

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



На правах рукописи

Костомаров Сергей Александрович

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

Специальность 05.19.01

«Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности»

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
профессор Шустов Ю. С.

Москва – 2018

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение.....	5
ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	10
1.1. Влияние химических веществ на организм человека и классификация спецодежды для работников химических предприятий	10
1.2. Требование нормативной документации для тканей спецодежды от воздействия химических реактивов.....	16
1.3. Изменение защитных свойств тканей в зависимости от воздействия агрессивных сред.....	21
Выводы по главе.....	27
ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ И ГИГИЕНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ РАБОТНИКОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	28
2.1. Характеристика объектов исследования.....	28
2.2. Выбор номенклатуры определяющих показателей качества тканей для защиты от воздействия агрессивных сред.....	30
2.3. Методика оценки качества тканей после действия агрессивных сред.....	36
2.4. Исследование гигиенических и физических свойств тканей для спецодежды работников химических предприятий.....	42
Выводы по главе.....	47
ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ РАБОТНИКОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	49
3.1. Исследование влияния длительности воздействия и концентрации соляной кислоты на механические свойства тканей.....	49
3.2. Исследование влияния длительности воздействия и концентрации серной кислоты на механические свойства тканей.....	62
3.3. Исследование влияния длительности воздействия и концентрации	

гидроксида натрия на механические свойства тканей.....	76
Выводы по главе.....	98
ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОЙКОСТИ ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ К ДЕЙСТВИЮ АГРЕССИВНЫХ СРЕД С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	99
4.1. Методика определения влияния соляной кислоты на механиче- ские свойства тканей с учетом изменения температуры окружающей среды.....	99
4.2. Методика определения влияния серной кислоты на механиче- ские свойства тканей с учетом изменения температуры окружающей среды.....	110
4.3. Методика определения влияния гидроксида натрия с учетом из- менения окружающей среды на механические свойства тканей.....	124
4.4. Применение теории подобия для прогнозирования разрывной нагрузки тканей после воздействия агрессивных сред.....	140
Выводы по главе.....	160
Общие выводы.....	162
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	164
Приложение 1.....	174
Приложение 2.....	175
Приложение 3.....	176
Приложение 4.....	177
Приложение 5.....	178
Приложение 6.....	181
Приложение 7.....	184
Приложение 8.....	187
Приложение 9.....	190
Приложение 10.....	193
Приложение 11.....	196

Приложение 12.....	199
Приложение 13.....	202
Приложение 14.....	203
Приложение 15.....	204
Приложение 16.....	205
Приложение 17.....	206
Приложение 18.....	209
Приложение 19.....	212
Приложение 20.....	215
Приложение 21.....	218
Приложение 22.....	221
Приложение 23.....	224
Приложение 24.....	227
Приложение 25.....	230

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы происходит быстрое развитие рынка профессиональной одежды, или «спецодежды», включающей в себя рабочую, ведомственную, защитную, корпоративную и др., так как потребность в использовании профессиональной одежды и обуви испытывают специалисты, работающие в самых разных отраслях. Это – химики и металлурги, нефтяники и строители, авиаторы и рыбаки, медики и работники муниципальных служб, а также работники сферы услуг и структур охраны и т.д.

Несмотря на широкий ассортимент современных материалов для профессиональной одежды, представленных на российском рынке, отечественные и зарубежные компании продолжают расширять, совершенствовать ассортимент тканей и создавать новые ткани со специальными свойствами.

Специальные функции профессиональной одежды в значительной степени зависят от материала, выбранного для ее изготовления. Однако при разработке текстильных материалов для спецодежды необходимо учитывать, что на практике, при осуществлении различных видов профессиональной деятельности, обычно действуют одновременно несколько неблагоприятных факторов. Это затрудняет разработку универсальных защитных материалов. Поэтому для изготовления профессиональной, рабочей и специальной одежды создаются специальные материалы различного назначения, соответствующие общим и специальным требованиям.

Поскольку качество тканей проявляется через эксплуатационные свойства, глубокое изучение их зависимости от структуры ткани, сырьевого состава и условий эксплуатации представляет практический и теоретический интерес. Это особенно важно для тканей специального назначения, так как они должны защищать тело человека от различных негативных факторов внешней среды.

Актуальность темы. В последние годы широкое распространение получила специальная одежда, основной целью которой является обеспечение безопасности и комфорта персонала. Особенно это актуально для одежды, используемой в условиях повышенной опасности, где риск нанесения вреда чело-

веку существенен. На химическом производстве существует много различных цехов, где используются большое количество разных агрессивных сред.

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

Объект исследования – материалы, предназначенные для защиты от действия кислот и щелочей.

Предмет исследования – оценка качества и свойств тканей, предназначенных для защиты от кислот и щелочей с учетом условий эксплуатации.

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

В соответствии с поставленной целью в работе решены следующие задачи:

- анализ научно-технической литературы, посвященной проблеме исследования и выбору объектов исследования;
- разработка алгоритма и программы для анализа свойств тканей от воздействия агрессивных сред и установления класса защиты в соответствии с нормативной документацией;
- разработка методики оценки качества тканей, предназначенных для защиты от кислот и щелочей, с учетом эксплуатационных воздействий;
- анализ качества тканей, предназначенных для защиты от кислот и щелочей, с учетом различных факторов воздействия;

- разработка методик прогнозирования механических свойств тканей, предназначенных для защиты от кислот и щелочей, с учетом эксплуатационных воздействий и структурных характеристик текстильных материалов.

Методы исследования.

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

Научная новизна.

При проведении теоретических и экспериментальных исследований автором впервые:

- разработаны алгоритм, программа и методика поэтапной оценки материалов для защиты от кислот и щелочей по 3-м классам опасности на основе нормативной документации;

- установлена взаимосвязь между параметрами строения, длительностью действия различных концентраций кислот и щелочей на физико-механические свойства материалов с учетом действия температуры;

- разработана методика прогнозирования и получены математические зависимости физико-механических свойств тканей для спецодежды, устанавливающих взаимосвязь между параметрами строения, волокнистым составом и действием агрессивных сред.

Практическая значимость работы заключается в:

- в разработке алгоритма и программы, позволяющей оценивать рассматриваемый материал для защиты от кислот и щелочей и определять его класс защиты.

- в определении стойкости текстильных материалов к действию кислот и щелочей в зависимости от концентрации, времени действия и температуры;

- в получении аналитических зависимостей физико-механических свойств тканей от действия различных агрессивных сред.

Основные положения, выносимые на защиту:

- алгоритм и программа, позволяющая анализировать материал для защиты от кислот и щелочей по показателям качества исходя из класса опасности;

- методика определения взаимодействия кислот и щелочей с материалом от длительности воздействия, концентрации и температуры на разрывные характеристики тканей;

- результаты экспериментальных исследований механизма взаимодействия кислот и щелочей с материалом от длительности воздействия, концентрации и температуры на разрывные характеристики тканей;

- разработана методика прогнозирования и получены математические зависимости физико-механических свойств тканей для спецодежды, устанавливающих взаимосвязь между параметрами строения, волокнистым составом и действием агрессивных сред.

Апробация и реализация результатов работы.

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

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

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

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

III ежегодная национальная выставка – форум «Вузпромэкспо-2015»

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

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

Всероссийский инженерный конкурс (ВИК-2015);

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

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

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

Заседания кафедры материаловедения и товарной экспертизы, 2016, 2018.

Публикации.

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

Структура и объем работы.

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

ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Влияние химических веществ на организм человека и классификация спецодежды для работников химических предприятий

К современной одежде человека предъявляется сложный комплекс разнообразных гигиенических, физико-механических, технологических и эстетических требований. Установление степени влияния отдельных факторов на эксплуатационные свойства тканей является одной из важнейших задач при научной разработке и проектировании изделий, так как производство одежды высокого качества возможно лишь при выработке тканей с учетом различных параметров [1–3].

В настоящее время при изготовлении одежды наиболее перспективным направлением является производство текстильных полотен из смеси различных волокон, позволяющих придать материалам специфические свойства, тем самым повысить эксплуатационные показатели и улучшить ассортимент. При выработке тканей из различных волокон устраняется отрицательное влияние свойств одних компонентов и повышается степень использования полезных свойств других компонентов. Тем не менее, свойства ткани также во многом зависят и от физико-механических показателей пряжи и от ее строения. Поэтому правильному выбору сырья, подбору свойств волокна в зависимости от назначения пряжи придаётся большое значение [2-10].

Одним из основных направлений в совершенствовании качества текстильных изделий является повышение их износостойкости.

При эксплуатации изделия подвергаются воздействию различных факторов: растяжению, многократному изгибу и истиранию, воздействию температуры, света и других факторов, впоследствии чего свойства изделий постепенно ухудшаются. Этот процесс называют изнашиванием тканей, а его конечный результат – износом [11–13].

Изнашивание одежды – результат совместного действия комплекса факторов. А.Н. Соловьев [11, 12, 14] разделяет эти факторы на следующие группы [15]:

- 1) физико-химические;
- 2) механические;
- 3) биологические;
- 4) комбинированные.

Важным фактором, влияющим на износостойкость материала, является действие различных агрессивных сред, таких как кислоты и щелочи. Особенно это актуально когда риск нанесения вреда человеку чрезвычайно велик.

Рассмотрим свойства агрессивных сред и их влияние на человека:

Соляная кислота (хлористоводородная кислота) – водный раствор хлористого водорода HCl , представляет собой прозрачную бесцветную жидкость с острым запахом хлористого водорода. Техническая кислота имеет желтовато-зеленый цвет из-за примесей хлора и солей железа. Концентрированная кислота на воздухе образует пар на поверхности раствора, так как выделяющийся газообразный HCl образует с водяным паром мельчайшие капельки соляной кислоты. Данное вещество не горит, не взрывоопасно. HCl является одной из самых сильных кислот, растворяет (с выделением водорода и образованием солей – хлоридов) все металлы, стоящие в ряду напряжений до водорода. При взаимодействии соляной кислоты с окислами и гидроокисями металлов образуются хлориды. С сильными окислителями она ведет себя как восстановитель [16–18].

Данное вещество очень опасно для здоровья человека. При попадании на кожу вызывает сильные ожоги. Особенно опасно попадание в глаза [16–18].

При попадании соляной кислоты на кожные покровы, ее необходимо немедленно смыть обильной струей воды [18, 19].

Чрезвычайно опасны туман и пары хлороводорода, которые образуются при взаимодействии с воздухом концентрированной кислоты. Они раздражают дыхательные пути и слизистые оболочки. Длительная работа в атмосфере HCl вызывает разрушение зубов, катары дыхательных путей, изъязвление слизистой

оболочки носа, помутнение роговицы глаза и желудочно-кишечные расстройства [18, 19].

Сильное отравление сопровождается охрипостью голоса, насморком, удушьем и кашлем [20, 21].

Серная кислота – сильная двухосновная кислота, представляющая собой маслянистую жидкость без цвета и запаха. Неочищенная серная кислота имеет желтоватый или буро-желтый цвет [22].

Данное вещество поражает слизистые оболочки, кожу, дыхательные пути, вызывают кашель, затруднение дыхания, нередко вызывает бронхит, трахеит и ларингит. Предельно допустимая концентрация паров серной кислоты в атмосферном воздухе 0,3 миллиграмм на квадратный метр (максимальная разовая), 0,1 миллиграмм на квадратный метр (среднесуточная) и в воздухе рабочей зоны 1,0 миллиграмм на квадратный метр. Поражающая концентрация паров серной кислоты составляет 0,008 миллиграмм на литр, смертельная – 0,18 миллиграмм на литр. Данное вещество относится ко 2-му классу опасности. Аэрозоль серной кислоты может образовываться в атмосфере в результате выбросов химических и металлургических производств и выпадать в виде кислотных дождей [23].

При отравлении парами серной кислоты возникает ожог и раздражение глаз, гортани, слизистых оболочек носоглотки, носовые кровотечения, охрипость голоса и боль в горле. При этом чрезвычайно опасными являются отеки легких и гортани [23, 24].

При попадании серной кислоты на кожу возникают химические ожоги, тяжесть и глубина которых определяются площадью ожога и концентрацией кислоты [24].

Щёлочи (едкие щелочи) —представляют собой твердые вещества, которые хорошо растворяются в воде. В водных растворах щелочи почти полностью распадаются на ионы, из-за чего относятся к сильным основаниям. Водные растворы щелочей обладают всеми теми же свойствами, характерные растворам оснований [24, 25].

Влияние щелочей на организм обусловлено возможностью разрушать белки и отнимать воду из тканей, образуя щелочные альбуминаты, а также омылять жиры. Под действием щелочи на коже образуются мягкие, легко снимающиеся струпы, не мешающие прониканию щелочи в более глубокие слои тканей [25].

При постоянном контакте со щелочью даже маленьких концентраций наблюдаются хронические повреждения кожи, ограниченные дерматиты и болезненные язвы. Причиной их появления является комбинированное воздействие щелочей и других вредных факторов, поскольку повреждение эпидермиса и обезжиривание кожи нарушает защитные функции кожного покрова, облегчая проникновение инфекции [25].

Под влиянием щелочи ногти истончаются, становятся ломкими, покрываются продольными бороздками, переходящими в трещины. При длительном воздействии щелочи эти изменения становятся стойкими [25, 2].

Попадание даже малых количеств щелочи в глаза очень опасно, так как вызывает поражение не только роговой слизистой оболочек, но и более глубоких сред. Вследствие чего возможна потеря зрения. Действие щелочей на органы дыхания вызывает раздражение слизистых оболочек разной степени тяжести [25, 26].

Тяжелые отравления с ожогом слизистой оболочки и последующим рубцеванием наблюдаются при случайном приеме внутрь концентрированных растворов щелочей, которые приводят к возникновению непроходимости пищевода [26].

Для защиты от выше приведенных агрессивных сред необходимо обеспечение соответствующей защиты.

На основе выше сказанного, рассмотрим виды и классификацию спецодежды применяемой на различных производствах.

Существует несколько видов классификации спецодежды в ГОСТ 12.4.251 [27].

В зависимости от условий эксплуатации спецодежду изготавливают в виде: фартуков, костюмов, полукombineзонов, комбинезонов, халатов, нарукавников в комплекте и отдельными предметами, в том числе с головным убором, с притачным капюшоном или втачным воротником, с регулируемой длиной по лицевому срезу (плечевые изделия), с защитными накладками различных размеров, видов, количеств или без них, с вентиляционными элементами или усилительными накладками. Пример халата для защиты от воздействия химических реактивов представлен на рисунке 1 [28-42].

Но чаще всего, используют специальные халаты, перчатки, очки и обувь для защиты от растворов кислот, щелочей и органических растворителей [43-47].

На предприятиях, где изготавливаются данные реактивы, используются костюмы закрытого типа, так как пары и газы этих веществ могут нанести непоправимый вред коже, органам дыхания и зрения.

В зависимости от концентрации, с которой работник сталкивается на производстве, спецодежду изготавливают четырех классов защиты. Классификация специальной одежды в соответствии с ГОСТ 12.4.251 и классов защиты по стойкости к воздействию раствора серной кислоты приведены в таблице 1.

Спецодежда для одноразового использования можно изготавливается с элементами одежды разных классов защиты, в соответствии с условиями труда, с которыми сталкивается работник на производстве [46].

Для изготовления спецодежды измеряется рост и обхват груди, дополнительно можно использовать: обхват талии, обхват бедер, длину рук и внутреннюю поверхность ноги, обхват головы. Так же можно объединить величины контрольных измерений [48].

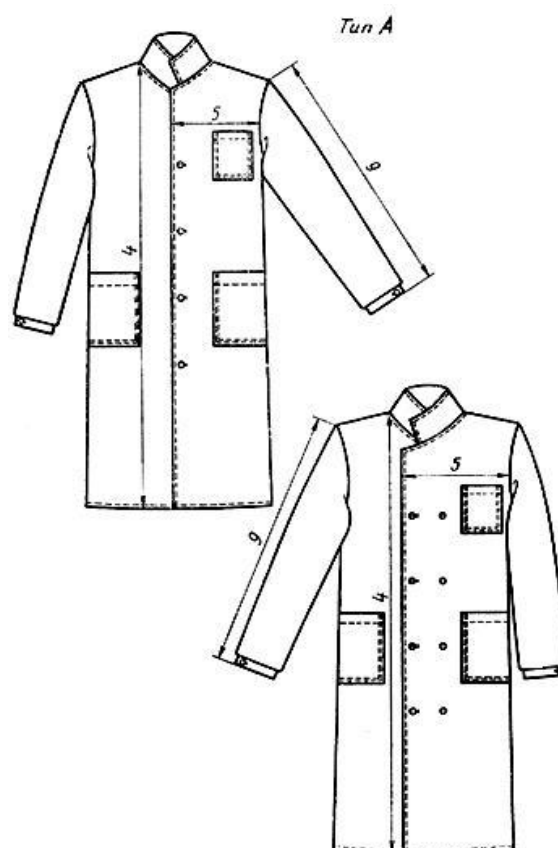


Рисунок 1 – Халат для защиты от воздействия химических реактивов

Таблица 1 – Классификация спецодежды для защиты от растворов кислот разной концентрации для работников химических предприятий

Назначение специальной одежды	Условное обозначение	Класс защиты
Спецодежда для защиты от кислот концентрации до 20%	К 20	1
Спецодежда для защиты от кислот концентрации до 50%	К 50	2
Спецодежда для защиты от кислот концентрации до 80%	К 80	3
Спецодежда для защиты от кислот концентрации выше 80%	Кк	4

Так же существует классификация спецодежды для защиты от растворов щелочей разной концентрации [48]. Она приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Классификация спецодежды для защиты от растворов щелочей разной концентрации для работников химических предприятий

Назначение спецодежды	Виды растворов	Условное обозначение		
		Щр	–	Щр
От щелочей	От расплавов щелочей	Щр	–	Щр
	От растворов щелочей концентрации выше 20 % (по гидроокиси натрия)	Щ 50	Щ 50*	Щ 50
	От растворов щелочей концентрации до 20 % (по гидроокиси натрия)	Щ 20	Щ 20	Щ 20

где: * Только для обуви из полимерных материалов.

1.2. Требование нормативной документации для тканей спецодежды от воздействия химических реактивов

Для обеспечения комфортной работы и защиты от опасных факторов на химическом производстве спецодежда должна обладать не только кислото- и щелочезащитными свойствами, но и необходимыми гигиеническими свойствами [27, 49].

По ГОСТ 12.4.251 спецодежда должна изготавливаться из материалов обладающих воздухопроницаемостью не менее $30 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$, а так же гигроскопичностью не менее 4%. Если материал по воздухопроницаемости набирает ниже нормы, то допускаются конструкционные элементы обеспечивающие воздухообмен, но при этом не должны снижаться защитные свойства [27].

Для обеспечения кислотозащитных свойств обычно используют текстильные материалы из химических, смешанных (химических и натуральных) волокон (нитей) и натуральных волокон с кислотоотталкивающими пропитками. При этом ткани не должны разрушаться, пропускать и впитывать кислоту на изнаночную сторону материала. Так же при изготовлении одежды материалы не должны оказывать пагубного влияния на здоровье работника [27].

Для определения сохранения кислотозащитных свойств материал сначала подвергается 5 циклам стирки или химчистке в зависимости от инструкции изготовителя. Если отсутствует инструкция то материал оценивается после 5 цик-

лов стирки в специальной стиральной машине, имеющую горизонтально расположенную ось барабана, с использованием синтетического моющего средства при температуре воды $(60 \pm 5)^\circ\text{C}$.

В ГОСТ 12.4.251 представлена методика определения кислотостойкости материала. Потеря прочности материала после воздействия агрессивной среды должна быть не менее 15% [27]. Однако анализ многочисленных исследований показал, что потеря прочности должна быть не более 15%, так как чем больше потеря прочности, тем хуже материал сопротивляется воздействию агрессивной среды.

Для оценки кислотостойкости материала используют разрывную нагрузку, при этом число проб должно быть удвоено. Половину проб помещают в кислотостойкую ванночку с серной кислотой в концентрации, при которой будет использоваться данный материал. Температура раствора должна быть $20-25^\circ\text{C}$. Материал выдерживается на протяжении часа, затем вынимают и промывают сначала под струёй холодной воды, а потом при температуре $40-50^\circ\text{C}$, пока не прекратится кислотная реакция. После промывки пробы отжимаются между слоями фильтровальной бумаги и помещаются в сушильный шкаф при температуре $40-50^\circ\text{C}$, так же пробы можно высушивать на открытом воздухе. По завершению процесса сушки образцы помещаются в нормальные климатические условия и выдерживаются там, на протяжении двадцати четырех часов. После этого определяют разрывную нагрузку до и после воздействия кислоты.

Также в ГОСТ 12.4.251 описана методика кислотонепроницаемости материала. Суть метода заключается в том, что бы материал, не пропускал на изнаночную сторону кислоту на протяжении определённого времени (6 часов) [27].

Для того чтобы определить кислотонепроницаемость материала, сначала образцы выдерживаются в нормальных климатических условиях на протяжении двадцати четырёх часов. Затем от каждого образца вырезают 3 элементарные пробы размерами 100×100 мм и помещают на стекло, покрытое индикаторной бумагой, наносят на материал по 10 капель раствора серной кислоты с концентрацией в зависимости от условий эксплуатации одежды, затем накрываются

чашкой Петри и оставляют на шесть часов. Образец считается килотонепроницаемым, если все тридцать капель не впитались и не были обнаружены на индикаторной бумаге. Так же допускается оценивать кислотонепроницаемость после воздействия кислоты на протяжении трёх часов, но данные условия должны быть отражены в инструкции для пользователя.

По прочностным характеристикам в ГОСТ 12.4.251 материал должен соответствовать нормам, приведенным в таблице 3. Они разделены на три класса опасности, и для каждого класса дана своя норма для разрывной и раздирающей нагрузки материала [27].

Изменение размеров после мокрых обработок (стирок или химчисток) не должно превышать 3% . Режимы стирок или химчисток устанавливают в соответствии с нормативной документацией, исходя из вида материала.

По стойкости к истиранию материал должен выдерживать не менее 2000 циклов, данная норма относится к хлопчатобумажным тканям, смешанным (натуральных и химических волокон) [27, 50].

Таблица 3 – Нормы разрывной и раздирающей нагрузки материала с учетом класса опасности

Наименование свойства	Класс	Значение показателя, Н, не менее
Разрывная нагрузка	3	590
	2	350
	1	90
Раздирающая нагрузка	3	50
	2	30
	1	15
Примечание - Материалы класса 1 допускается применять для изготовления специальной одежды разового использования.		

Также в ГОСТ 12.4.251 даны нормы по устойчивости окраски для тканей, которые используются для изготовления спецодежды для защиты от кислот и щелочей [51-56]. Нормы приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Нормы устойчивости окраски тканей для защиты от кислот и щелочей по ГОСТ 12.4.251

Физико-химическое воздействие	Норма устойчивости окраски, балл, не менее	
	Изменение первоначальной окраски	Закрашивание материала
Свет	4	-
Стирка	4	3
Дистиллированная вода	4	3
Пот	4	4
Органические растворители	4	-
Сухое трение	-	3

На территории России действует технический регламент таможенного союза, который содержит нормы для одежды от воздействия агрессивных сред.

Спецодежда должна иметь водоупорность не менее 1800 Па, а при воздействии струй воды – не менее 3000 Па [57]. Щелочезащищенность материала имеет аналогичные показатели.

Одежда специальная и материалы для ее изготовления должны быть кислотонепроницаемыми, кислотостойкими и сохранять кислотозащитные свойства после 5 стирок или химчисток. Потеря прочности материалов от воздействия кислот не должна превышать 15% [57].

Одежда фильтрующая должна обеспечивать защиту от различных газов, паров и аэрозолей химических веществ и сохранять защитные свойства в течение 12 и более месяцев эксплуатации, после шести и более стирок, химчисток, нейтрализаций [57].

Для производства спецодежды используются различные по волокнистому составу материалы. Для определения области использования спецодежды при работе с агрессивными средами малых концентраций необходимо учитывать компоненты, входящие в состав материала.

При определении сырьевого состава используют два метода определения:

1. Определение при помощи микроскопа.

2. Растворение определенных волокон в разных химических реактивах и растворителях.

В таблицах 5 и 6 приведены виды волокон, которые растворяются в определенных химических реактивах или органических растворителях. Условные обозначения приведены под таблицами [58-61].

Таблица 5 – Растворимость волокон в органических растворителях

Волокно	Ацетон	Диметилформамид	Бензиловый спирт	Фенол	Нитробензол	Циклогексан	Метиленхлорид	Хлороформ	Дихлорбензол	Капролактан	Диаксонон	Нитрометан	Бензол
Ацетатное	Р	Р	Р	Р	РН	РН	-	-	-	-	-	-	-
Триацетанотное	-	РН	РН	Р	-	РН	Р	Р	-	-	-	-	-
Капрон	-	РН	РН	Р	-	-	-	-	РН	РН	-	-	-
Лавсан	-	РН	РН	РН	-	-	-	-	-	РН	-	-	-
Спандекс	-	РН	РН	РН	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нитрон	-	РН	-	-	-	-	-	-	-	-	РН	РН	-
Хлорин	Р	Р	РН	РН	-	Р	Р	Р	-	РН	-	-	РН
ПВХ	-	Р	РН	РН	-	Р	Р	-	-	-	-	-	Р
Винол	-	-	-	РН	-	-	-	-	-	-	-	-	Р

Обозначения: Р - растворяется, РН - растворяется при нагревании [34-38].

Таблица 6 – Устойчивость волокон к действию концентрированных кислот и щелочей

Волокно	Кислота					Едкий натр
	азотная	серная	соляная	уксусная	муравьиная	
1	2	3	4	5	6	7
Хлопок	Р	Р	Р	НР	НР	НР
Лен	Р	Р	Р	НР	НР	НР
Шерсть	Рхк	Рхк	НР	СП	СП	РНк
Натуральный шелк	Рхк	Рхк	Рхк	НР	НР	РНк
Вискозное	Рхк	Рхк	Рхк	НР	НР	СП
Полинозное	Рхк	Рхк	РНк	НР	НР	НР
Ацетатное	Рхк	Рхк	Рхк	Рхк	Рхк	ОНк
Триацетатное	Рхк	Рхк	Рхк	РНк	НР	ОНк
Капрон	Рхк	Рхк	Рхк	РН	Рхк	СПн
Анид	Рхк	Рхк	Рхк	РНк	Рхк	СПн

Окончание таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
Спандекс	Рнк	Рхк	НР	НР	Рнк	НР
Лавсан	НР	Рнк	НР	НР	НР	Рнк
Нитрон	Рхк	Рхк	НР	НР	НР	Рхк
Хлорин	НР	НР	НР	НР	НР	НР
Поливинилхлорид	НР	НР	НР	НР	НР	НР
Виол	Рхк	Рхк	Рхк	Рнк	Рнк	СПн

Обозначения: Р – растворяется, н – при нагревании, х – на холоде, к – концентрированным раствором, СП – снижается прочность, О – омыляется, НР – не растворяется [58-61].

1.3. Изменение защитных свойств тканей в зависимости от воздействия агрессивных сред

Для средств индивидуальной защиты от воздействия агрессивных сред особенно важными являются свойства материалов, которые характеризуют надежность и долговечность в процессе использования спецодежды.

Спецодежда из материалов, стойких к действию кислот и щелочей, имеет широкое применение на различных производствах, где осуществляется контакт с агрессивными средами.

Критериями сохранения свойств материала после воздействия агрессивных сред являются характеристики прочности, из которых наибольшее распространение получили разрывная и раздирающая нагрузки.

Разрывная нагрузка зависит, прежде всего, от прочности, исходного числа воспринимающих нагрузку нитей и размера испытываемой пробы.

Раздирающая нагрузка характеризуется усилием, выдерживаемым материалом при различном местном повреждении, таком как прокол, надрез и надрыв.

Так же немаловажным защитным показателем для данных материалов является непроницаемость агрессивных сред.

Непроницаемость вредных агрессивных сред характеризуется, стойкостью ткани к проникновению на изнаночную сторону вредных веществ. Данный показатель зависит от пропиток, которыми материал был обработан.

Стойкость ткани к действию агрессивных сред характеризуется тем, насколько материал теряет свои прочностные показатели.

Изучением свойств материалов для защиты от воздействия агрессивных сред занимались Козырева Е. Б., Попадько Е. А., Мычко А. А., Семочкин В. Н., Разуваева С. В., Аракелян И. А., Чернышева Ю. С. и другие [62–69].

В работе Козыревой Е. Б. [62] был проанализирован широкий спектр спецодежды с использованием таких материалов как: Премьер 180 К50, Премьер 210 К50, Премьер 210 К80 и Премьер Standart 250 К50.

Были проанализированы виды работ и передвижения рабочих на протяжении всего рабочего дня, что позволило установить места наибольшего контакта одежды с агрессивной средой, и применена методика определения удельного веса повреждений и износа специальной одежды.

Козыревой Е. Б. были определены основные факторы, которые оказывают существенное влияние на срок службы спецодежды рабочих химического производства: действие паров и капель кислоты различной концентрации, механических повреждений, капель минеральных масел и паров аммиака.

Исходя из полученных данных была разработана и применена методика расчета в лабораторных условиях комплексного показателя, характеризующего изменение защитной функции кислотозащитных материалов в процессе эксплуатации.

Также в работе были определены оптимальные параметры СИЗ изолирующего типа; проведены исследования статического и динамического соответствия СИЗ изолирующего типа по эргономическим показателям; проведены антропометрические исследования сотрудников аварийно-спасательной службы Министерства по ЧС и ГО республики Татарстан; проведен анализ отечественных и зарубежных систем конструирования одежды; разработана методика конструирования изолирующего комбинезона (ИК) и конструкция защитного

ИК в автоматизированном режиме (САПР «Грация»); составлен алгоритм построения базовой конструкции, ИМК и МК защитного ИК в САПР «Грация».

Попадько Е. А. [63] на основе изучения кинетики взаимодействия тетроксид азота с полимерными материалами было разработано защитное покрытие при оптимальном выборе соотношения полимерных материалов. Оно обладает высоким уровнем стойкости к тетроксиду азота и высокой газопроницаемостью. Было выявлено, что наиболее высокой стойкостью к окислителю и высокой газопроницаемостью будут обладать материалы на основе бутилкаучука и полиамидных полотен в определенном соотношении. Вследствие чего был разработан защитный материал на основе полиамидного полотна с использованием полимерной композиции, который обеспечивал высокие защитные свойства при массе 470 г/м^2 и толщине полимерного напыления $0,45 \text{ мм}$. Данный материал выдерживал четырёхкратное воздействие жидкой фазы окислителя с нейтрализацией, при этом сохраняя высокие защитные свойства при воздействии агрессивных среды, а так же обладал огнестойкими характеристиками.

Была разработана методика конструирования изолирующего комбинезона и дана рекомендация по изготовлению изолирующего костюма из защитного текстильно-резинового материала [63].

Попадько Е. А. при оценке защитных свойств и выбора материалов, наиболее удовлетворяющих требованиям, был использован комплексный показатель.

Мычко А. А. [64] провел анализ труда рабочих основных профессий в производстве соляной, серной и азотной кислоты, газообразного и жидкого хлора и аммиака, бойцов ВГСС и военнослужащих, которые так же подвергались воздействию агрессивных сред. Анализ показал, что применяемые средства индивидуальной защиты не всегда отвечают требованиям безопасности труда по защитным характеристикам. Вследствие чего, была разработана классификация методов оценки свойств специальных материалов и схема функционально-информационной модели их выбора, в которой применяемые показатели качества были разделены на основные и вспомогательные.

Проведен анализ современных теоретических основ и представлений о деструктивных процессах, протекающих под воздействием агрессивных сред в используемых материалах, который позволили определить основные факторы, которые были учтены при разработке методов оценки качества. На основании проведенных исследований Мычко А. А. разработал требования и нормы по хемостойкости специальных текстильных материалов с полимерным покрытием к воздействию минеральных кислот, где в качестве основных контролируемых показателей предложены: разрывная нагрузка, жесткость при изгибе, изгибоустойчивость проб при положительных и отрицательных температурах, а также долговечность до и после обработки агрессивной средой.

Им было показано, что согласно разработанным нормируемым показателям специальные текстильные материалы с полимерным покрытием, применяемые для СИЗ, по степени хемостойкости можно разделить на три группы, каждая из которых отличается величиной изменения контролируемых характеристик, а следовательно, и временем эксплуатации изделий в условиях производства.

Так же им разработана классификация методов оценки проницаемости текстильных волокнистых материалов для специальной одежды группы А и материалов с полимерным покрытием для специальной одежды группы Б, в которых методы испытаний представлены с учетом различных способов воздействия агрессивной среды, механических напряжений на пробу, разновидностей контроля, критериев оценки в статических и в динамических условиях.

Мычко А. А. на основании классификации были разработаны способы, методы и устройства по определению проницаемости проб капельно- и объемно-жидкой фазы нелетучих (серной) и летучих (соляной, азотной) кислот, находящихся при различных температурах.

При изучении влияния растворов соляной кислоты им было установлено, что 10 - 30 % агрессивная среда не оказывает существенного влияния на прочностные показатели исследуемых проб, а 35 % кислота способствует разрушению полимерного покрытия на основе бутилнитрильного каучука и ПВХ, а

также проб таких специальных материалов как ТСК-15, ТСК-15М, БЦК. Т-15, фирмы «Нокия» и другие.

Семочкин В. Н. [65] занимался исследованиями угленаполненных целлюлозных материалов, пригодных для использования в защитной одежде и в средствах защиты органов дыхания. Оценку защитных свойств материалов проводили путем определения времени удерживания паров уксусной кислоты. По результатам экспериментов наиболее приемлемым проклеивающим компонентом признана полиамин-полиамидная смола при содержании ее 0,81% в массе сухих веществ, при этом значении происходит стабилизация влагопрочности.

Семочкин В. Н., изучая материалы для химзащитной одежды, установил, что пакет материала должен иметь трехслойную структуру. Он испытывал прошивной, огневой и термоклеевой способ формирования химзащитного слоя. Им было установлено, что материал, полученный термоклеевым способом наиболее эффективен по технологическим и эксплуатационным характеристикам.

Разуваева С. В. [66] занималась исследованиями тканей, предназначенных для изготовления одежды спасателей МЧС.

На основе результатов испытаний Разуваева С. В. сделала вывод, что ткань «Седан», являлась лучшей из трех исследованных.

Аракелян И. А. [67] было установлено, что защитные свойства химзащитного материала обусловлены комплексом физико-химических процессов, протекающих на его поверхности - физической адсорбцией двухкомпонентной сорбирующей системы, химическим взаимодействием хемосорбента ферроцианида меди с токсичными химическими веществами.

Чернышева Ю. С. [68] занималась исследованием влияния на спецодежду органических растворителей и тяжелых металлов лакокрасочного производства. Вся одежда была разделена на 2 группы.

В первую группу входили образцы материалов с кислотозащитной пропиткой. Во вторую группу были включены образцы материалов с разнообраз-

ными пропитками, которые предположительно могут обеспечить эффективную защиту человека в условиях лакокрасочного производства [68].

По полученным результатам испытаний было установлено, что наибольшей стойкостью к органическим растворителям обладают образцы материалов ткань «Таслан 189», ткань «Томбой ФС» и «Ткань с резиновым покрытием» [68].

Бокова С. В. [69] на основе экспериментальных исследований поверхностных свойств тканей установила, что применяемые в настоящее время для спецодежды влагозащитные материалы не гарантируют необходимого минимума защитной способности при комплексном воздействии агрессивных факторов (горюче-смазочные масла, мыльный раствор и грязь) и повышенной влажности воздуха.

Ей было установлено, что водозащитная способность материала для спецодежды зависит от вида пропиток, качества водоотталкивающей отделки, воздухопроницаемости и загрязненности поверхности. Бокова С. В. провела оптимизацию основных конструктивных параметров водозащитной спецодежды, обеспечивающей высокий уровень динамического соответствия, что позволило разработать влагозащитный комплект одежды для работы в условиях повышенной влажности при ведении работ в автосервисе, обеспечивающий надежную защиту человека от промокания и поддерживающий оптимальные параметры микроклимата внутри комплекта одежды в течение продолжительного времени.

Анализ проведенных литературных исследований показал важность вопроса обеспечения работников химической промышленности необходимой рабочей одеждой, которая должна соответствовать требованиям нормативной документации.

Однако основная доля работ относится к материалам, применяемым в условиях активного воздействия агрессивных сред, в то же время необходимо проведение исследований материалов для спецодежды работников, имеющих

кратковременные контакты с агрессивной средой или взаимодействие с парами её компонентов.

Выводы по главе

1. В настоящее время вопросом защиты человека от различных видов вредных факторов уделяется достаточно много внимания. Для решения данной проблемы широко используется одежда для защиты от воздействий агрессивных сред, которая должна сохранять заданные свойства на протяжении всего срока службы, однако недостаточно исследованы свойства некоторых видов спецодежды с учетом условий эксплуатации.
2. В литературном обзоре рассмотрено влияние действия кислот и щелочей на организм человека и последствия этого влияния.
3. Приведена классификация одежды для защиты от воздействий агрессивных сред и некоторые её конструктивные особенности, а также дан анализ нормативных документов, которые используются при изготовлении текстильных материалов с целью защиты от вредных факторов.
4. Проведенный анализ литературных источников показывает важность оценки влияния разнообразных агрессивных сред на специальную одежду, применяемую в различных отраслях народного хозяйства. Исходя из выше изложенного, необходимо продолжить работу по анализу влияния различных кислот и щелочей от длительности воздействия, температуры и концентрации на специальную одежду работников химического производства.

ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ И ГИГИЕНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ РАБОТНИКОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

2.1. Характеристика объектов исследования

В главе 1 было установлено, что для обеспечения безопасности во время выполнения профессиональных обязанностей работники, контактирующие с агрессивными средами, должны быть обеспечены соответствующей одеждой. Однако сотрудники, постоянно не соприкасающиеся с агрессивной средой, но находящиеся на данных предприятиях, могут иметь контакты с химическими веществами или их парами, в результате чего одежда подвергается разрушению.

Для изготовления рабочей одежды для защиты от кислот и щелочей используются различные виды тканей. Они различаются по волокнистому составу и видам переплетения [70, 71].

В качестве объектов исследования были выбраны образцы 7 различных артикулов, представленных в таблице 7.

Таблица 7 – Объекты исследования

Ткань	Название	Артикул	Состав, %		Страна– производитель
			хлопок	полиэстер	
1	TRITON–Т	–	80	20	Словения
2	BARRIER UNIVERSAL А	–	–	100	Корея
3	Премьер Standard 210	81423	35	65	Россия
4	Лидер 210	81412	33	67	Россия
5	Премьер– комфорт 250	18422 Х	80	20	Россия
6	Стимул–240	С-172 ЮГ	35	65	Россия
7	Премьер Standard 250	81421	35	65	Россия

В таблице 8 приведены структурные характеристики объектов исследования [70-72].

Таблица 8 – Структурные характеристики исследуемых тканей

Наименование показателей	Наименование ткани						
	TRITON –Т	BARRIER UNIVERSA L A	Пре-мьер Standard 210	Ли-дер 210	Пре-мьер–комфорт 250	Сти-мул–240	Пре-мьер Standard 250
1	2	3	4	5	6	7	8
Поверхностная плотность ткани M_1 , г/м ²	249	170	214	211,4	251	241,5	249,6
Линейная плотность нитей основы T_o , текс	60	35	35	38	45	40	40
Линейная плотность нитей утка T_y , текс	45	40	50	42	50	45	48
Плотность по основе P_o , нитей основы / 100 мм	280	200	240	280	280	300	300
Плотность по утку P_y , нитей / 100 мм	180	250	260	250	250	270	270
Толщина ткани b , мм	0,48	0,25	0,67	0,64	0,67	0,58	0,64
Средняя плотность ткани δ_t , мг/мм ³	0,52	0,68	0,32	0,33	0,37	0,42	0,39
Линейное заполнение ткани по основе E_o , %	86,57	47,23	56,67	68,89	74,97	75,73	75,73
Линейное заполнение ткани по утку E_y , %	48,20	63,11	73,38	64,67	70,56	72,29	74,66
Поверхностное заполнение E_s , %	93,04	80,53	88,47	89,01	92,63	93,28	93,85
Объемное заполнение E_v , %	64,84	85,00	39,93	41,29	46,83	52,05	48,75

Окончание таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7	8
Заполнение ткани по массе E_M , %	34,58	45,33	21,29	22,02	24,98	27,76	26,00
Поверхностная пористость ткани R_S , %	6,96	19,47	11,53	10,99	7,37	6,72	6,15
Объемная пористость ткани R_V , %	35,16	15,00	60,07	58,71	53,17	47,95	51,25
Общая пористость ткани R_M , %	65,42	54,67	78,71	77,98	75,02	72,24	74,00

2.2. Выбор номенклатуры определяющих показателей качества тканей для защиты от воздействия агрессивных сред

Основной проблемой при изготовлении средств индивидуальной защиты от агрессивных сред является выбор материалов рабочей одежды и оценка качества с учетом специфики работы разных предприятий.

Для решения данного вопроса, в первую очередь, необходимо выявить, какие факторы влияют на качество тканей, применяемых для защиты от агрессивной среды.

Из выше сказанного, была составлена номенклатура показателей на основе экспертного опроса среди специалистов разных организаций [72].

Для анализа полученных результатов была построена схема Исикава, которая позволила сгруппировать различные факторы в 4 группы, представленные на рисунке 2.

Рассмотрим более конкретно каждую группу показателей.



Рисунок 2 – Определяющие показатели качества тканей для защиты от воздействия агрессивных сред

1. Гигиенические показатели:

X_1 – Влажность

X_2 – Паропроницаемость

X_3 – Водопоглощение

X_4 – Воздухопроницаемость

X_5 – Гигроскопичность

X_6 – Удельное поверхностное сопротивление

X_7 – Капиллярность

X_8 – Влагоотдача

X_9 – Сырьевой состав

X_{10} – Суммарное тепловое сопротивление.

Коэффициенты значимости гигиенических показателей качества приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Коэффициенты значимости гигиенических показателей качества

Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	Z_{10}
0,085	0,115	0,115	0,159	0,119	0,001	0,024	0,129	0,10	0,099

Значащими считают показатели, для которых верно неравенство:

$$Z_i \geq 1/n, \text{ где}$$

$$Z_i \geq 1/n \geq 1/10 \geq 0,1.$$

Следовательно, определяющими гигиеническими показателями качества являются:

1. Воздухопроницаемость
2. Влагоотдача
3. Гигроскопичность
4. Паропроницаемость
5. Водопоглощение.
6. Сырьевой состав

2. К группе факторов, характеризующих показатели безопасности относятся:

X_1 – Стойкость к действию кислот и щелочей

X_2 – Разрывная нагрузка

X_3 – Индекс токсичности

X_4 – Электрическое сопротивление

X_5 – Содержание свободного формальдегида

X_6 – Прожигаемость

X_7 – Стойкость к действию токсических веществ

X_8 – Теплопроводность

X_9 – Устойчивость окраски к стирке

X_{10} – Устойчивость окраски к трению

X_{11} – Устойчивость окраски к поту

X_{12} – Устойчивость окраски к глажению

X_{13} – Сохранение стойкости к действию кислот и щелочей после стирок

X_{14} – Кислотонепроницаемость.

Коэффициенты значимости показателей безопасности приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Коэффициенты значимости показателей безопасности

Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	Z_{10}	Z_{11}	Z_{12}	Z_{13}	Z_{14}
0,137	0,130	0,076	0,099	0,075	0,026	0,018	0,050	0,060	0,052	0,026	0,020	0,118	0,111

Существенно значимыми считаются показатели, для которых выполняется равенство:

$$Z_i \geq 1/n, \text{ где}$$

$$Z_i \geq 1/n \geq 1/14 \geq 0,07$$

Следовательно, определяющими показателями безопасности являются:

1. Стойкость к действию кислот и щелочей
2. Разрывная нагрузка
3. Сохранение стойкости к действию кислот и щелочей после стирок
4. Кислотонепроницаемость
5. Электрическое сопротивление
6. Индекс токсичности
7. Содержание свободного формальдегида.

3. К физико–механической группе относятся следующие показатели:

X_1 – Разрывная нагрузка

X_2 – Удлинение при разрыве

X_3 – Сопротивление раздиранию

X_4 – Стойкость к истиранию

X_5 – Стойкость к многократному изгибу

X_6 – Водоупорность

X_7 – Устойчивость окраски к стирке, трению, глажению, поту и органическим растворителям

X_8 – Изменение линейных размеров в процессе мокрых обработок

X_9 – Очищаемость от производственных загрязнений

X_{10} – Устойчивость к многократному растяжению (одноосное и многоосное)

X_{11} – Несминаемость.

Значащими считают показатели, для которых верно неравенство

$$Z_i \geq 1/n, \text{ где}$$

$$Z_i \geq 1/n \geq 1/11 \geq 0,09.$$

Таблица 11 – Коэффициенты значимости физико–механических показателей

Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	Z_{10}	Z_{11}
0,017	0,090	0,119	0,110	0,09	0,09	0,129	0,160	0,120	0,030	0,019

Следовательно, значащими физико–механическими показателями являются:

1. Изменение линейных размеров в процессе мокрых обработок
2. Устойчивость окраски к стирке, трению, глажению, поту и органическим растворителям
3. Очищаемость от производственных загрязнений
4. Сопротивление раздиранию
5. Стойкость к истиранию
6. Стойкость к многократному изгибу
7. Водоупорность
4. К группе структурных показателей:
 - X_1 – Поверхностная плотность
 - X_2 – Ширина
 - X_3 – Толщина
 - X_4 – Жесткость при изгибе
 - X_5 – Линейная плотность нитей основы
 - X_6 – Линейная плотность нитей утка
 - X_7 – Плотность по основе и по утку
 - X_8 – Драпируемость
 - X_9 – Раздвижка

X_{10} – Осыпаемость.

Коэффициенты значимости для структурных показателей приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Коэффициенты значимости для структурных показателей

Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	Z_{10}	Z_{11}
0,132	0,07	0,177	0,16	0,02	0,01	0,026	0,14	0,08	0,10	0,056

Значащими считают показатели, для которых верно неравенство:

$$Z_i \geq 1/n, \text{ где}$$

$$Z_i \geq 1/n \geq 1/11 \geq 0,09.$$

Следовательно, значащими структурными показателями являются:

1. Толщина
2. Жесткость при изгибе
3. Драпируемость
4. Поверхностная плотность
5. Осыпаемость

Полученные результаты были сведены в таблицу 13.

Таблица 13 – Номенклатура показателей качества

№ п/п.	Гигиенические показатели	Показатели безопасности	Физико–механические показатели	Структурные показатели
1	3	3	4	5
1	Воздухопроницаемость ($z = 0,159$)	Стойкость к действию кислот и щелочей ($z = 0,137$)	Изменение линейных размеров в процессе мокрых обработок ($z = 0,160$)	Толщина ($z = 0,177$)
2	Влагоотдача ($z = 0,129$)	Разрывная нагрузка ($z = 0,130$)	Устойчивость окраски к стирке, трению, глажению, поту и органическим растворителям ($z = 0,129$)	Жесткость при изгибе ($z = 0,16$)

Окончание таблицы 13

1	2	3	4	5
3	Гигроскопичность (z = 0,119)	Сохранение стойкости к действию кислот и щелочей после стирок (z=0,118)	Очищаемость от производственных загрязнений (z = 0,120)	Драпируемость (z = 0,14)
4	Водопоглощение (z = 0,115)	Кислотонепроницаемость (z = 0,111)	Сопротивление раздиранию (z = 0,119)	Поверхностная плотность (z = 0,132)
5	Паропроницаемость (z = 0,115)	Электрическое сопротивление (z = 0,099)	Стойкость к истиранию (z = 0,110)	Осыпаемость (z = 0,10)
6	Сырьевой состав (z = 0,10)	Индекс токсичности (z = 0,076)	Стойкость к многократному изгибу (z = 0,09)	–
7	–	Содержание свободного формальдегида (z = 0,075)	Водоупорность (z = 0,09)	–

Как видно из табл. 13, основными показателями безопасности являются стойкость к действию кислот и щелочей, разрывная и раздирающая нагрузка, гигиеническими показателями – воздухопроницаемость и влагоотдача, физико–механическими – изменение линейных размеров и устойчивость окраски к стирке, трению, глажению, поту и свету, структурными – поверхностная плотность и жесткость при изгибе. У данных показателей наибольшие коэффициенты весомости.

2.3. Методика оценки качества тканей после действия агрессивных сред

Вопросам оценки качества одежды, последнее время уделяется всё больше и больше внимания. Особенно это относится к рабочей одежде и одежде специального назначения [73].

Все товары, выпускаемые промышленностью, должны соответствовать определенным требованиям. Под требованиями, предъявляемыми к товарам,

понимают особенность, которым должен соответствовать товар, чтобы его можно было использовать по назначению при определенных условиях и в течение определенного времени [73, 74].

Между уровнем требований и качеством товаров существует определенная диспропорция, что вызывает необходимость непрерывного повышения качества и обновления ассортимента [74].

Качество товаров зависит от многих факторов, которые можно подразделить на три группы: непосредственно влияющие на качество товаров, стимулирующие качество и способствующие сохранению качества товара при транспортировке его от производителя до потребителя. Все эти факторы либо взаимодействуют, либо действуют изолированно. Качество товаров подтверждается добровольной или обязательной процедурой подтверждения соответствия [74, 75].

При проведении процедуры подтверждения соответствия, а также при экспертизе спецодежды необходимо осуществить многочисленные испытания, результатом которых является оформление протокола испытаний. Перед сотрудниками испытательной лаборатории в рамках проведения исследований на соответствие требованиям нормативной документации стоит задача идентификации изделий и выбора нормативов для сравнения полученных экспериментальных данных [75].

Для снижения трудоемкости и устранения случайных ошибок при проведении оценки соответствия нормативной документации был разработан алгоритм, в соответствии с которым анализируются испытания, проведенные по номенклатуре показателей качества, указанной в ГОСТ 12.4.251 «Одежда специальная для защиты от растворов кислот». Результатом работы алгоритма является определение класса опасности спецодежды и выявление показателей качества, величина которых не соответствует нормам [76].

В зависимости от устойчивости к действию растворов кислот разной концентрации, спецодежду изготавливают 4 классов для защиты от concentra-

ции: 1 класс - до 20% (К20); 2 класс - до 50% (К50); 3 класс - до 80% (К80); 4 класс - свыше 80% (КК) [77].

Для предоставления информации заявителю по классу защиты был разработан алгоритм (рисунок 3), в соответствии с которым анализируется протокол испытаний, проведенных по номенклатуре показателей качества. На основе алгоритма нами составлена программа для ЭВМ [78, 79].

В соответствии с данным алгоритмом, в первую очередь, проверяются такие показатели как: воздухопроницаемость; гигроскопичность; кислотостойкость; кислотонепроницаемость; усадка материала; стойкость к истиранию; устойчивость окраски к свету, стирке, дистиллированной воде, поту и органическим растворителям; устойчивость окраски закрашивание материала к стирке, дистиллированной воде, поту и сухому трению. Если выявляется несоответствие нормам, то на мониторе отображается информация, по какому показателю спецодежда не допускается к использованию [79].

Принцип работы алгоритма. Вводят значения: А - Воздухопроницаемость; В - Норма воздухопроницаемости; С - Гигроскопичность; D - Норма гигроскопичности; Е - Кислотостойкость; F - Норма кислотостойкости; G - Кислотонепроницаемость; H - Норма кислотонепроницаемости; I - Усадка материала; J - Норма усадки материала; K - Стойкость к истиранию; L - Норма стойкости к истиранию; M - Устойчивость окраски к свету; N - Норма устойчивости окраски к свету; O - Устойчивость окраски к стирке; P - Норма устойчивости окраски к стирке; Q - Устойчивость окраски к дистиллированной воде; R - Норма устойчивости окраски к дистиллированной воде; S – Устойчивость окраски к поту; T - Норма устойчивости окраски к поту; U - Устойчивость окраски к органическому растворителю; V - Норма устойчивости окраски к органическому растворителю; W - Устойчивость окраски закрашивание материала к стирке; [79, 80].

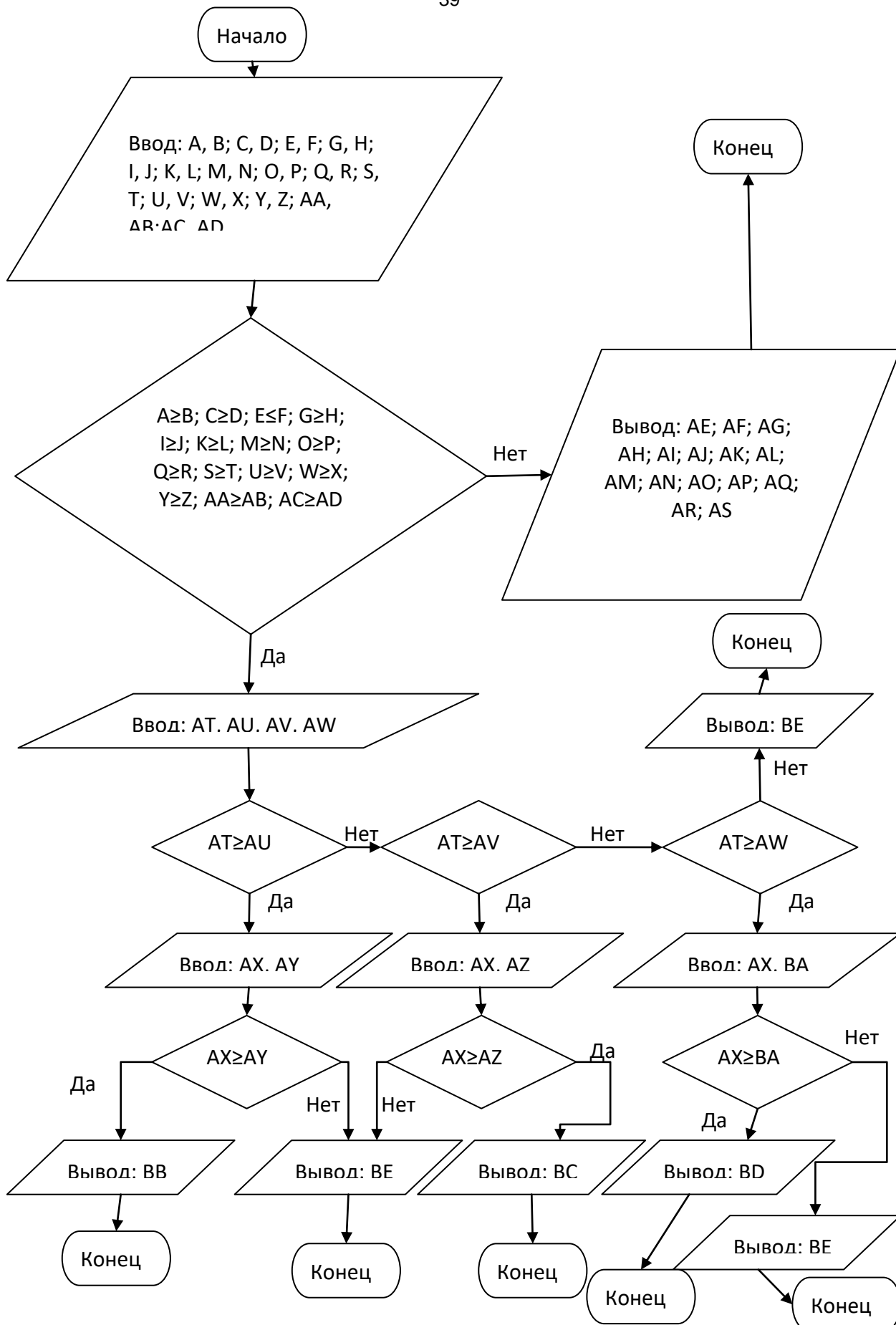


Рисунок 3 – Разработанный алгоритм подтверждения соответствия по ГОСТ 12.4.251-2013

X - Норма устойчивости окраски закрашивание материала к стирке; Y – Устойчивость окраски закрашивание материала к дистиллированной воде; Z - Норма устойчивости окраски закрашивание материала к дистиллированной воде; AA – Устойчивость окраски закрашивание материала к поту; AB - Норма устойчивости окраски закрашивание материала к поту; AC - Устойчивость окраски закрашивание материала к сухому трению; AD - Норма устойчивости окраски закрашивание материала к сухому трению [80].

Осуществляется сравнение по: «Не допускается к использованию» по параметрам: AE - воздухопроницаемости, AF -гигроскопичности; AG - по кислотостойкости; AH - кислотонепроницаемости; AI – усадке материала; AJ - стойкости к истиранию; AK -устойчивости окраски к свету; AL - устойчивости окраски к стирке; AM -устойчивости окраски к дистиллированной воде; AN - устойчивости окраски к поту; AO - устойчивости окраски к органическим растворителям; AP - устойчивости окраски закрашивание материала к стирке; AQ - устойчивости окраски закрашивание материала к дистиллированной воде; AR - устойчивости окраски закрашивание материала к поту; AS - устойчивости окраски закрашивание материала к сухому трению [80, 81].

Далее на соответствие норме проверяют разрывную нагрузку. Так как данный показатель представлен нормами для 3-х классов опасности, то если показатель больше или равен норме 3 класса опасности, то программа переходит к следующему пункту; если меньше, то снова проверяется разрывная нагрузка; если она больше или равна норме 2-го класса опасности, то программа переходит к следующему пункту; если нет, то проверяется разрывная нагрузка 1-го класса опасности; если соответствует, то переходит к следующему пункту; если нет, то программа пишет, что не допускается к использованию по разрывной нагрузке [81].

Далее вводят следующие показатели: AT – Разрывная нагрузка; AU – Норма разрывной нагрузки 3-го класса опасности; AV - Норма разрывной нагрузки 2-го класса опасности; AW - Норма разрывной нагрузки 1-го класса опасности; AX - Раздирающая нагрузка; AY – Норма раздирающей нагрузки 3-

го класса опасности AZ - Раздирающая нагрузка; AY - Норма раздирающей нагрузки 2-го класса опасности; BA – Норма раздирающей нагрузки 1-го класса опасности [81, 82].

По результатам дается оценка «Допускается к использованию» для: BB - 3-го класса опасности; BC – 2-го класса опасности; BD -Допускается к использованию 1-го класса опасности или «Не допускается к использованию» по: BE - разрывной нагрузке; BF - раздирающей нагрузке [83].

Завершающим пунктом является раздирающая нагрузка. Если материал больше или равен норме 3-го класса опасности, то программа пишет, что спецодежда допускается к использованию 3-го класса опасности. Если меньше нормы, то программа пишет, что спецодежда не допускается к использованию по раздирающей нагрузке [83, 84].

Программа позволяет работать с большим объемом информации и экспериментальных данных, как видно из рисунка 4.

Поля с A по Q заполняют результатами, полученными после проведения испытаний. В поле R занесена разработанная формула на основе функции ЕСЛИ с несколькими условиями, по которой программа анализирует данные и сравнивает их с нормами [84].

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

Рисунок 4 – Принцип действия разработанного алгоритма в программе Microsoft Exel

В представленном фрагменте программы (рисунок 4) видно, что во второй и шестой строке ткань специального назначения соответствует требованиям ГОСТ 12.4.251, и относится к 3 классу опасности [84].

В 3-й строке ткань относится ко второму классу опасности, так как у неё разрывная нагрузка ниже нормы 3-го класса опасности, но выше второго. Четвертая строка относится к 1 классу опасности, так как разрывная и раздирающая нагрузка ниже второго, но выше нормы 1-го класса. По 5-й строке ткань не допускается к использованию по разрывной нагрузке, так как она ниже нормы 1-го класса опасности. В 7-й строке материал не проходит по показателям «кислотостойкость» и «гигроскопичность», следовательно, алгоритм сообщает «не допускается к использованию». В восьмой строке материал также не проходит по нормам гигроскопичности, из-за этого материал «не допускается к использованию» [84, 85].

Данная разработка позволяет сократить время и трудоемкость при проведении сравнительной оценки качества исследуемых материалов и спецодежды с нормативной документацией при проведении экспертизы и процедуры подтверждения соответствия. Также данная разработка исключает влияние человеческого фактора при сравнении результатов испытаний с нормами для установления класса защиты, что приводит к снижению риска возникновения случайных ошибок [85].

2.4. Исследование гигиенических и физических свойств тканей для спецодежды работников химических предприятий

Для обеспечения комфортности изделий в процессе эксплуатации, ткани, из которых они изготовлены, должны обладать высокими гигиеническими показателями. К ним относятся водопоглощение, гигроскопичность и воздухопроницаемость.

Воздухопроницаемость специальных тканей определяют по ГОСТ 12088 [86].

Результаты определения воздухопроницаемости тканей специального назначения приведены в таблице 14 в виде среднего значения по десяти точкам, погрешность составляет не более 2%.

Таблица 14 – Результаты определения воздухопроницаемости тканей специального назначения

Ткань	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$
Triton-t	35
Barrier	-
Премьер Standard 210	39
Лидер 210	30
Премьер–комфорт 250	33
Стимул–240	29
Премьер Standard 250	31

Из таблицы 14 видно, что наибольшей воздухопроницаемостью обладает ткань Премьер Standard 210, так как у нее наибольшая пористость. Ткань Barrier воздух не пропускает, так как она имеет полимерную плёнку на лицевой стороне ткани. Для спецодежды в ГОСТ 12.4.251 норма воздухопроницаемости должна составлять не менее $30 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$. Указанной норме не соответствуют ткань Barrier, выработанной из 100% полиэстера и имеющая полимерную плёнку на лицевой стороне и ткань Стимул–240, у которой воздухопроницаемость равна $29 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$.

Гигроскопические свойства текстильных изделий характеризуют их способность поглощать и отдавать водяные пары и воду. Водопоглощение тканей определяют по ГОСТ 3816 [49].

Результаты определения водопоглощения и гигроскопичности тканей специального назначения приведены в таблице 15 в виде среднего значения по трем элементарным пробам, погрешность составляет не более 2%.

Из таблицы 15 видно, что наибольшим водопоглощением обладает ткань Премьер–комфорт 250, выработанная из 80 % хлопка и 20% полиэстера. Наименьшее водопоглощение наблюдается у ткани Barrier, выработанной из 100% полиэстера и имеющая покрытие в виде полимерной пленки. Указанные выше закономерности отмечаются и при исследовании гигроскопичности тканей спе-

специального назначения. В ГОСТ 12.4.251 норма по гигроскопичности составляет 4%. Данной норме не соответствует ткань Barrier, гигроскопичность которой составляет 1,33%.

Таблица 15 – Результаты определения водопоглощения и гигроскопичности тканей специального назначения

Ткань	Водопоглощение, %	Гигроскопичность %
Triton-t	56,15	9,23
Barrier	3,37	1,33
Премьер Standard 210	35,00	5,00
Лидер 210	10,53	5,26
Премьер–комфорт 250	74,12	11,76
Стимул–240	33,24	4,25
Премьер Standard 250	26,54	4,95

В течение срока службы спецодежду подвергают многократным стиркам. Изменения линейных размеров после мокрых обработок специальных тканей определяют по ГОСТ 30157.0 и по ГОСТ 30157.1, ГОСТ Р ИСО 6330 [87-91].

Результаты определения изменения линейных размеров после мокрых обработок тканей специального назначения приведены в таблицах 16 и 17 в виде среднего значения по двум элементарным пробам, погрешность составляет не более 2%.

Таблица 16 – Результаты определения изменения линейных размеров после мокрых обработок тканей специального назначения по основе, %

Количество стирок	1	5	10	25	50
TRITON-T	-2,8	-3,2	-3,5	-3,7	-4
BARRIER UNIVERSAL A	-1	-1,1	-1,3	-1,4	-1,4
Премьер Standard 210	-2,2	-2,3	-2,5	-2,7	-2,7
Лидер 210	-1,8	-2,1	-2,4	-2,7	-2,9
Премьер–комфорт 250	-2,6	-2,8	-3,3	-3,5	-3,7
Стимул–240	-1,5	-1,6	-1,7	-1,9	-2
Премьер Standard 250	-1,4	-1,5	-1,8	-2,2	-2,2

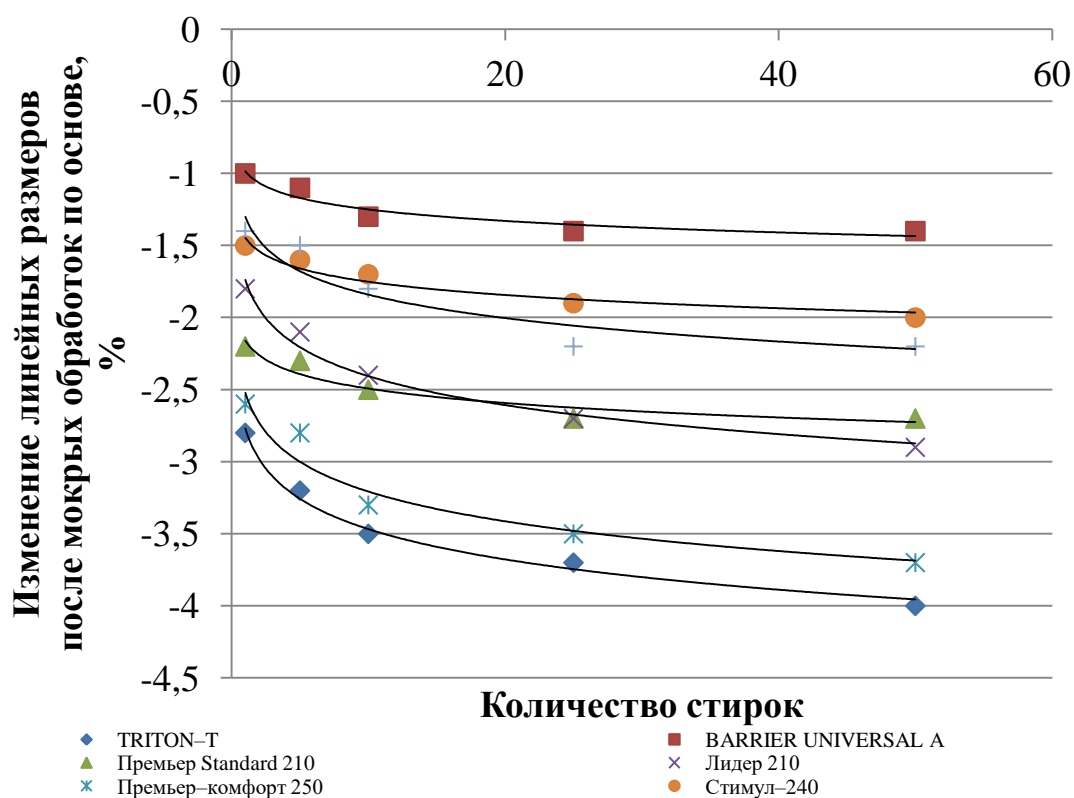


Рисунок 5 – Зависимость изменения линейных размеров после мокрых обработок по основе тканей для химической защиты от количества стирок

Как видно из таблицы 16, у всех тканей произошло уменьшение линейных размеров, то есть усадка. Ткань TRITON-T по основе не соответствует норме стандарта по усадке, соответствующей 3% после 5 стирок, и составляет 3,2%. После 50 стирок усадка ткани Премьер-комфорт 250 составляет 3,7%. Все остальные ткани соответствуют нормативным значениям по усадке.

Таблица 17 – Результаты определения изменения линейных размеров после мокрых обработок тканей специального назначения по утку, %

Количество стирок	1	5	10	25	50
TRITON-T	-1,5	-1,9	-2,3	-2,6	-2,9
BARRIER UNIVERSAL A	-0,5	-0,6	-0,8	-0,9	-1
Премьер Standard 210	-1,2	-1,4	-1,6	-2	-2,1
Лидер 210	-1	-1,3	-1,5	-1,6	-1,8
Премьер-комфорт 250	-1,8	-2,4	-2,8	-3,1	-3,3
Стимул-240	-1,3	-1,5	-1,7	-2,1	-2,4
Премьер Standard 250	-1,1	-1,2	-1,5	-1,9	-2,2

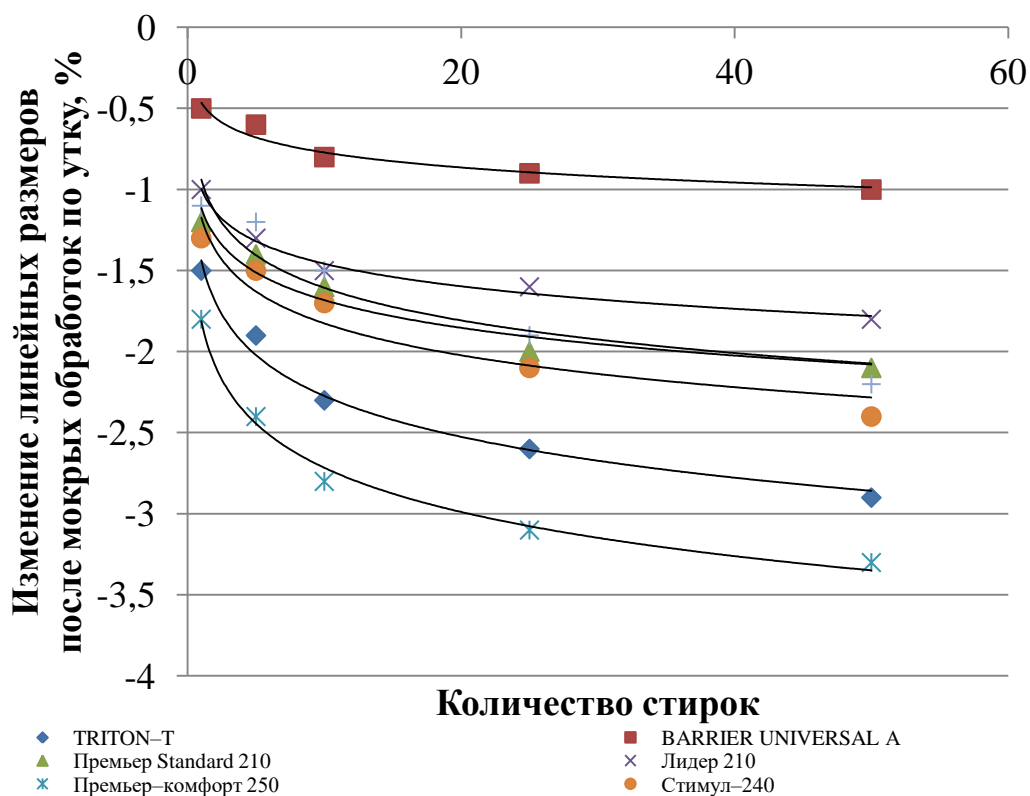


Рисунок 6 – Зависимость изменения линейных размеров после мокрых обработок по утку тканей для химической защиты от количества стирок

Как видно из таблицы 17, что ткань Премьер–комфорт 250 после 50 стирок не соответствует норме 3% и составляет 3,3%. Все остальные ткани соответствуют нормативным значениям по усадке.

Изменение линейных размеров после мокрых обработок исследуемых тканей заключается в их уменьшении, то есть происходит усадка. Данные изменения наблюдаются и в процессе многократных стирок. Усадка по основе имеет более высокие значения, чем по утку, что связано с большей релаксацией нитей основы после натяжения в процессе ткачества. Наибольшую усадку по основе и утку имеют ткани Премьер Standard 210 и TRITON–Т. Данные ткани имеют в составе 80% хлопка, который в процессе мокрых обработок набухает, что приводит к увеличению поперечного сечения волокон и уменьшению их длины. Ткань BARRIER UNIVERSAL A, выработанная из 100% полиэстера, является практически безусадочной.

Зависимость изменения линейных размеров после мокрых обработок по основе и утку от количества стирок определяется логарифмической функцией:

$$y = -a \ln(x) - b \quad (1)$$

где a , b – расчетные коэффициенты;

y – изменение линейных размеров после мокрых обработок, %;

x – количество стирок.

Для тканей специального назначения важным показателем является водоупорность, так как она характеризует способность образцов сопротивляться проникновению воды, что является характеристикой безопасности. Водоупорность определяется на пенетрометре по ГОСТ 3816 [49].

В таблице 18 приведены результаты определения водоупорности тканей специального назначения в виде среднего значения по 5 элементарным пробам, погрешность составляет не более 3%.

Таблица 18 – Результаты определения водоупорности тканей специального назначения

Ткань	Водоупорность, мм вод. ст
Triton-t	310
Barrier	>950
Премьер Standard 210	390
Лидер 210	340
Премьер–комфорт 250	270
Стимул–240	425
Премьер Standard 250	412

Из таблицы 18 видно, что наименьшей водоупорностью обладает ткань Премьер Standard 210, выработанная с наибольшей пористостью, что создает возможность для проникновения воды сквозь образец. Ткань Barrier воду не пропускает из-за наличия полимерной плёнки на лицевой стороне изделия.

Выводы по главе

1. В качестве объектов исследования были выбраны 7 образцов тканей, которые наиболее часто используются для изготовления спецодежды работников хими-

ческих предприятий. Рассматриваемые ткани отличаются как структурными характеристиками, так и волокнистым составом.

2. Проведен экспертный опрос и определены 4 основные группы показателей: показатели безопасности, гигиенические, физико-механические и структурные. В каждой группе установлены определяющие показатели и рассчитана их значимость.

3. Разработан метод анализа тканей к действию различных агрессивных сред, который позволяет распределить спецодежду по 3 группам.

4. Разработан алгоритм, и приведена последовательность подтверждения соответствия нормативной документации рассматриваемого материала к действию агрессивных сред.

5. Проведен анализ гигиенических и физических свойств тканей. Выявлены образцы текстильных материалов обладающие наилучшими и наихудшими показателями качества в данных группах.

ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ РАБОТНИКОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

3.1. Исследование влияния длительности воздействия и концентрации соляной кислоты на механические свойства тканей

На предприятиях по производству химических реактивов работники, непосредственно не контактирующие с агрессивной средой высокой концентрации и не использующие изолирующие костюмы, тем не менее подвергаются влиянию различных кислот и щелочей. Поэтому в работе были проведены исследования по оценке воздействия низких концентраций агрессивных сред на повседневную рабочую одежду.

Рассмотрим влияние соляной кислоты на исследуемые материалы.

Образцы помещались в 5% и 10% раствор кислоты HCl на 1, 2 и 3 недели в нормальных климатических условиях. В качестве критерия оценки воздействия кислоты использовалась разрывная и раздирающая нагрузка [92-94].

Разрывные характеристики текстильных полотен определялись в соответствии с ГОСТ 3813 [95].

Испытания проводились на разрывной машине «Инстрон» [96].

Стойкость тканей специального назначения к действию кислоты HCl определялась в соответствии с ГОСТ Р 12.4.248.

В таблице 19 представлены разрывные характеристики тканей специального назначения без воздействия агрессивной среды в виде среднего значения 5 элементарных проб, погрешность составляет не более 4%.

Таблица 19 – Разрывные характеристики тканей специального назначения

Ткань	Наименование показателя			
	Разрывная нагрузка, Н		Разрывное удлинение, мм	
	Основа	Уток	Основа	Уток
Triton-t	1377,0	745,9	20,18	17,23
Barrier	1219,0	970,6	35,90	38,40
Премьер Standard 210	1082,6	659,2	23,14	25,71
Лидер 210	1202,0	897,6	22,51	24,89
Премьер-комфорт 250	1039,9	630,7	17,58	27,44
Стимул-240	1144,0	657,2	31,54	33,94
Премьер Standard 250	1810,0	1015,0	38,24	31,82

В таблице 20 приведены результаты определения разрывной нагрузки тканей после воздействия концентрации и времени действия соляной кислоты (HCl) в виде среднего значения 5 элементарных проб, погрешность составляет не более 4%.

Таблица 20 – Разрывные характеристики исследуемых тканей после воздействия соляной кислоты

Ткань	Наименование показателя			
	Разрывная нагрузка, Н		Разрывное удлинение, мм	
	Основа	Уток	Основа	Уток
1	2	3	4	5
1. После воздействия соляной кислоты, на протяжении 1 недели				
Triton-t				
HCL, 5%	989,5	610,0	21,97	17,60
HCL, 10%	892,0	578,0	22,50	17,96
Barrier				
HCL, 5%	1036,0	820,0	36,52	38,73
HCL, 10%	969,0	748,0	36,97	39,18
Премьер Standard 210				
HCL, 5%	856,0	551,0	24,41	26,15
HCL, 10%	785,0	493,0	25,71	26,50
Лидер 210				
HCL, 5%	1091,0	716,0	24,07	25,62

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4	5
HCL, 10%	1055,0	653,0	24,81	26,42
Премьер-комфорт 250				
HCL, 5%	928,0	576,0	17,86	28,07
HCL, 10%	851,0	543,0	18,12	28,52
Стимул-240				
HCL, 5%	1116,0	636,0	32,4	34,27
HCL, 10%	1110,0	609,0	32,85	34,66
Премьер Standard 250				
HCL, 5%	1716,0	970,0	38,79	32,52
HCL, 10%	1640,0	934,0	39,32	33,16
2. После воздействия соляной кислоты, на протяжении 2-х недель.				
Triton-t				
HCL, 5%	753,0	463,0	22,69	18,25
HCL, 10%	699,3	414,0	23,26	18,67
Barrier				
HCL, 5%	950,0	734,0	37,10	39,23
HCL, 10%	895,0	682,0	37,58	39,77
Премьер Standard 210				
HCL, 5%	677,0	438,0	25,36	26,89
HCL, 10%	646,0	373,0	26,36	27,35
Лидер 210				
HCL, 5%	996,0	634,0	24,84	26,40
HCL, 10%	964,0	570,0	25,74	27,09
Премьер-комфорт 250				
HCL, 5%	836,0	520,0	18,32	28,57
HCL, 10%	764,0	500,7	18,72	29,08
Стимул-240				
HCL, 5%	1099,0	610,0	34,45	36,00
HCL, 10%	1072,0	594,0	34,80	36,40
Премьер Standard 250				
HCL, 5%	1656,0	930,5	40,77	35,68
HCL, 10%	1616,0	880,0	41,55	36,13
3. После воздействия соляной кислоты, на протяжении 3-х недель.				
Triton-t				
HCL, 5%	720,0	434,0	23,12	18,83

Окончание таблицы 20

1	2	3	4	5
HCL, 10%	669,0	394,0	23,74	19,09
Barrier				
HCL, 5%	887,0	706,0	37,34	39,45
HCL, 10%	851,0	669,0	37,85	39,95
Премьер Standard 210				
HCL, 5%	646,0	405,0	26,14	27,27
HCL, 10%	610,0	347,0	27,14	27,80
Лидер 210				
HCL, 5%	949,0	558,0	25,60	26,60
HCL, 10%	912,0	512,0	26,30	27,33
Премьер–комфорт 250				
HCL, 5%	779,0	497,0	18,80	29,13
HCL, 10%	744,0	481,1	19,20	29,60
Стимул–240				
HCL, 5%	1081,0	595,0	34,92	36,55
HCL, 10%	1040,0	582,0	35,4	37,04
Премьер Standard 250				
HCL, 5%	1610,0	907,0	41,55	36,32
HCL, 10%	1585,0	855,0	42,27	36,84

Можно отметить, что разрывная нагрузка по основе почти в 3 раза больше разрывной нагрузки по утку, что связано с тем, что ткани по основе имеют более высокую плотность, чем по утку. Можно отметить, что с увеличением концентрации кислоты, а также времени их воздействия, прочность тканей снижается по полиномиальному закону второй степени следующего вида.

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

где a_1, a_2, a_3 – расчетные коэффициенты

Y – разрывная нагрузка, Н или разрывное удлинение, мм

x – длительность воздействия, недели

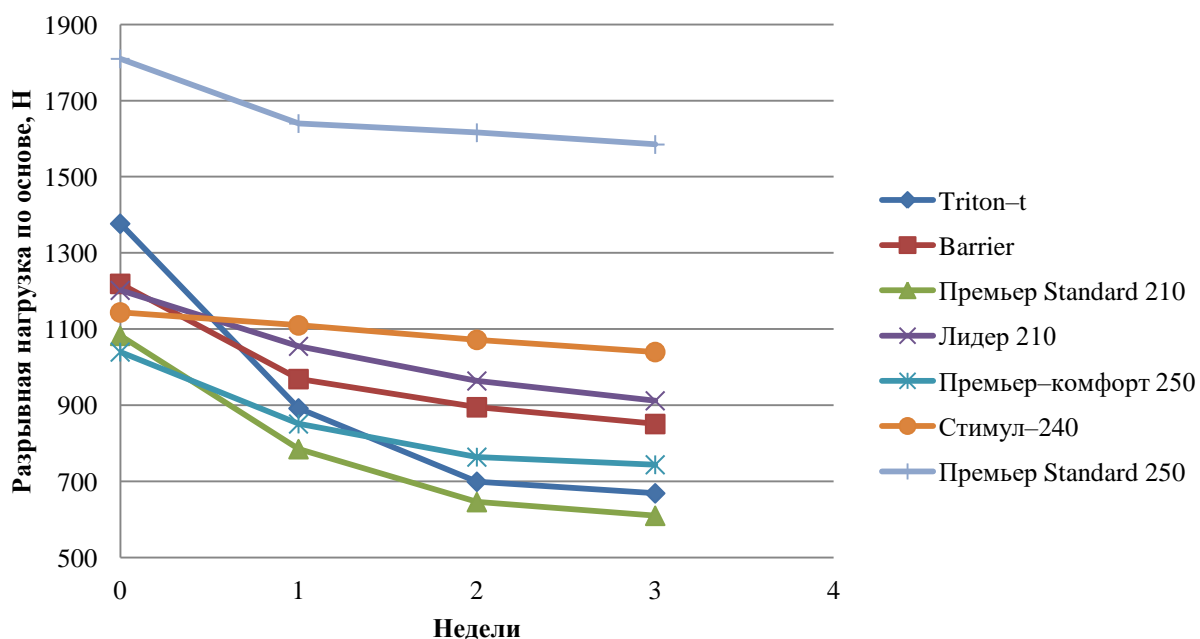


Рисунок 7 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 10% соляной кислоты

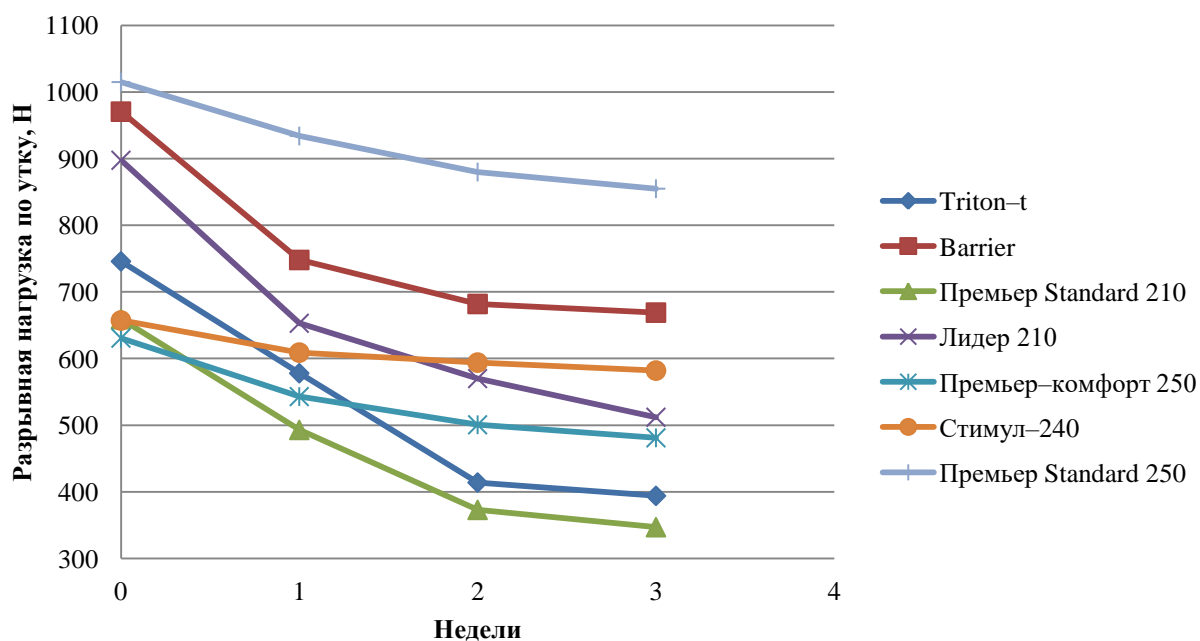


Рисунок 8 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 10% соляной кислоты

Графики зависимости разрывной нагрузки тканей от количества недель представлены на рисунках 7 и 8. Зависимости разрывной нагрузки от длительности воздействия соляной кислоты других концентраций представлены в приложении 1.

Как видно из рисунков, различие в величине разрывной нагрузки усложняет анализ данных после воздействия соляной кислоты, и для того, чтобы оценить степень разрушающего воздействия на ткани, была рассчитана потеря прочности, которая представлена в таблице 21 и на рисунках 9, 10.

Таблица 21 – Потеря прочности тканей после воздействия соляной кислоты на протяжении 1, 2 и 3 недель, %

Ткань	Кислота	Основа / Уток	Потеря прочности тканей после воздействия соляной кислоты.		
			1 неделя	2 неделя	3 неделя
Triton-t	HCL, 5%	Основа	28%	45%	48%
		Уток	18%	38%	42%
	HCL, 10%	Основа	35%	49%	51%
		Уток	23%	44%	47%
Barrier	HCL, 5%	Основа	15%	22%	27%
		Уток	16%	24%	27%
	HCL, 10%	Основа	21%	27%	30%
		Уток	23%	30%	31%
Премьер Standard 210	HCL, 5%	Основа	21%	37%	40%
		Уток	16%	34%	39%
	HCL, 10%	Основа	27%	40%	44%
		Уток	25%	43%	47%
Лидер 210	HCL, 5%	Основа	9%	17%	21%
		Уток	20%	29%	38%
	HCL, 10%	Основа	12%	20%	24%
		Уток	27%	36%	43%
Премьер- комфорт 250	HCL, 5%	Основа	11%	20%	25%
		Уток	9%	18%	21%
	HCL, 10%	Основа	18%	27%	28%
		Уток	14%	21%	24%
Стимул- 240	HCL, 5%	Основа	2%	4%	6%
		Уток	3%	7%	9%
	HCL, 10%	Основа	3%	6%	9%
		Уток	7%	10%	11%
Премьер Standard 250	HCL, 5%	Основа	5%	9%	11%
		Уток	4%	8%	11%
	HCL, 10%	Основа	9%	11%	12%
		Уток	8%	13%	16%

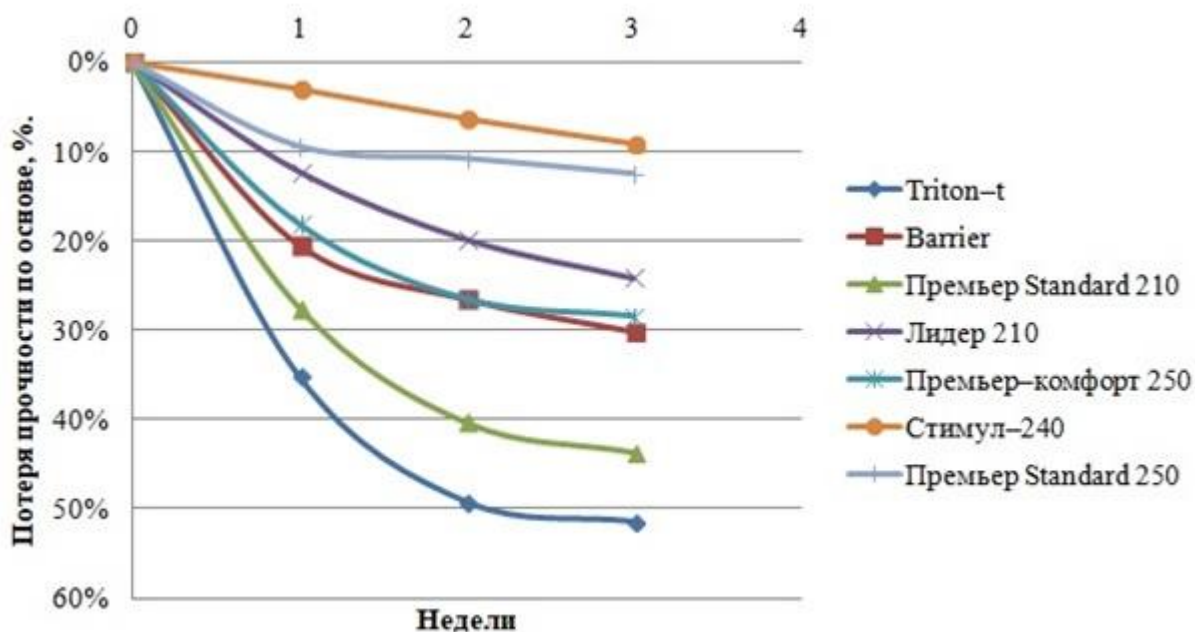


Рисунок 9 – Зависимость потери прочности при разрыве тканей по основе от длительности воздействия 10% соляной кислоты

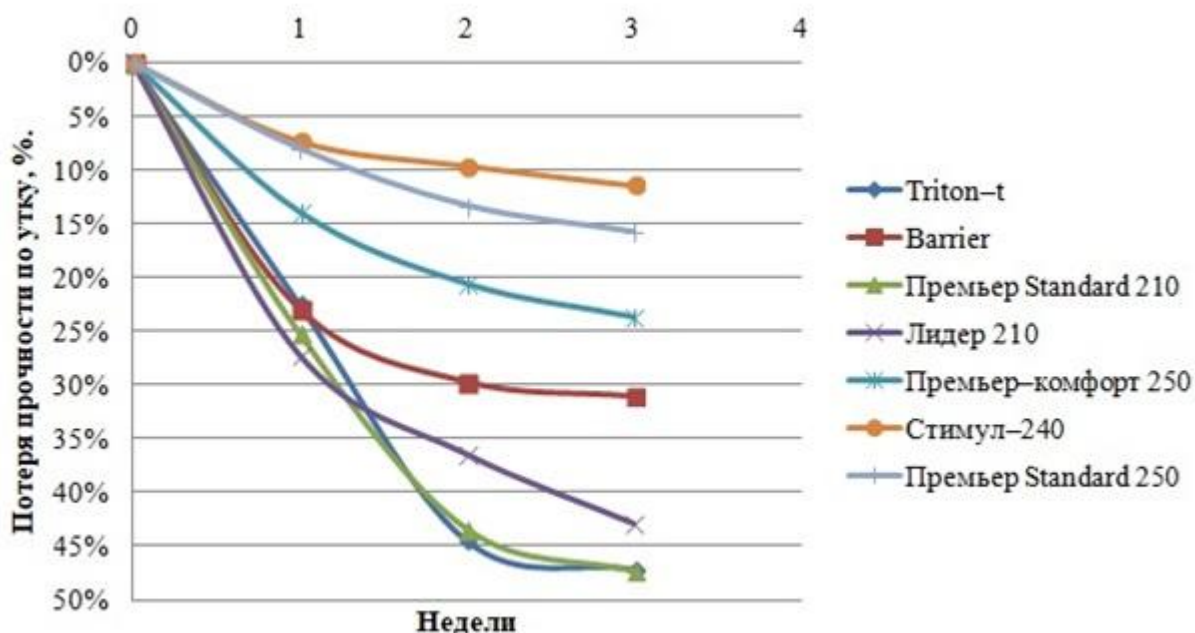


Рисунок 10 – Зависимость потери прочности при разрыве тканей по утку от длительности воздействия 10% соляной кислоты

Зависимости потери прочности при разрыве тканей от длительности воздействия соляной кислоты других концентраций представлены в приложении 2.

Проанализировав данные до и после воздействия соляной кислоты, можно отметить следующее, что, наибольшее снижение – наблюдается у тканей Triton-t и Премьер-комфорт 250, а наименьшее – у тканей Barrier, Премьер

Standard 210, Лидер 210, Стимул–240 и Премьер Standard 250. Снижение прочности характеризуется тем, что данная кислота оказывает наибольшее разрушающее воздействие на натуральные волокна и нити.

Прочность при раздирании относится к одной из важнейших характеристик тканей, так в процессе эксплуатации материал подвергается местным повреждениям.

Особенностью раздирания полотен является концентрация растягивающих усилий на малом участке пробы вплоть до одиночных нитей. При таких условиях в элементарной пробе рвутся поочередно поперечные нити: одиночные или небольшие группы. Поэтому прочность при раздирании ткани всегда значительно меньше прочности при разрыве.

Раздирающая нагрузка определяется в соответствии с ГОСТ 3813 [95].

Испытания тканей проводились на универсальной испытательной системе «Инстрон» серии 4411 при скорости движения верхнего зажима 200 мм/мин и расстоянии между зажимами – 100 мм.

В таблице 22 представлена раздирающая нагрузка тканей специального назначения в виде среднего значения по 3 элементарным пробам по основе и 4 пробам по утку, погрешность составляет не более 4%.

Таблица 22 – Результаты определения раздирающей нагрузки исследуемых тканей, Н

Ткань	Основа	Уток
Triton–t	36,6	42,4
Barrier	114,9	147,7
Премьер Standard 210	37,4	38,9
Лидер 210	38,9	38,7
Премьер–комфорт 250	43,5	43,4
Стимул–240	31,2	37,4
Премьер Standard 250	64,4	71,9

В таблице 23 приведены разрывные характеристики тканей после воздействия соляной кислоты разной концентрации на протяжении 1, 2 и 3 недель, в виде среднего значения по 3 элементарным пробам по основе и 4 пробам по утку, погрешность составляет не более 4%.

Таблица 23 – Раздирающая нагрузка исследуемых тканей после воздействия соляной кислоты разной концентрации, Н

Ткань	Основа	Уток
1	2	3
1. После воздействия соляной кислоты, на протяжении 1 недели.		
Triton-t		
HCL, 5%	20,5	24,4
HCL, 10%	18,4	19,5
Barrier		
HCL, 5%	86,3	100,0
HCL, 10%	72,6	77,4
Премьер Standard 210		
HCL, 5%	28,5	31,0
HCL, 10%	26,6	30,4
Лидер 210		
HCL, 5%	29,8	28,1
HCL, 10%	29,2	24,3
Премьер-комфорт 250		
HCL, 5%	37,3	39,5
HCL, 10%	34,7	37,9
Стимул-240		
HCL, 5%	26,6	32,8
HCL, 10%	24,3	27,6
Премьер Standard 250		
HCL, 5%	60,7	69,5
HCL, 10%	58,0	66,7
2. После воздействия соляной кислоты, на протяжении 2-х недель.		
Triton-t		
HCL, 5%	17,8	19,4
HCL, 10%	15,0	14,2
Barrier		
HCL, 5%	77,7	91,2
HCL, 10%	63,7	67,2
Премьер Standard 210		
HCL, 5%	25,2	28,0
HCL, 10%	23,3	25,8
Лидер 210		
HCL, 5%	27,0	25,2
HCL, 10%	25,4	20,4
Премьер-комфорт 250		
HCL, 5%	34,7	37,5
HCL, 10%	32,0	36,1

Окончание таблицы 23

1	2	3
Стимул–240		
HCL, 5%	22,1	29,9
HCL, 10%	20,3	23,4
Премьер Standard 250		
HCL, 5%	58,3	67,6
HCL, 10%	54,8	62,9
4. После воздействия соляной кислоты, на протяжении 3-х недель.		
Triton–t		
HCL, 5%	15,1	17,3
HCL, 10%	12,8	10,6
Barrier		
HCL, 5%	73,5	84,0
HCL, 10%	58,0	64,1
Премьер Standard 210		
HCL, 5%	23,2	26,9
HCL, 10%	21,2	25,0
Лидер 210		
HCL, 5%	25,2	24,1
HCL, 10%	23,1	17,8
Премьер–комфорт 250		
HCL, 5%	33,1	35,9
HCL, 10%	30,5	34,2
Стимул–240		
HCL, 5%	19,4	28,6
HCL, 10%	18,9	21,8
Премьер Standard 250		
HCL, 5%	56,0	66,7
HCL, 10%	52,0	60,9

Зависимости по раздражающей нагрузке тканей от длительности воздействия соляной кислоты других концентраций представлены в приложении 3.

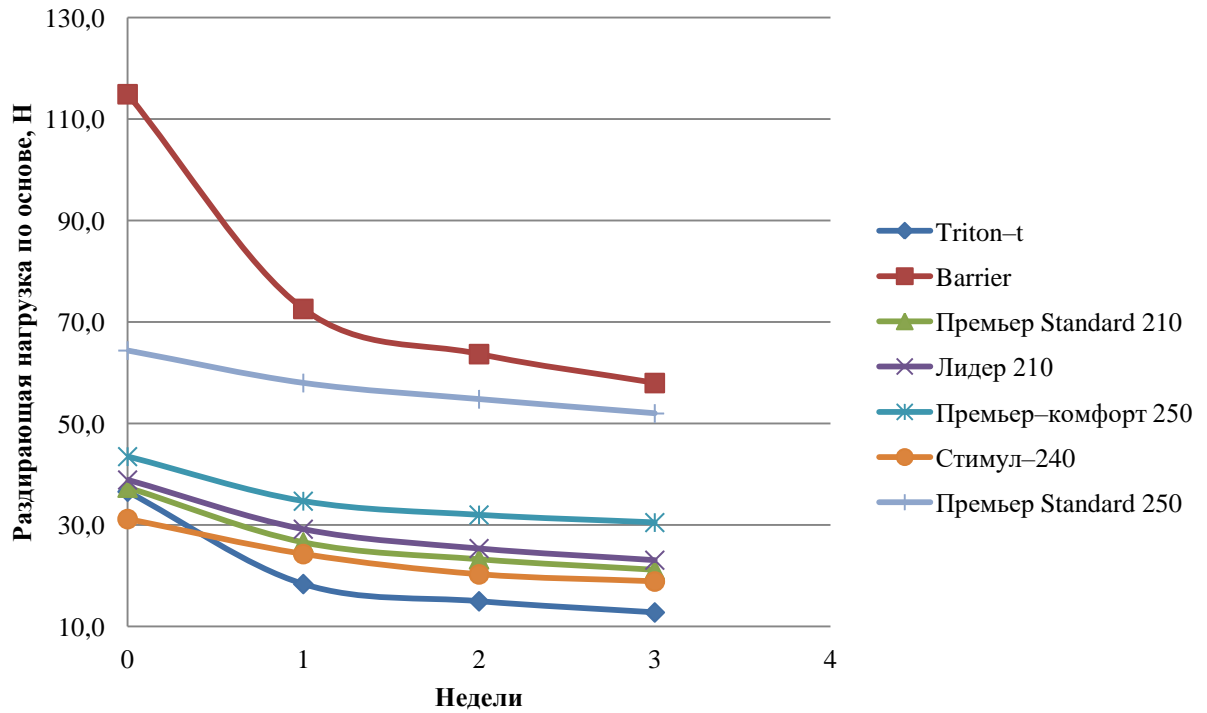


Рисунок 11 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 10% соляной кислоты

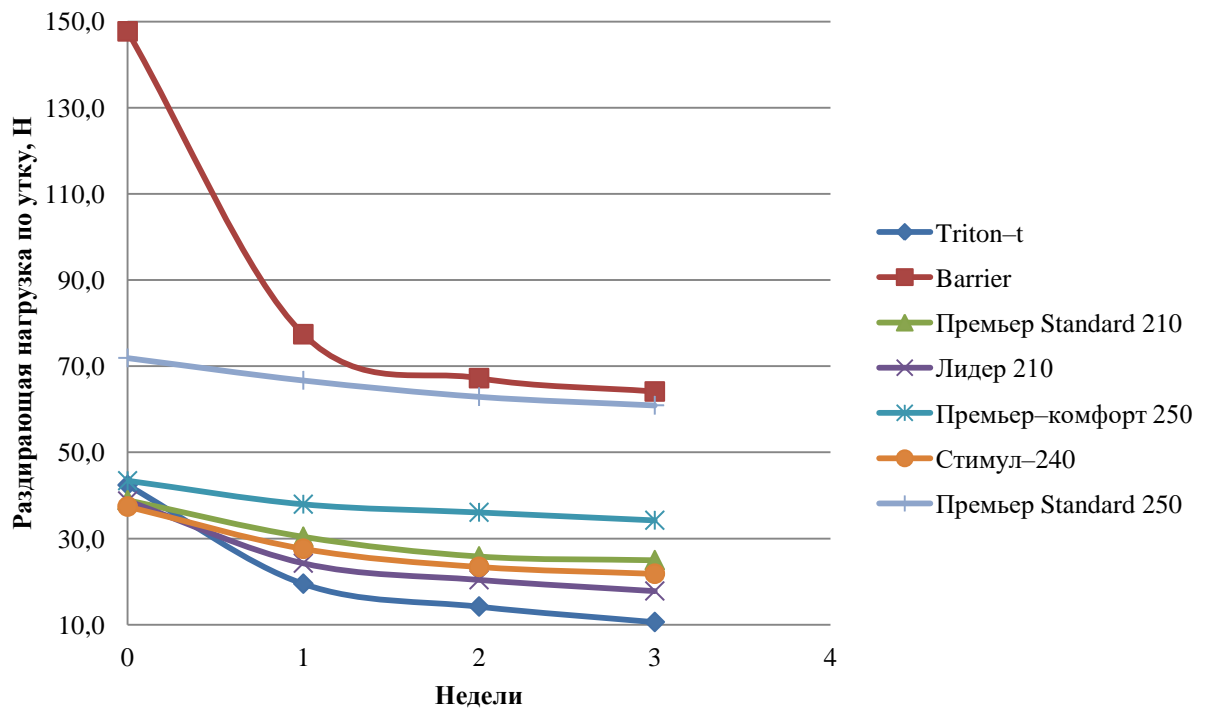


Рисунок 12 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 10% соляной кислоты

Так как у всех тканей разная раздирающая нагрузка, для того чтобы полностью оценить разрушающий эффект после воздействия соляной кислоты, была рассчитана потеря прочности и приведена в таблице 24.

Проанализировав данные на рисунках 11 и 12, можно сказать, что наилучшим материалом от данного вещества является ткань Triton-t, а наилучшим – ткань Barrier.

Таблица 24 – Потеря прочности ткани при раздирании после воздействия соляной кислоты на протяжении 1, 2, 3-х недель, %

Ткань	Соляная кислота %	Основа / Уток	Потеря прочности ткани при раздирании после воздействия соляной кислоты		
			1 неделя	2 неделя	3 неделя
Triton-t	HCL, 5%	Основа	44%	51%	59%
		Уток	42%	54%	59%
	HCL, 10%	Основа	50%	59%	65%
		Уток	54%	67%	75%
Barrier	HCL, 5%	Основа	25%	32%	36%
		Уток	32%	38%	43%
	HCL, 10%	Основа	37%	45%	50%
		Уток	48%	55%	57%
Премьер Standard 210	HCL, 5%	Основа	24%	33%	38%
		Уток	20%	28%	31%
	HCL, 10%	Основа	29%	38%	43%
		Уток	22%	34%	36%
Лидер 210	HCL, 5%	Основа	23%	31%	35%
		Уток	27%	35%	38%
	HCL, 10%	Основа	25%	35%	41%
		Уток	37%	47%	54%
Премьер-комфорт 250	HCL, 5%	Основа	14%	20%	24%
		Уток	9%	14%	17%
	HCL, 10%	Основа	20%	26%	30%
		Уток	13%	17%	21%
Стимул-240	HCL, 5%	Основа	15%	29%	38%
		Уток	12%	20%	24%
	HCL, 10%	Основа	22%	35%	39%
		Уток	26%	37%	42%
Премьер Standard 250	HCL, 5%	Основа	6%	9%	13%
		Уток	3%	6%	7%
	HCL, 10%	Основа	10%	15%	19%
		Уток	7%	13%	15%

Зависимости потери прочности при раздирании от длительности воздействия соляной кислоты других концентраций представлены в приложении 4.

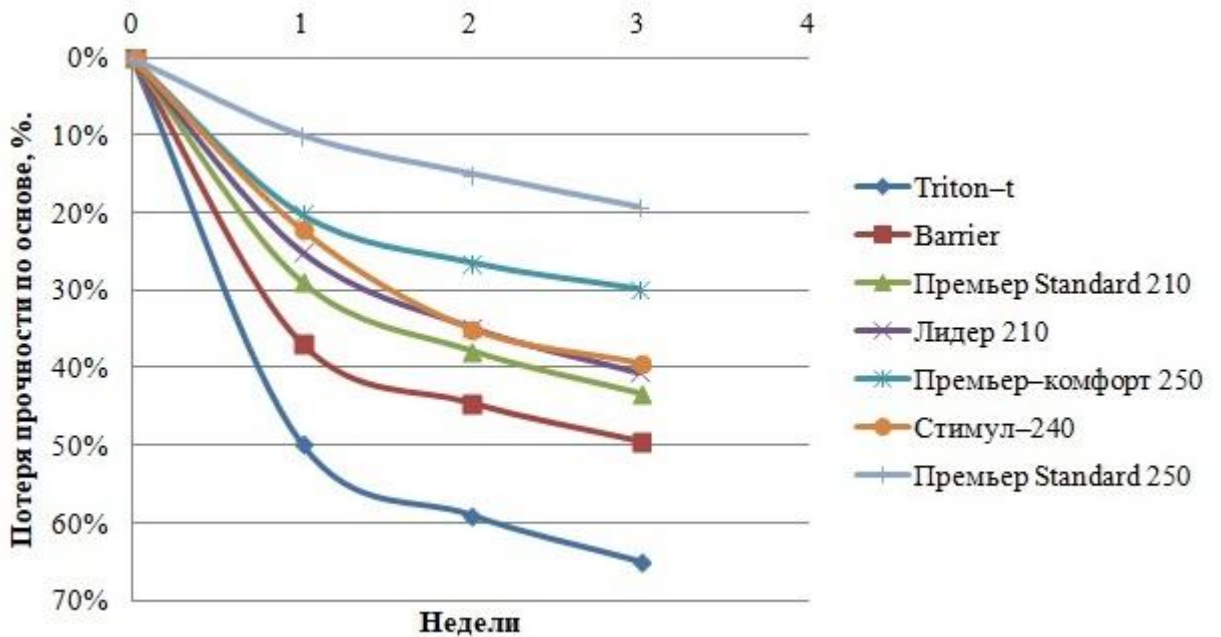


Рисунок 13 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по основе от длительности воздействия 10% соляной кислоты

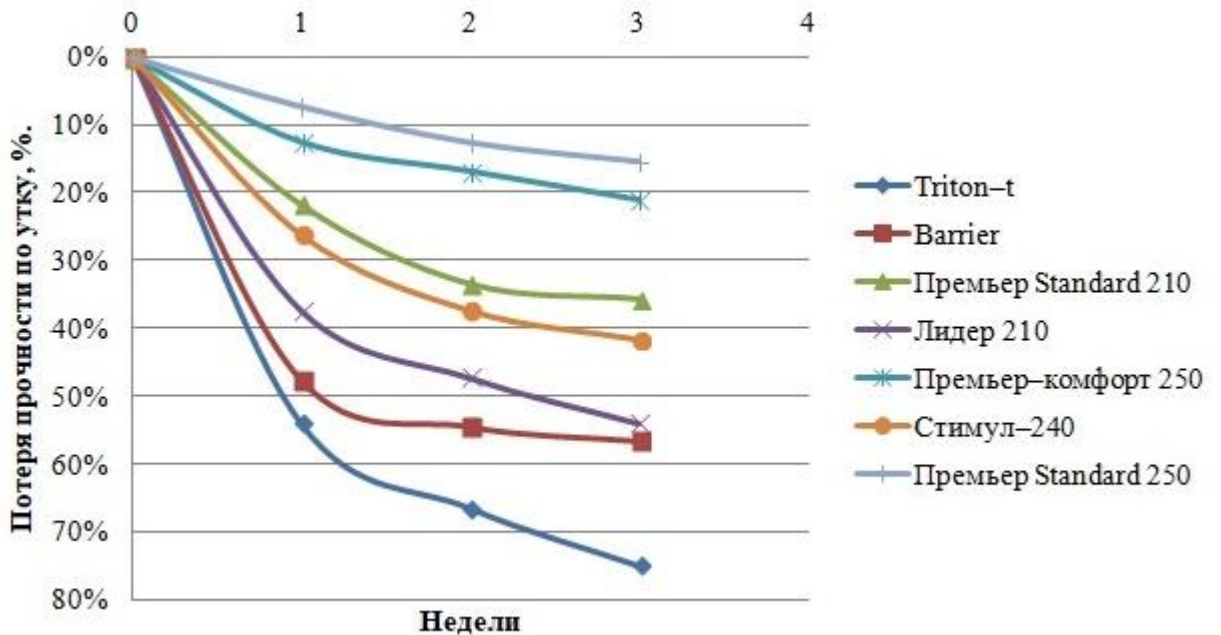


Рисунок 14 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по утку от длительности воздействия 10% соляной кислоты

Проанализировав данные представленные на рисунках 13 и 14, можно сделать вывод, что после воздействия соляной кислоты наибольшее снижение

прочности по раздирающей нагрузке наблюдается у материалов, содержащих в своем составе большое количество натуральных волокон. У тканей, содержащих синтетические волокна, наблюдается незначительное снижение прочности. У ткани Barrier наблюдается отслаивание полимерной пленки, что значительно снижает раздирающую нагрузку. Таким образом, наилучшим материалом для защиты от данного вещества является ткань Премьер Standard 250, а наихудшим – ткань Triton-t.

3.2 Исследование влияния длительности воздействия и концентрации серной кислоты на механические свойства тканей

На разных производствах может применяться широкий спектр различных химических веществ, но наиболее распространенным является серная кислота, и, чтобы оценить качество материалов для защиты от данного реактива, образцы помещались в 1,5%, 2,5%, 5% и 10% раствор кислоты H_2SO_4 на 1, 2 и 3 недели в нормальных климатических условиях. В качестве критерия оценки воздействия кислоты использовались разрывная и раздирающая нагрузки.

В таблице 25 приведены разрывные характеристики тканей после воздействия серной кислоты разной концентрации на протяжении 1, 2 и 3 недель в виде среднего значения 5 элементарных проб, погрешность составляет не более 4%.

Таблица 25 – Разрывные характеристики тканей после воздействия серной кислоты разной концентрации

Ткань	Наименование показателя			
	1. После воздействия серной кислоты на протяжении 1 недели			
	Разрывная нагрузка, Н		Разрывное удлинение, мм	
	Основа	Уток	Основа	Уток
1	2	3	4	5
Triton-t				
H_2SO_4 , 1,5%	1231,0	670,0	19,68	16,69
H_2SO_4 , 2,5%	1200,0	658,0	18,94	16,24
H_2SO_4 , 5%	1149,0	610,0	18,29	15,73
H_2SO_4 , 10%	1080,0	578,0	17,80	15,45

Продолжение таблицы 25

1	2	3	4	5
Barrier				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	1090,0	905,0	38,14	39,55
H ₂ SO ₄ , 2,5%	1036,0	857,5	38,47	39,85
H ₂ SO ₄ , 5%	1000,0	846,6	38,80	40,24
H ₂ SO ₄ , 10%	923,0	798,4	39,49	41,13
Премьер Standard 210				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	935,0	589,0	21,64	22,06
H ₂ SO ₄ , 2,5%	880,0	583,0	20,52	21,12
H ₂ SO ₄ , 5%	846,0	544,0	19,00	20,47
H ₂ SO ₄ , 10%	754,0	485,0	18,14	19,80
Лидер 210				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	1159,0	823,5	21,27	20,94
H ₂ SO ₄ , 2,5%	1133,0	802,3	19,70	19,53
H ₂ SO ₄ , 5%	1103,0	745,0	19,06	18,70
H ₂ SO ₄ , 10%	1036,0	684,6	18,58	17,86
Премьер-комфорт 250				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	1019,4	608,0	18,76	22,78
H ₂ SO ₄ , 2,5%	954,0	600,7	19,42	22,17
H ₂ SO ₄ , 5%	913,0	562,0	20,12	21,00
H ₂ SO ₄ , 10%	831,0	526,0	20,84	20,40
Стимул-240				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	1126,0	639,0	33,34	34,95
H ₂ SO ₄ , 2,5%	1092,0	633,0	33,87	35,72
H ₂ SO ₄ , 5%	1077,0	593,0	34,96	36,84
H ₂ SO ₄ , 10%	1000,0	560,0	35,76	37,67
Премьер Standard 250				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	1797,0	1006,0	39,69	33,89
H ₂ SO ₄ , 2,5%	1782,0	994,0	40,31	34,52
H ₂ SO ₄ , 5%	1740,0	981,0	41,98	35,20
H ₂ SO ₄ , 10%	1660,0	947,0	41,10	36,70
2. После воздействия серной кислоты на протяжении 2-х недель				
Triton-t				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	1010,0	613,0	19,75	17,30
H ₂ SO ₄ , 2,5%	933,0	575,0	19,21	16,93
H ₂ SO ₄ , 5%	862,0	502,0	18,57	16,49
H ₂ SO ₄ , 10%	760,0	455,0	17,88	16,20
Barrier				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	1038,0	878,0	36,80	38,71

Продолжение таблицы 25

1	2	3	4	5
H ₂ SO ₄ , 2,5%	979,0	784,8	36,52	39,04
H ₂ SO ₄ , 5%	928,0	755,6	35,93	38,23
H ₂ SO ₄ , 10%	856,0	709,9	35,26	37,55
Премьер Standard 210				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	846,0	560,0	22,51	22,35
H ₂ SO ₄ , 2,5%	760,0	517,0	21,48	21,76
H ₂ SO ₄ , 5%	714,0	448,0	20,12	21,29
H ₂ SO ₄ , 10%	651,0	384,0	19,11	20,77
Лидер 210				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	1087,4	759,0	21,75	21,47
H ₂ SO ₄ , 2,5%	1036,0	732,0	21,00	22,20
H ₂ SO ₄ , 5%	1010,8	655,0	20,31	23,44
H ₂ SO ₄ , 10%	938,0	598,0	19,93	24,20
Премьер-комфорт 250				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	965,0	584,0	20,12	23,40
H ₂ SO ₄ , 2,5%	867,0	549,0	20,78	24,50
H ₂ SO ₄ , 5%	795,0	471,0	21,62	22,10
H ₂ SO ₄ , 10%	708,0	417,0	22,40	22,90
Стимул-240				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	1114,0	630,0	34,12	35,43
H ₂ SO ₄ , 2,5%	1077,0	624,0	33,55	34,56
H ₂ SO ₄ , 5%	1040,0	576,0	33,90	35,00
H ₂ SO ₄ , 10%	985,0	534,0	32,85	33,73
Премьер Standard 250				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	1790,0	996,0	40,26	35,16
H ₂ SO ₄ , 2,5%	1770,0	972,0	39,40	33,74
H ₂ SO ₄ , 5%	1731,0	951,0	38,79	32,71
H ₂ SO ₄ , 10%	1632,0	895,0	39,92	34,52
3. После воздействия серной кислоты на протяжении 3-х недель				
Triton-t				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	969,0	581,0	21,00	17,88
H ₂ SO ₄ , 2,5%	887,0	544,0	20,23	17,33
H ₂ SO ₄ , 5%	826,0	467,0	21,58	18,20
H ₂ SO ₄ , 10%	713,0	418,0	22,20	18,54
Barrier				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	1010,0	862,0	36,24	37,55
H ₂ SO ₄ , 2,5%	928,0	751,3	35,83	37,12
H ₂ SO ₄ , 5%	887,0	727,0	35,27	36,40
H ₂ SO ₄ , 10%	810,0	690,0	34,55	35,45

Окончание таблицы 25

1	2	3	4	5
Премьер Standard 210				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	821,0	530,0	23,87	23,18
H ₂ SO ₄ , 2,5%	728,0	487,0	23,00	22,35
H ₂ SO ₄ , 5%	692,0	415,0	24,50	24,37
H ₂ SO ₄ , 10%	615,0	346,0	25,36	25,40
Лидер 210				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	1062,0	715,9	22,44	22,59
H ₂ SO ₄ , 2,5%	985,0	696,3	23,75	24,09
H ₂ SO ₄ , 5%	944,0	584,6	24,60	25,39
H ₂ SO ₄ , 10%	867,0	538,0	25,19	26,09
Премьер–комфорт 250				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	920,0	556,0	20,64	24,57
H ₂ SO ₄ , 2,5%	826,0	514,0	21,37	26,22
H ₂ SO ₄ , 5%	769,0	438,0	22,11	27,18
H ₂ SO ₄ , 10%	667,0	376,0	23,16	28,00
Стимул–240				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	1094,0	620,0	34,52	35,97
H ₂ SO ₄ , 2,5%	1051,0	613,0	33,80	34,95
H ₂ SO ₄ , 5%	1015,0	555,0	33,30	33,98
H ₂ SO ₄ , 10%	954,0	507,0	32,85	33,10
Премьер Standard 250				
H ₂ SO ₄ , 1,5%	1781,0	986,0	40,77	35,55
H ₂ SO ₄ , 2,5%	1758,0	950,0	39,13	33,37
H ₂ SO ₄ , 5%	1720,0	926,0	37,48	31,20
H ₂ SO ₄ , 10%	1624,0	868,0	38,28	32,45

Зависимости разрывной нагрузки тканей от длительности воздействия серной кислоты других концентраций представлены в приложении 5.

Зависимости разрывной нагрузки тканей для защиты от действия 10% соляной кислоты представлены на рисунках 15 и 16.

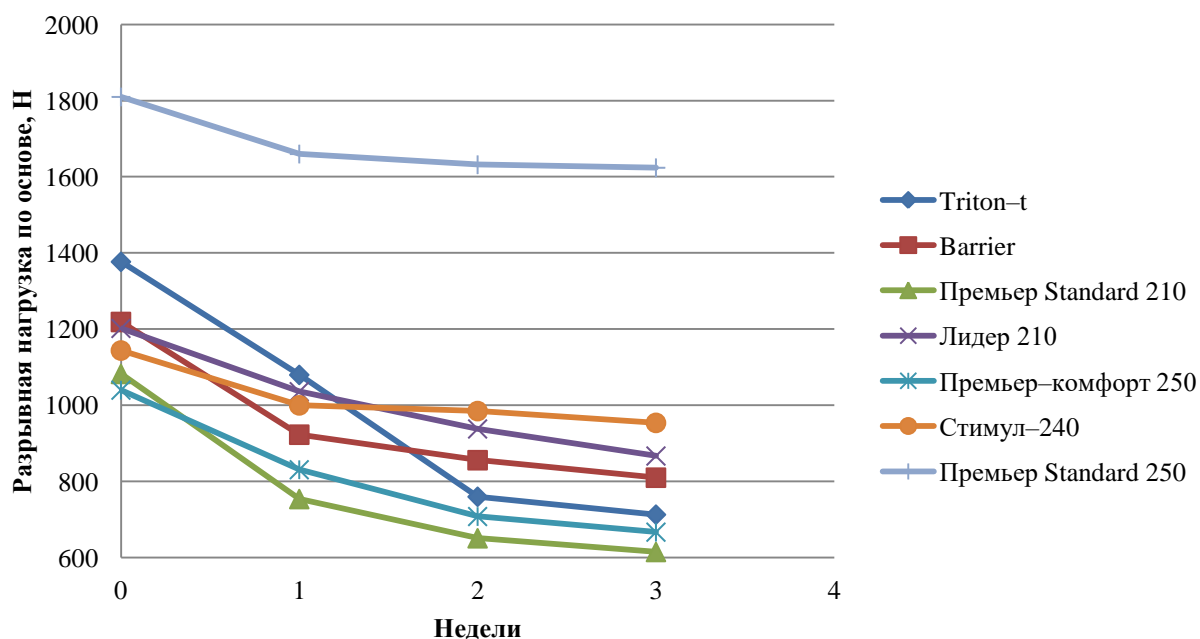


Рисунок 15 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 10% серной кислоты

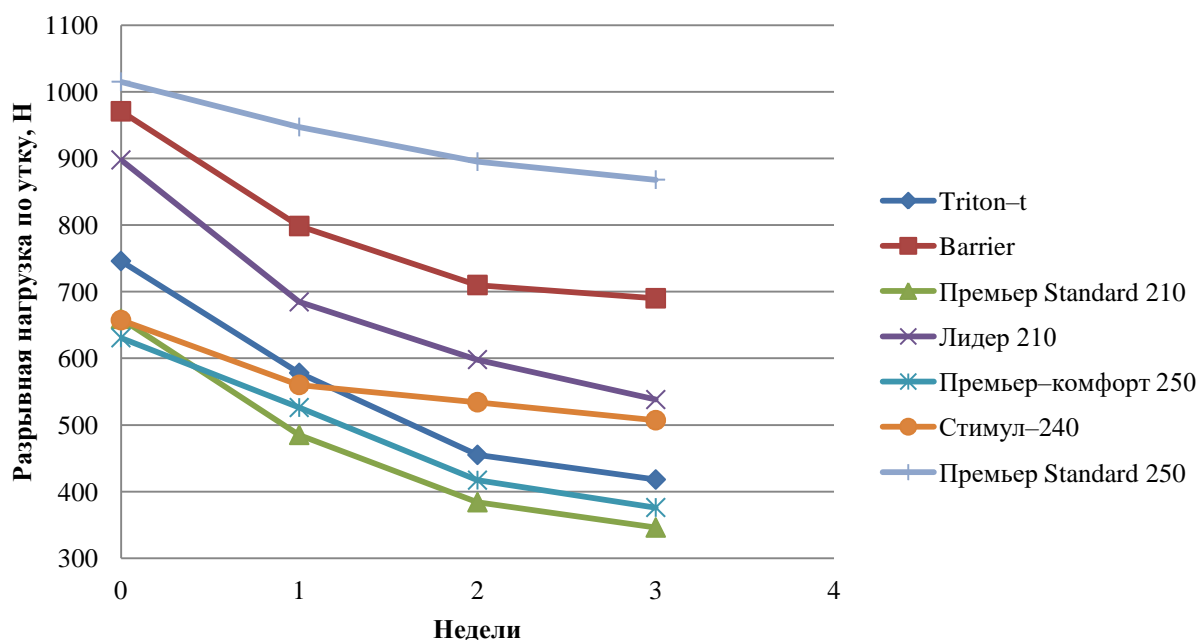


Рисунок 16 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 10% серной кислоты

Из-за разницы в величине разрывной нагрузки для исследуемых тканей данные очень сложно анализировать, следовательно, была рассчитана потеря прочности, которая представлена в таблице 26 и рисунках 17 и 18.

Таблица 26 – Потеря прочности тканей после воздействия серной кислоты на протяжении 1, 2 и 3 недель, %

Ткань	Кислота	Основа / уток	Потеря прочности тканей после воздействия серной кислоты.		
			1 неделя	2 неделя	3 неделя
1	2	3	4	5	6
Triton-t	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	11%	27%	30%
		Уток	10%	18%	22%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	13%	32%	36%
		Уток	12%	23%	27%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	17%	37%	40%
		Уток	18%	33%	37%
H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	22%	45%	48%	
	Уток	23%	39%	44%	
Barrier	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	11%	15%	17%
		Уток	7%	10%	11%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	15%	20%	24%
		Уток	12%	19%	23%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	18%	24%	27%
		Уток	13%	22%	25%
H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	24%	30%	34%	
	Уток	18%	27%	29%	
Премьер Standard 210	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	14%	22%	24%
		Уток	11%	15%	20%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	19%	30%	33%
		Уток	12%	22%	26%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	22%	34%	36%
		Уток	17%	32%	37%
H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	30%	40%	43%	
	Уток	26%	42%	48%	
Лидер 210	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	4%	10%	12%
		Уток	8%	15%	20%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	6%	14%	18%
		Уток	11%	18%	22%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	8%	16%	21%
		Уток	17%	27%	35%
H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	14%	22%	28%	
	Уток	24%	33%	40%	
Премьер- комфорт 250	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	2%	7%	12%
		Уток	4%	7%	12%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	8%	17%	21%
		Уток	5%	13%	19%

Окончание таблицы 26

1	2	3	4	5	6
Премьер-комфорт 250	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	12%	24%	26%
		УТОК	11%	25%	31%
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	20%	32%	36%
		УТОК	17%	34%	40%
Стимул-240	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	2%	3%	4%
		УТОК	3%	4%	6%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	5%	6%	8%
		УТОК	4%	5%	7%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	6%	9%	11%
		УТОК	10%	12%	16%
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	13%	14%	17%
		УТОК	15%	19%	23%
Премьер Standard 250	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	1%	1%	2%
		УТОК	1%	2%	3%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	2%	2%	3%
		УТОК	2%	4%	6%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	4%	4%	5%
		УТОК	3%	6%	9%
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	8%	10%	10%
		УТОК	7%	12%	14%

Зависимости потери прочности тканей при разрыве от длительности воздействия серной кислоты других концентраций представлены в приложении б.

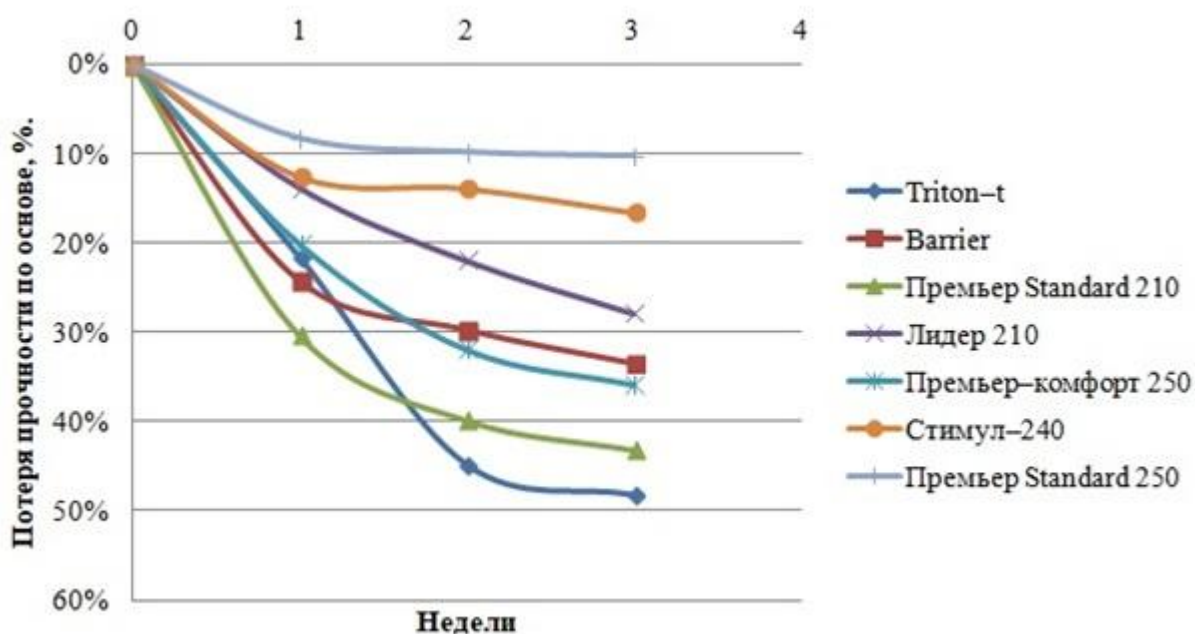


Рисунок 17 – Зависимость потери прочности при разрыве тканей по основе от длительности воздействия 10% серной кислоты

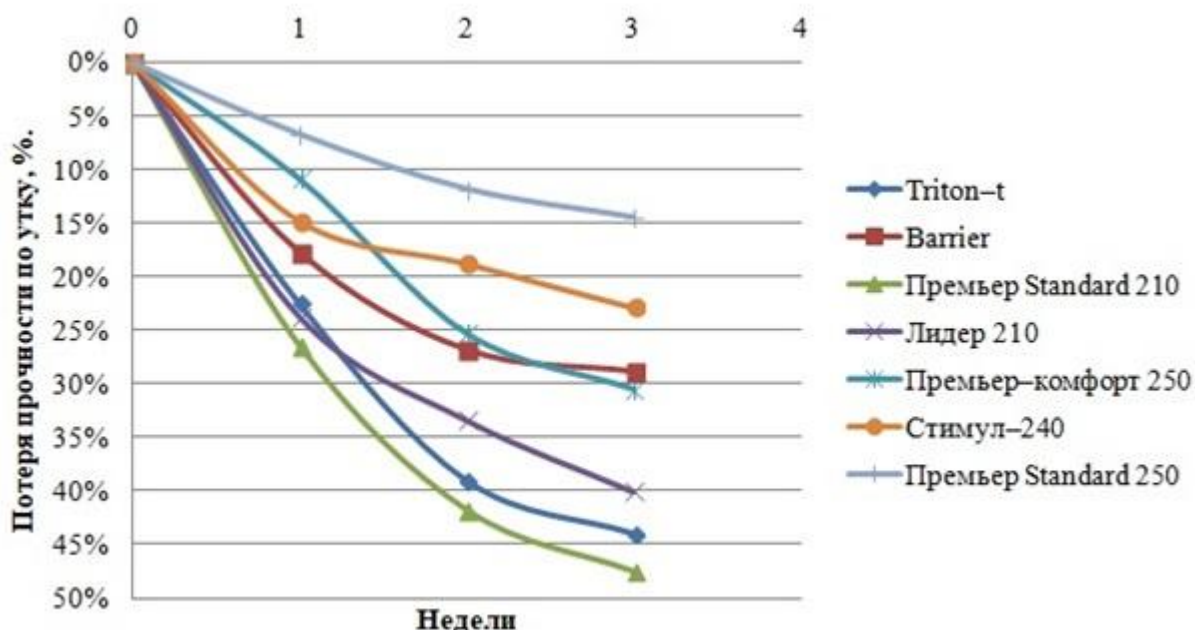


Рисунок 18 – Зависимость потери прочности при разрыве тканей по утку от длительности воздействия 10% серной кислоты

Анализ полученных результатов показал, что серная кислота оказывает большее воздействие на ткани Triton-t и Премьер-комфорт 250, а меньшее воздействие на ткани – Barrier, Премьер Standard 210, Лидер 210, Стимул-240 и Премьер Standard 250. Это объясняется тем, что натуральные волокна разрушаются более интенсивно, следовательно, наилучшим защитным материалом от данного реактива является Премьер Standard 250, а наихудшими Triton-t и Премьер Standard 210.

В таблице 27 приведены раздирающие нагрузки тканей после воздействия серной кислоты разной концентрации на протяжении 1, 2 и 3 недель, в виде среднего значения по 3 элементарным пробам по основе и 4 пробам по утку, погрешность составляет не более 4%.

Таблица 27 – Раздирающая нагрузка исследуемых тканей после воздействия серной кислоты разной концентрации, Н

Ткань	Основа	Уток
1	2	3
1. После воздействия серной кислоты, на протяжении 1 недели.		
Triton-t		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	28,8	30,8
H ₂ SO ₄ , 2,5%	26,9	29,3

Продолжение таблицы 27

1	2	3
H ₂ SO ₄ , 5%	23,1	24,3
H ₂ SO ₄ , 10%	21,1	23,0
Barrier		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	103,3	125,5
H ₂ SO ₄ , 2,5%	98,0	114,5
H ₂ SO ₄ , 5%	90,9	107,6
H ₂ SO ₄ , 10%	80,5	92,0
Премьер Standard 210		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	34,0	34,2
H ₂ SO ₄ , 2,5%	32,0	33,5
H ₂ SO ₄ , 5%	30,6	32,1
H ₂ SO ₄ , 10%	28,2	29,9
Лидер 210		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	35,3	32,8
H ₂ SO ₄ , 2,5%	34,1	31,2
H ₂ SO ₄ , 5%	26,7	29,5
H ₂ SO ₄ , 10%	25,5	26,0
Премьер-комфорт 250		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	40,5	41,5
H ₂ SO ₄ , 2,5%	39,8	41,0
H ₂ SO ₄ , 5%	38,6	40,3
H ₂ SO ₄ , 10%	36,1	38,8
Стимул-240		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	29,7	35,8
H ₂ SO ₄ , 2,5%	28,4	34,3
H ₂ SO ₄ , 5%	28,7	35,2
H ₂ SO ₄ , 10%	26,0	32,8
Премьер Standard 250		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	59,0	68,3
H ₂ SO ₄ , 2,5%	55,7	64,9
H ₂ SO ₄ , 5%	53,6	63,2
H ₂ SO ₄ , 10%	48,4	61,0
2. После воздействия серной кислоты, на протяжении 2-х недель.		
Triton-t		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	26,5	27,5
H ₂ SO ₄ , 2,5%	24,9	24,6
H ₂ SO ₄ , 5%	19,6	20,7
H ₂ SO ₄ , 10%	17,9	17,3
Barrier		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	96,0	114,9
H ₂ SO ₄ , 2,5%	89,1	105,8

Продолжение таблицы 27

1	2	3
H ₂ SO ₄ , 5%	82,5	97,9
H ₂ SO ₄ , 10%	72,5	82,9
Премьер Standard 210		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	31,8	31,7
H ₂ SO ₄ , 2,5%	29,3	30,7
H ₂ SO ₄ , 5%	28,0	30,1
H ₂ SO ₄ , 10%	25,5	27,3
Лидер 210		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	32,8	30,0
H ₂ SO ₄ , 2,5%	31,4	28,6
H ₂ SO ₄ , 5%	23,6	24,5
H ₂ SO ₄ , 10%	21,5	22,3
Премьер-комфорт 250		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	38,9	40,0
H ₂ SO ₄ , 2,5%	37,7	39,1
H ₂ SO ₄ , 5%	36,2	38,3
H ₂ SO ₄ , 10%	33,3	36,8
Стимул-240		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	28,4	33,1
H ₂ SO ₄ , 2,5%	27,2	32,9
H ₂ SO ₄ , 5%	25,5	28,4
H ₂ SO ₄ , 10%	23,6	25,2
Премьер Standard 250		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	57,0	66,7
H ₂ SO ₄ , 2,5%	51,0	63,3
H ₂ SO ₄ , 5%	48,0	61,0
H ₂ SO ₄ , 10%	41,4	58,0
3. После воздействия серной кислоты, на протяжении 3-х недель.		
Triton-t		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	25,4	25,5
H ₂ SO ₄ , 2,5%	23,8	23,1
H ₂ SO ₄ , 5%	17,8	18,4
H ₂ SO ₄ , 10%	16,0	14,8
Barrier		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	93,9	109,8
H ₂ SO ₄ , 2,5%	84,7	102,2
H ₂ SO ₄ , 5%	78,4	92,0
H ₂ SO ₄ , 10%	67,7	75,7
Премьер Standard 210		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	30,9	31,0
H ₂ SO ₄ , 2,5%	28,5	28,7

Окончание таблицы 27

1	2	3
H ₂ SO ₄ , 5%	26,5	29,4
H ₂ SO ₄ , 10%	24,0	26,6
Лидер 210		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	31,7	28,6
H ₂ SO ₄ , 2,5%	30,5	27,0
H ₂ SO ₄ , 5%	22,0	23,2
H ₂ SO ₄ , 10%	19,8	19,7
Премьер–комфорт 250		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	37,8	38,9
H ₂ SO ₄ , 2,5%	36,4	38,1
H ₂ SO ₄ , 5%	34,5	37,3
H ₂ SO ₄ , 10%	32,1	35,0
Стимул–240		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	27,4	32,2
H ₂ SO ₄ , 2,5%	26,1	30,7
H ₂ SO ₄ , 5%	24,4	26,9
H ₂ SO ₄ , 10%	21,3	23,5
Премьер Standard 250		
H ₂ SO ₄ , 1,5%	53,9	65,6
H ₂ SO ₄ , 2,5%	49,0	62,0
H ₂ SO ₄ , 5%	46,2	59,7
H ₂ SO ₄ , 10%	40,5	56,9

Зависимости раздражающей нагрузки от длительности воздействия серной кислоты других концентраций представлены в приложении 7.

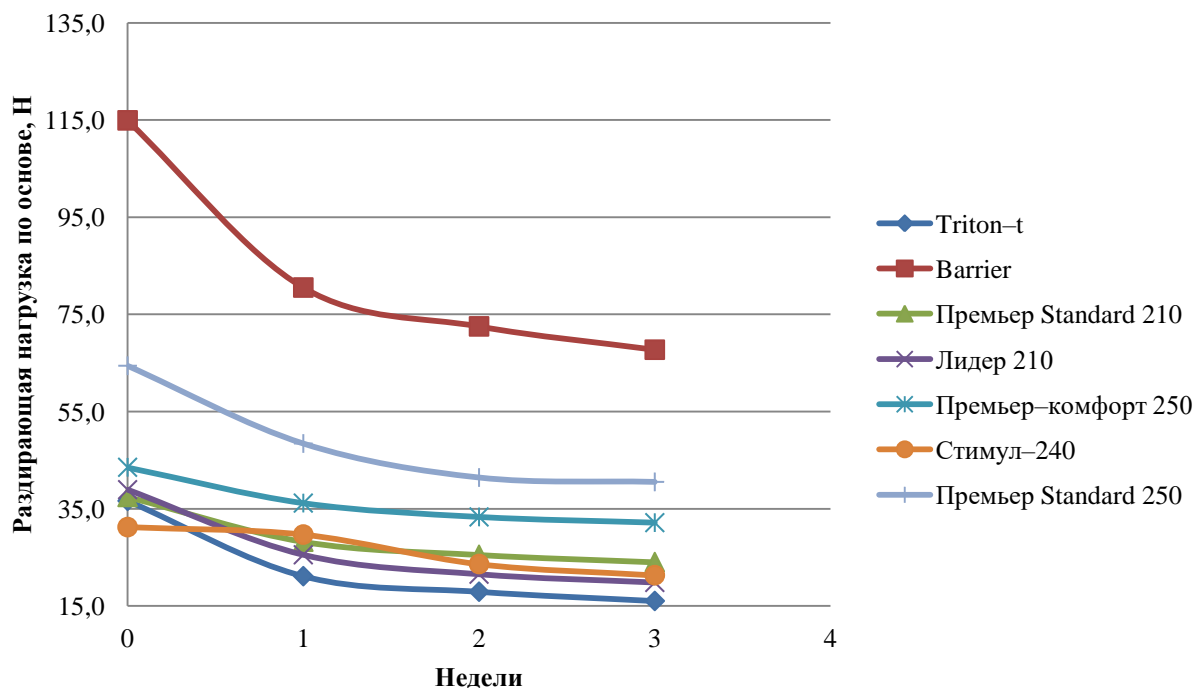


Рисунок 19 – Зависимость раздражающей нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 10% серной кислоты

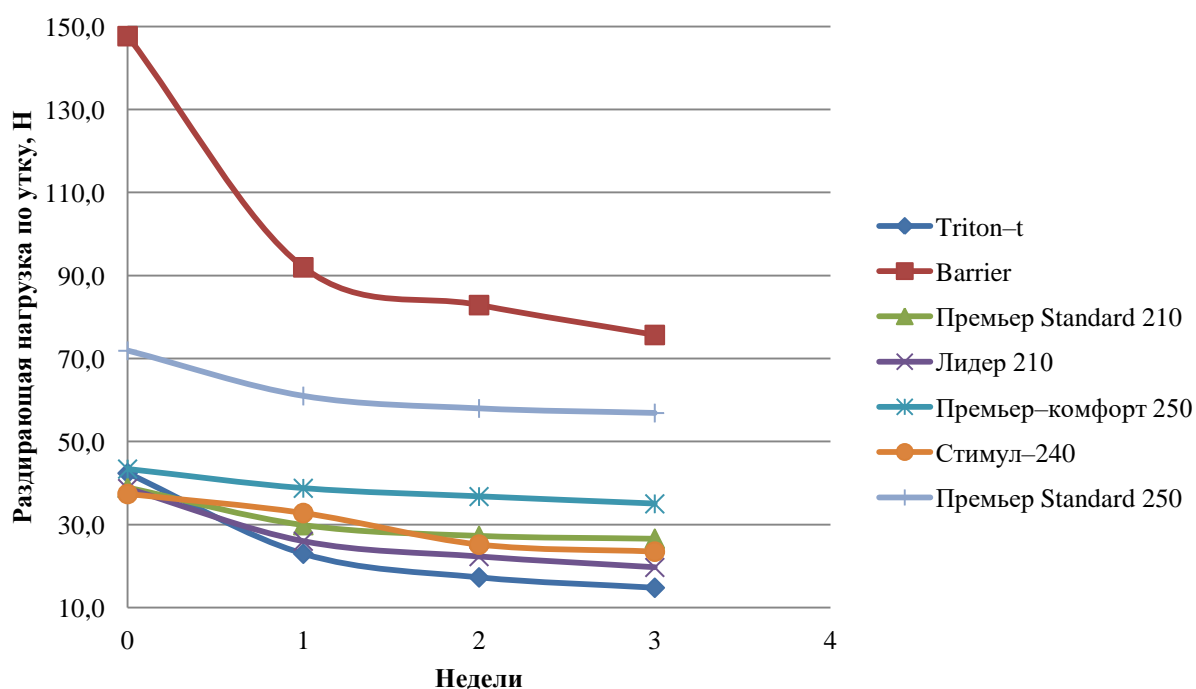


Рисунок 20 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 10% серной кислоты

Так как у всех тканей разная раздирающая нагрузка, для того чтобы полностью оценить разрушающий эффект после воздействия серной кислоты, была рассчитана потеря прочности и приведена в таблице 28 и рисунках 21, 22.

Проанализировав данные из рисунков 19 и 20, можно сделать вывод, что наихудшим материалом для защиты от данного реактива является ткань Triton-t, а наилучшим – ткань Barrier.

Таблица 28 – Потеря прочности ткани при раздирании после воздействия серной кислоты разной концентрации на протяжении 1, 2, 3-х недель, %

Ткань	Серная кислота %	Основа / Уток	Потеря прочности ткани при раздирании после воздействия серной кислоты		
			1 неделя	2 неделя	3 неделя
Triton-t	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	21%	28%	31%
		Уток	27%	35%	40%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	27%	32%	35%
		Уток	31%	42%	46%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	37%	46%	51%
		Уток	43%	51%	57%

Продолжение таблицы 28

1	2	3	4	5	6
Triton-t	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	42%	51%	56%
		Уток	46%	59%	65%
Barrier	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	10%	16%	18%
		Уток	15%	22%	26%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	15%	22%	26%
		Уток	22%	28%	31%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	21%	28%	32%
		Уток	27%	34%	38%
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	30%	37%	41%
		Уток	38%	44%	49%
Премьер Standard 210	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	9%	15%	17%
		Уток	12%	19%	20%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	14%	22%	24%
		Уток	14%	21%	26%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	18%	25%	29%
		Уток	17%	23%	24%
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	25%	32%	36%
		Уток	23%	30%	32%
Лидер 210	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	9%	16%	19%
		Уток	15%	22%	26%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	12%	19%	22%
		Уток	19%	26%	30%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	31%	39%	43%
		Уток	24%	37%	40%
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	34%	45%	49%
		Уток	33%	42%	49%
Премьер- комфорт 250	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	7%	10%	13%
		Уток	4%	8%	10%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	8%	13%	16%
		Уток	6%	10%	12%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	11%	17%	21%
		Уток	7%	12%	14%
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	17%	23%	26%
		Уток	11%	15%	19%

Окончание таблицы 28

1	2	3	4	5	6
Стимул–240	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	5%	9%	12%
		Уток	4%	11%	14%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	9%	13%	16%
		Уток	8%	12%	18%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	8%	18%	22%
		Уток	6%	24%	28%
H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	17%	24%	32%	
	Уток	12%	33%	37%	
Премьер Standard 250	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	8%	11%	16%
		Уток	5%	7%	9%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	14%	21%	24%
		Уток	10%	12%	14%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	17%	25%	28%
		Уток	12%	15%	17%
H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	25%	36%	37%	
	Уток	15%	19%	21%	

Зависимости потери прочности ткани при раздирании от длительности воздействия серной кислоты других концентраций представлены в приложении 8.

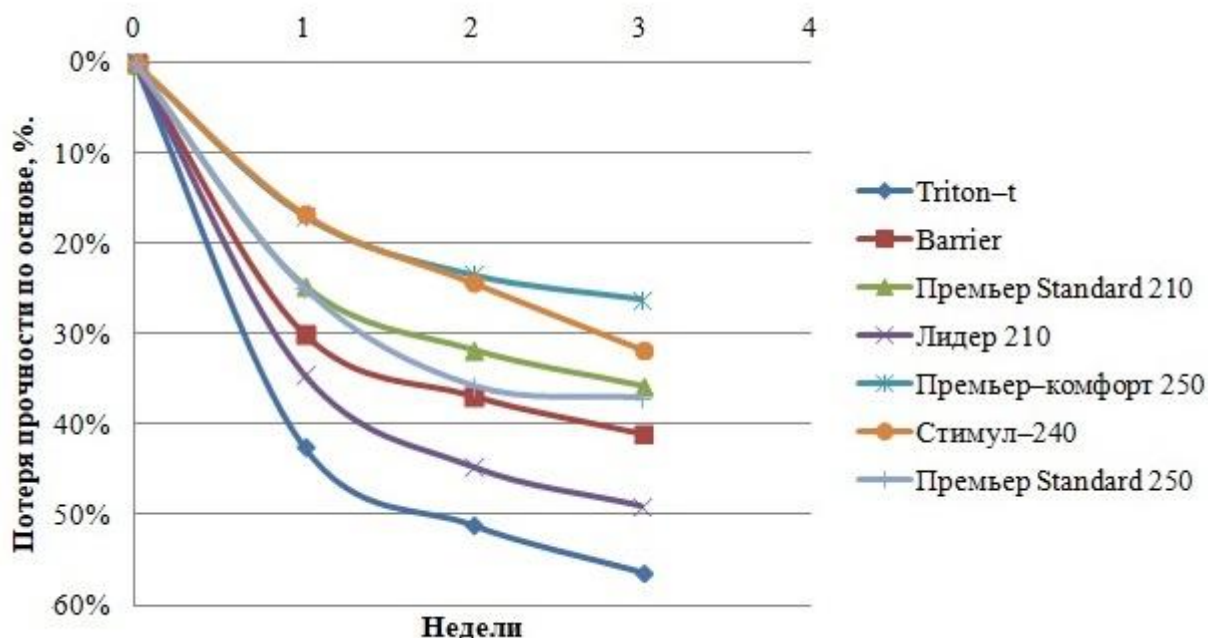


Рисунок 21 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по основе от длительности воздействия 10% серной кислоты

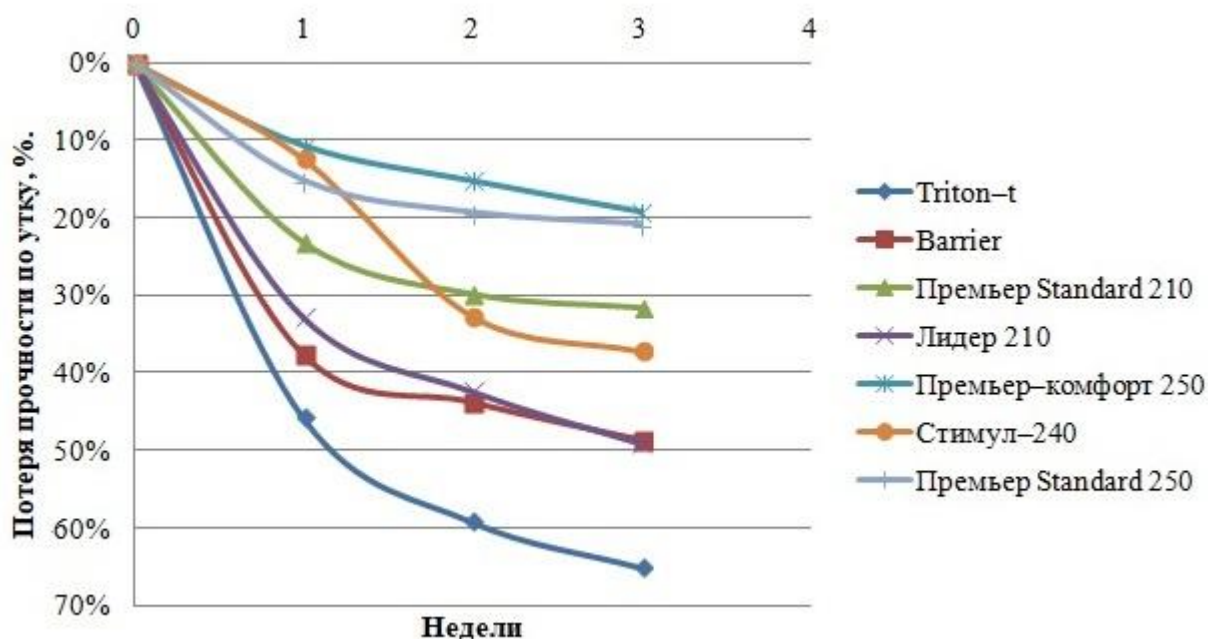


Рисунок 22 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по утку от длительности воздействия 10% серной кислоты

Анализ данных рисунков 21 и 22 показал, что серная кислота оказывает влияние не только на натуральные волокна, но и на синтетические нити. Ткань Triton-t потеряла больше всего прочности, а у ткани Премьер-комфорт 250, обладающей аналогичными характеристиками, прочность снизилась меньше.

3.3 Исследование влияния длительности воздействия и концентрации гидроксида натрия на механические свойства тканей

На различных производствах применяются не только кислоты, но и щелочи, следовательно, чтобы оценить качество материала для защиты от данного вещества, образцы помещались в 1,5%, 2,5%, 5% и 10% раствор NaOH на 1, 2 и 3 недели в нормальных климатических условиях. В качестве критериев оценки воздействия щелочи использовалась разрывная и раздирающая нагрузки.

В таблице 29 приведены разрывные характеристики тканей после воздействия гидроксида натрия разной концентрации на протяжении 1, 2 и 3 недель в виде среднего значения 5 элементарных проб, погрешность составляет не более 4%.

Таблица 29 – Разрывные характеристики тканей после воздействия гидроксида натрия разной концентрации

Ткань	Разрывная нагрузка, Н		Разрывное удлинение, мм	
	Основа	Уток	Основа	Уток
1	2	3	4	5
1. После воздействия гидроксида натрия, на протяжении 1 недели.				
Triton-t				
NaOH, 1,5%	1349,0	730,0	27,24	20,54
NaOH, 2,5%	1327,0	700,0	25,75	19,75
NaOH, 5%	1302,0	696,0	24,00	18,93
NaOH, 10%	1282,0	686,0	23,31	18,67
Barrier				
NaOH, 1,5%	1165,3	933,0	34,83	37,65
NaOH, 2,5%	1138,0	910,0	34,43	36,94
NaOH, 5%	1103,0	875,0	33,94	35,81
NaOH, 10%	1078,0	834,6	33,4	34,91
Премьер Standard 210				
NaOH, 1,5%	1010,0	592,0	26,59	27,7
NaOH, 2,5%	1003,6	577,0	27,62	28,15
NaOH, 5%	969,0	588,0	28,75	28,70
NaOH, 10%	915,0	569,0	29,70	29,55
Лидер 210				
NaOH, 1,5%	1189,0	870,0	25,25	27,64
NaOH, 2,5%	1179,0	858,7	26,47	28,10
NaOH, 5%	1166,0	848,0	27,53	29,10
NaOH, 10%	1152,0	837,0	28,93	30,56
Премьер-комфорт 250				
NaOH, 1,5%	1038,6	625,3	15,94	29,38
NaOH, 2,5%	1036,2	620,5	15,06	29,79
NaOH, 5%	1032,6	610,0	14,00	30,20
NaOH, 10%	1028,0	595,0	13,09	31,12
Стимул-240				
NaOH, 1,5%	973,0	555,0	31,36	31,2

Продолжение таблицы 29

1	2	3	4	5
NaOH, 2,5%	960,0	550,0	30,96	30,57
NaOH, 5%	920,0	542,0	30,67	30,06
NaOH, 10%	832,0	531,0	30,14	29,48
Премьер Standard 250				
NaOH, 1,5%	1583,0	892,0	36,42	29,55
NaOH, 2,5%	1561,0	828,0	35,98	28,97
NaOH, 5%	1536,0	826,0	35,60	28,32
NaOH, 10%	1509,0	792,0	34,97	27,50
2. После воздействия гидроксида натрия, на протяжении 2-х недель.				
Triton-t				
NaOH, 1,5%	1302,0	699,0	28,30	21,08
NaOH, 2,5%	1264,0	659,0	27,00	20,35
NaOH, 5%	1197,0	641,0	25,15	19,50
NaOH, 10%	1126,0	632,0	24,60	19,25
Barrier				
NaOH, 1,5%	1098,0	900,0	34,31	36,34
NaOH, 2,5%	1068,0	870,3	33,78	35,57
NaOH, 5%	989,0	832,5	33,24	34,43
NaOH, 10%	973,0	813,0	32,77	33,50
Премьер Standard 210				
NaOH, 1,5%	992,0	569,0	27,73	28,65
NaOH, 2,5%	972,0	549,0	29,14	29,05
NaOH, 5%	913,0	543,0	30,58	29,55
NaOH, 10%	860,0	539,0	31,88	30,45
Лидер 210				
NaOH, 1,5%	1123,0	836,0	26,35	28,49
NaOH, 2,5%	1107,0	810,0	27,31	29,19
NaOH, 5%	1093,6	795,0	28,48	30,13
NaOH, 10%	1076,0	776,0	29,86	31,80
Премьер-комфорт 250				
NaOH, 1,5%	1035,7	605,0	15,00	30,35
NaOH, 2,5%	1030,1	592,0	14,00	30,96
NaOH, 5%	1026,3	586,0	12,89	31,51
NaOH, 10%	1021,6	567,0	12,20	32,28

Продолжение таблицы 29

1	2	3	4	5
Стимул–240				
NaOH, 1,5%	960,0	531,0	30,47	30,04
NaOH, 2,5%	937,0	521,0	30,02	29,60
NaOH, 5%	862,0	507,0	29,54	29,20
NaOH, 10%	784,0	492,0	29,01	28,53
Премьер Standard 250				
NaOH, 1,5%	1500,0	816,0	35,35	28,13
NaOH, 2,5%	1478,0	777,0	34,87	27,35
NaOH, 5%	1464,0	769,0	34,34	26,71
NaOH, 10%	1440,0	731,0	33,61	25,81
3. После воздействия гидроксида натрия, на протяжении 3-х недель.				
Triton–t				
NaOH, 1,5%	1270,0	694,0	28,57	21,15
NaOH, 2,5%	1225,0	648,0	27,29	20,60
NaOH, 5%	1161,0	606,6	25,89	19,88
NaOH, 10%	1084,0	594,0	24,98	19,51
Barrier				
NaOH, 1,5%	1068,0	852,0	33,82	34,85
NaOH, 2,5%	984,0	815,0	33,46	34,25
NaOH, 5%	945,0	793,0	33,06	32,94
NaOH, 10%	929,0	730,0	32,60	32,36
Премьер Standard 210				
NaOH, 1,5%	982,0	538,0	28,71	29,05
NaOH, 2,5%	944,0	520,0	30,00	29,65
NaOH, 5%	877,0	514,0	31,78	30,15
NaOH, 10%	820,0	509,0	32,95	30,85
Лидер 210				
NaOH, 1,5%	1103,0	819,0	27,05	28,80
NaOH, 2,5%	1078,4	785,9	27,95	29,57
NaOH, 5%	1056,9	767,0	29,10	30,81
NaOH, 10%	1034,0	744,0	30,35	32,51
Премьер–комфорт 250				
NaOH, 1,5%	1033,1	582,0	14,71	30,91
NaOH, 2,5%	1022,3	574,0	13,24	31,51
NaOH, 5%	1010,9	569,0	11,86	31,92

Окончание таблицы 29

1	2	3	4	5
NaOH, 10%	1004,2	540,0	11,10	32,58
Стимул-240				
NaOH, 1,5%	944,0	507,0	30,27	30,62
NaOH, 2,5%	911,0	492,0	29,82	30,00
NaOH, 5%	831,0	479,0	29,34	29,35
NaOH, 10%	744,0	463,0	28,72	28,76
Премьер Standard 250				
NaOH, 1,5%	1460,0	780,0	35,00	27,87
NaOH, 2,5%	1446,0	736,0	34,39	27,16
NaOH, 5%	1431,0	724,0	33,80	26,50
NaOH, 10%	1412,0	677,0	33,23	25,35

Можно отметить, что при погружении материала в концентрированный раствор гидроксида натрия натуральные волокна практически не реагируют на данное вещество, а лишь вымывается из них краситель. Синтетические волокна становятся ломкими, на поверхности раствора образуется белая пленка, а остатки синтетики выпадают в виде белого осадка на дно стаканчика. После нейтрализации щелочи водой пряжа из натуральных волокон сохраняет свой внешний вид. После высыхания материал выцветет, но при этом почти полностью сохраняет свои прочностные свойства.

Зависимости разрывной нагрузки тканей от длительности воздействия водного раствора гидроксида натрия других концентраций представлены в приложении 9.

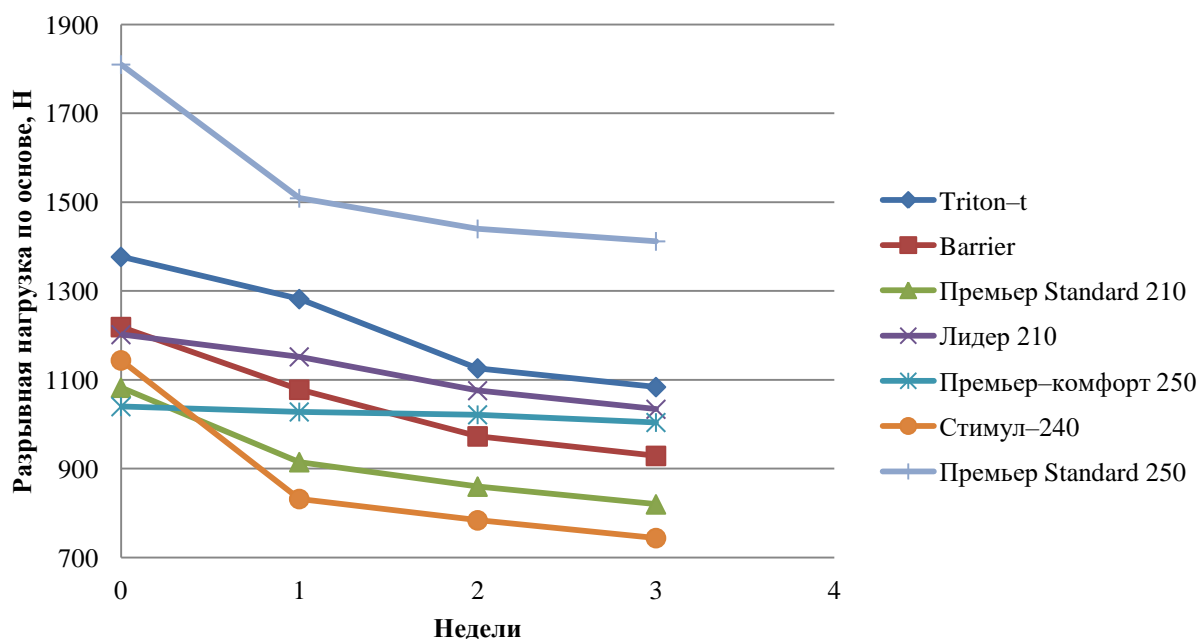


Рисунок 23 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 10% гидроксида натрия

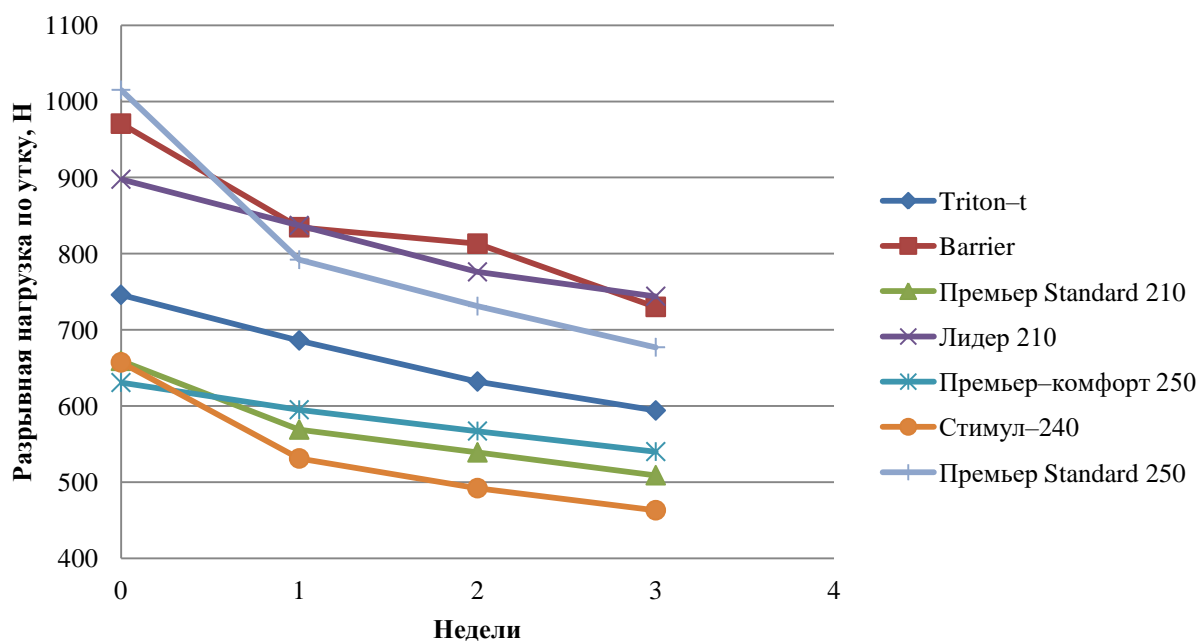


Рисунок 24 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 10% гидроксида натрия

Для того чтобы оценить степень разрушающего воздействия данного вещества на ткани, была рассчитана потеря прочности, которая приведена в таблице 30.

Таблица 30 – Потеря прочности тканей после воздействия гидроксида натрия на протяжении 1, 2 и 3 недель, %

Ткань	Кислота / Щелочь	Основа / уток	Потеря прочности тканей после воздействия гидроксида натрия.		
			1 неделя	2 неделя	3 неделя
1	2	3	4	5	6
Triton-t	NaOH, 1,5%	Основа	2%	5%	8%
		Уток	2%	6%	7%
	NaOH, 2,5%	Основа	4%	8%	11%
		Уток	6%	12%	13%
	NaOH, 5%	Основа	5%	13%	16%
		Уток	7%	14%	19%
NaOH, 10%	Основа	7%	18%	21%	
	Уток	8%	15%	20%	
Barrier	NaOH, 1,5%	Основа	2%	5%	8%
		Уток	4%	7%	12%
	NaOH, 2,5%	Основа	4%	10%	12%
		Уток	6%	10%	16%
	NaOH, 5%	Основа	10%	19%	22%
		Уток	10%	14%	18%
NaOH, 10%	Основа	12%	20%	24%	
	Уток	14%	16%	25%	
Премьер Standard 210	NaOH, 1,5%	Основа	7%	8%	9%
		Уток	10%	14%	18%
	NaOH, 2,5%	Основа	7%	10%	13%
		Уток	12%	17%	21%
	NaOH, 5%	Основа	10%	16%	19%
		Уток	11%	18%	22%
NaOH, 10%	Основа	15%	21%	24%	
	Уток	14%	18%	23%	
Лидер 210	NaOH, 1,5%	Основа	1%	7%	8%
		Уток	3%	7%	9%
	NaOH, 2,5%	Основа	2%	8%	10%
		Уток	4%	10%	12%
	NaOH, 5%	Основа	3%	9%	12%
		Уток	6%	11%	15%

Окончание таблицы 30

1	2	3	4	5	6
Лидер 210	NaOH, 10%	Основа	4%	10%	14%
		УТОК	7%	14%	17%
Премьер- комфорт 250	NaOH, 1,5%	Основа	0%	0%	1%
		УТОК	1%	4%	8%
	NaOH, 2,5%	Основа	0%	1%	2%
		УТОК	2%	6%	9%
	NaOH, 5%	Основа	1%	1%	3%
		УТОК	3%	7%	10%
NaOH, 10%	Основа	1%	2%	3%	
	УТОК	6%	10%	14%	
Стимул- 240	NaOH, 1,5%	Основа	15%	16%	17%
		УТОК	16%	19%	23%
	NaOH, 2,5%	Основа	16%	18%	20%
		УТОК	16%	21%	25%
	NaOH, 5%	Основа	20%	25%	27%
		УТОК	18%	23%	27%
NaOH, 10%	Основа	27%	31%	35%	
	УТОК	19%	25%	30%	
Премьер Standard 250	NaOH, 1,5%	Основа	13%	17%	19%
		УТОК	12%	20%	23%
	NaOH, 2,5%	Основа	14%	18%	20%
		УТОК	18%	23%	27%
	NaOH, 5%	Основа	15%	19%	21%
		УТОК	19%	24%	29%
NaOH, 10%	Основа	17%	20%	22%	
	УТОК	22%	28%	33%	

Проанализировав данные до и после воздействия гидроксида натрия можно отметить, что в данном реактиве больше разрушаются синтетические нити, а меньше – ткани, содержащие в своем составе натуральных волокна.

Зависимости потери прочности тканей при разрыве от длительности воздействия водного раствора гидроксида натрия других концентраций представлены в приложении 10.

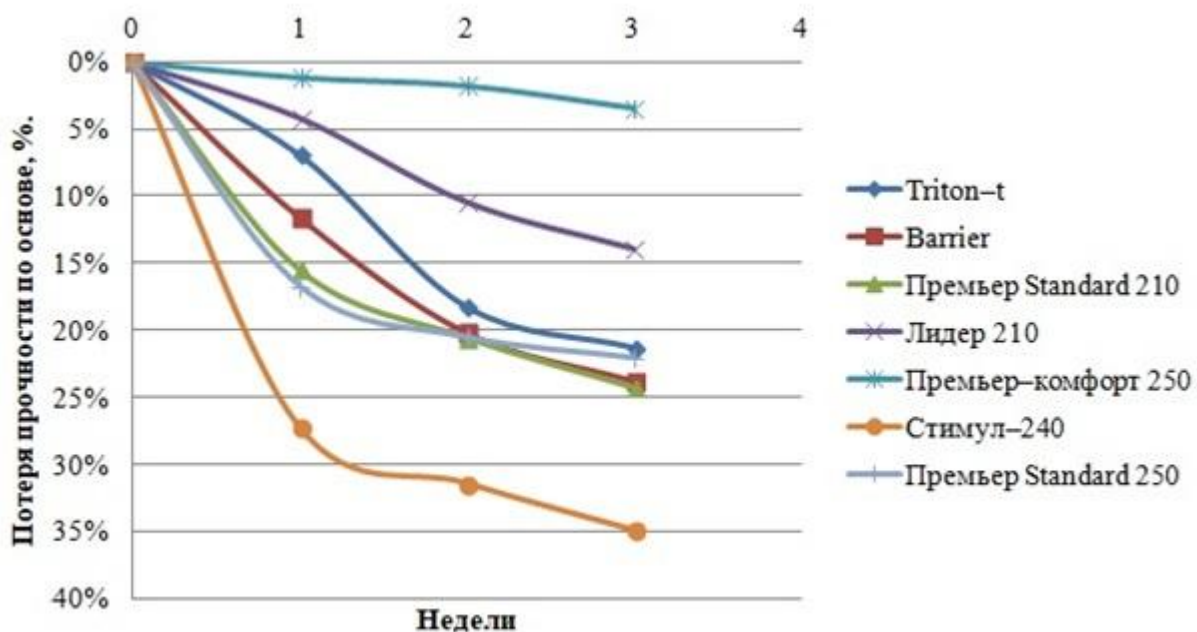


Рисунок 25 – Зависимость потери прочности тканей при разрыве по основе от длительности воздействия 10% гидроксида натрия

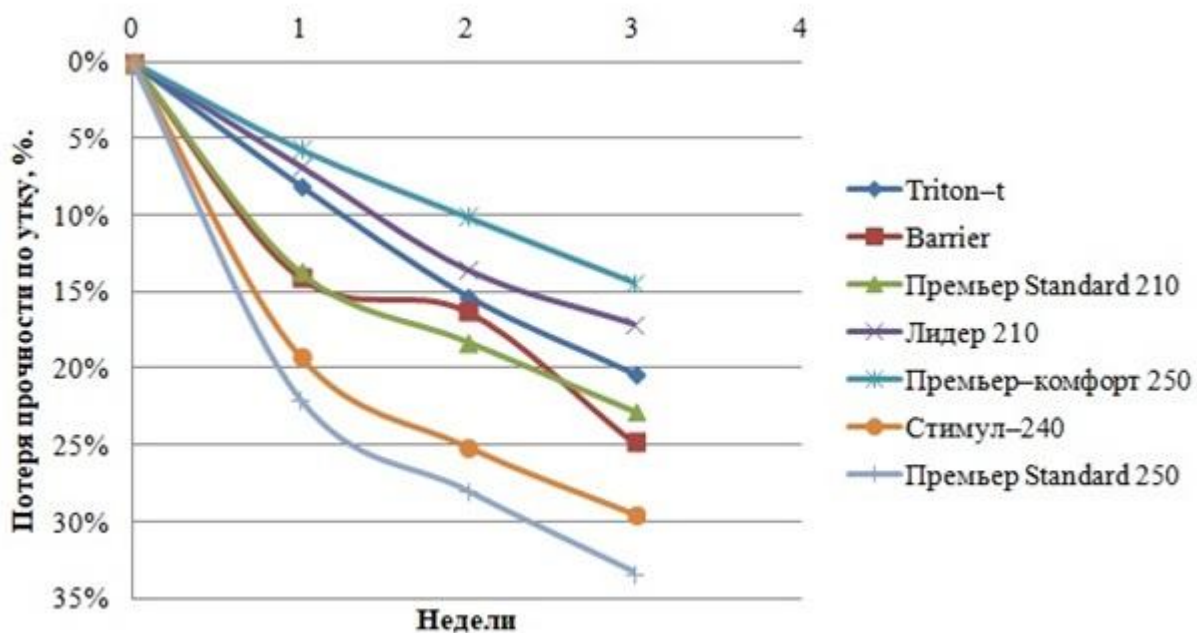


Рисунок 26 – Зависимость потери прочности тканей при разрыве по утку от длительности воздействия 10% гидроксида натрия

Как видно из рисунков потеря прочности при разрыве зависит от волокнистого состава тканей. Так, например, в соляной и серной кислоте больше теряют прочность хлопковые волокна, а в гидроксиде натрия больше разрушается полиэстер. Интенсивность разрушения зависит от длительности воздействия и концентрации кислот и щелочей.

Можно отметить, что при увеличении концентрации кислоты и щелочи разрывная нагрузка снижается. По известным данным таблиц растворимости, данные реактивы разрушают волокна, однако при малых концентрациях процесс идет медленно, то есть волокна разрушаются не полностью. Наибольшее изменение после воздействия 10-% соляной кислоты наблюдается у тканей, содержащих 80% хлопка (ткани TRITON–Т и Премьер–комфорт 250), так как хлопковые волокна на основе данных таблиц растворимости, хорошо растворяются в указанном реактиве. Влияние серной кислоты на ткани с большим содержанием хлопковых волокон также является разрушающим. Наибольшее разрушение возникает при длительности воздействия равной 3 неделям и концентрации 10%. Ткани, содержащие полиэстер больше разрушаются в щелочных средах. Наиболее разрушилась ткань Лидер 210.

В таблице 31 приведены данные раздирающей нагрузки тканей после воздействия гидроксида натрия разной концентрации на протяжении 1, 2 и 3 недель, в виде среднего значения по 3 элементарным пробам по основе и 4 пробам по утку, погрешность составляет не более 4%.

Таблица 31 – Раздирающая нагрузка тканей специального назначения после воздействия гидроксида натрия разной концентрации, Н

Ткань	Основа	Уток
1	2	3
1. Раздирающая нагрузка после воздействия гидроксида натрия, на протяжении 1 недели		
Triton–t		
NaOH, 1,5%	35,9	38,6
NaOH, 2,5%	33,9	34,3
NaOH, 5%	32,2	33,8
NaOH, 10%	30,8	34,7
Barrier		
NaOH, 1,5%	60,1	76,3
NaOH, 2,5%	51,6	65,2

Продолжение таблицы 31

1	2	3
NaOH, 5%	49,9	59,7
NaOH, 10%	39,2	48,6
Премьер Standard 210		
NaOH, 1,5%	29,3	32,5
NaOH, 2,5%	26,0	27,0
NaOH, 5%	23,4	25,8
NaOH, 10%	21,4	22,1
Лидер 210		
NaOH, 1,5%	23,6	25,7
NaOH, 2,5%	21,7	23,0
NaOH, 5%	21,0	20,9
NaOH, 10%	19,4	19,3
Премьер–комфорт 250		
NaOH, 1,5%	42,0	41,5
NaOH, 2,5%	39,5	39,0
NaOH, 5%	37,3	36,9
NaOH, 10%	35,4	35,0
Стимул–240		
NaOH, 1,5%	26,6	29,3
NaOH, 2,5%	25,9	27,8
NaOH, 5%	28,2	29,4
NaOH, 10%	18,9	22,1
Премьер Standard 250		
NaOH, 1,5%	48,0	53,2
NaOH, 2,5%	44,7	45,9
NaOH, 5%	41,0	43,6
NaOH, 10%	37,2	39,9
2. Раздирающая нагрузка после воздействия гидроксида натрия, на протяжении 2–х недель		
Triton–t		
NaOH, 1,5%	34,2	36,2
NaOH, 2,5%	31,7	31,2
NaOH, 5%	29,5	28,3
NaOH, 10%	27,6	31,5
Barrier		
NaOH, 1,5%	58,4	74,6

Продолжение таблицы 31

1	2	3
NaOH, 2,5%	49,4	63,0
NaOH, 5%	42,1	44,9
NaOH, 10%	36,0	45,4
Премьер Standard 210		
NaOH, 1,5%	27,6	30,4
NaOH, 2,5%	23,8	24,8
NaOH, 5%	20,7	21,5
NaOH, 10%	18,2	18,9
Лидер 210		
NaOH, 1,5%	20,3	23,5
NaOH, 2,5%	17,6	19,1
NaOH, 5%	16,3	16,8
NaOH, 10%	16,2	16,1
Премьер–комфорт 250		
NaOH, 1,5%	40,3	39,8
NaOH, 2,5%	37,3	36,8
NaOH, 5%	34,6	34,2
NaOH, 10%	32,2	31,8
Стимул–240		
NaOH, 1,5%	23,4	27,6
NaOH, 2,5%	20,4	22,5
NaOH, 5%	18,5	19,4
NaOH, 10%	19,1	18,9
Премьер Standard 250		
NaOH, 1,5%	46,3	51,5
NaOH, 2,5%	40,6	43,7
NaOH, 5%	32,5	31,4
NaOH, 10%	27,8	28,6
3. Раздирающая нагрузка после воздействия гидроксида натрия, на протяжении 3–х недель		
	Раздирающая нагрузка	
	Основа	Уток
Triton–t		
NaOH, 1,5%	32,5	33,9
NaOH, 2,5%	29,5	29,2
NaOH, 5%	26,8	26,1

Окончание таблицы 31

1	2	3
NaOH, 10%	24,4	28,3
Barrier		
NaOH, 1,5%	56,7	72,9
NaOH, 2,5%	47,2	60,8
NaOH, 5%	39,4	41,1
NaOH, 10%	32,8	42,2
Премьер Standard 210		
NaOH, 1,5%	25,9	28,8
NaOH, 2,5%	21,6	22,6
NaOH, 5%	18,0	18,8
NaOH, 10%	15,0	15,7
Лидер 210		
NaOH, 1,5%	18,7	22,3
NaOH, 2,5%	15,2	17,0
NaOH, 5%	13,7	14,4
NaOH, 10%	13,0	12,9
Премьер–комфорт 250		
NaOH, 1,5%	38,6	38,1
NaOH, 2,5%	35,1	34,6
NaOH, 5%	31,9	31,5
NaOH, 10%	29,0	28,6
Стимул–240		
NaOH, 1,5%	21,7	25,9
NaOH, 2,5%	18,2	19,6
NaOH, 5%	15,8	16,6
NaOH, 10%	15,7	15,7
Премьер Standard 250		
NaOH, 1,5%	44,6	49,8
NaOH, 2,5%	38,4	41,5
NaOH, 5%	28,7	28,5
NaOH, 10%	24,5	24,3

Зависимости раздражающей нагрузки от длительности воздействия водного раствора гидроксида натрия других концентраций представлены в приложении 11.

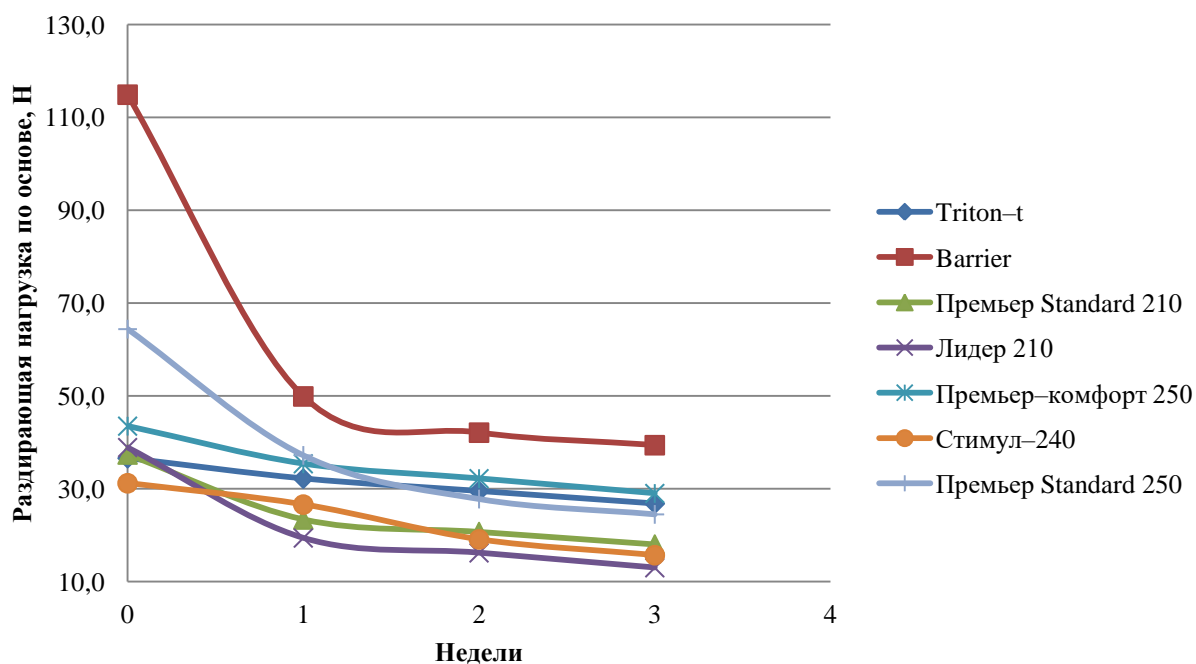


Рисунок 27 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 10% гидроксида натрия

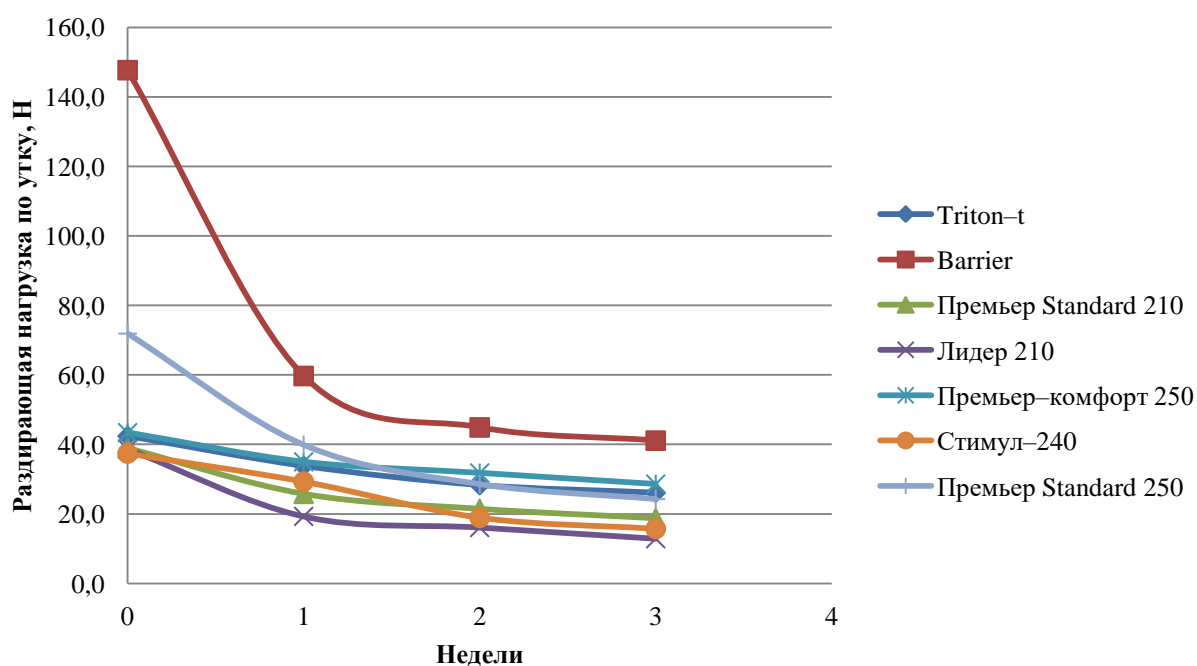


Рисунок 28 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 10% гидроксида натрия

Проанализировав данные из рисунков 27 и 28 можно сделать вывод, что данный реактив больше влияет на полиэстер, чем на хлопковые волокна, следовательно, наилучшим материалом является ткань Barrier, а наихудшим – ткань Лидер 210.

Чтобы полностью оценить разрушающий эффект по данному показателю, была рассчитана потеря прочности, которая приведена в таблице 32.

Таблица 32 – Потеря прочности тканей при раздирании после воздействия гидроксида натрия на протяжении 1, 2, 3-х недель, %

Ткань	Гидроксид натрия %	Основа / Уток	Потеря прочности тканей при раздирании после воздействия гидроксида натрия		
			1 неделя	2 неделя	3 неделя
1	2	3	4	5	6
Triton-t	NaOH, 1,5%	Основа	2%	7%	11%
		Уток	9%	15%	20%
	NaOH, 2,5%	Основа	7%	13%	19%
		Уток	19%	26%	31%
	NaOH, 5%	Основа	12%	19%	27%
		Уток	20%	33%	38%
NaOH, 10%	Основа	16%	25%	33%	
	Уток	18%	26%	33%	
Barrier	NaOH, 1,5%	Основа	2%	7%	11%
		Уток	48%	49%	51%
	NaOH, 2,5%	Основа	48%	49%	51%
		Уток	56%	57%	59%
	NaOH, 5%	Основа	57%	63%	66%
		Уток	60%	70%	72%
NaOH, 10%	Основа	66%	69%	71%	
	Уток	67%	69%	71%	
Премьер Standard 210	NaOH, 1,5%	Основа	22%	26%	31%
		Уток	16%	22%	26%
	NaOH, 2,5%	Основа	30%	36%	42%
		Уток	31%	36%	42%
	NaOH, 5%	Основа	37%	45%	52%
		Уток	34%	45%	52%
NaOH, 10%	Основа	43%	51%	60%	
	Уток	43%	51%	60%	
Лидер 210	NaOH, 1,5%	Основа	39%	48%	52%
		Уток	34%	39%	42%
	NaOH, 2,5%	Основа	44%	55%	61%
		Уток	41%	51%	56%

Окончание таблицы 32

1	2	3	4	5	6
Лидер 210	NaOH, 5%	Основа	46%	58%	65%
		Уток	46%	57%	63%
	NaOH, 10%	Основа	50%	58%	67%
		Уток	50%	58%	67%
Премьер– комфорт 250	NaOH, 1,5%	Основа	3%	7%	11%
		Уток	4%	8%	12%
	NaOH, 2,5%	Основа	9%	14%	19%
		Уток	10%	15%	20%
	NaOH, 5%	Основа	14%	20%	27%
		Уток	15%	21%	27%
	NaOH, 10%	Основа	19%	26%	33%
		Уток	19%	27%	34%
Стимул–240	NaOH, 1,5%	Основа	15%	25%	30%
		Уток	22%	26%	31%
	NaOH, 2,5%	Основа	17%	35%	42%
		Уток	26%	40%	48%
	NaOH, 5%	Основа	10%	41%	49%
		Уток	21%	48%	56%
	NaOH, 10%	Основа	39%	39%	50%
		Уток	41%	49%	58%
Премьер Standard 250	NaOH, 1,5%	Основа	25%	28%	31%
		Уток	26%	28%	31%
	NaOH, 2,5%	Основа	31%	37%	40%
		Уток	36%	39%	42%
	NaOH, 5%	Основа	36%	50%	55%
		Уток	39%	56%	60%
	NaOH, 10%	Основа	42%	57%	62%
		Уток	45%	60%	66%

Можно отметить, что раздирающая нагрузка по основе и утку имеет приблизительно равные значения, что связано с тем, что ткани по основе имеют более высокую плотность, чем по утку. Однако разница в плотностях компенсируется величиной линейной плотности нитей. Наибольшую прочность имеет ткань Barrier, а наименьшую – ткань Triton-t. Можно отметить, что с увеличением концентрации щелочи, а также времени их воздействия, раздирающая на-

грузка тканей снижается по полиномиальному закону второй степени следующего вида.

$$Y = a_1 x^2 + a_2 x + a_3 \quad (3)$$

где a_1 , a_2 , a_3 – расчетные коэффициенты

Y – раздирающая нагрузка. Н

x – длительность воздействия, недели

Зависимости потери прочности тканей при раздирании от длительности воздействия водного раствора гидроксида натрия других концентраций представлены в приложении 12.

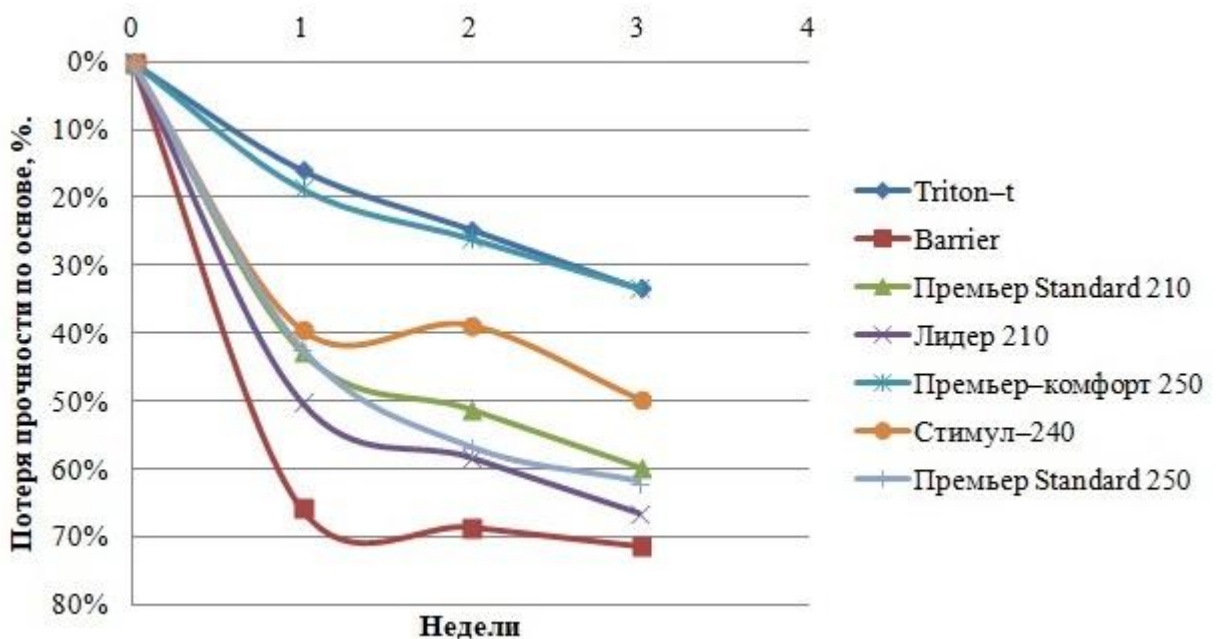


Рисунок 29 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по основе от длительности воздействия 10% гидроксида натрия

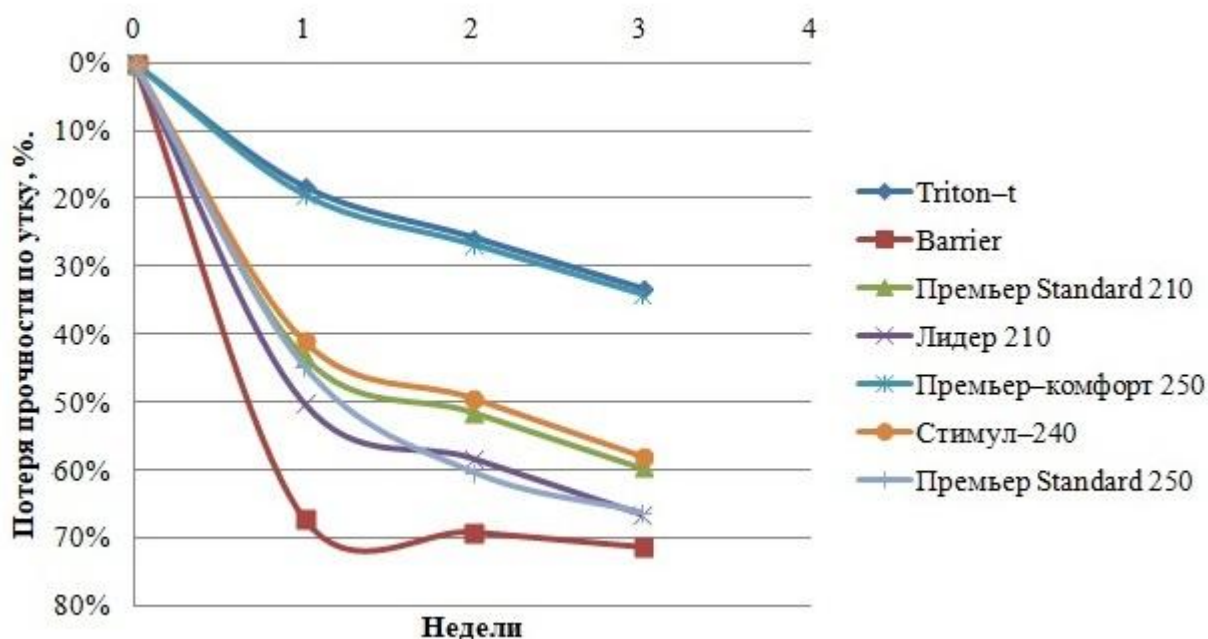



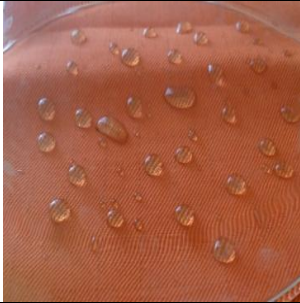
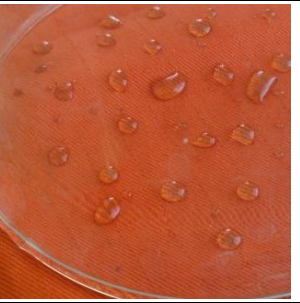


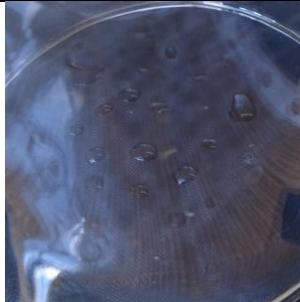
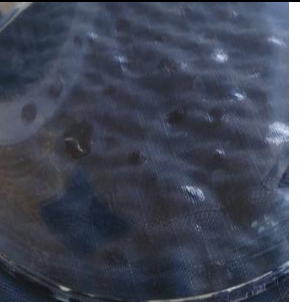

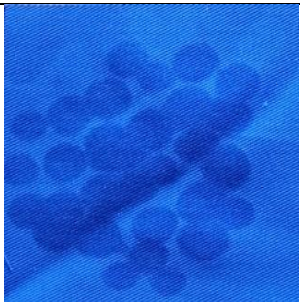


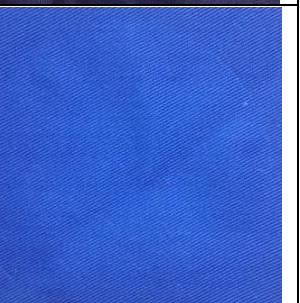
Рисунок 30 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по утку от длительности воздействия 10% гидроксида натрия

Проанализировав данные таблицы 32 и рисунков 29 и 30, можно отметить, что наихудшим материалом для защиты от данного реактива являются ткани, выработанные из полиэстера, а наилучшими – имеющие в составе наибольшее количество хлопковых волокон. Следовательно, наихудшим материалом является ткань Barrier, а наилучшими – Triton-t и Премьер-комфорт 250. Расчет потери прочности более наглядно показывает, какой материал обладает наилучшей стойкостью к воздействию данного вещества. Также можно отметить, что степень потери прочности зависит не только от концентрации вещества и длительности воздействия, но и от волокнистого состава материала.

В таблицах 33 и 34 представлены фотографии рассматриваемых тканей при воздействии 10% серной кислоты и 10% щелочи в течение различного времени [91].

Как видно из фотографий, что после воздействия данных веществ (когда они испарятся с поверхности материала) заметны следы выцветания.

Таблица 33 – Фотографии воздействия H_2SO_4 10% на ткани специального назначения,(капельный метод)

Наименование ткани	1 час	3 часа	6 часов	После высыхания
TRITON-T				
BARRIER UNIVERSAL A				
Премьер Standard 210				

Окончание таблицы 33




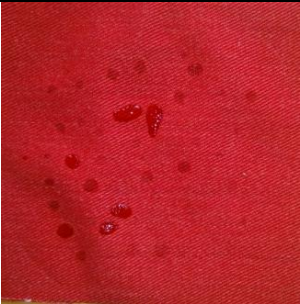
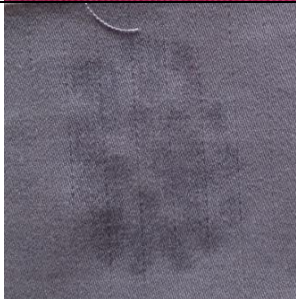
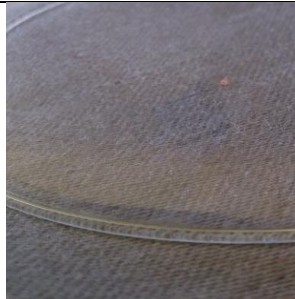

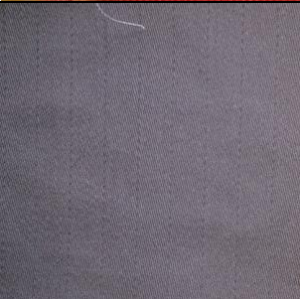
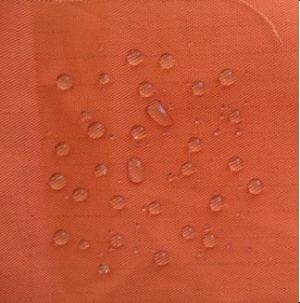

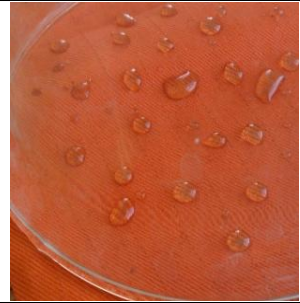
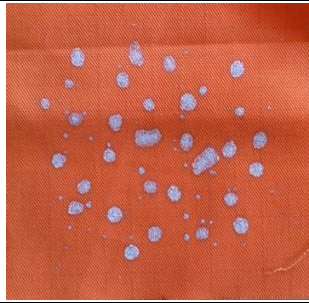

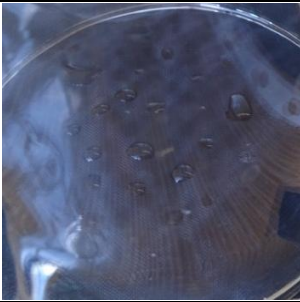

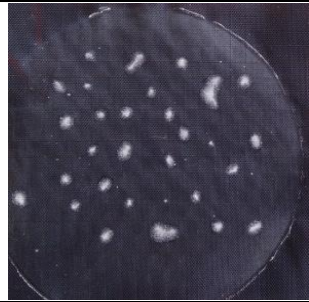





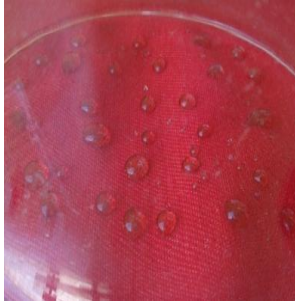
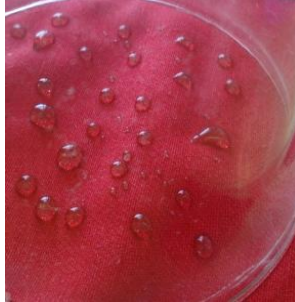

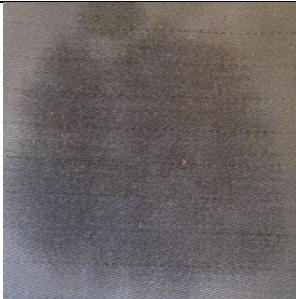



1	2	3	4	5
Лидер 210				
Премьер-комфорт 250				

Таблица 34 – Фотографии воздействия NaOH 10% на ткани специального назначения (капельный метод)

Наименование ткани	1 час	3 часа	6 часов	После высыхания
TRITON-T				
BARRIER UNIVERSAL A				
Премьер Standard 210				

Окончание таблицы 34

1	2	3	4	5
Лидер 210	 Microscopic view of Leader 210 sample 2, showing numerous small, dark, circular particles on a red background.	 Microscopic view of Leader 210 sample 3, showing numerous small, dark, circular particles on a red background.	 Microscopic view of Leader 210 sample 4, showing numerous small, dark, circular particles on a red background.	 Microscopic view of Leader 210 sample 5, showing numerous small, dark, circular particles on a red background.
Премьер-комфорт 250	 Microscopic view of Premier-comfort 250 sample 2, showing a dark, textured surface.	 Microscopic view of Premier-comfort 250 sample 3, showing a dark, textured surface.	 Microscopic view of Premier-comfort 250 sample 4, showing a dark, textured surface.	 Microscopic view of Premier-comfort 250 sample 5, showing a dark, textured surface.

Выводы по главе

1. Одежда работников химических предприятий, непосредственно не контактирующих с химическими веществами, подвергается воздействию агрессивных сред, что приводит к потере исходных свойств текстильных материалов.
2. В качестве агрессивных сред в работе использовались: соляная, серная кислоты, а так же щелочь в виде едкого натра. Значения концентрации варьировались в интервалах 1,5; 2,5; 5; 10%, а период воздействия – от 1 до 3 недель.
3. Рассмотрено влияние агрессивных сред на механические свойства рассматриваемых материалов. Установлено, что с повышением концентрации кислоты и щелочи потеря прочности возрастает по экспоненциальному закону.
4. Наибольшая потеря прочности при разрыве от длительности воздействия соляной кислоты наблюдается у ткани Triton-t, а наиболее устойчивой является ткань Стимул–240.
5. Наибольшая потеря прочности при раздирании от длительности воздействия соляной кислоты наблюдается у ткани Triton-t, а наиболее устойчивой является ткань Премьер Standard 250.
6. Наибольшая потеря прочности при разрыве от длительности воздействия серной кислоты наблюдается у тканей Triton-t и Премьер Standard 210, а наиболее устойчивой является ткань Премьер Standard 250.
7. Наибольшая потеря прочности при раздирании от длительности воздействия серной кислоты наблюдается у ткани Triton-t, а наиболее устойчивой является ткань Премьер–комфорт 250.
8. Наибольшая потеря прочности при разрыве от длительности воздействия раствора гидроксида натрия наблюдается у тканей Стимул–240 и Премьер Standard 250, а наиболее устойчивой является ткань Премьер–комфорт 250.
9. Наибольшая потеря прочности при раздирании от длительности воздействия раствора гидроксида натрия наблюдается у ткани Barrier, а наиболее устойчивыми являются ткани Triton-t и Премьер–комфорт 250.

ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОЙКОСТИ ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ К ДЕЙСТВИЮ АГРЕССИВНЫХ СРЕД С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

4.1. Методика определения влияния соляной кислоты на механические свойства тканей с учетом изменения температуры окружающей среды

На производстве в каждом цехе поддерживаются свои климатические условия и для человека небольшое изменение параметров окружающей среды не заметно, но при разных температурах интенсивность воздействия химических реагентов проявляется по-разному. В данной главе рассматривается влияние агрессивных сред на текстильные материалы при условии изменения температуры на производстве в интервале от 20⁰С до 30⁰С. Данные колебания характерны для температуры в цехах производства агрессивных сред.

Учитывая выше сказанное, образцы помещались в 5% и 10% растворы соляной кислоты (HCl) на 1 неделю при разных температурах. В качестве критериев оценки воздействия кислоты использовались разрывная и раздирающая нагрузки.

В таблице 35 приведены результаты влияния соляной кислоты на разрывную нагрузку тканей при изменении температуры окружающей среды в виде среднего значения 5 элементарных проб, погрешность составляет не более 3,5%.

Таблица 35 – Влияние соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды на разрывную нагрузку тканей

Ткань	Кислота	Наименование показателя	Основа/уток	Без воздействий	Температура		
					Повышение температуры		
					20	25	30
1	2	3	4	5	6	7	8
Triton-t	HCL, 5%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1377,0	1110,0	989,5	928,0
			Уток	745,9	635,0	585,0	510,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	20,18	20,60	21,97	22,70
			Уток	17,23	17,20	18,00	18,34
	HCL, 10%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1377,0	1028,0	935,0	872,0
			Уток	745,9	600,0	538,4	438,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	20,18	20,27	21,07	21,60
			Уток	17,23	17,44	18,34	18,80
Barrier	HCL, 5%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1219	1117,0	1087,0	1040,0
			Уток	970,6	884,0	848,0	815,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	35,90	35,80	36,52	37,05
			Уток	38,40	38,82	39,40	40,36
	HCL, 10%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1219	1042,0	1018,0	952,0
			Уток	970,6	838,0	768,0	740,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	35,90	36,36	37,28	37,59
			Уток	38,40	39,25	39,94	41,00
Премьер Standard 210	HCL, 5%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1082,6	900,0	818,0	760,0
			Уток	659,2	582,0	545,0	520,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	23,14	23,30	24,41	24,80
			Уток	25,71	25,72	26,15	27,00
	HCL, 10%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1082,6	797,0	720,0	644,0
			Уток	659,2	515,0	477,0	456,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	23,14	24,20	25,71	25,90
			Уток	25,71	26,06	26,50	27,60
Лидер 210	HCL, 5%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1202	994,0	920,0	860,0
			Уток	897,6	763,0	732,0	700,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	22,51	23,10	24,07	24,40
			Уток	24,89	25,00	25,62	25,50
	HCL, 10%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1202,0	862,0	785,0	744,0
			Уток	897,6	665,0	624,0	600,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	22,51	24,00	24,81	25,20
			Уток	24,89	25,66	26,42	26,60
Премьер-комфорт 250	HCL, 5%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1039,9	736,0	694,0	664,0
			Уток	630,7	512,0	485,0	463,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	17,58	17,67	17,86	18,22
			Уток	27,44	27,83	28,07	28,37
	HCL, 10%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1039,9	640,0	604,0	580,0
			Уток	630,7	476,0	445,0	420,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	17,58	17,92	18,12	18,60
			Уток	27,44	28,20	28,52	28,85

Окончание таблицы 35

1	2	3	4	5	6	7	8
Стимул– 240	HCL, 5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1144,0	991,0	934,0	888,0
			Уток	657,2	614,0	572,0	549,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	31,54	32,12	32,47	32,60
			Уток	33,94	34,20	34,67	35,09
	HCL, 10%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1144,0	900,0	847,0	811,0
			Уток	657,2	579,0	534,0	504,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	31,54	32,47	32,80	32,95
			Уток	33,94	34,47	35,03	35,45
Разрывная на- грузка, Н	Основа	31,54	29,90	29,52	29,33		
	Уток	33,94	30,06	29,48	29,06		
Премьер Standard 250	HCL, 5%	Разрывное уд- линение, мм	Основа	1810,0	1701,0	1676,0	1657,0
			Уток	1015,0	943,0	916,0	903,0
		Разрывная на- грузка, Н	Основа	38,24	38,47	38,79	38,80
			Уток	31,82	32,21	32,52	32,59
	HCL, 10%	Разрывное уд- линение, мм	Основа	1810,0	1643,0	1599,0	1570,0
			Уток	1015,0	895,0	863,0	844,0
		Разрывная на- грузка, Н	Основа	38,24	39,01	39,32	39,37
			Уток	31,82	32,90	33,16	33,06

Зависимости разрывной нагрузки тканей после воздействия соляной кислоты других концентраций при изменении температуры окружающей среды представлены в приложении 13.

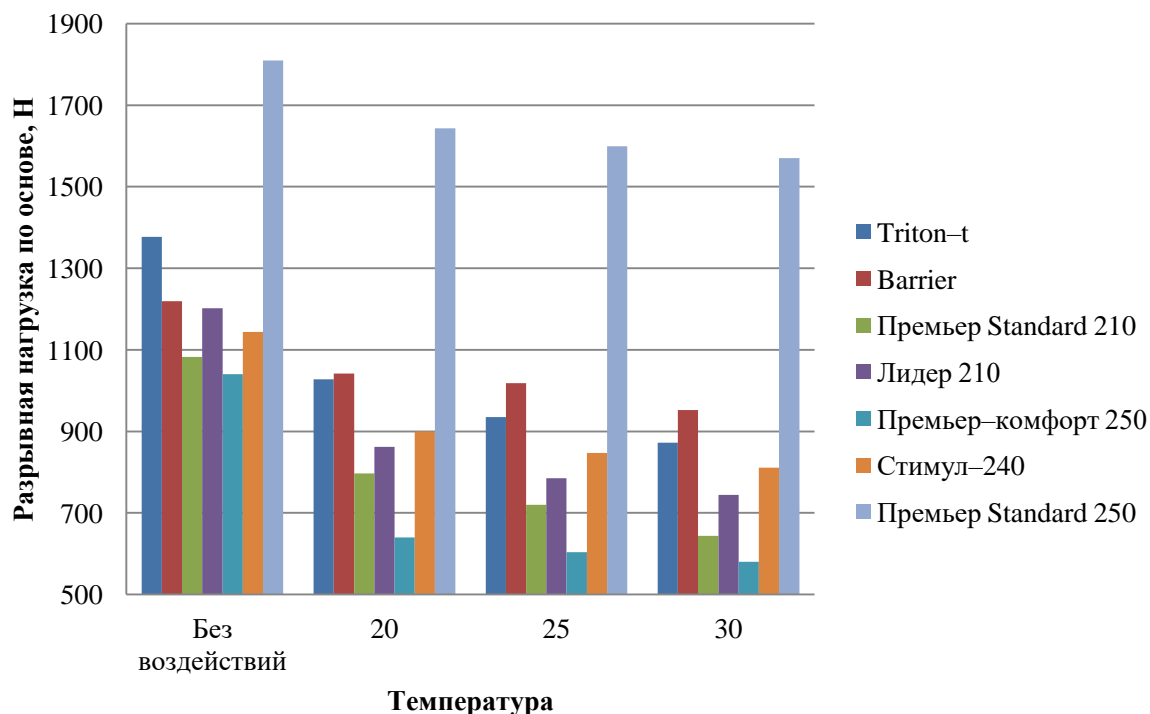


Рисунок 31 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе при воздействии 10% соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды

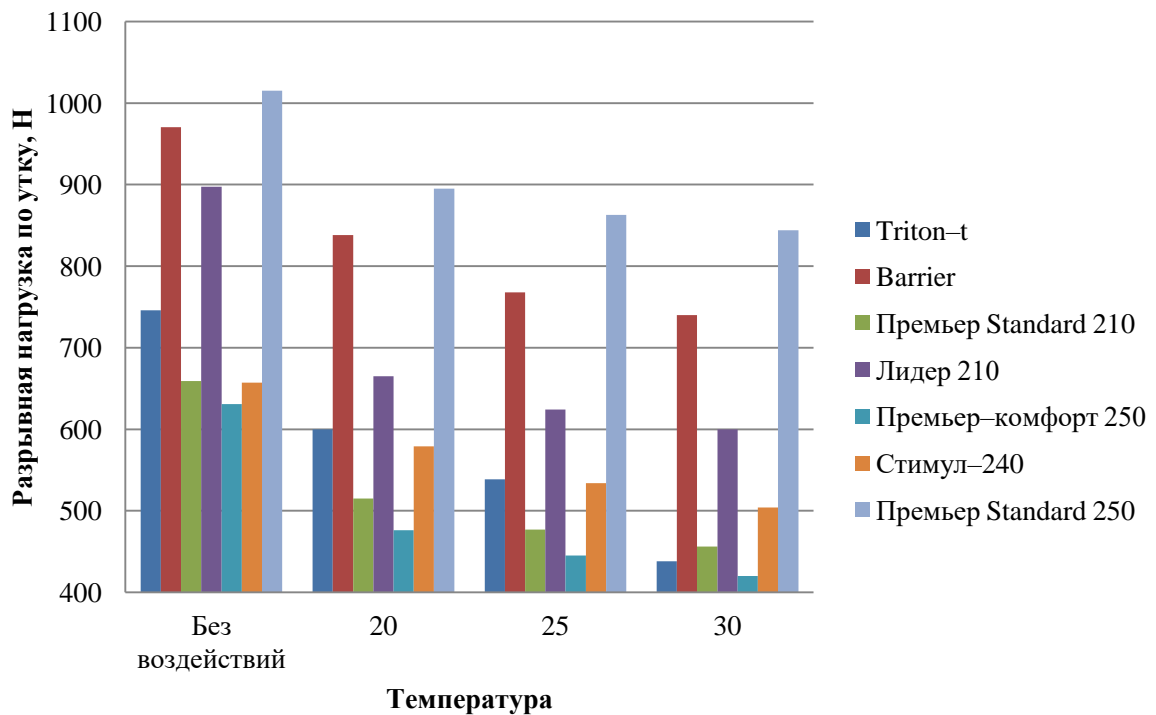


Рисунок 32 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку при воздействии 10% соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды

Проанализировав данные на рисунках 31 и 32 можно сделать вывод, что наилучшим материалом для защиты от действия соляной кислоты при разной температуре окружающей среды является ткань Премьер Standard 250, а наихудшими – ткани Triton-t и Премьер-комфорт 250.

Чтобы полностью оценить разрушающий эффект по разрывной нагрузке была рассчитана потеря прочности которая приведена в таблице 36.

Таблица 36 – Влияние соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды на потерю прочности тканей, %

Ткань	Кислота	Основа / уток	Температура		
			Повышение температуры		
			20	25	30
1	2	3	4	5	6
Triton-t	HCL, 5%	Основа	19%	28%	33%
		Уток	15%	22%	32%
	HCL, 10%	Основа	25%	32%	37%
		Уток	20%	28%	41%
Barrier	HCL, 5%	Основа	8%	11%	15%
		Уток	9%	13%	16%

Окончание таблицы 36

1	2	3	4	5	6
Barrier	HCL, 10%	Основа	15%	16%	22%
		Уток	14%	21%	24%
Премьер Standard210	HCL, 5%	Основа	17%	24%	30%
		Уток	12%	17%	21%
	HCL, 10%	Основа	26%	33%	41%
		Уток	22%	28%	31%
Лидер 210	HCL, 5%	Основа	17%	23%	28%
		Уток	15%	18%	22%
	HCL, 10%	Основа	28%	35%	38%
		Уток	26%	30%	33%
Премьер–комфорт 250	HCL, 5%	Основа	29%	33%	36%
		Уток	19%	23%	27%
	HCL, 10%	Основа	38%	42%	44%
		Уток	25%	29%	33%
Стимул–240	HCL, 5%	Основа	13%	18%	22%
		Уток	7%	13%	16%
	HCL, 10%	Основа	21%	26%	29%
		Уток	12%	19%	23%
Премьер Standard 250	HCL, 5%	Основа	6%	7%	8%
		Уток	7%	10%	11%
	HCL, 10%	Основа	9%	12%	13%
		Уток	12%	15%	17%

Зависимости потери прочности при разрыве тканей после воздействия соляной кислоты других концентраций при изменении температуры окружающей среды представлены в приложении 14.

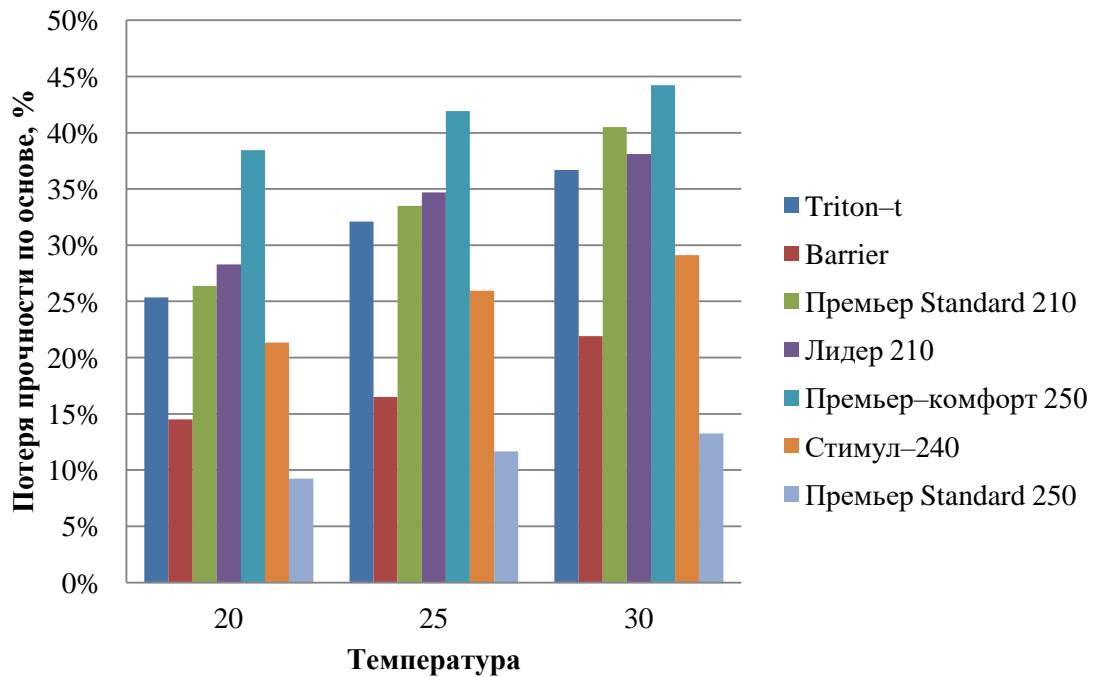


Рисунок 33 – Зависимость потери прочности тканей по основе при воздействии 10% соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды

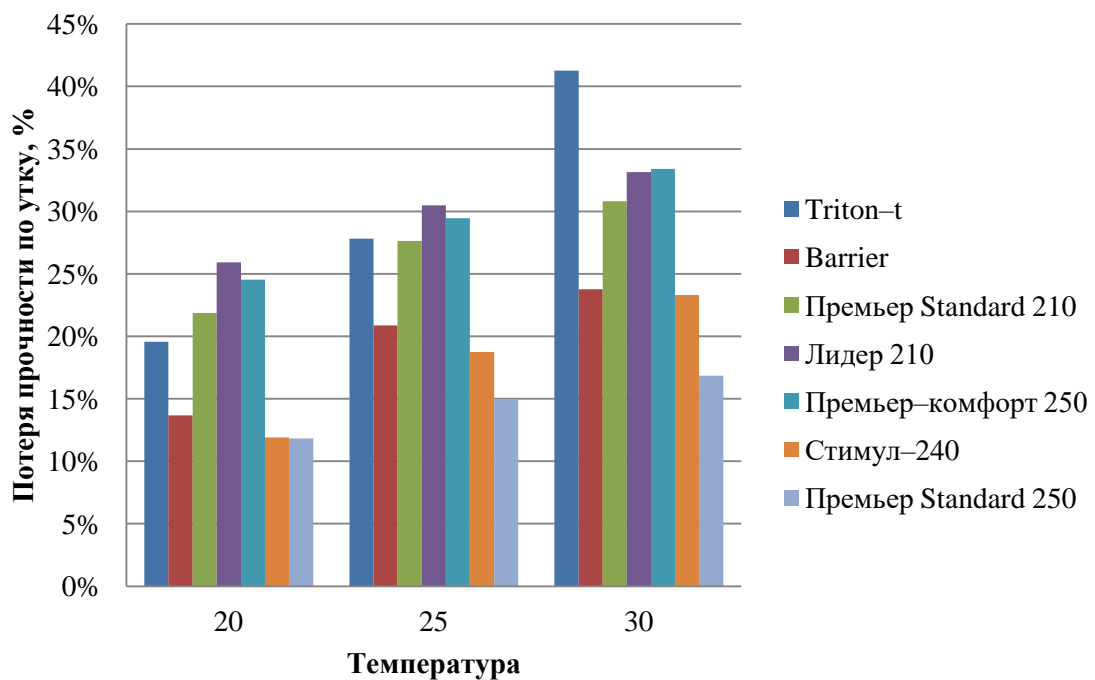


Рисунок 34 – Зависимость потери прочности тканей по утку при воздействии 10% соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды

Проанализировав данные представленные на рисунках 33 и 34, можно отметить, что под действием соляной кислоты у материалов, в составе которых находится больше хлопковых волокон снижается разрывная нагрузка. Максимальное разрушение наблюдается при температуре 30 градусов. Это

обуславливается тем, что в нагретом веществе скорость молекул намного быстрее, чем в охлажденном. В данном случае идёт процесс поглощения тепла (эндотермическая реакция). Наилучшим материалом для защиты от воздействия данного реактива при изменении температуры окружающей среды является ткань Премьер Standard 250, а наихудшими – ткани Triton-t и Премьер-комфорт 250.

В таблице 37 приведены результаты влияния соляной кислоты на раздирающую нагрузку тканей при разных температурах окружающей среды в виде среднего значения по 3 элементарным пробам по основе и 4 пробам по утку, погрешность составляет не более 3,5%.

Таблица 37 – Влияние соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды на раздирающую нагрузку тканей, Н

Ткань	Кислота	Основа / уток	Без воздействий	Температура		
				Повышение температуры		
				20	25	30
1	2	3	4	5	6	7
Triton-t	HCL, 5%	Основа	36,6	23,1	22,8	21,6
		Уток	42,4	25,3	24,4	23,7
	HCL, 10%	Основа	36,6	19,7	18,4	16,3
		Уток	42,4	22,1	19,5	17,4
Barrier	HCL, 5%	Основа	114,9	87,8	86,3	85,4
		Уток	147,7	101,4	100,0	99,2
	HCL, 10%	Основа	114,9	73,1	72,6	71,5
		Уток	147,7	78,6	77,4	76,2
Премьер Standard 210	HCL, 5%	Основа	37,4	33,3	31,1	29,0
		Уток	38,9	33,8	32,1	30,4
	HCL, 10%	Основа	37,4	29,9	27,6	26,4
		Уток	38,9	31,0	29,3	27,6
Лидер 210	HCL, 5%	Основа	38,9	34,9	33,7	32,7
		Уток	38,7	32,0	29,1	27,5
	HCL, 10%	Основа	38,9	31,6	29,3	28,6
		Уток	38,7	27,7	23,5	21,6
Премьер-комфорт 250	HCL, 5%	Основа	43,5	31,9	30,0	28,8
		Уток	43,4	32,3	28,8	25,1
	HCL, 10%	Основа	43,5	29,1	27,3	25,9
		Уток	43,4	28,2	24,7	21,0
Стимул-240	HCL, 5%	Основа	31,2	27,2	26,0	25,0
		Уток	37,4	33,4	31,8	29,8

Окончание таблицы 37

1	2	3	4	5	6	7
Стимул– 240	HCL, 10%	Основа	31,2	22,8	21,5	20,6
		Уток	37,4	30,6	28,5	25,8
Премьер Standard 250	HCL, 5%	Основа	64,4	56,8	53,6	51,1
		Уток	71,9	62,1	59,0	56,5
	HCL, 10%	Основа	64,4	49,0	45,5	41,8
		Уток	71,9	56,9	53,2	51,0

Результаты исследований представлены на рисунках 35, 36. Зависимости раздражающей нагрузки тканей после воздействия соляной кислоты других концентраций при изменении температуры окружающей среды представлены в приложении 15.

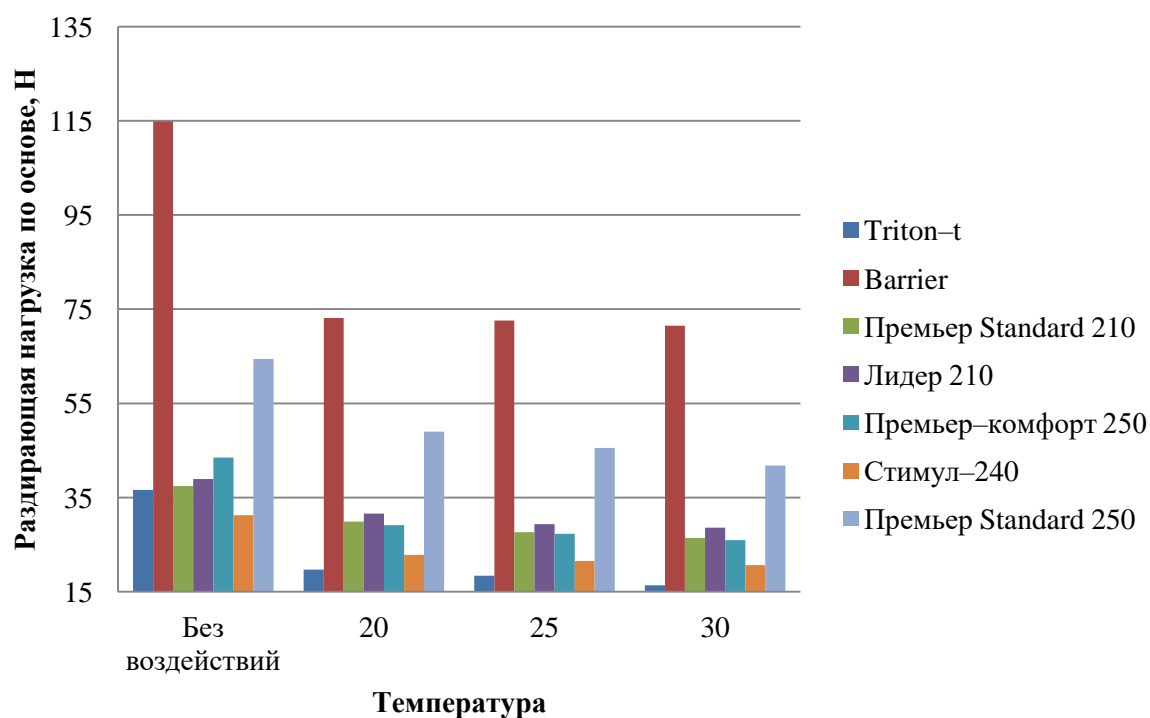


Рисунок 35 – Зависимость раздражающей нагрузки тканей по основе при воздействии 10% соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды

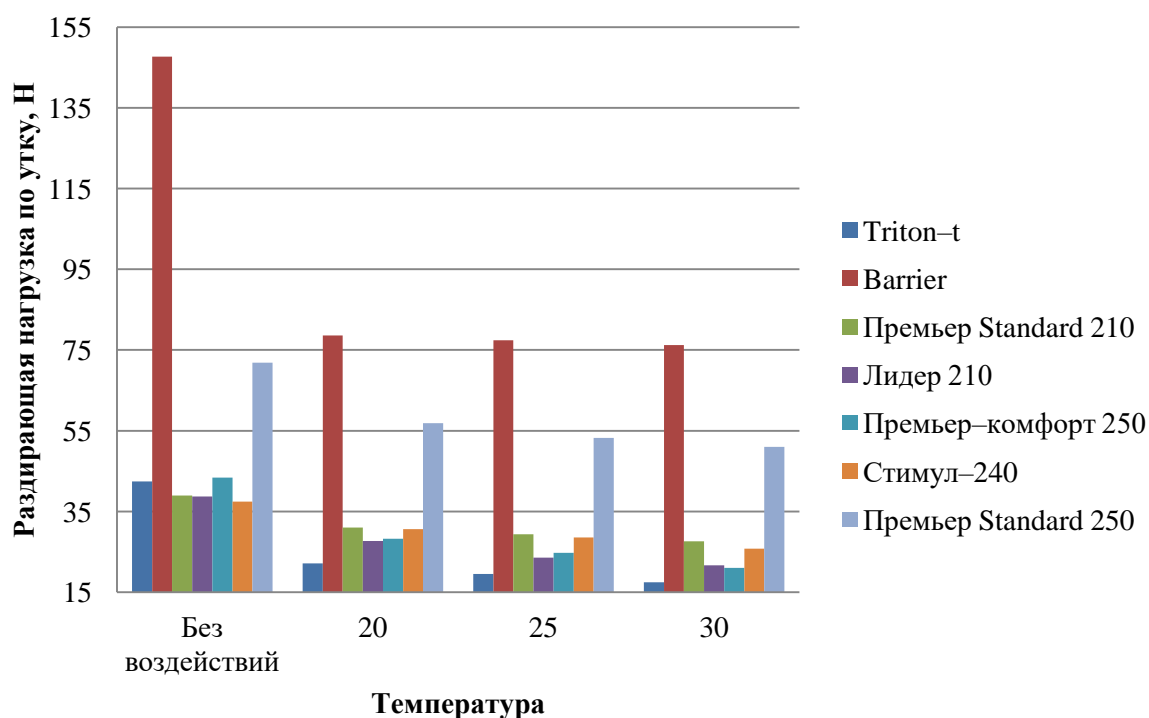


Рисунок 36 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по углу при воздействии 10% соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды

Проанализировав данные представленные на рисунках 35 и 36, можно сделать вывод, что по раздирающей нагрузке наилучшим материалом для защиты от воздействия соляной кислоты при разной температуре окружающей среды является ткань Barrier, а наихудшим – ткань Triton-t.

В таблице 38 и на рисунках 37, 38 приведены результаты потери прочности материала при раздирании после воздействия соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды.

Таблица 38 – Влияние соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды на потерю прочности материала, %

Ткань	Кислота / Щелочь	Основа / уток	Температура		
			Повышение температуры		
			20	25	30
1	2	3	4	5	6
Triton-t	HCL, 5%	Основа	37%	38%	41%
		Уток	40%	42%	44%
	HCL, 10%	Основа	46%	50%	55%
		Уток	48%	54%	59%
Barrier	HCL, 5%	Основа	24%	25%	26%
		Уток	31%	32%	33%

Окончание таблицы 38

1	2	3	4	5	6
Barrier	HCL, 10%	Основа	36%	37%	38%
		Уток	47%	48%	48%
Премьер Standard 210	HCL, 5%	Основа	11%	17%	22%
		Уток	13%	17%	22%
	HCL, 10%	Основа	20%	26%	29%
		Уток	20%	25%	29%
Лидер 210	HCL, 5%	Основа	10%	13%	16%
		Уток	17%	25%	29%
	HCL, 10%	Основа	19%	25%	26%
		Уток	28%	39%	44%
Премьер– комфорт 250	HCL, 5%	Основа	27%	31%	34%
		Уток	26%	34%	42%
	HCL, 10%	Основа	33%	37%	40%
		Уток	35%	43%	52%
Стимул–240	HCL, 5%	Основа	13%	17%	20%
		Уток	11%	15%	20%
	HCL, 10%	Основа	27%	31%	34%
		Уток	18%	24%	31%
Премьер Standard 250	HCL, 5%	Основа	12%	17%	21%
		Уток	14%	18%	21%
	HCL, 10%	Основа	24%	29%	35%
		Уток	21%	26%	29%

Зависимости потери прочности при раздирании тканей после воздействия соляной кислоты других концентраций при изменении температуры окружающей среды представлены в приложении 16.

Проанализировав данные представленные на рисунках 37 и 38, можно сделать вывод, что по раздирающей нагрузке наилучшими материалами для защиты от воздействия соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды являются ткани Лидер–210, Премьер Standard 210 и Премьер Standard 250, а наихудшим – ткань Triton–t.

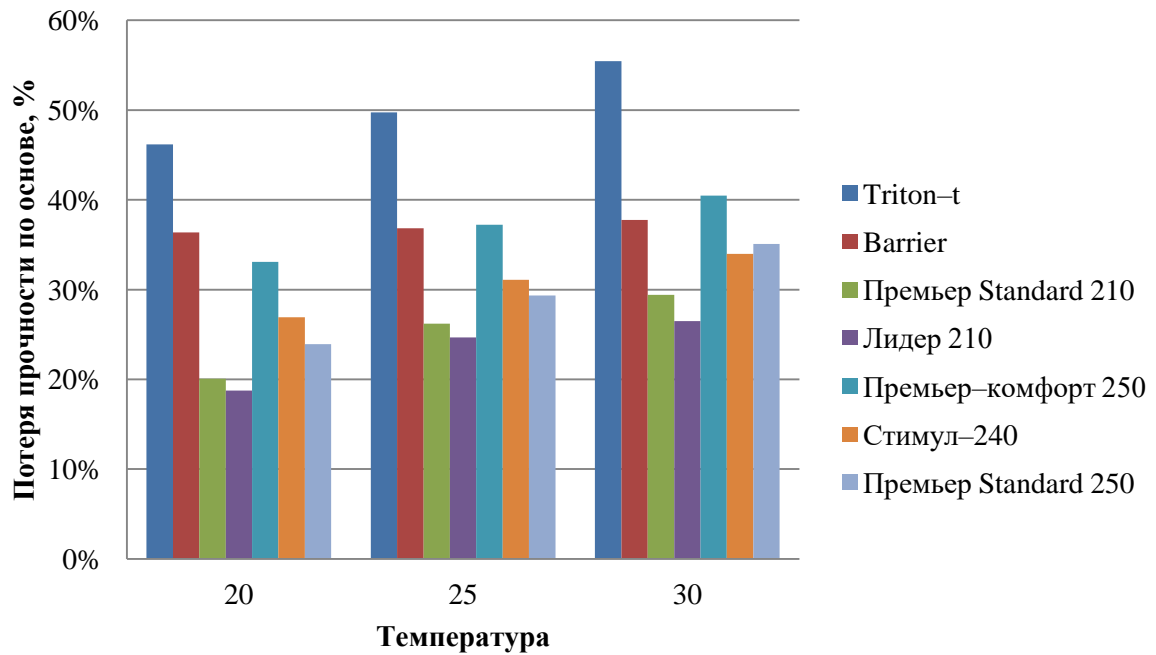


Рисунок 37 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по основе при воздействии 10% соляной кислоты

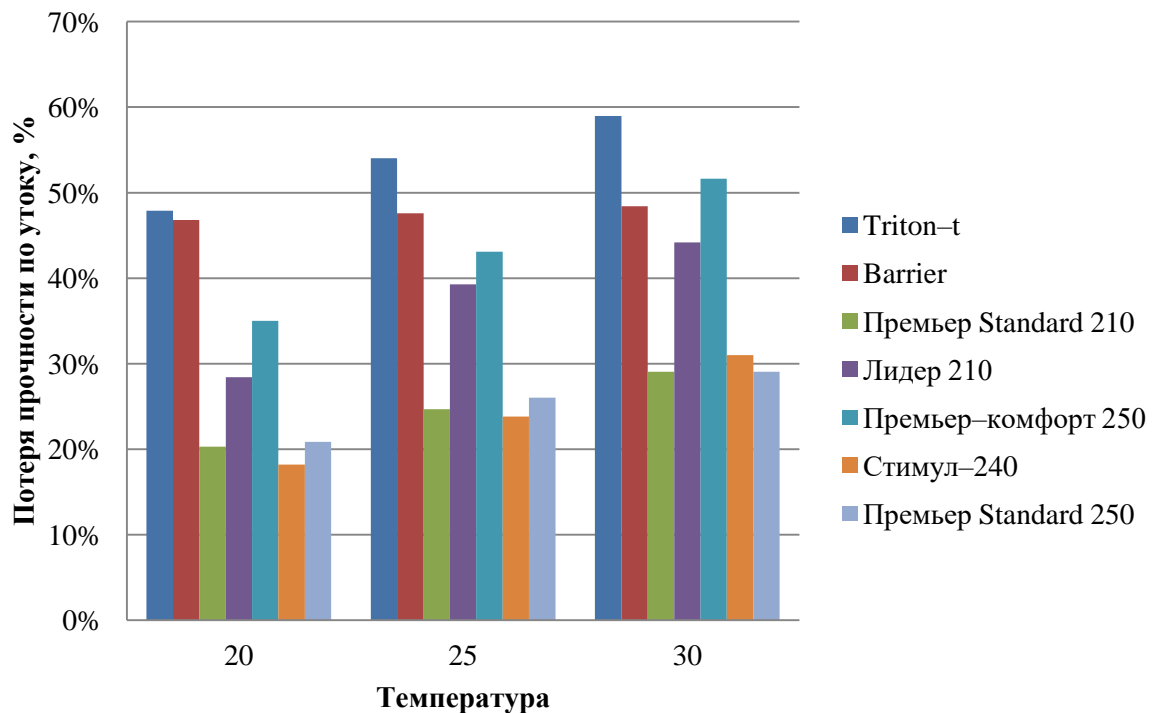


Рисунок 38 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по утку при воздействии 10% соляной кислоты

4.2. Методика определения влияния серной кислоты на механические свойства тканей с учетом изменения температуры окружающей среды

Аналогично проводились исследования влияния серной кислоты разной концентрации при изменении температуры окружающей среды на ткани специального назначения.

Образцы помещались в 1,5%, 2,5%, 5% и 10% раствор серной кислоты (H_2SO_4), на 1 неделю при определенных температурах. В качестве критерия оценки воздействия кислоты использовались разрывная и раздирающая нагрузки.

В таблице 39 приведены результаты влияния серной кислоты на разрывную нагрузку тканей при изменении температуры окружающей среды в виде среднего значения 5 элементарных проб, погрешность составляет не более 3,5%.

Таблица 39 – Влияние серной кислоты при изменении температуры окружающей среды на разрывную нагрузку тканей

Ткань	Кислота %	Наименование показателя	Основа/уток	Без воздействия	Температура		
					Повышение температуры		
				-	20	25	30
1	2	3	4	5	6	7	8
Triton-t	H_2SO_4 , 1,5%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1377	1254,0	1172,0	1104,0
			Уток	745,9	700,0	677,0	643,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	20,18	19,80	19,68	19,30
			Уток	17,23	16,88	16,69	16,36
	H_2SO_4 , 2,5%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1377	1170,0	1069,1	988,0
			Уток	745,9	671,0	643,0	597,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	20,18	19,36	18,94	18,10
			Уток	17,23	16,54	16,24	15,80
	H_2SO_4 , 5%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1377	1137,0	1022,0	960,0
			Уток	745,9	654,0	606,0	553,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	20,18	18,33	17,80	17,20
			Уток	17,23	16,11	15,73	15,20
	H_2SO_4 , 10%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1377	1063,0	954,3	895,0
			Уток	745,9	620,0	559,0	485,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	20,18	17,55	16,87	16,35
			Уток	17,23	15,80	15,45	14,73

Продолжение таблицы 39

1	2	3	4	5	6	7	8
Barrier	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1219	1200,0	1192,0	1162,0
			Уток	970,6	960,0	940,0	905,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	35,9	37,52	38,14	38,20
			Уток	38,4	40,02	41,48	42,20
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1219	1177,0	1162,0	1129,0
			Уток	970,6	936,0	910,0	882,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	35,9	38,30	39,14	39,10
			Уток	38,4	40,71	42,25	42,94
	H ₂ SO ₄ , 5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1219	1144,0	1120,0	1087,0
			Уток	970,6	907,0	880,0	845,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	35,9	39,40	39,91	39,99
			Уток	38,4	41,48	43,28	43,54
	H ₂ SO ₄ , 10%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1219	1080,0	1051,0	997,0
			Уток	970,6	864,0	798,4	779,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	35,9	40,20	40,53	40,76
			Уток	38,4	42,68	44,14	44,48
Премьер Standard 210	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1082,6	1023,0	980,0	940,0
			Уток	659,2	636,0	609,0	583,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	23,14	21,80	21,64	21,00
			Уток	25,71	23,37	22,06	21,00
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1082,6	993,0	936,0	888,0
			Уток	659,2	621,0	585,0	560,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	23,14	20,70	20,52	19,70
			Уток	25,71	22,77	21,12	20,20
	H ₂ SO ₄ , 5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1082,6	940,0	870,0	818,0
			Уток	659,2	600,0	564,0	533,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	23,14	19,70	19,00	18,20
			Уток	25,71	22,05	20,47	19,25
	H ₂ SO ₄ , 10%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1082,6	842,0	760,0	689,0
			Уток	659,2	539,0	504,0	484,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	23,14	18,70	18,14	16,70
			Уток	25,71	21,27	19,80	18,24
Лидер 210	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1202	1134,0	1087,0	1014,0
			Уток	897,6	853,0	835,0	825,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	22,51	21,40	21,30	21,00
			Уток	24,89	21,72	20,94	20,60
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1202	1094,0	1029,0	964,0
			Уток	897,6	827,0	804,0	789,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	22,51	20,30	19,70	19,10
			Уток	24,89	20,64	19,53	19,20
	H ₂ SO ₄ , 5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1202	1049,0	977,0	909,0
			Уток	897,6	794,0	766,0	745,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	22,51	19,10	18,30	17,40
			Уток	24,89	19,64	18,70	17,80
	H ₂ SO ₄ , 10%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1202	900,0	830,0	775,0
			Уток	897,6	699,0	663,0	634,0

Продолжение таблицы 39

1	2	3	4	5	6	7	8
Лидер 210	H ₂ SO ₄ , 10%	Разрывное уд- линение, мм	Основа	22,51	18,20	17,00	15,90
			Уток	24,89	18,79	17,86	16,70
Премьер- комфорт 250	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1039,9	923,0	893,0	866,0
			Уток	630,7	579,0	556,0	539,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	17,58	18,28	18,76	19,10
			Уток	27,44	23,75	22,78	22,42
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1039,9	872,0	845,0	827,0
			Уток	630,7	568,0	540,0	520,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	17,58	19,06	19,42	19,93
			Уток	27,44	23,15	22,17	21,57
	H ₂ SO ₄ , 5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1039,9	782,0	742,0	712,0
			Уток	630,7	529,0	503,0	481,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	17,58	19,73	20,12	20,76
			Уток	27,44	22,36	21,00	20,25
	H ₂ SO ₄ , 10%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1039,9	691,0	649,0	622,0
			Уток	630,7	495,0	468,0	448,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	17,58	20,40	20,84	21,53
			Уток	27,44	21,46	20,40	19,40
Стимул- 240	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1144	1112,0	1067,0	1020,0
			Уток	657,2	642,0	616,0	596,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	31,54	33,40	34,20	34,60
			Уток	33,94	34,93	35,50	35,91
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1144	1079,0	1032,0	986,0
			Уток	657,2	633,0	605,0	584,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	31,54	34,00	34,67	35,14
			Уток	33,94	35,65	36,20	36,63
	H ₂ SO ₄ , 5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1144	1036,0	976,0	927,0
			Уток	657,2	626,0	590,0	566,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	31,54	34,71	35,14	35,52
			Уток	33,94	36,31	37,00	37,40
	H ₂ SO ₄ , 10%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1144	940,0	873,0	836,0
			Уток	657,2	592,0	545,0	520,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	31,54	35,22	35,76	35,95
			Уток	33,94	37,03	37,67	38,20
Премьер Standard 250	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1810	1765,0	1748,0	1726,0
			Уток	1015	996,0	987,0	978,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	38,24	39,48	39,69	39,82
			Уток	31,82	33,39	33,89	33,65
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1810	1748,0	1730,0	1709,0
			Уток	1015	978,0	963,0	957,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	38,24	40,30	40,31	40,80
			Уток	31,82	34,33	34,52	34,80
	H ₂ SO ₄ , 5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1810	1724,0	1697,0	1676,0
			Уток	1015	961,0	942,0	928,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	38,24	40,99	41,26	41,67
			Уток	31,82	35,11	35,20	35,79

Окончание таблицы 39

1	2	3	4	5	6	7	8
Премьер Standard 250	H ₂ SO ₄ , 10%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1810	1665,0	1626,0	1600,0
			Уток	1015	914,0	883,0	864,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	38,24	41,78	41,96	42,40
			Уток	31,82	36,07	36,30	36,61

Как видно из результатов, на скорость разрушения материала влияет температура вещества, в данном случае при помещении в концентрированный раствор серной кислоты при низкой температуре можно заметить, что натуральные волокна становятся прозрачными намного медленнее, чем при высоких температурах. Выдерживая материал одно и то же время при разных температурах, можно наблюдать, что при низкой температуре, прозрачность материала достигается значительно дольше, чем при высоких температурах. После нейтрализации серной кислоты они становятся однородной массой, а после сушки только часть материала разрушается.

На рисунках 39, 40 представлены диаграммы разрывной нагрузки тканей специального назначения при воздействии серной кислоты от изменения температуры окружающей среды.

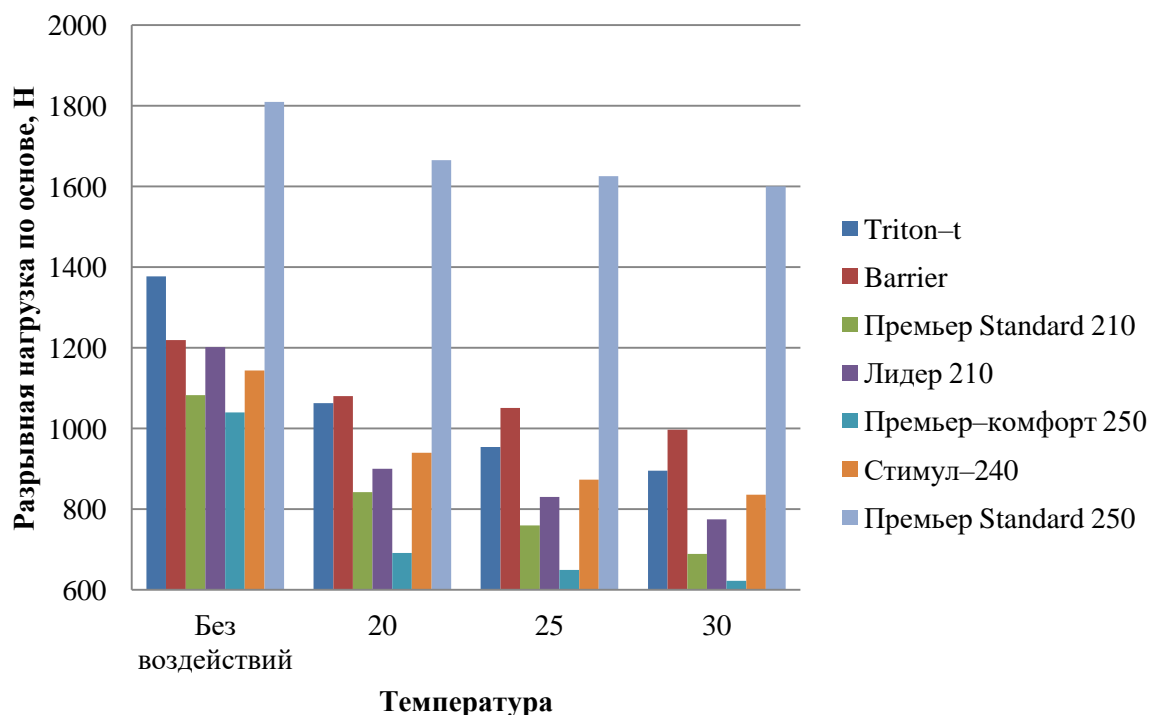


Рисунок 39 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе при воздействии 10% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

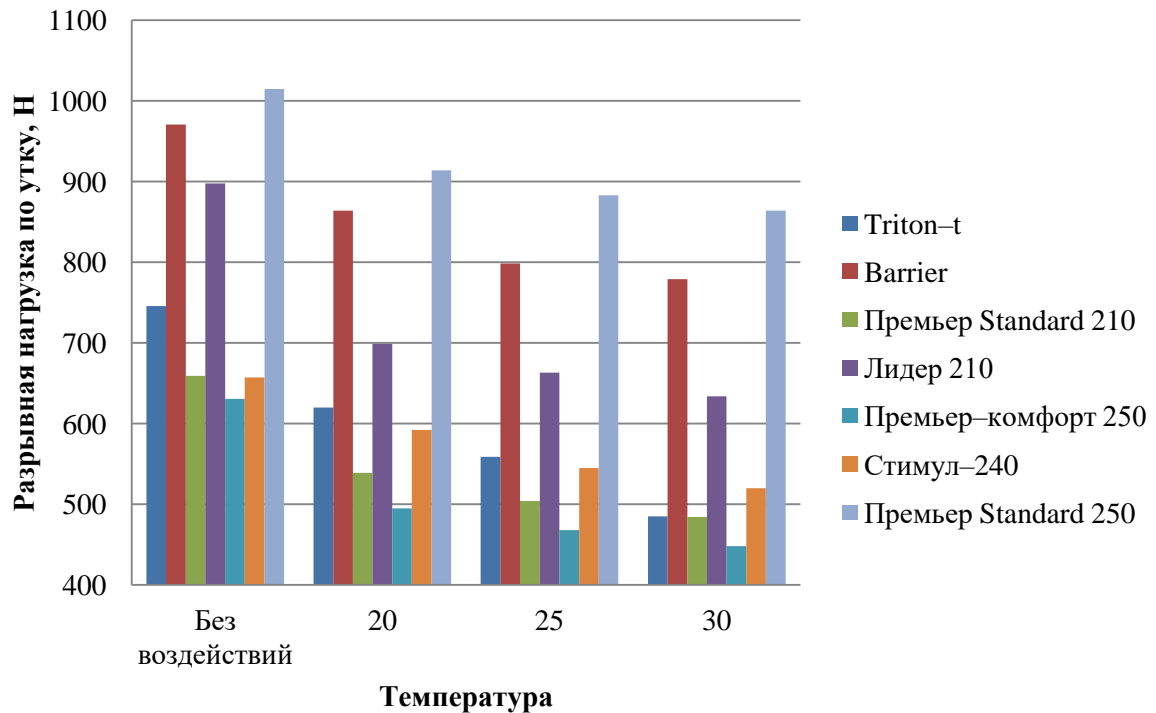


Рисунок 40 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку при воздействии 10% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

Зависимости разрывной нагрузки тканей после воздействия серной кислоты других концентраций при изменении температуры окружающей среды представлены в приложении 17.

Проанализировав данные на рисунках 39 и 40, можно сделать вывод, что наилучшим материалом для защиты от действия серной кислоты при разной температуре окружающей среды является ткань Премьер Standard 250, а наихудшим – ткань Премьер-комфорт 250.

Чтобы полностью оценить разрушающий эффект по разрывной нагрузке была рассчитана потеря прочности, которая приведена в таблице 40.

Таблица 40 – Влияние серной кислоты при изменении температуры окружающей среды на потерю прочности тканей, %

Ткань	Кислота / Щелочь	Основа / уток	Температура		
			Повышение температуры		
			20	25	30
1	2	3	4	5	6
Triton-t	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	9%	15%	20%
		Уток	6%	9%	14%

Продолжение таблицы 40

1	2	3	4	5	6
Triton-t	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	15%	22%	28%
		УТОК	10%	14%	20%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	17%	26%	30%
		УТОК	12%	19%	26%
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	23%	31%	35%
		УТОК	17%	25%	35%
Barrier	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	2%	2%	5%
		УТОК	1%	3%	7%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	3%	5%	7%
		УТОК	4%	6%	9%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	6%	8%	11%
		УТОК	7%	9%	13%
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	11%	14%	18%
		УТОК	11%	18%	20%
Премьер Standard 210	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	6%	9%	13%
		УТОК	4%	8%	12%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	8%	14%	18%
		УТОК	6%	11%	15%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	13%	20%	24%
		УТОК	9%	14%	19%
H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	22%	30%	36%	
	УТОК	18%	24%	27%	
Лидер 210	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	6%	10%	16%
		УТОК	5%	7%	8%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	9%	14%	20%
		УТОК	8%	10%	12%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	13%	19%	24%
		УТОК	12%	15%	17%
H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	25%	31%	36%	
	УТОК	22%	26%	29%	
Премьер-комфорт 250	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	11%	14%	17%
		УТОК	8%	12%	15%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	16%	19%	20%
		УТОК	10%	14%	18%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	25%	29%	32%
		УТОК	16%	20%	24%

Окончание таблицы 40

1	2	3	4	5	6
Премьер–комфорт 250	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	34%	38%	40%
		Уток	22%	26%	29%
Стимул–240	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	3%	7%	11%
		Уток	2%	6%	9%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	6%	10%	14%
		Уток	4%	8%	11%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	9%	15%	19%
		Уток	5%	10%	14%
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	18%	24%	27%
		Уток	10%	17%	21%
Премьер Standard 250	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	2%	3%	5%
		Уток	2%	3%	4%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	3%	4%	6%
		Уток	4%	5%	6%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	5%	6%	7%
		Уток	5%	7%	9%
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	8%	10%	12%
		Уток	10%	13%	15%

Зависимости потери прочности при разрыве тканей после воздействия серной кислоты других концентраций при изменении температуры окружающей среды представлены в приложении 18.

Проанализировав данные представленные на рисунках 41 и 42, можно отметить, что наилучшим материалом для защиты от данного реактива является ткань Премьер Standard 250, а наихудшими – ткани Triton–t и Премьер–комфорт 250.

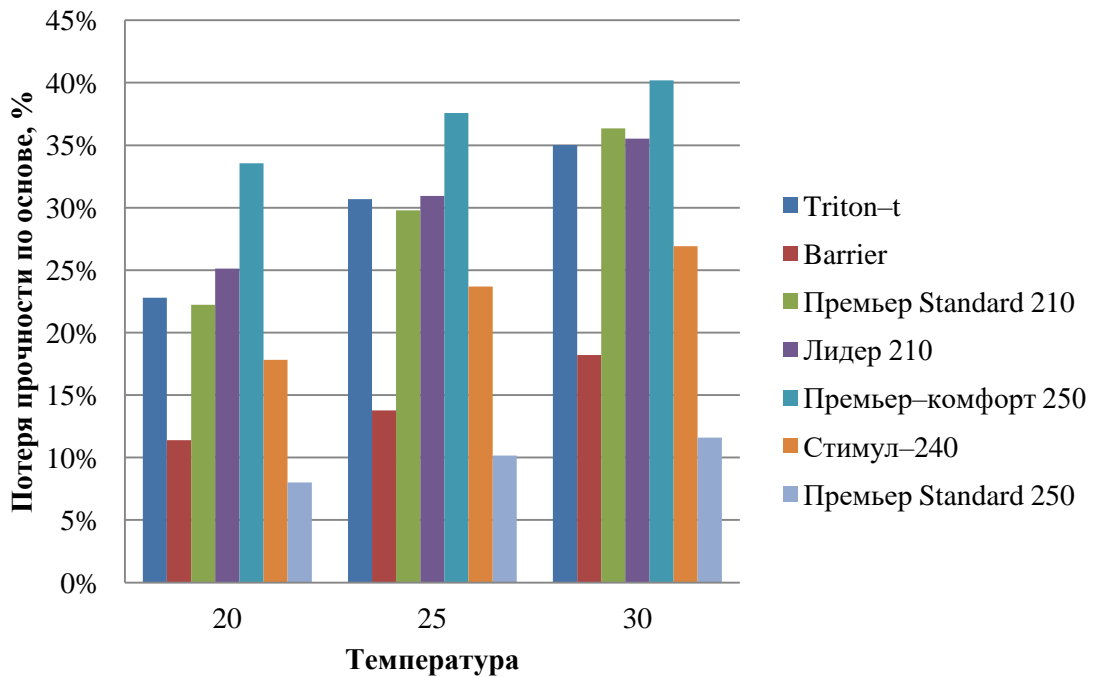


Рисунок 41 – Зависимость потери прочности тканей по основе при воздействии 10% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

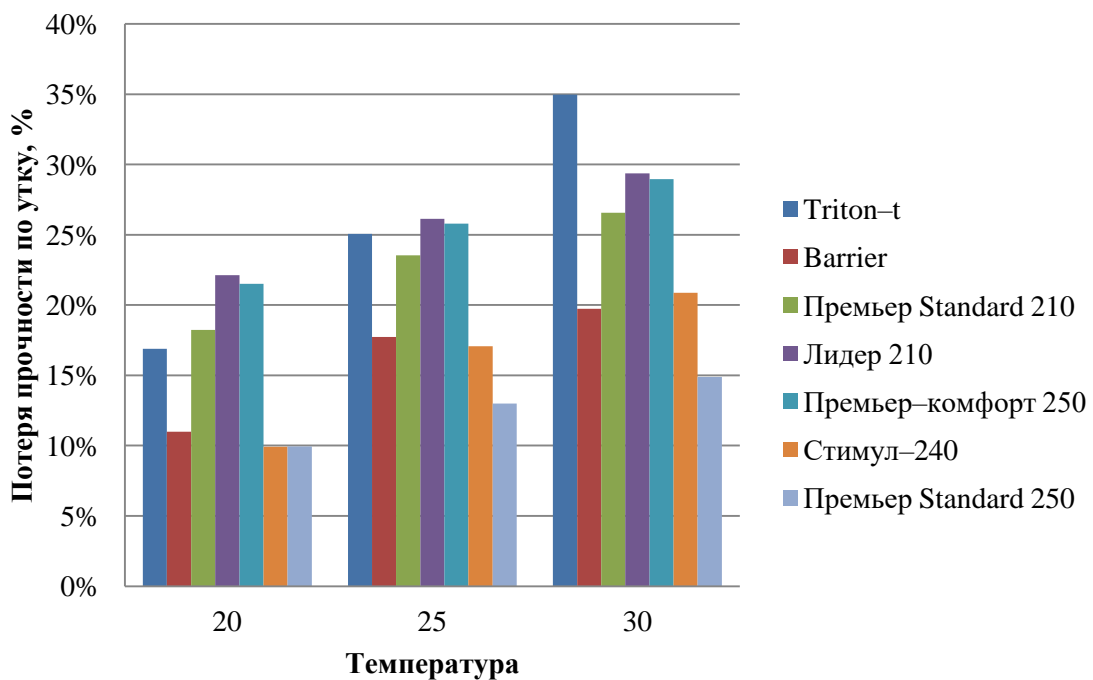


Рисунок 42 – Зависимость потери прочности тканей по утку при воздействии 10% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

В таблице 41 приведены результаты влияния серной кислоты на раздражающую нагрузку тканей при разных температурах окружающей среды в виде среднего значения по 3 элементарным пробам по основе и 4 пробам по утку, погрешность составляет не более 3,5%.

Таблица 41 – Влияние серной кислоты при изменении температуры окружающей среды на раздражающую нагрузку тканей, Н

Ткань	Кислота	Основа / уток	Без воз- действий	Температура			
				Повышение температуры			
				20	25	30	
1	2	3	4	5	6	7	
Triton-t	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	36,6	29,4	28,8	26,2	
		УТОК	42,4	32,6	31,4	28,9	
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	36,6	28,3	26,9	25,1	
		УТОК	42,4	30,8	29,3	27,4	
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	36,6	26,4	24,9	22,4	
		УТОК	42,4	27,5	26,3	24,8	
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	36,6	21,9	21,1	18,4	
		УТОК	42,4	23,9	22,0	20,1	
	Barrier	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	114,9	104,6	103,3	102,1
			УТОК	147,7	126,8	125,5	124,2
H ₂ SO ₄ , 2,5%		Основа	114,9	99,5	98,0	97,2	
		УТОК	147,7	115,3	114,5	113,7	
H ₂ SO ₄ , 5%		Основа	114,9	91,7	90,9	89,4	
		УТОК	147,7	108,2	107,6	106,0	
H ₂ SO ₄ , 10%		Основа	114,9	81,7	80,5	79,6	
		УТОК	147,7	93,8	92,0	91,3	
Премьер Standard 210		H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	37,4	36,5	34,6	32,6
			УТОК	38,9	37,7	35,5	34,0
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	37,4	35,6	33,6	31,6	
		УТОК	38,9	36,1	33,9	32,4	
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	37,4	34,5	32,3	30,4	
		УТОК	38,9	34,8	33,0	31,5	
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	37,4	31,1	28,7	27,5	
		УТОК	38,9	31,9	30,1	28,6	
Лидер 210	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	38,9	38,0	37,5	36,6	
		УТОК	38,7	36,6	34,8	33,4	
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	38,9	37,3	36,6	35,4	
		УТОК	38,7	35,0	33,0	31,6	
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	38,9	36,1	35,1	33,9	
		УТОК	38,7	33,4	31,0	29,4	
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	38,9	32,7	31,1	30,3	
		УТОК	38,7	29,6	25,9	23,5	
Премьер- комфорт 250	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	43,5	37,6	35,9	34,7	
		УТОК	43,4	38,5	36,5	33,5	
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	43,5	34,5	33,0	31,6	
		УТОК	43,4	35,7	33,1	29,7	

Окончание таблицы 41

1	2	3	4	5	6	7
Премьер– комфорт 250	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	43,5	33,5	31,6	30,2
		УТОК	43,4	34,2	30,7	27,1
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	43,5	30,6	28,8	27,3
		УТОК	43,4	30,3	26,3	23,3
Стимул–240	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	31,2	30,3	29,8	29,4
		УТОК	37,4	36,4	35,8	34,9
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	31,2	29,7	28,8	28,1
		УТОК	37,4	35,3	34,5	33,4
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	31,2	28,3	27,3	26,5
		УТОК	37,4	34,3	33,1	31,6
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	31,2	24,3	23,0	22,0
		УТОК	37,4	31,8	29,8	27,3
Премьер Standard 250	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	64,4	63,0	62,0	60,1
		УТОК	71,9	69,0	67,0	66,0
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	64,4	61,4	60,0	57,1
		УТОК	71,9	66,7	63,4	62,1
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	64,4	58,9	57,0	54,0
		УТОК	71,9	64,0	61,0	59,1
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	64,4	52,3	48,4	45,0
		УТОК	71,9	58,6	55,1	52,9

Зависимости раздражающей нагрузки тканей после воздействия серной кислоты других концентраций при изменении температуры окружающей среды представлены в приложении 19.

Проанализировав данные представленные на рисунках 43 и 44, можно сделать вывод, что по раздражающей нагрузке наилучшим материалом для защиты от воздействия серной кислоты при разной температуре окружающей среды является ткань Barrier, а наихудшим ткань Triton-t.

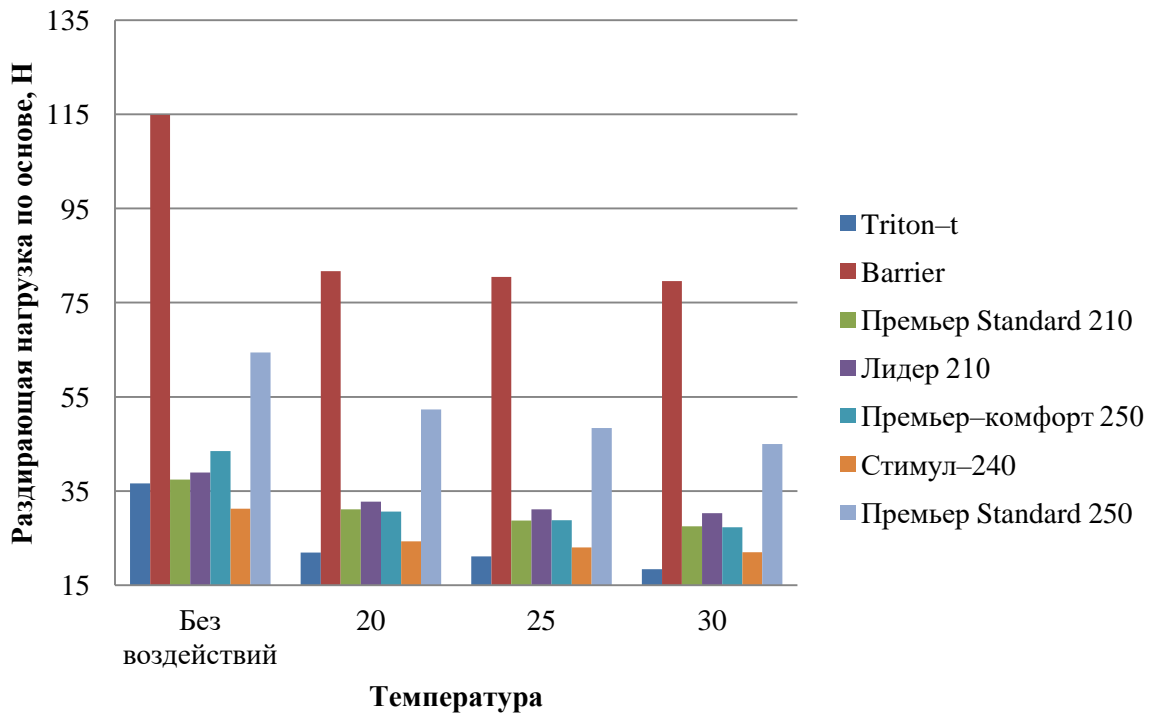


Рисунок 43 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по основе при воздействии 10% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

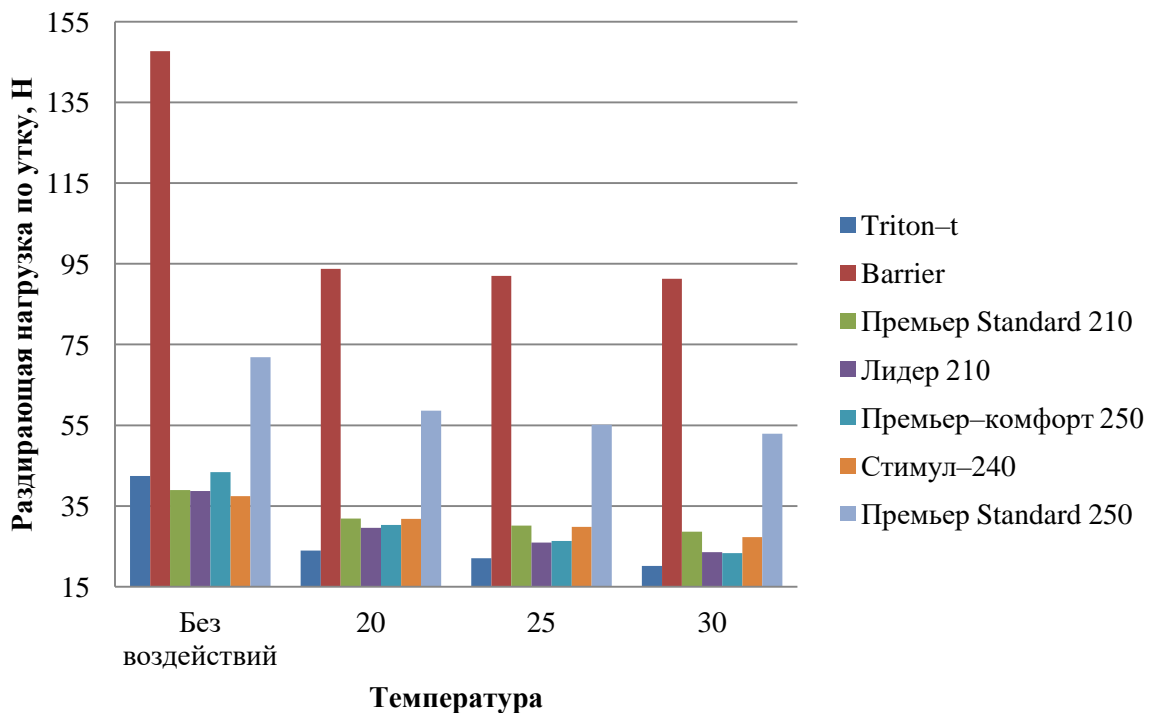


Рисунок 44 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по утку при воздействии 10% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

Что бы полностью оценить разрушающий эффект по раздирающей нагрузке была рассчитана потеря прочности которая приведена в таблице 42.

Таблица 42 – Влияние серной кислоты при изменении температуры окружающей среды на потерю прочности тканей, %

Ткань	Кислота	Основа / уток	Температура		
			Повышение температуры		
			20	25	30
1	2	3	4	5	6
Triton-t	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	20%	21%	28%
		Уток	23%	26%	32%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	23%	27%	31%
		Уток	27%	31%	35%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	28%	32%	39%
		Уток	35%	38%	42%
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	40%	42%	50%
		Уток	44%	48%	53%
Barrier	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	9%	10%	11%
		Уток	14%	15%	16%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	13%	15%	15%
		Уток	22%	22%	23%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	20%	21%	22%
		Уток	27%	27%	28%
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	29%	30%	31%
		Уток	36%	38%	38%
Премьер Standard 210	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	2%	7%	13%
		Уток	3%	9%	13%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	5%	10%	16%
		Уток	7%	13%	17%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	8%	14%	19%
		Уток	11%	15%	19%
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	17%	23%	26%
		Уток	18%	23%	26%
Лидер 210	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	2%	4%	6%
		Уток	5%	10%	14%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	4%	6%	9%
		Уток	10%	15%	18%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	7%	10%	13%
		Уток	14%	20%	24%
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	16%	20%	22%
		Уток	24%	33%	39%

Окончание таблицы 42

1	2	3	4	5	6
Премьер– комфорт 250	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	14%	17%	20%
		Уток	11%	16%	23%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	21%	24%	27%
		Уток	18%	24%	32%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	23%	27%	31%
		Уток	21%	29%	38%
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	30%	34%	37%
		Уток	30%	39%	46%
Стимул–240	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	3%	4%	6%
		Уток	3%	4%	7%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	5%	8%	10%
		Уток	6%	8%	11%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	9%	13%	15%
		Уток	8%	11%	16%
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	22%	26%	29%
		Уток	15%	20%	27%
Премьер Standard 250	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	2%	4%	7%
		Уток	4%	7%	8%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	5%	7%	11%
		Уток	7%	12%	14%
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	9%	11%	16%
		Уток	11%	15%	18%
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	19%	25%	30%
		Уток	18%	23%	26%

Зависимости потери прочности при раздирании тканей после воздействия серной кислоты других концентраций при изменении температуры окружающей среды представлены в приложении 20.

Проанализировав данные представленные на рисунках 45 и 46, можно сделать вывод, что по раздирающей нагрузке наилучшими материалами для защиты от воздействия серной кислоты при изменении температуры окружающей среды являются ткани Лидер–210, Премьер Standard 210, Премьер Standard 250 и Стимул–240, а наихудшим – ткань Triton–t.

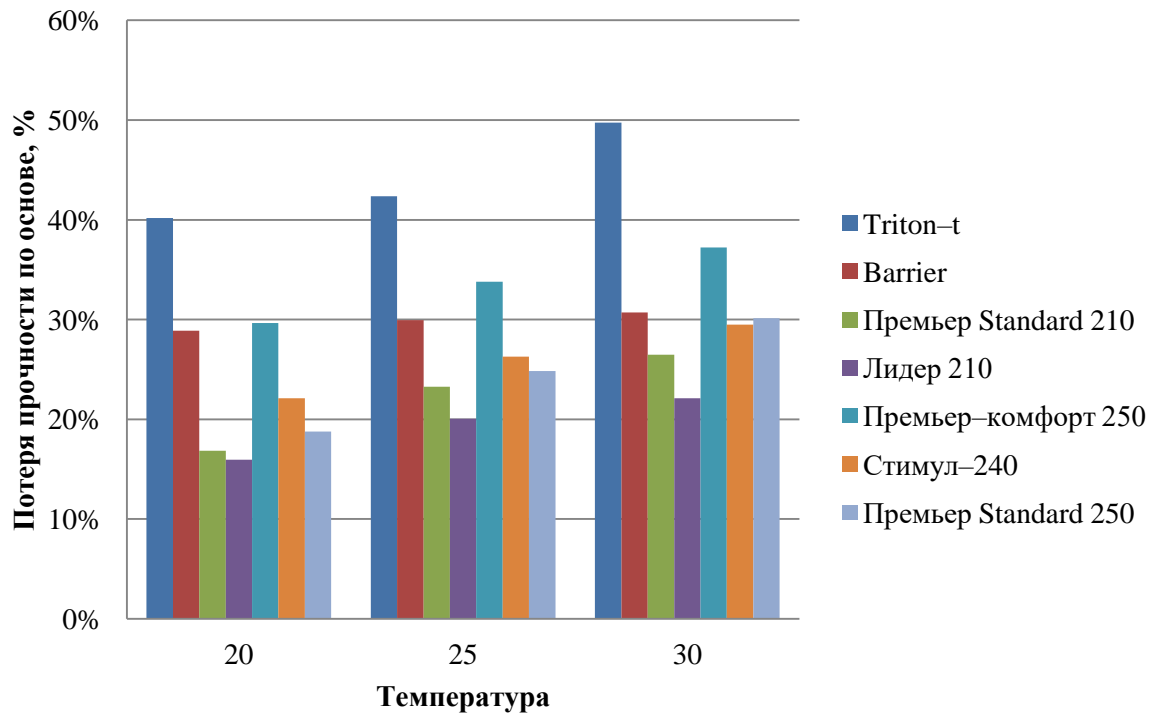


Рисунок 45 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по основе при воздействии 10% серной кислоты

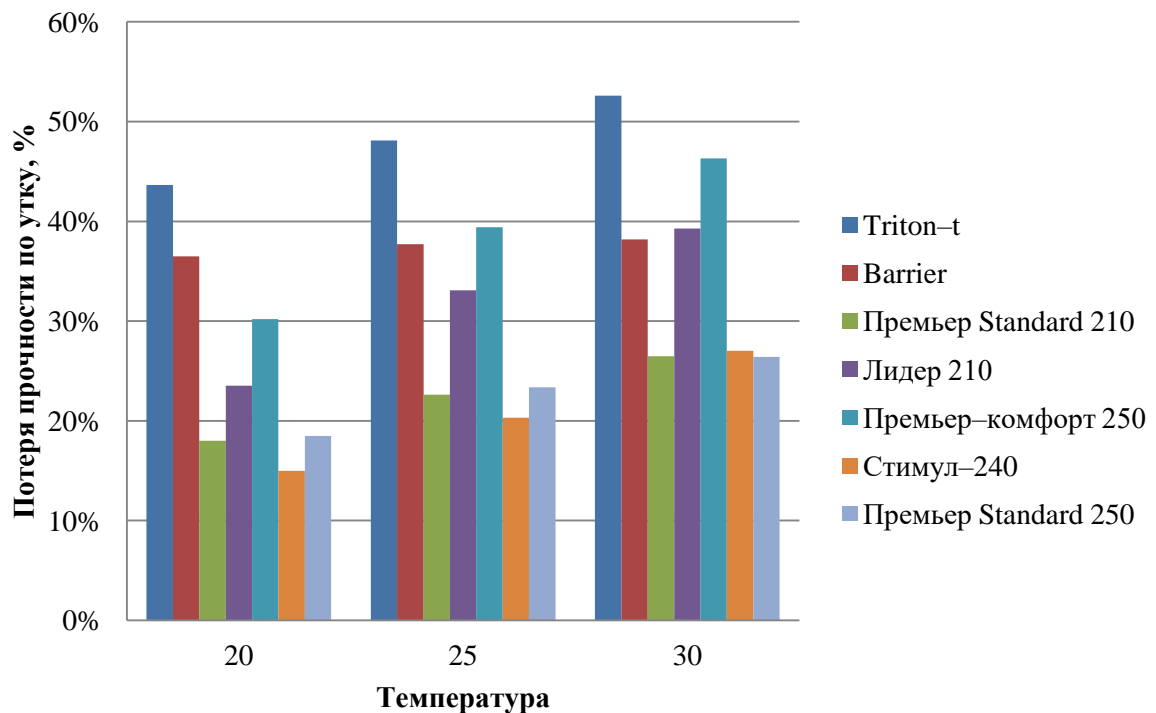


Рисунок 46 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по утку при воздействии 10% серной кислоты

4.3. Методика определения влияния гидроксида натрия с учетом изменения окружающей среды на механические свойства тканей

Аналогично проводились исследования влияния гидроксида натрия разной концентрации при изменении температуры окружающей среды на ткани специального назначения.

Образцы помещались в 1,5%, 2,5%, 5% и 10% раствор гидроксида натрия (NaOH), на 1 неделю при определенных температурах. В качестве критерия оценки воздействия щелочи использовались разрывная и раздирающая нагрузки.

В таблице 43 приведены результаты влияния гидроксида натрия на разрывную нагрузку тканей при изменении температуры окружающей среды в виде среднего значения 5 элементарных проб, погрешность составляет не более 3,5%.

Таблица 43 – Влияние гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды на разрывную нагрузку тканей

Ткань	Щелочь	Наименование показателя	Основа/уток	Без воздействия	Температура		
					Повышение температуры		
				-	20	25	30
1	2	3	4	5	6	7	8
Triton-t	NaOH, 1,5%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1377,0	1345,0	1293,0	1234,0
			Уток	745,9	738,0	718,0	691,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	20,18	24,70	27,24	27,90
			Уток	17,23	18,80	20,54	20,70
	NaOH, 2,5%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1377,0	1320,0	1258,0	1200,0
			Уток	745,9	728,0	707,0	677,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	20,18	23,40	25,75	26,40
			Уток	17,23	18,40	20,14	20,31
	NaOH, 5%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1377,0	1293,0	1220,0	1163,0
			Уток	745,9	715,0	696,0	666,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	20,18	22,50	24,00	24,60
			Уток	17,23	18,04	19,80	19,88
	NaOH, 10%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1377,0	1220,0	1140,0	1070,0
			Уток	745,9	686,0	655,0	623,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	20,18	21,60	23,31	23,80
			Уток	17,23	17,80	19,40	19,63

Продолжение таблицы 43

1	2	3	4	5	6	7	8
Barrier	NaOH, 1,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1219,0	982,0	940,0	894,0
			Уток	970,6	712,0	663,0	620,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	35,90	32,65	30,60	30,02
			Уток	38,40	34,60	32,10	30,60
	NaOH, 2,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1219,0	936,0	894,0	828,0
			Уток	970,6	680,0	632,0	598,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	35,90	31,64	29,71	29,09
			Уток	38,40	33,93	31,20	29,90
	NaOH, 5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1219,0	894,0	849,0	795,0
			Уток	970,6	652,0	606,0	575,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	35,90	30,80	28,24	28,01
			Уток	38,40	33,07	30,00	28,90
NaOH, 10%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1219,0	855,0	795,0	750,0	
		Уток	970,6	596,0	555,0	532,0	
	Разрывное уд- линение, мм	Основа	35,90	29,56	27,09	26,70	
		Уток	38,40	31,80	28,50	27,30	
Премьер Standard 210	NaOH, 1,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1082,6	876,0	791,0	725,0
			Уток	659,2	563,0	523,0	503,0
	NaOH, 1,5%	Разрывное уд- линение, мм	Основа	23,14	24,90	26,59	27,10
			Уток	25,71	26,80	27,70	28,70
	NaOH, 2,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1082,6	755,0	677,0	614,0
			Уток	659,2	492,0	455,0	427,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	23,14	25,80	27,62	28,10
			Уток	25,71	27,44	28,15	29,36
	NaOH, 5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1082,6	716,0	629,0	578,0
			Уток	659,2	461,0	424,0	391,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	23,14	26,80	28,75	29,20
			Уток	25,71	27,99	28,70	29,84
NaOH, 10%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1082,6	665,0	590,0	542,0	
		Уток	659,2	437,0	398,0	364,0	
	Разрывное уд- линение, мм	Основа	23,14	28,00	29,70	30,60	
		Уток	25,71	28,60	29,55	30,60	
Лидер 210	NaOH, 1,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1202,0	950,0	874,0	820,0
			Уток	897,6	730,0	699,0	668,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	22,51	25,30	26,10	27,30
			Уток	24,89	26,28	27,64	28,00
	NaOH, 2,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1202,0	816,0	737,0	675,0
			Уток	897,6	634,0	588,0	565,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	22,51	26,50	27,10	28,50
			Уток	24,89	26,80	28,10	29,30
	NaOH, 5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1202,0	771,0	689,0	613,0
			Уток	897,6	606,0	560,0	526,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	22,51	27,40	28,00	29,60
			Уток	24,89	27,52	29,10	30,30

Продолжение таблицы 43

1	2	3	4	5	6	7	8
Лидер 210	NaOH, 10%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1202,0	733,0	640,0	569,0
			Уток	897,6	570,0	526,0	506,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	22,51	28,20	29,20	30,90
			Уток	24,89	29,00	30,56	31,50
Премьер- комфорт 250	NaOH, 1,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1039,9	1017,0	995,0	953,0
			Уток	630,7	614,0	602,0	590,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	17,58	16,20	15,94	15,60
			Уток	27,44	29,00	29,38	29,70
	NaOH, 2,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1039,9	980,0	965,0	923,0
			Уток	630,7	602,0	587,0	574,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	17,58	15,65	15,06	14,70
			Уток	27,44	29,52	29,79	30,00
	NaOH, 5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1039,9	953,0	929,0	890,0
			Уток	630,7	592,0	574,0	559,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	17,58	14,93	14,00	13,60
			Уток	27,44	29,88	30,20	30,54
	NaOH, 10%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1039,9	827,0	797,0	770,0
			Уток	630,7	547,0	520,0	502,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	17,58	14,27	13,09	12,58
			Уток	27,44	30,42	31,12	31,32
Стимул- 240	NaOH, 1,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1144,0	964,0	909,0	862,0
			Уток	657,2	605,0	555,0	534,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	31,54	31,00	30,40	30,29
			Уток	33,94	31,52	31,20	31,00
	NaOH, 2,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1144,0	875,0	816,0	775,0
			Уток	657,2	563,0	520,0	490,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	31,54	30,72	30,20	30,00
			Уток	33,94	30,91	30,57	30,30
	NaOH, 5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1144,0	847,0	795,0	754,0
			Уток	657,2	548,0	504,0	476,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	31,54	30,46	30,00	29,73
			Уток	33,94	30,49	30,06	29,68
	NaOH, 10%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1144,0	818,0	767,0	728,0
			Уток	657,2	527,0	486,0	462,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	31,54	29,90	29,52	29,33
			Уток	33,94	30,06	29,48	29,06
Премьер Standard 250	NaOH, 1,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1810,0	1682,0	1650,0	1628,0
			Уток	1015,0	930,0	898,0	882,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	38,24	37,00	36,42	36,10
			Уток	31,82	30,20	29,55	29,20
	NaOH, 2,5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1810,0	1622,0	1574,0	1547,0
			Уток	1015,0	879,0	844,0	822,0
		Разрывное уд- линение, мм	Основа	38,24	36,45	35,98	35,49
			Уток	31,82	29,66	28,97	28,19
	NaOH, 5%	Разрывная на- грузка, Н	Основа	1810,0	1600,0	1550,0	1524,0
			Уток	1015,0	862,0	826,0	807,0

Окончание таблицы 43

1	2	3	4	5	6	7	8
Премьер Standard 250	NaOH, 5%	Разрывное удлинение, мм	Основа	38,24	36,04	35,60	35,08
			Уток	31,82	28,88	28,32	27,34
	NaOH, 10%	Разрывная нагрузка, Н	Основа	1810,0	1576,0	1527,0	1500,0
			Уток	1015,0	845,0	812,0	794,0
		Разрывное удлинение, мм	Основа	38,24	35,49	34,97	34,19
			Уток	31,82	28,27	27,50	26,72

Как видно из результатов, на скорость разрушения материала влияет температура вещества, в данном случае при помещении в концентрированный раствор гидроксида натрия при низкой температуре можно заметить, что натуральные волокна теряют свой окрас намного медленнее, чем при высоких температурах. Выдерживая материал одно и то же время при разных температурах, можно наблюдать, что при низкой температуре, вымывание краски из материала намного дольше, чем при высоких температурах. После нейтрализации гидроксида натрия они частично сохраняют свой внешний вид, а после сушки часть материала разрушается.

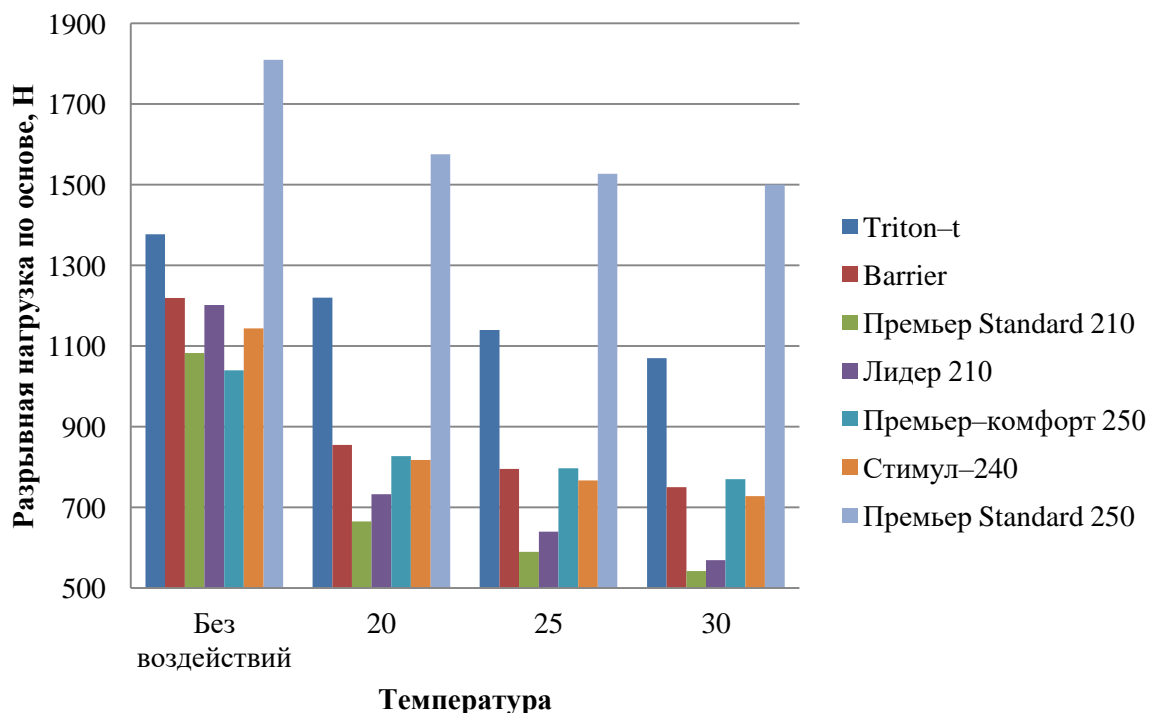


Рисунок 47 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе при воздействии 10% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

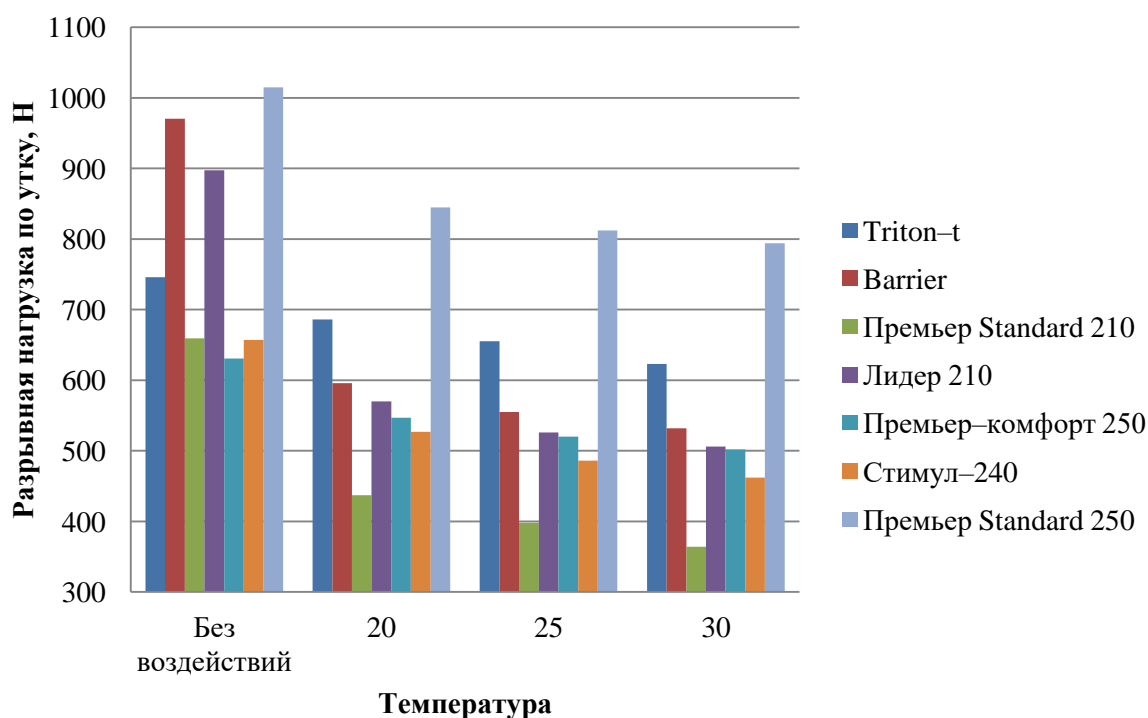


Рисунок 48 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку при воздействии 10% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

Зависимости разрывной нагрузки тканей после воздействия гидроксида натрия других концентраций при изменении температуры окружающей среды представлены в приложении 21.

Проанализировав данные на рисунках 47 и 48, можно сделать вывод, что наилучшим материалом для защиты от действия гидроксида натрия при разной температуре окружающей среды является ткань Премьер Standard 250, а наихудшим – ткань Премьер Standard 210.

Что бы полностью оценить разрушающий эффект по разрывной нагрузке была рассчитана потеря прочности которая приведена в таблице 44.

Таблица 44 – Влияние гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды на потерю прочности тканей, %

Ткань	Щелочь	Основа / уток	Температура		
			Повышение температуры		
			20	25	30
1	2	3	4	5	6
Triton-t	NaOH, 1,5%	Основа	2%	6%	10%
		Уток	1%	4%	7%

Продолжение таблицы 44

1	2	3	4	5	6
Triton-t	NaOH, 2,5%	Основа	4%	9%	13%
		Уток	2%	5%	9%
	NaOH, 5%	Основа	6%	11%	16%
		Уток	4%	7%	11%
	NaOH, 10%	Основа	11%	17%	22%
		Уток	8%	12%	16%
Barrier	NaOH, 1,5%	Основа	19%	23%	27%
		Уток	27%	32%	36%
	NaOH, 2,5%	Основа	23%	27%	32%
		Уток	30%	35%	38%
	NaOH, 5%	Основа	27%	30%	35%
		Уток	33%	38%	41%
	NaOH, 10%	Основа	30%	35%	38%
		Уток	39%	43%	45%
Премьер Standard 210	NaOH, 1,5%	Основа	19%	27%	33%
		Уток	15%	21%	24%
	NaOH, 2,5%	Основа	30%	37%	43%
		Уток	25%	31%	35%
	NaOH, 5%	Основа	34%	42%	47%
		Уток	30%	36%	41%
	NaOH, 10%	Основа	39%	46%	50%
		Уток	34%	40%	45%
Лидер 210	NaOH, 1,5%	Основа	21%	27%	32%
		Уток	19%	22%	26%
	NaOH, 2,5%	Основа	32%	39%	44%
		Уток	29%	34%	37%
	NaOH, 5%	Основа	36%	43%	49%
		Уток	32%	38%	41%
	NaOH, 10%	Основа	39%	47%	53%
		Уток	36%	41%	44%
Премьер- комфорт 250	NaOH, 1,5%	Основа	2%	4%	8%
		Уток	3%	5%	6%
	NaOH, 2,5%	Основа	6%	7%	11%
		Уток	5%	7%	9%

Окончание таблицы 44

1	2	3	4	5	6
Премьер– комфорт 250	NaOH, 5%	Основа	8%	11%	14%
		Уток	6%	9%	11%
	NaOH, 10%	Основа	20%	23%	26%
		Уток	13%	18%	20%
Стимул–240	NaOH, 1,5%	Основа	16%	21%	25%
		Уток	8%	16%	19%
	NaOH, 2,5%	Основа	24%	29%	32%
		Уток	14%	21%	25%
	NaOH, 5%	Основа	26%	31%	34%
		Уток	17%	23%	28%
NaOH, 10%	Основа	28%	33%	36%	
	Уток	20%	26%	30%	
Премьер Standard 250	NaOH, 1,5%	Основа	7%	9%	10%
		Уток	8%	12%	13%
	NaOH, 2,5%	Основа	10%	13%	15%
		Уток	13%	17%	19%
	NaOH, 5%	Основа	12%	14%	16%
		Уток	15%	19%	20%
NaOH, 10%	Основа	13%	16%	17%	
	Уток	17%	20%	22%	

Зависимости потери прочности при разрыве тканей после воздействия гидроксида натрия других концентраций при изменении температуры окружающей среды представлены в приложении 22.

Проанализировав данные представленные на рисунках 49 и 50, можно отметить, что наилучшим материалом для защиты от данного реактива являются ткани Премьер Standard 250 и Triton–t, а наихудшим – ткани Премьер Standard 210 и Barrier.

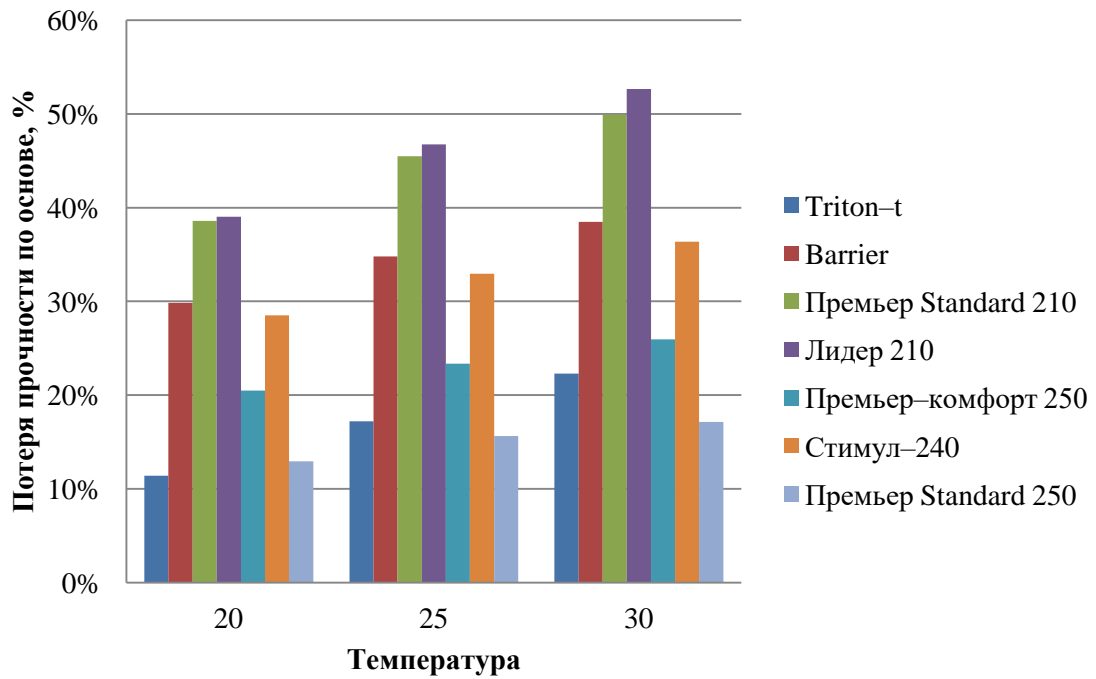


Рисунок 49 – Зависимость потери прочности тканей по основе при воздействии 10% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

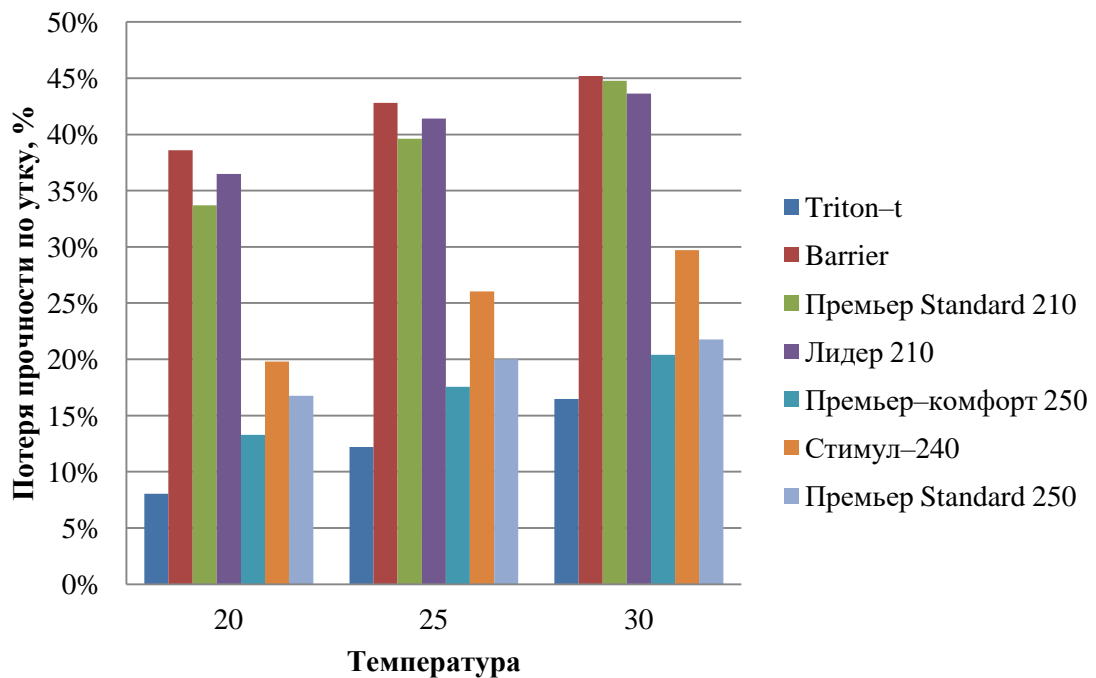


Рисунок 50 – Зависимость потери прочности тканей по утку при воздействии 10% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

В таблице 45 приведены результаты влияния гидроксида натрия на раздирающую нагрузку тканей при разных температурах окружающей среды в виде среднего значения по 3 элементарным пробам по основе и 4 пробам по утку, погрешность составляет не более 3,5%.

Таблица 45 – Влияние гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды на раздражающую нагрузку тканей, Н

Ткань	Щелочь	Основа / уток	Без воздействий	Температура			
				Повышение температуры			
				20	25	30	
1	2	3	4	5	6	7	
Triton-t	NaOH, 1,5%	Основа	36,6	35,4	34,6	33,9	
		Уток	42,4	39,5	38,4	37,8	
	NaOH, 2,5%	Основа	36,6	34,1	33,3	32,8	
		Уток	42,4	36,4	35,9	34,5	
	NaOH, 5%	Основа	36,6	32,6	31,8	31,2	
		Уток	42,4	35,2	34,5	33,7	
	NaOH, 10%	Основа	36,6	31,5	30,0	28,3	
		Уток	42,4	33,4	32,3	31,8	
	Barrier	NaOH, 1,5%	Основа	114,9	70,2	67,6	63,5
			Уток	147,7	88,2	85,4	82,4
NaOH, 2,5%		Основа	114,9	65,4	60,0	56,5	
		Уток	147,7	74,8	71,2	68,5	
NaOH, 5%		Основа	114,9	58,5	51,8	49,5	
		Уток	147,7	63,3	60,3	58,7	
NaOH, 10%		Основа	114,9	52,0	43,0	39,5	
		Уток	147,7	45,6	42,8	41,2	
Премьер Standard 210		NaOH, 1,5%	Основа	37,4	32,0	29,8	28,4
			Уток	38,9	33,0	31,1	29,4
	NaOH, 2,5%	Основа	37,4	28,9	26,6	25,7	
		Уток	38,9	29,9	28,2	26,8	
	NaOH, 5%	Основа	37,4	28,0	26,0	25,1	
		Уток	38,9	29,2	27,3	26,1	
	NaOH, 10%	Основа	37,4	27,0	25,0	24,2	
		Уток	38,9	28,2	26,4	25,3	
Лидер 210	NaOH, 1,5%	Основа	38,9	33,7	32,3	31,5	
		Уток	38,7	30,7	27,5	25,4	
	NaOH, 2,5%	Основа	38,9	30,6	28,2	27,4	
		Уток	38,7	26,0	21,8	19,4	
	NaOH, 5%	Основа	38,9	29,6	26,8	26,2	
		Уток	38,7	24,8	20,7	17,6	
	NaOH, 10%	Основа	38,9	28,3	25,5	24,8	
		Уток	38,7	22,7	18,9	16,0	

Окончание таблицы 45

1	2	3	4	5	6	7
Премьер– комфорт 250	NaOH, 1,5%	Основа	43,5	40,3	39,3	38,0
		Уток	43,4	41,7	40,4	38,2
	NaOH, 2,5%	Основа	43,5	39,4	38,3	36,8
		Уток	43,4	40,6	39,3	37,0
	NaOH, 5%	Основа	43,5	38,8	37,4	35,9
		Уток	43,4	39,5	38,0	35,6
NaOH, 10%	Основа	43,5	36,1	34,5	33,2	
	Уток	43,4	37,1	34,8	32,0	
Стимул–240	NaOH, 1,5%	Основа	31,2	25,7	24,5	23,8
		Уток	37,4	32,5	30,7	28,4
	NaOH, 2,5%	Основа	31,2	21,5	20,0	18,8
		Уток	37,4	29,3	27,3	24,3
	NaOH, 5%	Основа	31,2	20,5	18,9	17,5
		Уток	37,4	28,4	26,3	23,4
NaOH, 10%	Основа	31,2	19,3	17,7	16,3	
	Уток	37,4	27,3	24,5	21,8	
Премьер Standard 250	NaOH, 1,5%	Основа	64,4	54,5	51,0	48,0
		Уток	71,9	60,5	57,0	54,8
	NaOH, 2,5%	Основа	64,4	46,8	43,4	39,5
		Уток	71,9	53,8	50,0	47,8
	NaOH, 5%	Основа	64,4	44,5	41,6	38,0
		Уток	71,9	51,5	48,1	45,7
NaOH, 10%	Основа	64,4	42,5	38,6	36,4	
	Уток	71,9	49,4	45,7	44,0	

Зависимости раздирающей нагрузки тканей после воздействия гидроксида натрия других концентраций при изменении температуры окружающей среды представлены в приложении 23.

Проанализировав данные представленные на рисунках 51 и 52, можно сделать вывод, что по раздирающей нагрузке наилучшим материалом для защиты от воздействия гидроксида натрия при разной температуре окружающей среды являются ткани Премьер Standard 250 и Barrier, а наихудшими – ткани Лидер 210 и Стимул–240.

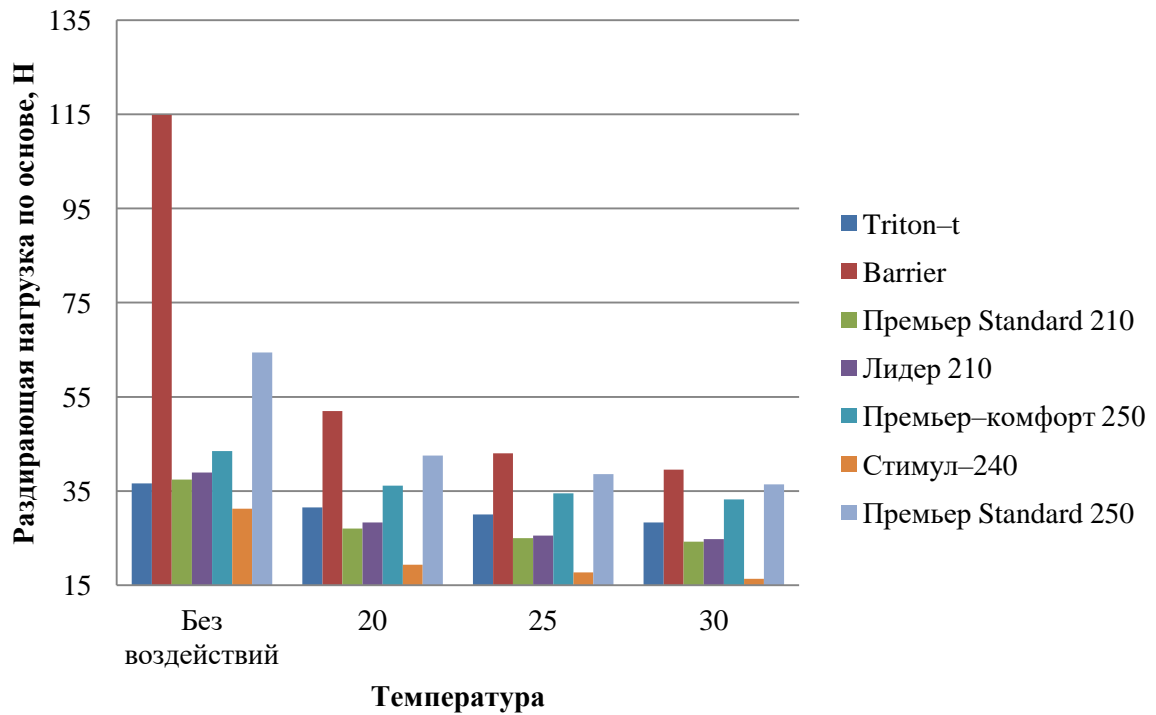


Рисунок 51 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по основе при воздействии 10% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

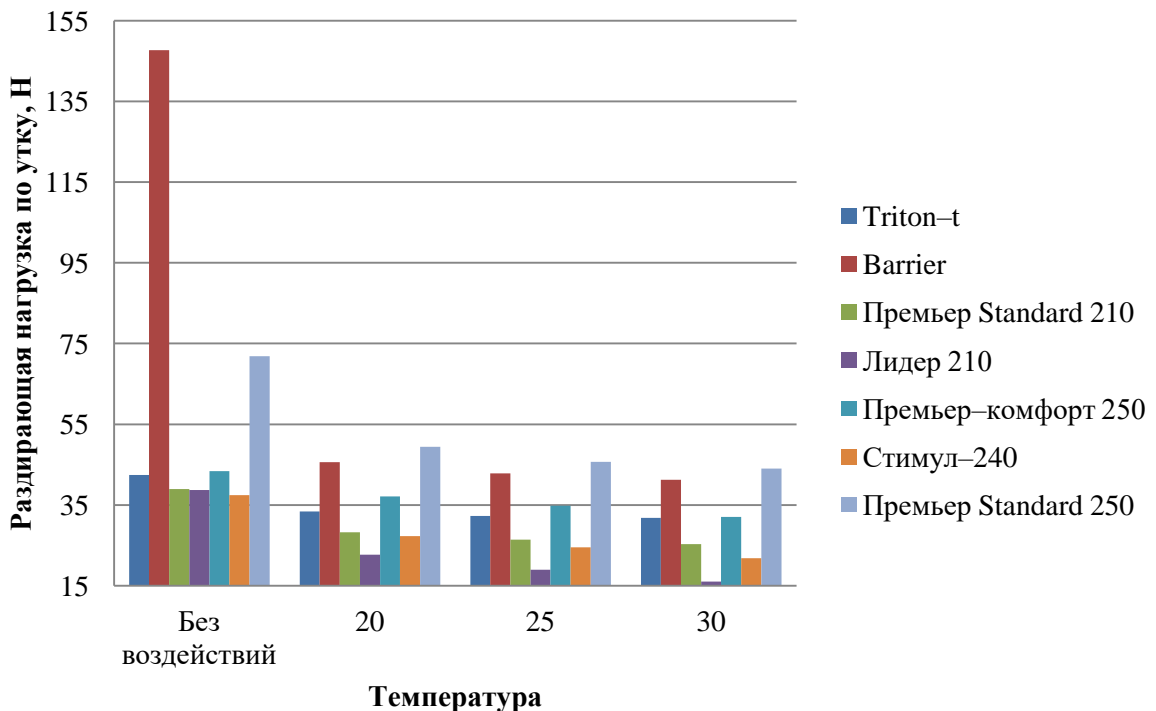


Рисунок 52 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по утку при воздействии 10% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

Что бы полностью оценить разрушающий эффект по раздирающей нагрузке была рассчитана потеря прочности, которая приведена в таблице 46.

Таблица 46 – Влияние гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды на потерю прочности тканей, %

Ткань	Щелочь	Основа / УТОК	Температура		
			Повышение температуры		
			20	25	30
1	2	4	5	6	7
Triton-t	NaOH, 1,5%	Основа	3%	5%	7%
		УТОК	7%	9%	11%
	NaOH, 2,5%	Основа	7%	9%	10%
		УТОК	14%	15%	19%
	NaOH, 5%	Основа	11%	13%	15%
		УТОК	17%	19%	21%
	NaOH, 10%	Основа	14%	18%	23%
		УТОК	21%	24%	25%
Barrier	NaOH, 1,5%	Основа	39%	41%	45%
		УТОК	40%	42%	44%
	NaOH, 2,5%	Основа	43%	48%	51%
		УТОК	49%	52%	54%
	NaOH, 5%	Основа	49%	55%	57%
		УТОК	57%	59%	60%
	NaOH, 10%	Основа	55%	63%	66%
		УТОК	69%	71%	72%
Премьер Standard 210	NaOH, 1,5%	Основа	14%	20%	24%
		УТОК	15%	20%	24%
	NaOH, 2,5%	Основа	23%	29%	31%
		УТОК	23%	28%	31%
	NaOH, 5%	Основа	25%	30%	33%
		УТОК	25%	30%	33%
	NaOH, 10%	Основа	28%	33%	35%
		УТОК	28%	32%	35%
Лидер 210	NaOH, 1,5%	Основа	13%	17%	19%
		УТОК	21%	29%	34%
	NaOH, 2,5%	Основа	21%	28%	30%
		УТОК	33%	44%	50%
	NaOH, 5%	Основа	24%	31%	33%
		УТОК	36%	47%	55%
	NaOH, 10%	Основа	27%	34%	36%
		УТОК	41%	51%	59%

Окончание таблицы 46

1	2	4	5	6	7
Премьер– комфорт 250	NaOH, 1,5%	Основа	7%	10%	13%
		Уток	4%	7%	12%
	NaOH, 2,5%	Основа	9%	12%	15%
		Уток	6%	9%	15%
	NaOH, 5%	Основа	11%	14%	17%
		Уток	9%	12%	18%
	NaOH, 10%	Основа	17%	21%	24%
		Уток	15%	20%	26%
Стимул–240	NaOH, 1,5%	Основа	18%	21%	24%
		Уток	13%	18%	24%
	NaOH, 2,5%	Основа	31%	36%	40%
		Уток	22%	27%	35%
	NaOH, 5%	Основа	34%	39%	44%
		Уток	24%	30%	37%
	NaOH, 10%	Основа	38%	43%	48%
		Уток	27%	34%	42%
Премьер Standard 250	NaOH, 1,5%	Основа	15%	21%	25%
		Уток	16%	21%	24%
	NaOH, 2,5%	Основа	27%	33%	39%
		Уток	25%	30%	34%
	NaOH, 5%	Основа	31%	35%	41%
		Уток	28%	33%	36%
	NaOH, 10%	Основа	34%	40%	43%
		Уток	31%	36%	39%

Зависимости потери прочности при раздирании тканей после воздействия гидроксида натрия других концентраций при изменении температуры окружающей среды представлены в приложении 24.

Проанализировав данные представленные на рисунках 53 и 54, можно сделать вывод, что по раздирающей нагрузке наилучшими материалами для защиты от воздействия гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды являются ткани Премьер–комфорт 250 и Triton-t, а наихудшим – ткань Barrier.

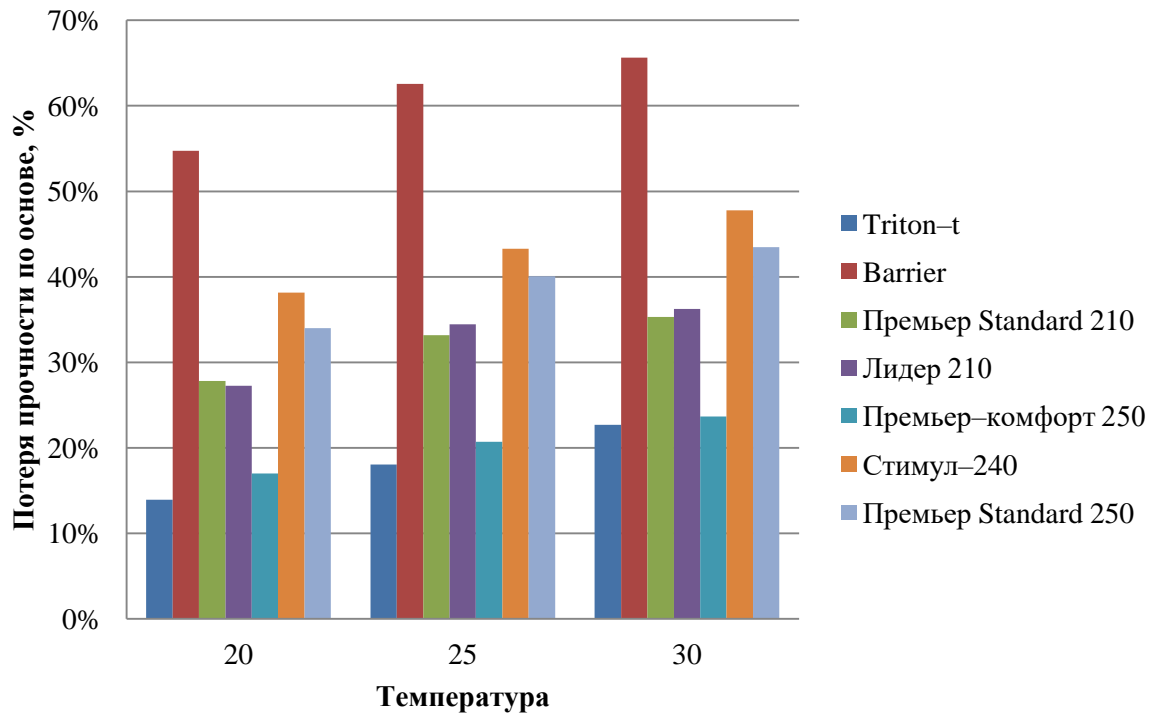


Рисунок 53 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по основе при воздействии 10% гидроксида натрия

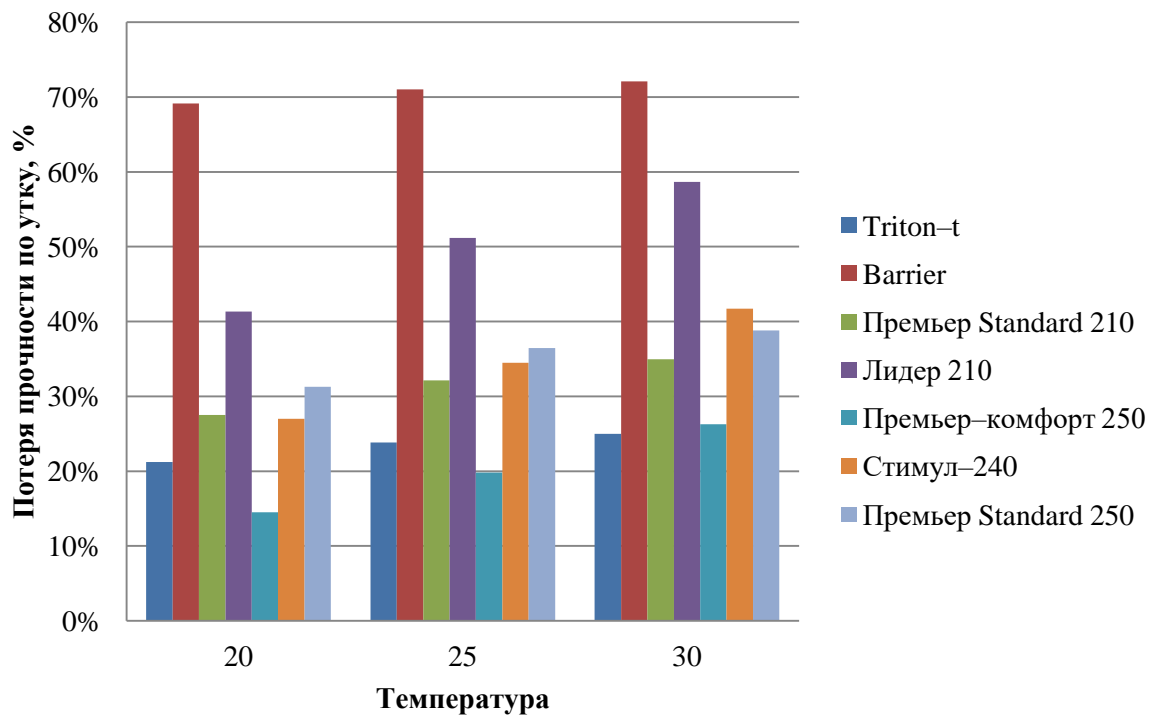


Рисунок 54 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по утку при воздействии 10% гидроксида натрия

Для сравнения данных от длительности воздействия, концентрации и изменения температуры окружающей среды на разрывную нагрузку материалов были сведены таблицу 47.

Таблица 47 – Влияние серной кислоты от длительности воздействия, концентрации и изменения температуры окружающей среды на разрывную нагрузку тканей, пересчитанную в потерю прочности, %

Ткань	Кислота	Основа / уток	Потеря прочности после воздействия кислоты			Температура			
			1 неделя	2 неделя	3 неделя	Повышение температуры			
						20	25	30	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Triton-t	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	11%	27%	30%	9%	15%	20%	
		Уток	10%	18%	22%	6%	9%	14%	
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	13%	32%	36%	15%	22%	28%	
		Уток	12%	23%	27%	10%	14%	20%	
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	17%	37%	40%	17%	26%	30%	
		Уток	18%	33%	37%	12%	19%	26%	
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	22%	45%	48%	23%	31%	35%	
		Уток	23%	39%	44%	17%	25%	35%	
	Barrier	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	11%	15%	17%	2%	2%	5%
			Уток	7%	10%	11%	1%	3%	7%
H ₂ SO ₄ , 2,5%		Основа	15%	20%	24%	3%	5%	7%	
		Уток	12%	19%	23%	4%	6%	9%	
H ₂ SO ₄ , 5%		Основа	18%	24%	27%	6%	8%	11%	
		Уток	13%	22%	25%	7%	9%	13%	
H ₂ SO ₄ , 10%		Основа	24%	30%	34%	11%	14%	18%	
		Уток	18%	27%	29%	11%	18%	20%	
Премьер Standard 210		H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	14%	22%	24%	6%	9%	13%
			Уток	11%	15%	20%	4%	8%	12%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	19%	30%	33%	8%	14%	18%	
		Уток	12%	22%	26%	6%	11%	15%	
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	22%	34%	36%	13%	20%	24%	
		Уток	17%	32%	37%	9%	14%	19%	
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	30%	40%	43%	22%	30%	36%	
		Уток	26%	42%	48%	18%	24%	27%	

Окончание таблицы 47

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Лидер 210	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	4%	10%	12%	6%	10%	16%	
		УТОК	8%	15%	20%	5%	7%	8%	
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	6%	14%	18%	9%	14%	20%	
		УТОК	11%	18%	22%	8%	10%	12%	
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	8%	16%	21%	13%	19%	24%	
		УТОК	17%	27%	35%	12%	15%	17%	
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	14%	22%	28%	25%	31%	36%	
		УТОК	24%	33%	40%	22%	26%	29%	
	Премьер- комфорт 250	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	2%	7%	12%	11%	14%	17%
			УТОК	4%	7%	12%	8%	12%	15%
H ₂ SO ₄ , 2,5%		Основа	8%	17%	21%	16%	19%	20%	
		УТОК	5%	13%	19%	10%	14%	18%	
H ₂ SO ₄ , 5%		Основа	12%	24%	26%	25%	29%	32%	
		УТОК	11%	25%	31%	16%	20%	24%	
H ₂ SO ₄ , 10%		Основа	20%	32%	36%	34%	38%	40%	
		УТОК	17%	34%	40%	22%	26%	29%	
Стимул- 240		H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	2%	3%	4%	3%	7%	11%
			УТОК	3%	4%	6%	2%	6%	9%
	H ₂ SO ₄ , 2,5%	Основа	5%	6%	8%	6%	10%	14%	
		УТОК	4%	5%	7%	4%	8%	11%	
	H ₂ SO ₄ , 5%	Основа	6%	9%	11%	9%	15%	19%	
		УТОК	10%	12%	16%	5%	10%	14%	
	H ₂ SO ₄ , 10%	Основа	13%	14%	17%	18%	24%	27%	
		УТОК	15%	19%	23%	10%	17%	21%	
	Премьер Standard 250	H ₂ SO ₄ , 1,5%	Основа	1%	1%	2%	2%	3%	5%
			УТОК	1%	2%	3%	2%	3%	4%
H ₂ SO ₄ , 2,5%		Основа	2%	2%	3%	3%	4%	6%	
		УТОК	2%	4%	6%	4%	5%	6%	
H ₂ SO ₄ , 5%		Основа	4%	4%	5%	5%	6%	7%	
		УТОК	3%	6%	9%	5%	7%	9%	
H ₂ SO ₄ , 10%		Основа	8%	10%	10%	8%	10%	12%	
		УТОК	7%	12%	14%	10%	13%	15%	

Проанализировав данные из таблицы 47, можно отметить, что изменение температуры окружающей среды больше снижает разрывную нагрузку

тканей. Как, например, у ткани Премьер Standard 250 за одну неделю в растворе серной кислоты при температуре окружающей среды 30⁰С, снижается прочность до 15%, а при длительности воздействия, на протяжении 3-х недель, до 14%.

4.4. Применение теории подобия для прогнозирования разрывной нагрузки тканей после воздействия агрессивных сред

Для изготовления рабочей одежды важно не только знать полученные в процессе эксплуатации показатели, но стремится спрогнозировать поведение этих тканей заранее. Для этого в работе предлагается использовать метод теории подобия и анализа размерности.

В теории подобия существует три основные теоремы, которые выражают свойства похожих систем, определяют нужные и достаточные условия подобия систем и вероятность преобразовывать функциональные зависимости между физическими параметрами в критериальные уравнения [97].

Согласно первой теореме о нужных условиях подобия, сравниваемые явления похожи, если они обладают одинаковыми критериями подобия в похожие моменты времени и в подобных точках пространства. Таким образом, нужные условия разрешают установить связь между координатами и параметрами систем в размерных и безразмерных величинах, так как они подобны [97, 98].

Вторая теорема называется π - теоремы. Теорема разрешает передать функциональную зависимость между физическими параметрами системы в виде зависимости между составленными из них критериями подобия. Данная теорема позволяет обрести в экспериментальных работах большие преимущества. Критериальное уравнение показывает всю группу подобных систем, и потому использование его позволяет распространять полученные результаты единичного эксперимента на всю группу. А так же, использование безразмерных комплексных величин, что понижает число параметров, которые

вмещаются в исследуемое уравнение, что упрощает математические операции с ним, и при проведении экспериментальных исследований не надо изучать воздействие каждого фактора в отдельности [99].

Третья теорема формирует достаточные условия подобия. Соответственно этой теореме, достаточным условием подобия двух систем является равенство произвольных двух подобающих критериев подобия этих систем, составленных из их основных параметров и граничных условий. Таким образом, схожими считаются те явления, которые обладают одинаковыми определяющими критериями подобия и схожие условия однозначности [99, 100].

Применяя надлежащие теоремы подобия, модели представляются в критериальном виде, когда критерии подобия станут обобщенными параметрами, которые характеризуют физическую суть процессов, а сама модель является типовой для определенного класса процесса. Физический смысл такой постановки заключается в том, что в критериальном виде нет необходимости овладевать воздействием на процесс каждого фактора в отдельности, так как в этом случае разыскивается функциональная связь между комплексными, обобщенными параметрами, определяющими физическую сущность протекающего процесса [100].

Под критериями или инвариантами подобия подразумеваются безразмерные комплексы физических величин, предопределяющих тот или иной физический процесс и имеющие схожие параметры [100].

Для получения модели, позволяющей прогнозировать разрывную нагрузку тканей ведомственного назначения в зависимости от длительности действия серной кислоты и параметров строения с учета волокнистого состава, использовались методы подобия и анализа размерностей [101].

Основными факторами, оказывающими влияние на разрывную нагрузку $P_{\text{кис}}$ (ньютоны) ткани, подвергавшейся действию серной кислоты, выберем

$$P_{\text{кис}} = f(P_{\text{исх}}, s, n, T_o, T_y, \Pi_o, \Pi_y, G) \quad (4)$$

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

$P_{исх}$ – разрывная нагрузка ткани, без воздействий кислоты, ньютонны;

n – длительность воздействия, недели

s – концентрация серной кислоты, %;

T_o – линейная плотность нитей основы, текс;

T_y – линейная плотность нитей утка, текс;

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

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

G – содержание полиэфира, %

С помощью теории подобия и анализа размерностей зависимость (4) можно представить в виде комплекса безразмерных показателей:

$$\frac{P_{кис}}{P_{исх}} = \eta = \left(s; n; \frac{T_y P_y}{T_o P_o} G \right) \quad (5)$$

где η - безразмерный показатель, характеризующий изменение разрывной нагрузки после воздействия серной кислоты.

Представим формулу (5) в виде трех безразмерных комплексов

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \quad (6)$$

где η_1 – безразмерный показатель, характеризующий влияние серной кислоты на ткань;

η_2 – безразмерный показатель, характеризующий содержание полиэфирного волокна в ткани;

η_3 – безразмерный показатель, характеризующий структурные характеристики тканей.

В таблице 48 приведены результаты расчета разрывной нагрузки тканей ведомственного назначения, подвергавшихся действию серной кислоты.

Для исследуемых тканей зависимость для η_1 с высокой степенью величины достоверности аппроксимации определяется линейной функцией (рисунок 55)

$$\eta_1 = f(s) = 0,0006 \cdot s^2 - 0,0133 \cdot s + 0,9228 \quad (7)$$

Зависимость разрывной нагрузки образцов от длительности воздействия η_2 имеет вид (рис. 56)

$$\eta_2 = f(n) = \frac{n}{149,94 \cdot n - 20,016} \quad (8)$$

Зависимость разрывной нагрузки образцов от параметров строения образцов η_3 представлена функцией (рисунок 57)

$$\eta_3 = f\left(\frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G\right) = \frac{\frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G}{1,1483 \frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G - 0,3676} \quad (9)$$

Таким образом, итоговая формула для расчета разрывной нагрузки полиэфирных тканей после воздействия серной кислоты, примет вид:

$$P_{кис} = 158,2 \cdot P_{исх} \cdot [0,0006 \cdot s^2 - 0,0133 \cdot s + 0,9228] \times \quad (10)$$

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

Формула (10) справедлива для $1,5 \leq s \leq 10$, $1 \leq n \leq 3$ и $9,25 \leq \frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G \leq 145,16$.

Отклонение расчетных значений от экспериментальных не превышает 1,65%.

Таблица 48 – Расчет разрывной нагрузки тканей после действия серной кислоты

s, %	п, недели	T _о , текс	T _у , текс	Π _о , нитей / 10см	Π _у , нитей / 10см	$\frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G$	R _{исх} , НЬЮТО- НЫ	R _{кис} , НЬЮТОНЫ	$\frac{R_{кис}}{R_{исх}}$	η ₁	η ₂	η ₃	R _{кис} расч, НЬЮТОНЫ	Откло- нение, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1,5	1	59	44	280	180	9,59	1377,0	1345,7	0,977	0,9042	0,0079	0,9242	1365,864	1,50
1,5	2	59	44	280	180	9,59	1377,0	1249,4	0,907	0,9042	0,0073	0,9242	1268,177	1,51
1,5	3	58	43	280	180	9,53	1377,0	1220,5	0,886	0,9042	0,0071	0,9243	1238,9	1,51
2,5	1	58	43	280	180	9,53	1377,0	1329,6	0,966	0,8933	0,0079	0,9132	1349,674	1,51
2,5	2	57	43	280	180	9,70	1377,0	1233,8	0,896	0,8933	0,0073	0,9126	1252,395	1,51
2,5	3	57	41	280	180	9,25	1377,0	1206,8	0,876	0,8933	0,0071	0,9140	1225,273	1,53
5	1	56	41	280	180	9,41	1377,0	1296,9	0,942	0,8713	0,0079	0,8907	1317,012	1,55
5	2	56	41	280	180	9,41	1377,0	1204,1	0,874	0,8713	0,0073	0,8907	1222,819	1,55
5	3	55	40	280	180	9,35	1377,0	1176,3	0,854	0,8713	0,0071	0,8909	1194,627	1,56
10	1	55	40	280	180	9,35	1377,0	1264,1	0,918	0,8498	0,0079	0,8682	1284,817	1,64
10	2	55	40	280	180	9,35	1377,0	1173,6	0,852	0,8498	0,0073	0,8681	1192,926	1,65
10	3	54	39	280	180	9,29	1377,0	1146,5	0,833	0,8498	0,0071	0,8683	1165,438	1,65
1,5	1	34	39	200	250	143,38	1219,0	1158,0	0,950	0,9042	0,0076	0,8984	1171,388	1,15
1,5	2	34	39	200	250	143,38	1219,0	1075,2	0,882	0,9042	0,0071	0,8984	1087,61	1,16
1,5	3	34	39	200	250	143,38	1219,0	1050,1	0,861	0,9042	0,0069	0,8984	1062,284	1,16
2,5	1	34	39	200	250	143,38	1219,0	1144,0	0,938	0,8933	0,0076	0,8875	1157,267	1,16
2,5	2	33	38	200	250	143,94	1219,0	1062,1	0,871	0,8933	0,0071	0,8875	1074,489	1,17
2,5	3	33	38	200	250	143,94	1219,0	1037,4	0,851	0,8933	0,0069	0,8875	1049,47	1,17
5	1	33	38	200	250	143,94	1219,0	1115,5	0,915	0,8713	0,0076	0,8654	1128,756	1,19
5	2	33	38	200	250	143,94	1219,0	1035,6	0,850	0,8713	0,0071	0,8654	1048,027	1,20
5	3	32	37	200	250	144,53	1219,0	1011,5	0,830	0,8713	0,0069	0,8653	1023,614	1,20
10	1	32	37	200	250	144,53	1219,0	1086,9	0,892	0,8498	0,0076	0,8433	1100,893	1,28
10	2	32	37	200	250	144,53	1219,0	1009,2	0,828	0,8498	0,0071	0,8432	1022,157	1,29
10	3	31	36	200	250	145,16	1219,0	985,6	0,809	0,8498	0,0069	0,8432	998,3462	1,29

Продолжение таблицы 48

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1,5	1	34	49	240	260	101,48	1082,0	1028,7	0,951	0,9042	0,0077	0,8992	1040,7	1,16
1,5	2	34	49	240	260	101,48	1082,0	955,1	0,883	0,9042	0,0071	0,8991	966,2688	1,17
1,5	3	33	48	240	260	102,42	1082,0	932,8	0,862	0,9042	0,0069	0,8991	943,7418	1,17
2,5	1	33	48	240	260	102,42	1082,0	1016,2	0,939	0,8933	0,0077	0,8882	1028,125	1,17
2,5	2	33	48	240	260	102,42	1082,0	943,5	0,872	0,8933	0,0071	0,8882	954,5928	1,18
2,5	3	32	47	240	260	103,42	1082,0	921,5	0,852	0,8933	0,0069	0,8882	932,3368	1,18
5	1	32	47	240	260	103,42	1082,0	990,9	0,916	0,8713	0,0077	0,8661	1002,774	1,20
5	2	32	47	240	260	103,42	1082,0	920,0	0,850	0,8713	0,0071	0,8660	931,0551	1,21
5	3	31	46	240	260	104,49	1082,0	898,5	0,830	0,8713	0,0069	0,8660	909,3467	1,21
10	1	31	46	240	260	104,49	1082,0	965,5	0,892	0,8498	0,0076	0,8439	977,9988	1,29
10	2	31	46	240	260	104,49	1082,0	896,4	0,828	0,8498	0,0071	0,8439	908,0519	1,30
10	3	30	45	240	260	105,63	1082,0	875,5	0,809	0,8498	0,0069	0,8438	886,8785	1,30
1,5	1	37	41	280	250	66,29	1202,0	1144,6	0,952	0,9042	0,0077	0,9005	1158,065	1,18
1,5	2	37	41	280	250	66,29	1202,0	1062,6	0,884	0,9042	0,0071	0,9005	1075,24	1,19
1,5	3	37	41	280	250	66,29	1202,0	1037,9	0,863	0,9042	0,0070	0,9005	1050,203	1,19
2,5	1	36	40	280	250	66,47	1202,0	1130,6	0,941	0,8933	0,0077	0,8896	1144,09	1,19
2,5	2	36	40	280	250	66,47	1202,0	1049,7	0,873	0,8933	0,0071	0,8895	1062,264	1,19
2,5	3	35	39	280	250	66,66	1202,0	1025,3	0,853	0,8933	0,0070	0,8895	1037,515	1,20
5	1	35	39	280	250	66,66	1202,0	1102,5	0,917	0,8713	0,0077	0,8674	1115,898	1,22
5	2	35	39	280	250	66,66	1202,0	1023,6	0,852	0,8713	0,0071	0,8674	1036,089	1,22
5	3	34	38	280	250	66,86	1202,0	999,7	0,832	0,8713	0,0069	0,8673	1011,949	1,23
10	1	34	38	280	250	66,86	1202,0	1074,3	0,894	0,8498	0,0077	0,8452	1088,347	1,31
10	2	34	38	280	250	66,86	1202,0	997,4	0,830	0,8498	0,0071	0,8452	1010,508	1,32
10	3	33	37	280	250	67,07	1202,0	974,1	0,810	0,8498	0,0069	0,8452	986,963	1,32
1,5	1	44	49	280	250	19,89	1039,0	999,5	0,962	0,9042	0,0077	0,9097	1012,488	1,30
1,5	2	44	49	280	250	19,89	1039,0	927,9	0,893	0,9042	0,0072	0,9097	940,0743	1,31
1,5	3	43	48	280	250	19,93	1039,0	906,3	0,872	0,9042	0,0070	0,9096	918,149	1,31
2,5	1	43	48	280	250	19,93	1039,0	987,3	0,950	0,8933	0,0077	0,8987	1000,244	1,31

Продолжение таблицы 48

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2,5	2	43	48	280	250	19,93	1039,0	916,6	0,882	0,8933	0,0072	0,8986	928,7058	1,32
2,5	3	42	47	280	250	19,98	1039,0	895,2	0,862	0,8933	0,0070	0,8986	907,0443	1,32
5	1	42	47	280	250	19,98	1039,0	962,6	0,927	0,8713	0,0077	0,8762	975,5705	1,34
5	2	42	47	280	250	19,98	1039,0	893,7	0,860	0,8713	0,0072	0,8762	905,7973	1,35
5	3	41	46	280	250	20,03	1039,0	872,9	0,840	0,8713	0,0070	0,8761	884,6685	1,35
10	1	41	46	280	250	20,03	1039,0	938,0	0,903	0,8498	0,0077	0,8538	951,4575	1,43
10	2	41	46	280	250	20,03	1039,0	870,9	0,838	0,8498	0,0072	0,8538	883,4088	1,44
10	3	40	45	280	250	20,09	1039,0	850,5	0,819	0,8498	0,0070	0,8537	862,8006	1,44
1,5	1	39	44	300	270	66,00	1144,0	1089,4	0,952	0,9042	0,0077	0,9006	1102,209	1,18
1,5	2	39	44	300	270	66,00	1144,0	1011,4	0,884	0,9042	0,0071	0,9005	1023,378	1,19
1,5	3	38	43	300	270	66,20	1144,0	987,8	0,863	0,9042	0,0070	0,9005	999,5344	1,19
2,5	1	38	43	300	270	66,20	1144,0	1076,1	0,941	0,8933	0,0077	0,8896	1088,906	1,19
2,5	2	38	43	300	270	66,20	1144,0	999,1	0,873	0,8933	0,0071	0,8896	1011,027	1,19
2,5	3	37	42	300	270	66,41	1144,0	975,8	0,853	0,8933	0,0070	0,8895	987,4701	1,20
5	1	37	42	300	270	66,41	1144,0	1049,3	0,917	0,8713	0,0077	0,8674	1062,073	1,22
5	2	37	42	300	270	66,41	1144,0	974,2	0,852	0,8713	0,0071	0,8674	986,1126	1,22
5	3	36	41	300	270	66,63	1144,0	951,5	0,832	0,8713	0,0069	0,8673	963,1356	1,23
10	1	36	41	300	270	66,63	1144,0	1022,4	0,894	0,8498	0,0077	0,8452	1035,849	1,31
10	2	36	41	300	270	66,63	1144,0	949,3	0,830	0,8498	0,0071	0,8452	961,7642	1,32
10	3	35	40	300	270	66,86	1144,0	927,1	0,810	0,8498	0,0069	0,8452	939,3537	1,32
1,5	1	39	47	300	270	70,50	1810,0	1723,1	0,952	0,9042	0,0077	0,9003	1743,337	1,18
1,5	2	39	47	300	270	70,50	1810,0	1599,7	0,884	0,9042	0,0071	0,9003	1618,653	1,18
1,5	3	38	46	300	270	70,82	1810,0	1562,4	0,863	0,9042	0,0069	0,9002	1580,93	1,18
2,5	1	38	46	300	270	70,82	1810,0	1702,1	0,940	0,8933	0,0077	0,8894	1722,286	1,19
2,5	2	38	46	300	270	70,82	1810,0	1580,3	0,873	0,8933	0,0071	0,8893	1599,108	1,19
2,5	3	37	45	300	270	71,15	1810,0	1543,4	0,853	0,8933	0,0069	0,8893	1561,839	1,19
5	1	37	45	300	270	71,15	1810,0	1659,6	0,917	0,8713	0,0077	0,8672	1679,834	1,22
5	2	37	45	300	270	71,15	1810,0	1540,9	0,851	0,8713	0,0071	0,8671	1559,692	1,22

Окончание таблицы 48

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	3	36	44	300	270	71,50	1810,0	1504,9	0,831	0,8713	0,0069	0,8671	1523,341	1,22
10	1	36	44	300	270	71,50	1810,0	1617,2	0,893	0,8498	0,0077	0,8450	1638,347	1,31
10	2	36	44	300	270	71,50	1810,0	1501,5	0,830	0,8498	0,0071	0,8449	1521,172	1,31
10	3	35	43	300	270	71,87	1810,0	1466,4	0,810	0,8498	0,0069	0,8449	1485,717	1,31

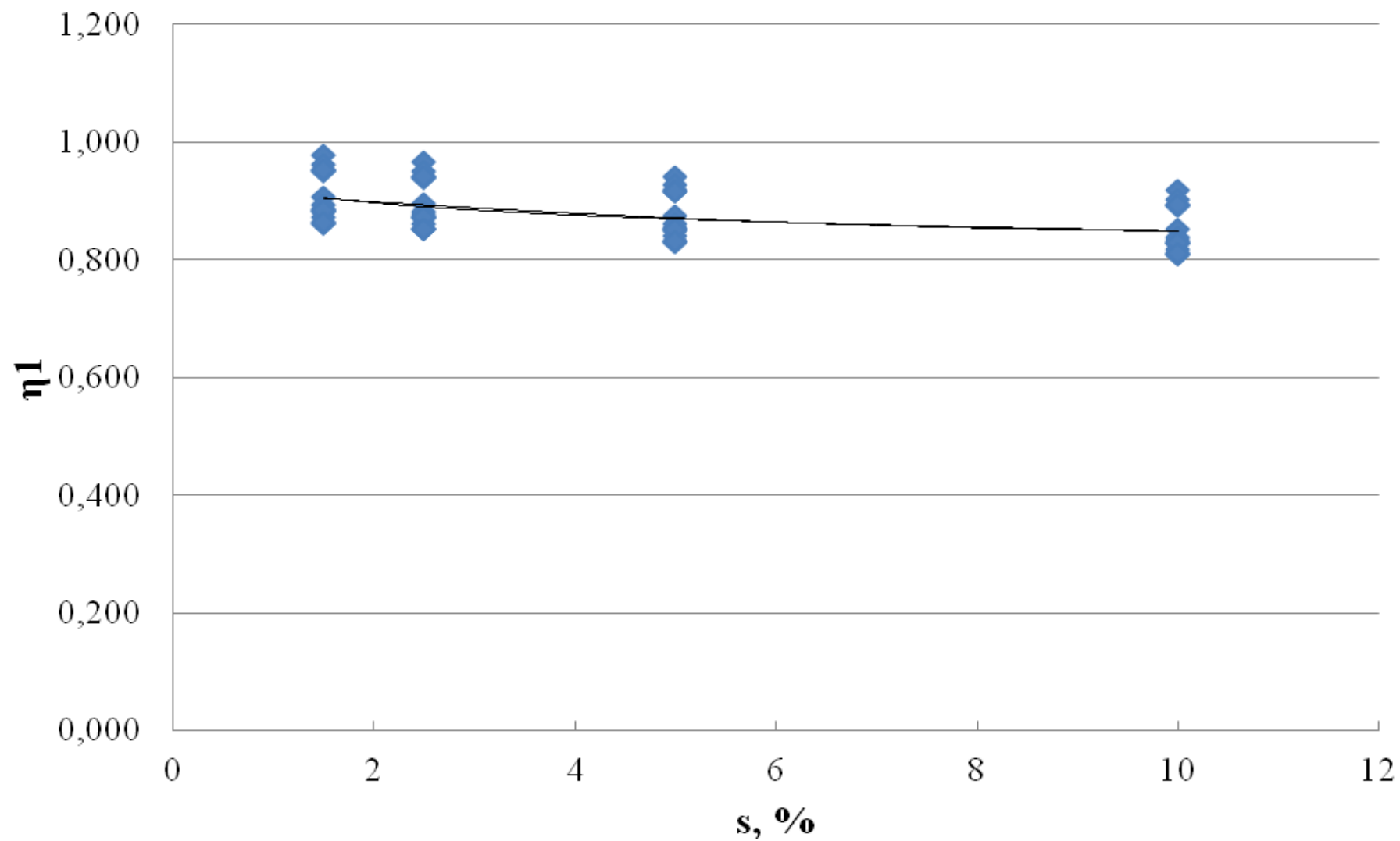


Рисунок 55 – Зависимость $\eta_1 = f(s)$

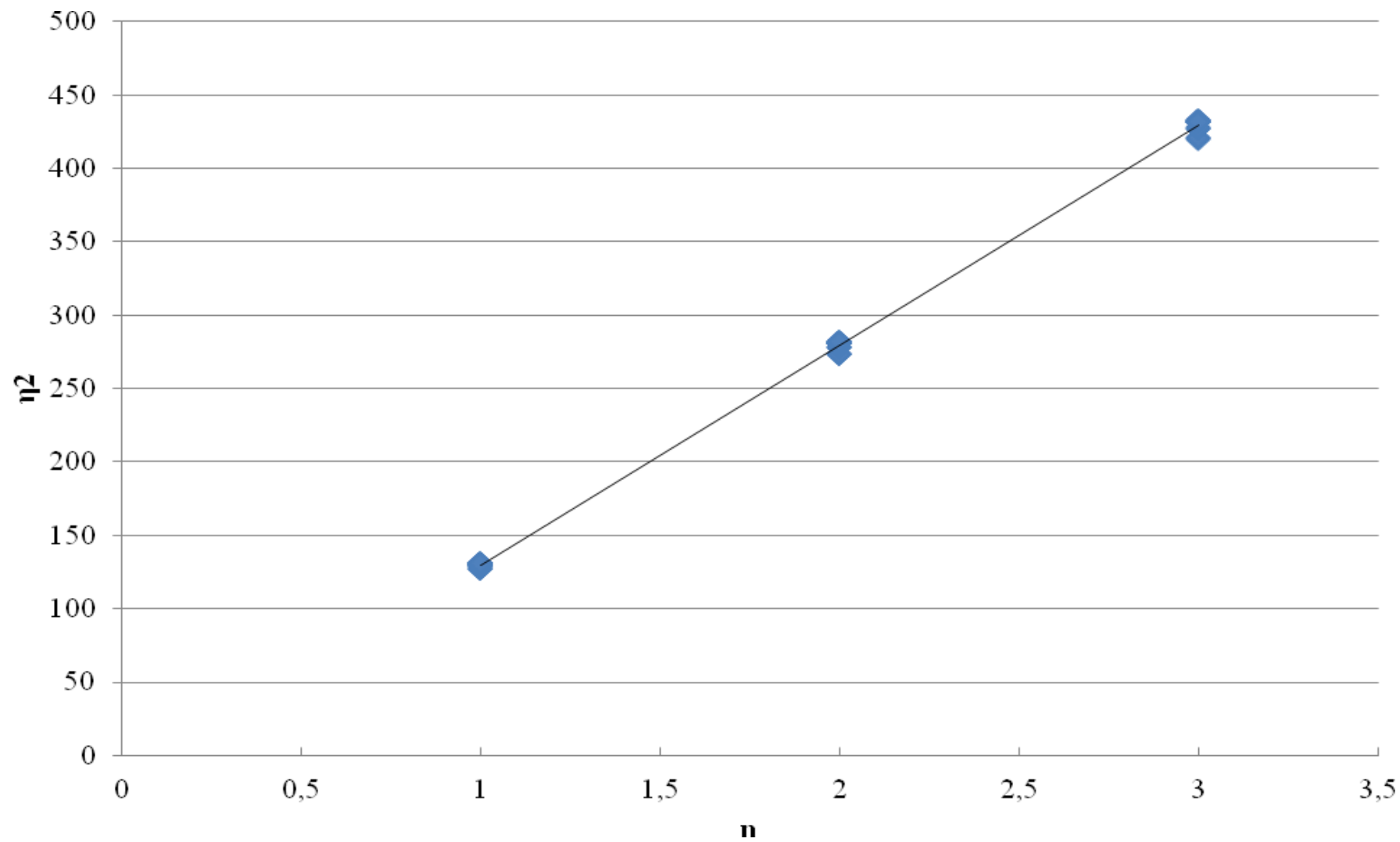


Рисунок 56 – Зависимость $\eta_2 = f(n)$

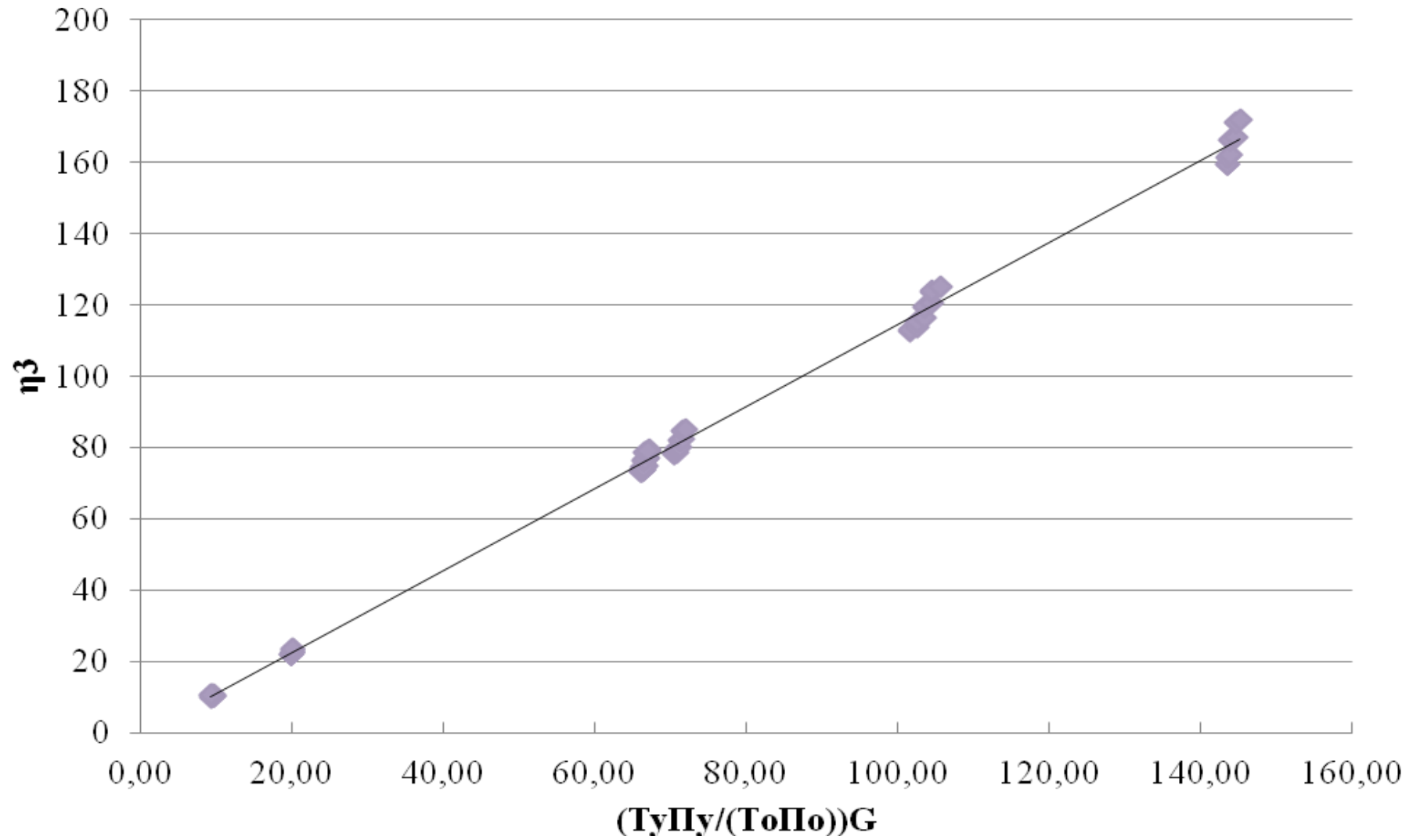


Рисунок 57 – Зависимость $\eta_3 = f((T_{\gamma}\Pi_{\gamma}/(T_{o}\Pi_{o}))G)$

Так как человек сталкивается не только кислотами, но и с другими агрессивными средами, поэтому важно прогнозировать разрывную нагрузку после воздействия раствора гидроксида натрия.

Факторы, оказывающие влияние на разрывную нагрузку $P_{\text{цел}}$ (ньютоны) ткани, подвергавшейся действию гидроксида натрия, можно представить в виде функции следующих переменных

$$P_{\text{цел}} = f(P_{\text{исх}}, t, n, T_o, T_y, П_o, П_y, G) \quad (11)$$

где $P_{\text{цел}}$ – разрывная нагрузка, после воздействия водного раствора гидроксида натрия, ньютоны;

t – концентрация водного раствора гидроксида натрия, %.

Рассмотрим зависимость (11) в виде комплекса безразмерных показателей:

$$\frac{P_{\text{цел}}}{P_{\text{исх}}} = \eta = \left(t; n; \frac{T_y П_y}{T_o П_o} G \right) \quad (12)$$

где η - безразмерный показатель, характеризующий изменение разрывной нагрузки после воздействия гидроксида натрия.

Представим формулу (12) в виде трех безразмерных комплексов

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \quad (13)$$

где η_1 – безразмерный показатель, характеризующий влияние гидроксида натрия на ткань;

η_2 – безразмерный показатель, характеризующий содержание полиэфира в ткани;

η_3 – безразмерный показатель, характеризующий структурные характеристики тканей.

В таблице 49 приведены результаты расчета разрывной нагрузки тканей ведомственного назначения, подвергавшихся действию гидроксида натрия.

Зависимость разрывной нагрузки тканей от длительности воздействия водного раствора гидроксида натрия для безразмерного комплекса η_1 определяется линейной функцией (рисунок 58)

$$\eta_1 = f(t) = 0,0005 \cdot t^2 - 0,014 \cdot t + 0,8769 \quad (14)$$

Зависимость для безразмерного комплекса η_2 примет вид (рис. 59)

$$\eta_2 = f(n) = \frac{n}{131,98 \cdot n^{1,0672}} \quad (15)$$

Зависимость для η_3 представлена функцией (рис. 60).

$$\eta_3 = f\left(\frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G\right) = \frac{\frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G}{1,0185 \left(\frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G\right)^{1,0438}} \quad (16)$$

Формула для расчета разрывной нагрузки тканей ведомственного назначения после воздействия гидроксида натрия, имеет следующий вид:

$$P_{\text{цел}} = 169,1 \cdot P_{\text{исх}} \cdot \left[0,0005 \cdot t^2 - 0,014 \cdot t + 0,8769\right] \times \left(\frac{n}{131,98 \cdot n^{1,0672}}\right) \times \left(\frac{\frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G}{1,0185 \left(\frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G\right)^{1,0438}}\right) \quad (17)$$

Формула (17) справедлива для $1,5 \leq t \leq 10$, $1 \leq n \leq 3$ и $9,37 \leq \frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G \leq 145,83$.

Отклонение расчетных значений от экспериментальных не превышает 4,69%.

Таблица 49 – Расчет разрывной нагрузки тканей после действия гидроксида натрия

t, %	n, неде- ли	T _о , тек с	T _у , тек с	Π _о , нитей / 10см	Π _у , нитей / 10см	$\frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G$	P _{исх} , НЬЮТО- НЫ	P _{щел} , НЬЮТО- НЫ	$\frac{P_{щел}}{P_{исх}}$	η ₁	η ₂	η ₃	P _{щел} расч, НЬЮТО- НЫ	Откло- нение, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1,5	1	59	44	280	180	9,59	1377,0	1349,0	0,980	0,8570	0,0083	0,9420	1331,017	1,33
1,5	2	59	44	280	180	9,59	1377,0	1302,0	0,946	0,8570	0,0080	0,9525	1270,441	2,42
1,5	3	59	44	280	180	9,59	1377,0	1270,0	0,922	0,8570	0,0078	0,9548	1236,292	2,65
2,5	1	59	43	280	180	9,37	1377,0	1327,0	0,964	0,8450	0,0083	0,9266	1313,838	0,99
2,5	2	58	43	280	180	9,53	1377,0	1264,0	0,918	0,8450	0,0079	0,9247	1253,009	0,87
2,5	3	58	43	280	180	9,53	1377,0	1225,0	0,890	0,8450	0,0077	0,9209	1219,329	0,46
5	1	58	43	280	180	9,53	1377,0	1302,0	0,946	0,8194	0,0084	0,9092	1272,945	2,23
5	2	57	43	280	180	9,70	1377,0	1230,0	0,893	0,8194	0,0079	0,8998	1213,992	1,30
5	3	57	42	280	180	9,47	1377,0	1161,0	0,843	0,8194	0,0075	0,8728	1182,704	1,87
10	1	57	42	280	180	9,47	1377,0	1208,0	0,877	0,7869	0,0081	0,8435	1222,819	1,23
10	2	56	42	280	180	9,64	1377,0	1126,0	0,818	0,7869	0,0076	0,8237	1166,169	3,57
10	3	56	42	280	180	9,64	1377,0	1084,0	0,787	0,7869	0,0073	0,8149	1134,823	4,69
1,5	1	34	39	200	250	143,38	1219,0	1042,0	0,855	0,8570	0,0073	0,8219	1033,982	0,77
1,5	2	33	38	200	250	143,94	1219,0	989,9	0,812	0,8570	0,0069	0,8180	986,7391	0,32
1,5	3	33	38	200	250	143,94	1219,0	960,2	0,788	0,8570	0,0067	0,8154	960,2162	0,00
2,5	1	33	37	200	250	140,15	1219,0	1024,0	0,840	0,8450	0,0072	0,8077	1020,627	0,33
2,5	2	32	37	200	250	144,53	1219,0	971,0	0,797	0,8450	0,0069	0,8024	972,7301	0,18
2,5	3	32	37	200	250	144,53	1219,0	984,0	0,807	0,8450	0,0070	0,8356	946,5837	3,80
5	1	32	36	200	250	140,63	1219,0	987,0	0,810	0,8194	0,0072	0,7785	989,5157	0,25
5	2	31	36	200	250	145,16	1219,0	989,0	0,811	0,8194	0,0072	0,8173	943,0343	4,65
5	3	31	35	200	250	141,13	1219,0	945,0	0,775	0,8194	0,0069	0,8025	918,9356	2,76
10	1	31	35	200	250	141,13	1219,0	944,0	0,774	0,7869	0,0072	0,7446	950,1042	0,65
10	2	30	35	200	250	145,83	1219,0	915,0	0,751	0,7869	0,0069	0,7561	905,4286	1,05

Продолжение таблицы 49

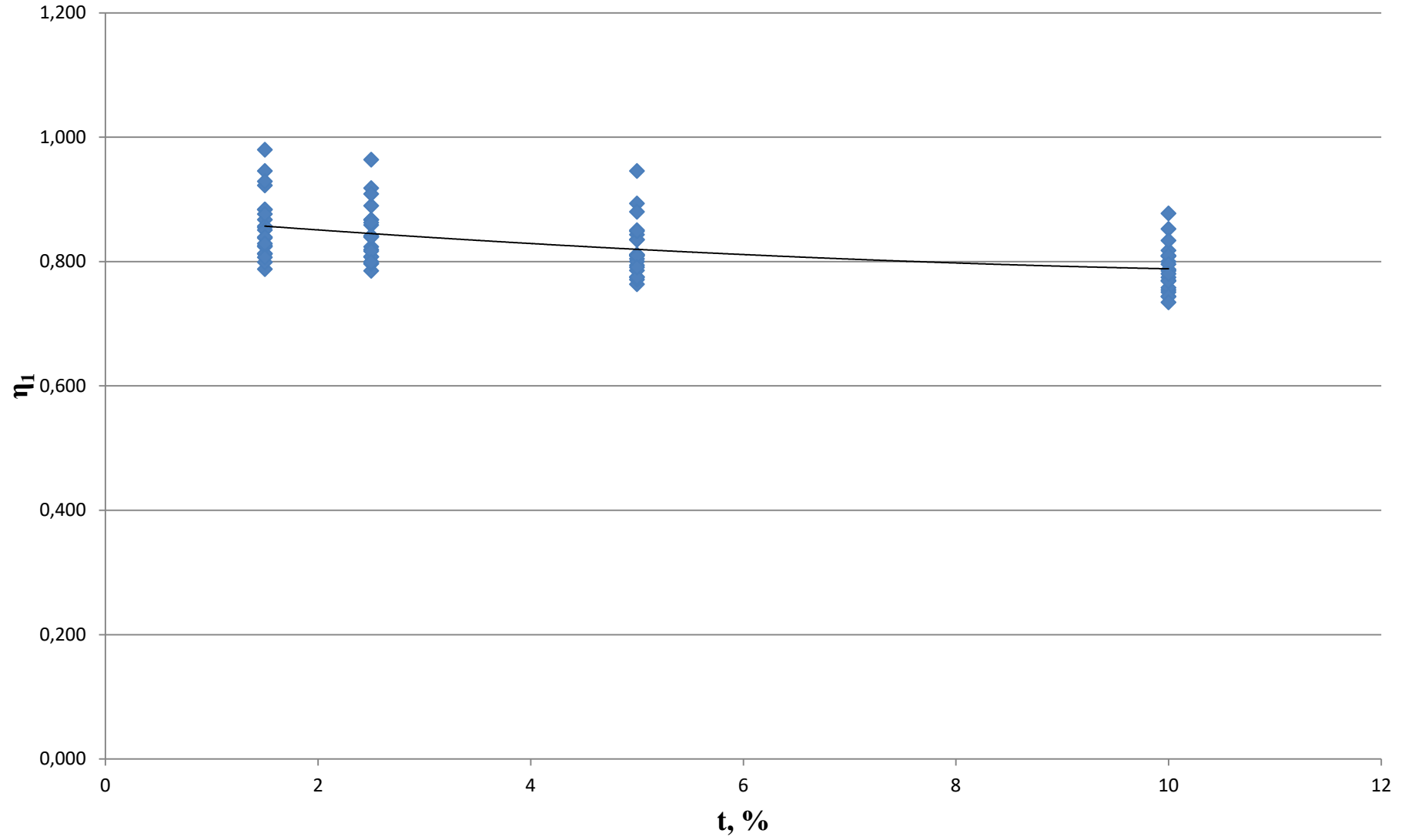
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10	3	30	34	200	250	141,67	1219,0	906,1	0,743	0,7869	0,0069	0,7695	882,3257	2,62
1,5	1	34	49	240	260	101,48	1082,0	938,3	0,867	0,8570	0,0074	0,8338	933,2252	0,54
1,5	2	34	49	240	260	101,48	1082,0	891,5	0,824	0,8570	0,0070	0,8300	890,7529	0,08
1,5	3	33	49	240	260	104,56	1082,0	864,3	0,799	0,8570	0,0068	0,8269	865,561	0,15
2,5	1	33	48	240	260	102,42	1082,0	929,0	0,859	0,8450	0,0074	0,8256	919,7479	1,00
2,5	2	32	48	240	260	105,63	1082,0	874,0	0,808	0,8450	0,0070	0,8137	876,5852	0,30
2,5	3	32	47	240	260	103,42	1082,0	849,3	0,785	0,8450	0,0068	0,8126	853,891	0,54
5	1	32	47	240	260	103,42	1082,0	920,0	0,850	0,8194	0,0076	0,8176	891,4385	3,10
5	2	31	46	240	260	104,49	1082,0	850,0	0,786	0,8194	0,0070	0,7914	850,4471	0,05
5	3	31	46	240	260	104,49	1082,0	826,0	0,763	0,8194	0,0068	0,7903	827,5876	0,19
10	1	31	46	240	260	104,49	1082,0	865,3	0,800	0,7869	0,0074	0,7690	855,6578	1,11
10	2	30	45	240	260	105,63	1082,0	816,0	0,754	0,7869	0,0070	0,7597	816,2893	0,04
10	3	30	45	240	260	105,63	1082,0	820,0	0,758	0,7869	0,0070	0,7845	794,3479	3,13
1,5	1	37	41	280	250	66,29	1202,0	1062,0	0,884	0,8570	0,0075	0,8495	1058,271	0,35
1,5	2	36	41	280	250	68,13	1202,0	1007,0	0,838	0,8570	0,0071	0,8439	1008,772	0,18
1,5	3	36	41	280	250	68,13	1202,0	977,0	0,813	0,8570	0,0069	0,8414	981,6567	0,48
2,5	1	36	40	280	250	66,47	1202,0	1042,0	0,867	0,8450	0,0075	0,8335	1043,317	0,13
2,5	2	36	40	280	250	66,47	1202,0	990,0	0,824	0,8450	0,0071	0,8297	995,8341	0,59
2,5	3	35	39	280	250	66,66	1202,0	961,0	0,800	0,8450	0,0069	0,8276	968,9331	0,83
5	1	35	39	280	250	66,66	1202,0	1004,0	0,835	0,8194	0,0074	0,8031	1011,539	0,75
5	2	35	39	280	250	66,66	1202,0	954,2	0,794	0,8194	0,0071	0,7997	965,5028	1,18
5	3	34	38	280	250	66,86	1202,0	926,5	0,771	0,8194	0,0069	0,7979	939,414	1,39
10	1	34	38	280	250	66,86	1202,0	972,2	0,809	0,7869	0,0075	0,7777	971,2771	0,09
10	2	34	37	280	250	65,10	1202,0	925,0	0,770	0,7869	0,0071	0,7752	928,2679	0,35
10	3	33	37	280	250	67,07	1202,0	894,2	0,744	0,7869	0,0069	0,7701	902,0151	0,87
1,5	1	44	49	280	250	19,89	1039,0	965,0	0,929	0,8570	0,0079	0,8930	969,5345	0,47
1,5	2	44	49	280	250	19,89	1039,0	918,0	0,884	0,8570	0,0075	0,8901	925,4097	0,81
1,5	3	44	49	280	250	19,89	1039,0	890,1	0,857	0,8570	0,0073	0,8868	900,5352	1,17

Продолжение таблицы 49

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2,5	1	43	49	280	250	20,35	1039,0	944,0	0,909	0,8450	0,0078	0,8736	954,8982	1,15
2,5	2	43	48	280	250	19,93	1039,0	901,0	0,867	0,8450	0,0075	0,8736	912,3477	1,26
2,5	3	43	48	280	250	19,93	1039,0	874,1	0,841	0,8450	0,0073	0,8709	887,8244	1,57
5	1	43	48	280	250	19,93	1039,0	914,2	0,880	0,8194	0,0078	0,8460	926,864	1,39
5	2	42	48	280	250	20,41	1039,0	867,3	0,835	0,8194	0,0074	0,8409	883,6763	1,89
5	3	42	47	280	250	19,98	1039,0	842,2	0,811	0,8194	0,0072	0,8391	860,7985	2,21
10	1	42	47	280	250	19,98	1039,0	885,6	0,852	0,7869	0,0079	0,8196	889,9951	0,50
10	2	41	47	280	250	20,47	1039,0	840,0	0,808	0,7869	0,0075	0,8144	848,5021	1,01
10	3	41	46	280	250	20,03	1039,0	815,4	0,785	0,7869	0,0073	0,8124	826,5531	1,37
1,5	1	39	44	300	270	66,00	1144,0	973,0	0,851	0,8570	0,0072	0,8178	1007,419	3,54
1,5	2	39	44	300	270	66,00	1144,0	960,0	0,839	0,8570	0,0071	0,8453	961,5697	0,16
1,5	3	38	43	300	270	66,20	1144,0	944,0	0,825	0,8570	0,0070	0,8542	935,5884	0,89
2,5	1	38	43	300	270	66,20	1144,0	960,0	0,839	0,8450	0,0072	0,8069	993,1696	3,46
2,5	2	37	42	300	270	66,41	1144,0	937,0	0,819	0,8450	0,0071	0,8251	947,8255	1,16
2,5	3	37	42	300	270	66,41	1144,0	911,0	0,796	0,8450	0,0069	0,8244	922,3485	1,25
5	1	37	42	300	270	66,41	1144,0	920,0	0,804	0,8194	0,0072	0,7733	962,9063	4,66
5	2	36	41	300	270	66,63	1144,0	915,0	0,800	0,8194	0,0071	0,8057	918,9366	0,43
5	3	36	41	300	270	66,63	1144,0	886,0	0,774	0,8194	0,0069	0,8017	894,2361	0,93
10	1	36	41	300	270	66,63	1144,0	926,0	0,809	0,7869	0,0075	0,7783	924,5669	0,15
10	2	35	40	300	270	66,86	1144,0	879,1	0,768	0,7869	0,0071	0,7741	882,3404	0,37
10	3	35	40	300	270	66,86	1144,0	840,0	0,734	0,7869	0,0068	0,7601	858,6236	2,22
1,5	1	39	47	300	270	70,50	1810,0	1586,0	0,876	0,8570	0,0074	0,8425	1588,836	0,18
1,5	2	39	47	300	270	70,50	1810,0	1500,0	0,829	0,8570	0,0070	0,8348	1516,526	1,10
1,5	3	38	46	300	270	70,82	1810,0	1460,0	0,807	0,8570	0,0069	0,8350	1475,444	1,06
2,5	1	38	45	300	270	69,28	1810,0	1561,0	0,862	0,8450	0,0074	0,8292	1567,914	0,44
2,5	2	37	45	300	270	71,15	1810,0	1478,0	0,817	0,8450	0,0070	0,8226	1494,63	1,13
2,5	3	37	45	300	270	71,15	1810,0	1446,0	0,799	0,8450	0,0069	0,8270	1454,455	0,58
5	1	37	44	300	270	69,57	1810,0	1536,0	0,849	0,8194	0,0075	0,8160	1520,06	1,04

Окончание таблицы 49

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	2	36	44	300	270	71,50	1810,0	1464,0	0,809	0,8194	0,0072	0,8148	1448,961	1,03
5	3	36	44	300	270	71,50	1810,0	1431,0	0,791	0,8194	0,0070	0,8184	1410,014	1,47
10	1	36	43	300	270	69,88	1810,0	1509,0	0,834	0,7869	0,0077	0,8016	1459,459	3,28
10	2	35	43	300	270	71,87	1810,0	1440,0	0,796	0,7869	0,0074	0,8014	1391,143	3,39
10	3	35	42	300	270	70,20	1810,0	1412,0	0,780	0,7869	0,0072	0,8076	1355,289	4,02

Рисунок 58 – Зависимость $\eta_1 = f(t)$

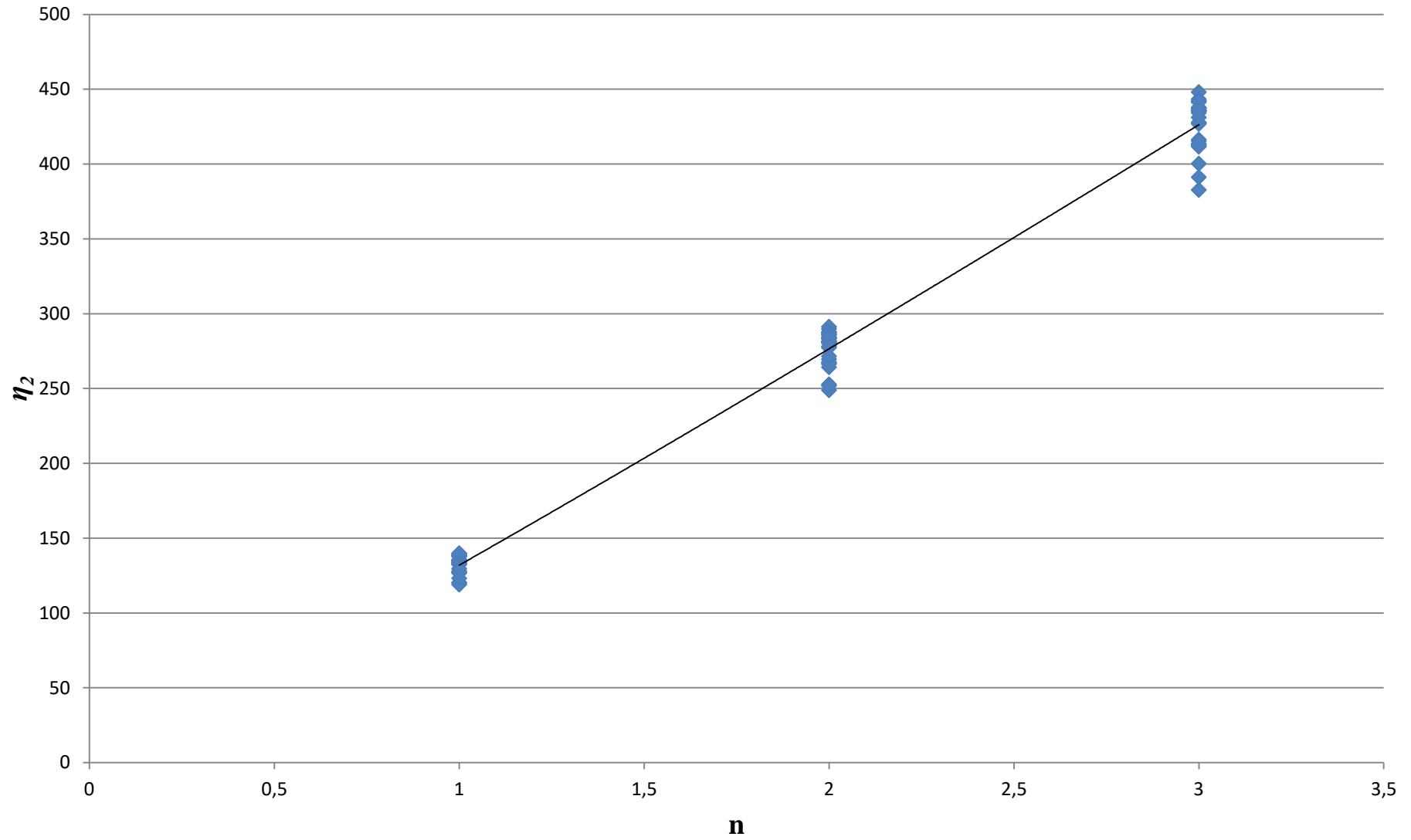


Рисунок 59 – Зависимость $\eta_2 = f(n)$

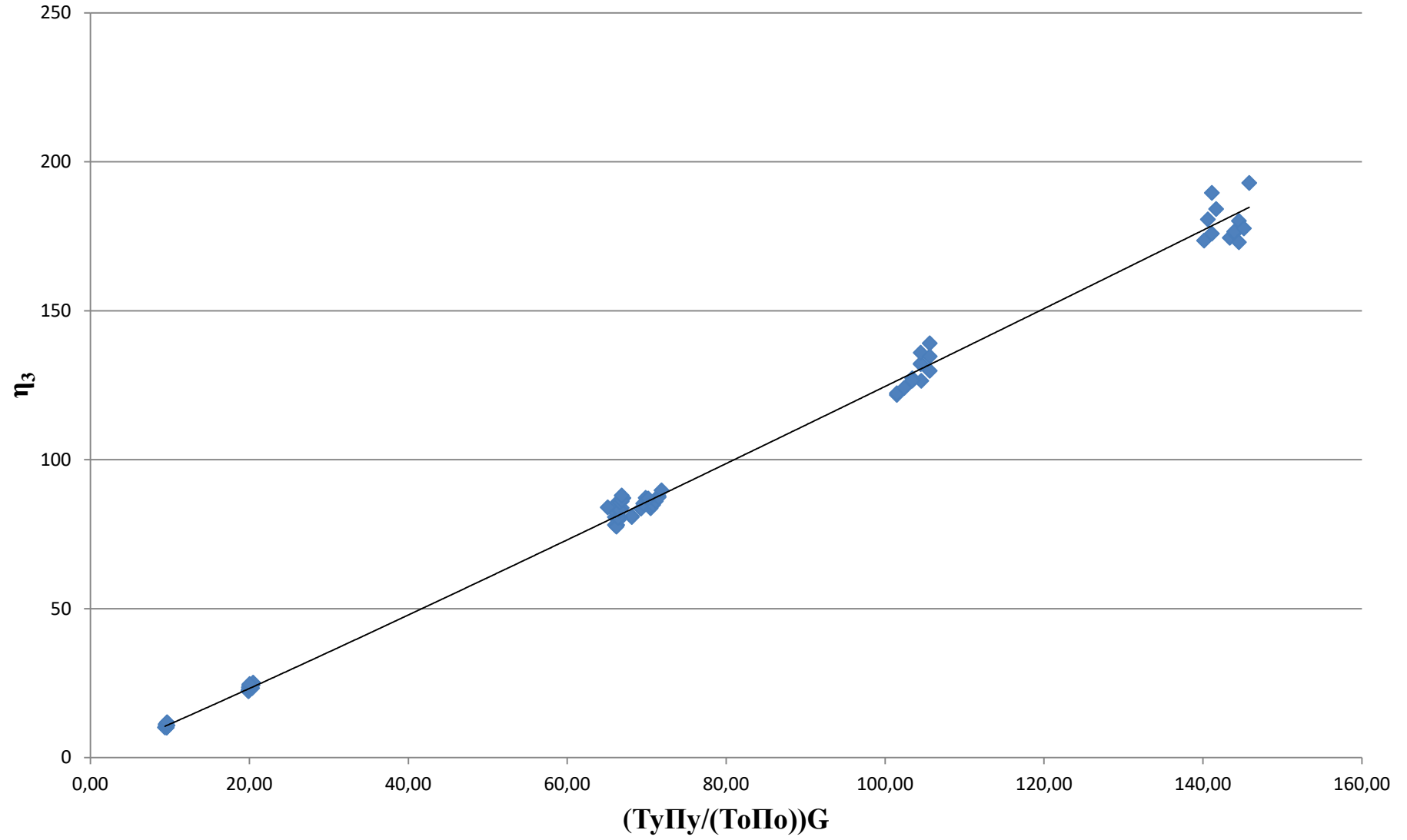


Рисунок 60 – Зависимость $\eta_3 = f((T_{\gamma}\Pi_{\gamma}/(T_o\Pi_o))G)$

Выводы по главе

1. Важным фактором влияющим на свойства текстильных материалов наряду с концентрацией химических реагентов являются и условия эксплуатации данной одежды. В связи с этим, рассматривалось поведение рабочей одежды при изменении температуры окружающей среды, которая варьировалась в интервале от 20° до 30°С. Данный диапазон входит в внутрипроизводственный интервал температуры.
2. Проведен анализ потери прочности текстильных материалов при разрыве и раздире в зависимости от воздействия разных концентраций химических веществ при изменении температуры окружающей среды.
3. Наилучшими материалами для защиты от воздействия серной кислоты при изменении температуры окружающей среды являются ткани Премьер Standard 250, Лидер 210 и Премьер Standard 210, а наихудшими – ткани Премьер–комфорт 250и Triton–t,
- 4.Наилучшими материалами для защиты от воздействия соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды являются ткани Премьер Standard 250, Лидер 210 и Премьер Standard 210, а наихудшими – ткани Премьер–комфорт 250и Triton–t.
5. Наилучшими материалами для защиты от воздействия гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды являются ткани Премьер–комфорт 250 и Triton–t, а наихудшими – ткани Лидер 210, Премьер Standard 210 и Barrier.
6. Для создания современной рабочей одежды необходимо не только знать, но и иметь возможность прогнозировать поведение текстильных материалов при разных условиях эксплуатации.
7. На разрывные характеристики ткани кроме длительности воздействия и концентрации, также влияют и структурные характеристики материала, такие как линейная плотность тканей и плотность нитей по основе и утку. В соответствии с этим, с использованием теории подобия были получены уравне-

ния позволяющие прогнозировать разрывную нагрузку тканей для защиты от воздействия агрессивных сред.

8. Получено уравнение позволяющее прогнозировать поведение разрывной нагрузки тканей после воздействия серной кислоты:

$$P_{кис} = 158,2 \cdot P_{исх} \cdot [0,0006 \cdot s^2 - 0,0133 \cdot s + 0,9228] \times$$

$$\times \left(\frac{n}{149,94 \cdot n - 20,016} \right) \cdot \left(\frac{\frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G}{1,1483 \frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G - 0,3676} \right) \quad (10)$$

Отклонение расчетных значений от экспериментальных не превышает 1,65%.

9. Формула расчета разрывной нагрузки тканей после воздействия гидроксида натрия:

$$P_{щел} = 169,1 \cdot P_{исх} \cdot [0,0005 \cdot t^2 - 0,014 \cdot t + 0,8769] \times$$

$$\times \left(\frac{n}{131,98 \cdot n - 1,0672} \right) \times \left(\frac{\frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G}{1,0185 \left(\frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G \right)^{1,0438}} \right) \quad (17)$$

Отклонение расчетных значений от экспериментальных не превышает 4,69%.

Общие выводы

1. Рабочая одежда для повседневной носки работников химических предприятий является необходимым условием обеспечения защиты человека от воздействий различных агрессивных сред.
2. Проведен экспертный опрос и определены 4 группы показателей, которые характеризуют качество рабочей одежды химических предприятий: показатели безопасности, гигиенические, физико-механические и структурные. В каждой группе установлены определяющие показатели и рассчитана их значимость.
3. Разработан метод анализа тканей к действию различных агрессивных сред, который позволяет распределить данный вид одежды по 3 группам в зависимости от условий эксплуатации.
4. Проведены исследования поведения различных образцов тканей используемых для изготовления рабочей одежды работников химических предприятий отличающихся волокнистым составом и структурными характеристиками.
5. Рассмотрено поведение образцов тканей к действию таких агрессивных сред как соляная и серная кислоты, щелочь различной концентрации, временем и температуры воздействия.
Исследования проводились при концентрации в 1,5%, 2,5%, 5% и 10% растворов серной и соляной кислот и щелочи в течении 1, 2, 3 недель, при изменении температуры окружающей среды от 20° до 30°С.
6. Установлено, что;
 - наилучшими показателями для защиты от воздействия кислот обладает ткань Премьер Standard 250;
 - наилучшими показателями для защиты от воздействия от воздействия щелочей обладает ткань Премьер–комфорт 250.
7. С использованием теории подобия и анализа размерностей получены уравнения, позволяющие прогнозировать разрывную нагрузку тканей в зависимости от длительности воздействия разных концентраций агрессивных сред.

8. На основе полученных экспериментальных результатов даны рекомендации по применению различных текстильных материалов в зависимости от направленности химических предприятий.

9. Полученные результаты, средства исследования, экспериментальные методы и теоретические модели используется в промышленности. Об этом свидетельствует полученный акт об апробации результатов исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архангельский Н.А. Товароведные исследования зависимости некоторых свойств тканей от их строения. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук.- Москва, 1965.
2. Меньшикова М.Д. Влияние волокнистого состава пряжи на её структуру и свойства тканей бытового назначения. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук.- Кострома, 1966.
3. Раченкова О.М. Разработка метода расчёта рациональных параметров строения тканей различного переплетения с учётом технологии их изготовления. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук.- М.: МГТУ, 2000
4. Малявко Е. Н. Оценка износостойкости и прогнозирование показателей качества мебельных тканей. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук.- М.: МГТУ, 2012
5. Бочкарёва Е.В., Шустов Ю.С. Влияние волокнистого состава на свойства тканей специального назначения. Тезисы докладов Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов «Проблемы экономики и прогрессивные технологии в текстильной, легкой и полиграфической отраслях промышленности», Санкт – Петербург, СПГУТД, 2005, 85 с.
6. Бочкарёва Е.В., Оценка качества плащевых тканей специального назначения различного волокнистого состава. Сборник материалов докладов Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы проектирования и технологии изготовления текстильных материалов специального назначения (Техтекстиль 2005)», 2005, Дмитровград, 245с.
7. Jürg Rupp, Andrea Böhringer. Berufsbekleidung: Zusammenspiel der einzelnen Prozessstufen.// International Textile Bulletin, № 5, 1998, 16s.
8. Jürg Rupp, Andrea Böhringer. Berufsbekleidung – Chance für Mehrwert.// International Textile Bulletin, № 5, 1998, 9 s

9. Колесников А.П. Основы проектирования теплозащитной одежды. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук.- Москва, 1971.
10. Кукин Г.Н., Соловьёв А.Н. Текстильное материаловедение (часть III). М., «Лёгкая индустрия», 1967. – 301 с.
11. Пугачевский Г.Ф. Изнашивание целлюлозных тканей при воздействии различных факторов. М.: «Лёгкая индустрия», 1977. – 136 с.
12. Курденкова А. В. Разработка методов прогнозирования физико-механических свойств хлопчатобумажных тканей после различных факторов износа. Дисс. ... канд. техн. наук. М.: МГТУ, 2006.
13. Давыдов А.Ф. Текстильное материаловедение: Учебн. пособие; Российск. Заочн. Ин-т текстил. и легкой пр-ти. М., 1997
14. Кукин Г.Н., Соловьёв А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение. Текстильные полотна и изделия Учебник для вузов. – 2–е изд., перераб. и доп. – М. – 1992. – 272 С.
15. Бочкарева Е. В. Исследование влияния светопогоды на физико-механические свойства тканей ведомственного назначения. Дисс. ... канд. техн. наук. М.: МГТУ, 2007
16. Захарова Т.И., Девяткин Е.А. Основы безопасности труда. М.: МГУ-ЭСИИ, 2009. – 150 С.
17. Девисилов В.А. Охрана труда. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. — 448 с.
18. Михнюк Т.Ф. Охрана труда и основы экологии. (Минск; 2007, 356с.)
19. Бобкова О.В. Охрана труда и техника безопасности. Обеспечение прав работника. М.: Омега-Л, 2009. — 345 с.
20. Петров С.В., Вольхин С.Н., Петрова М.С. Охрана труда на производстве и в учебном процессе. М.: ЭНАС, 2006. – 232 с.
21. Охрана труда. Справочник. Сост. Арустамов Э.А. (2008, 588с.)
22. Безопасность жизнедеятельности. Абрамов В.В. (2013, 365с.)
23. Жуков В.И. Служба техники безопасности на химическом заводе / В.И. Жуков. - М.: Химия, 1978, - 205 с.

- 24.Фарамизов А. Охрана труда при эксплуатации и ремонте оборудования химических и нефтеперерабатывающих предприятий / А. Фарамизов. - М.: Химия, 1985, - 20 с.
- 25.Медведева В.С. Охрана труда и противопожарная защита в химической промышленности: Учебник для техникумов / В.С. Медведева, Л.И. Билинский. - М . : Легкая и пищевая пром-ть, 1984, - 280 с.
- 26.Роздин И.А. Безопасность производства и труда на химических предприятиях: Учебное пособие для вузов/ И.А. Роздин, О.Н. Вареник, Е.И. Хабарова. - М.: Колосс, 2006. - 254 с.
- 27.ГОСТ 12.4.251-2013«Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация»– М.: Стандартинформ, 2014. – 12 С.
- 28.ГОСТ 12.4.011–89 «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация»М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 6 С.
- 29.ГОСТ Р 12.4.248–2008 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от растворов кислот. Технические требования»– М.: Стандартинформ, 2009. – 6 С.
- 30.ГОСТ 12.4.132-83 «Халаты мужские. Технические условия (с Изменениями N 1, 2)» – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003 – 10 С.
- 31.ГОСТ 12.4.064-84 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Костюмы изолирующие. Общие технические требования и методы испытаний» – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001 – 7 С.
- 32.ГОСТ 27651-88 «Костюмы женские для защиты от механических воздействий, воды и щелочей. Технические условия» – М.: Издательство стандартов, 1988 – 11 С.
- 33.Романов В.Е. Системный подход к проектированию специальной одежды / В.Е. Романов. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981,- 293с.

- 34.Воропаева Н.К Разработка метода проектирования фирменной производственной одежды: автореф. дис... канд. техн. наук / Воропаева Н.К. - М., МГАЛП, 1999. - 18 с: ил.
- 35.ГОСТ 17037 - 85. Изделия швейные и трикотажные. Термины и определения. - М.: Издательство стандартов, 1985 – 11 С.
- 36.Средства индивидуальной защиты: Справочник-каталог. Т.1: Одежда. - М., 2002. - 364 с.
- 37.Рогожин А.Ю. Разработка методов проектирования швейных изделий в системе САПР: Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. М.: МТИЛП, 1985, 188с.
- 38.Средства индивидуальной защиты работающих на производстве: Каталог-справочник / Под общей редакцией В.Н. Ардасенова. М.: Профиздат, 1988. -176 с.
- 39.Гольдштейн, Д.С. О порядке эксплуатации средств индивидуальной защиты на промышленном предприятии / Д.С. Гольдштейн, С.Н. Шатский, В.В. Буянов// Гигиена и санитария. 1976. - №3. - С. 97 - 100.
- 40.Глебов, В. Средства индивидуальной защиты от АХОВ / В. Глебов, А. Костров, Ю. Соколов // Гражданская защита. 2001. - №6. - С. 20 - 24.
- 41.Шарнин, Г.П. Комплексные средства индивидуальной защиты органов дыхания, глаз и кожи / Г.П. Шарнин, Р.Х. Фатхутдинов // Безопасность жизнедеятельности. 2005. - №7. - С. 57 – 62
- 42.Чубарова, З.С. Новые виды специальной одежды / З.С. Чубарова // Машиностроение. 1978. - №11. - С. 26 – 27.
- 43.ГОСТ 12.4.103-80. ССБТ. «Одежда специальная. Обувь специальная и средства защиты рук. Классификация.» – М.: Изд-во стандартов, 1981.- 8с.
- 44.ГОСТ 12.4.029-76 «Фартуки специальные. Технические условия» – М.: Стандартиформ, 2006. – 11 С.
- 45.ГОСТ Р 12.4.013-97 «ССБТ. Очки защитные. Общие технические условия.» – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 16 С.

- 46.ГОСТ 12.4.103-83. «ССБТ. Одежда специальная. Обувь специальная и средства защиты рук. Классификация.» – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 8с.
- 47.Спецодежда. Спецобувь. Средства индивидуальной защиты: справочник-каталог / ВЦСПС Профиздат, 1965. 240 С.
- 48.Классификация спецодежды [Электронный ресурс] URL: <http://www.technologywood.ru/raznoe/stroitelstvo/klassifikaciya-specodezhdy.html>
- 49.ГОСТ 3816-81 (ИСО 811-81) «Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств» – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998. – 12 С.
- 50.ГОСТ 12.4.280-2014 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Общие технические требования» – М.: Стандартинформ, 2015. – 20 С.
- 51.ГОСТ 9733.3-83 «Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к свету в условиях искусственного освещения (ксеноновая лампа)» – М.: Издательство стандартов, 1992 – 14 С.
- 52.ГОСТ 9733.4-83«Материалы текстильные. Методы испытаний устойчивости окраски к стиркам» – М.: Издательство стандартов, 1992 – 4 С.
- 53.ГОСТ 9733.5-83 «Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к дистиллированной воде»– М.: Издательство стандартов, 1992. – 4 С.
- 54.ГОСТ 9733.13-83 «Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к органическим растворителям»– М.: Издательство стандартов, 1992. – 3 С.
- 55.ГОСТ 9733.27-83 «Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к трению»– М.: Издательство стандартов, 1992. – 4 С.
- 56.ГОСТ 9733.6-83 «Материалы текстильные. Методы испытаний устойчивости окрасок к поту»– М.: Издательство стандартов, 1992. – 4 С.

57. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» – 108 С.
58. Кирюхин С.М., Шустов Ю.С. Текстильное материаловедение. – М.: КолосС, 2010. – 360 С.
59. Кобляков А.И. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению – М.: Легпромсбыт, 1986
60. Садыкова Ф. Х., Садыкова Д. М., Кудряшова Н. И. Текстильное материаловедение и основы текстильных производств. — М.: Легпромбыт-издат, 1989. — 288 с.
61. Бузов Б. А., Алыменкова Н. Д. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство). — М.: Издательский центр «Академия», 2010. — 448 с.
62. Козырева Е. Б. «Текстильно-резиновый материал для средств индивидуальной защиты, стойкий к воздействию агрессивных и химически опасных веществ». Дисс. ... канд. техн. наук. Казань 2007.
63. Попадько Е. А. «Разработка технологии проектирования кислотозащитной одежды для работников химических предприятий» Дисс. ... канд. техн. наук. Москва 2008.
64. Мычко А. А. «Разработка методов оценки защитных свойств и выбора текстильных материалов для специальных изделий в экстремальных условиях». Дисс. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург 1997.
65. Семочкин В. Н. «Фильтрующие угленаполненные материалы для специальной одежды, защищающие от воздействия высокотоксичных и химически опасных веществ». Дисс. ... канд. техн. наук. Казань 2008.
66. Разуваева С. В. «Разработка метода комплексной оценки и исследование показателей качества тканей для специальной одежды спасателей МЧС». Дисс. ... канд. техн. наук. Москва 1999
67. Аракелян И. А. «Химзащитный материал на основе неуглеродных сорбентов для фильтрующей защитной одежды». Дисс. ... канд. техн. наук. Казань 2009.

- 68.Чернышева Ю. С. «Разработка и исследование специальной защитной одежды для лакокрасочных производств с учетом локализации воздействия вредных факторов». Дисс. ... канд. техн. наук. Шахты 2013
- 69.Бокова С. В. «Особенности проектирования влагозащитной спецодежды для работников автосервиса». Дисс. ... канд. техн. наук. Шахты 2005.
- 70.Костомаров С.А., Курденкова А.В., Шустов Ю.С. Определение стойкости к действию кислот и щелочей тканей специального назначения // Сборник научных трудов, посвященных 70-летию кафедры текстильного материаловедения и товарной экспертизы. МГУДТ. – 2014. – С.70-75
- 71.Костомаров С.А., Курденкова А.В., Шустов Ю.С. Оценка качества тканей специального назначения для защиты от кислот и щелочей // «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности». (Инновации – 2014). Сборник материалов. Часть 1. – 2014. – С.235-238
- 72.Костомаров С.А., Курденкова А.В., Шустов Ю.С. Выбор номенклатуры определяющих показателей качества тканей специального назначения от воздействия кислот и щелочей // «Актуальные проблемы науки в развитии инновационных технологий «Лен-2014». КГТУ. Кострома. 2014. – С.100-102
- 73.Алгоритмы: разработка и применение. Клейнберг Дж., Тардос Е. (2016, 800с.)
74. Грошев А.С. Информатика: Учебник для вузов. – Архангельск, Арханг. гос. техн. ун-т, 2010. – 484 с.
- 75.Симонович С.В. Информатика. Базовый курс. СПб.: Питер, 2011. – 640 с.
76. Иопа Н.И. Информатика (для технических направлений). М. : КНО-РУС, 2011. — 472 с.

- 77.Фридланд А.Я., Ханамирова Л.С., Фридланд И.А. Информатика и компьютерные технологии. Основные термины. Толковый словарь. М.: Астрель, 2003. — 272 с.
78. Меняев М.Ф. Информатика и основы программирования. М.: Омега-Л, 2007. - 458 с.
79. Комлева Н.В., Смирнов А.А., Хрипков Д.В. Информатика и программирование М.: ЕАОИ, 2008. — 94 с.
- 80.Грошев А. С. Информатика: лабораторный практикум. – Архангельск,2014. – 151 с.
81. Острейковский В.А., Полякова И.В. Информатика. Теория и практика. М.: Издательство Оникс, 2008. — 608 с
82. Воройский Ф.С. Информатика. Энциклопедический словарь-справочник. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 768 с.
- 83.Румянцева Е.Л., Слюсарь В.В. Информационные технологии. М.: Ид "ФОРУМ"; ИНФРА-М, 2007. – 256 с.
- 84.Макарова Н.В. (ред.) Практикум по информатике. СПб.: Питер, 2012. — 320 с.
- 85.Шустов Ю.С., Костомаров С.А., Валуев В.С., Бызова Е.В.Разработка алгоритма оценки качества тканей специального назначения для защиты от кислот и щелочей.[Текст]// Дизайн и технологии – Москва. – 2017.– №61 – с. 53-57.
- 86.ГОСТ 12088–77 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости» – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 9 С.
- 87.ГОСТ 30157.0-95 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения»– М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 6 С.
- 88.ГОСТ 30157.1-95 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок» – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 12 С.

- 89.ГОСТ 3811–72 «Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей» – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 15 С.
- 90.ГОСТ Р ИСО 6330–99 «Материалы текстильные. Методы бытовой стирки и сушки, применяемые для испытания тканей, трикотажных полотен и готовых изделий» – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 9 С.
- 91.ГОСТ 10681–75 «Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения» – М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. – 28 С.
- 92.Костомаров С.А., Валуев В.С., Курденкова А.В., Шустов Ю.С. Исследование влияния длительности воздействия и концентрации кислоты и щелочи на раздирающую нагрузку тканей для защиты от химических реактивов // Сборник материалов докладов международной научно-практической конференции. Моделирование в технике и экономике. Витебск. – 2016.– С.240-242.
- 93.Шустов Ю.С., Костомаров С.А., Валуев В.С. Исследование разрывных характеристик тканей специального назначения после воздействия кислоты и щелочи // Сборник материалов «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности «Инновации – 2015», часть 2. – Москва. - 2015. – С. 137-140.
- 94.Костомаров С.А., Шустов Ю.С., Курденкова А.В. Определение стойкости к действию кислот и щелочей тканей для спецодежды работников химической промышленности //50 Международная научно-техническая конференция преподавателей и студентов, посвящённая году науки. Витебск. – 2017 – С. 462-465.
- 95.ГОСТ 3813 – 72 «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении» – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 20 С.

- 96.Шорина О.И., Курденкова А.В., Плеханова С.В.Разработка методик оценки качества тканей для защиты от кислот и щелочей // Сборник материалов «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности «Инновации – 2015», часть 1. – Москва. - 2015. – С. 106-108.
- 97.Корнейчук Н. П. Сплаины в теории приближения. — М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1984.— 352 с.
- 98.Завьялов Ю. С, Квасов Б. И., Мирошниченко В. Л. Методысплайн-функций.— М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980.
- 99.Шустов Ю.С., Костомаров С.А., Валуев В.С. Исследование разрывных характеристик тканей специального назначения после воздействия кислоты и щелочи // Сборник материалов «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности «Инновации – 2015», часть 2. – Москва. - 2015. – С. 137-140
100. Шустов Ю.С. Основы научных исследований текстильных материалов. – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, Москва 2012. – 122 с
101. Шустов Ю.С. Разработка методов прогнозирования строения и свойств текстильных материалов с использованием теории подобия и анализа размерностей. Автореф. дисс. ... доктор техн. наук. Москва, 2003.

Приложение 1

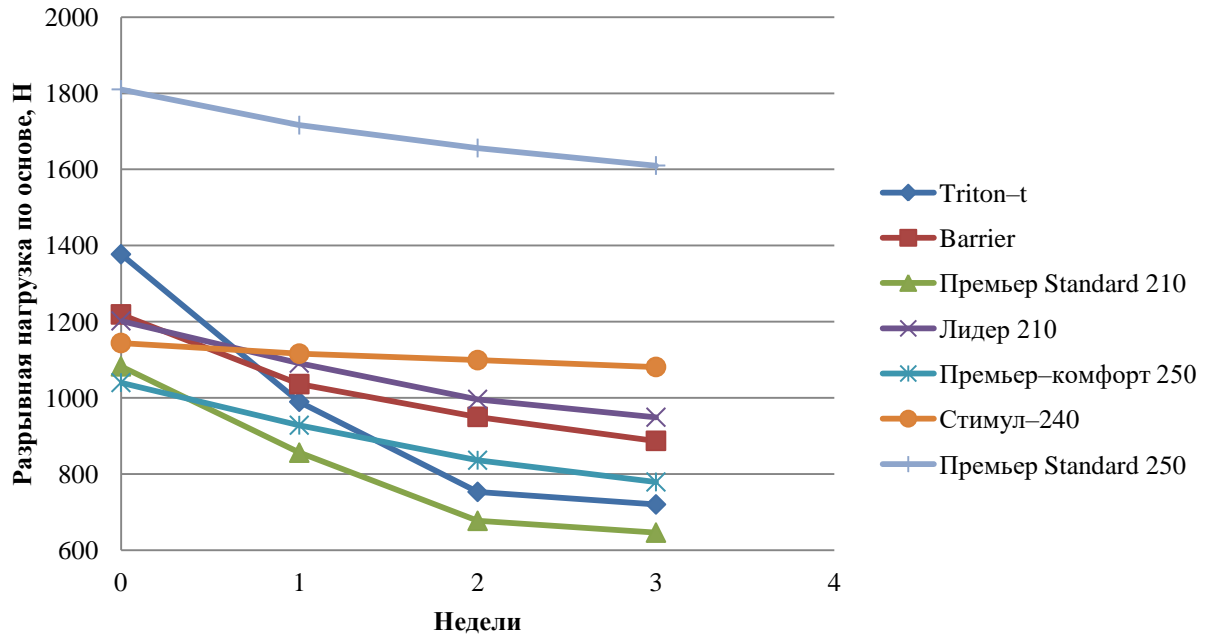


Рисунок 1 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 5% соляной кислоты

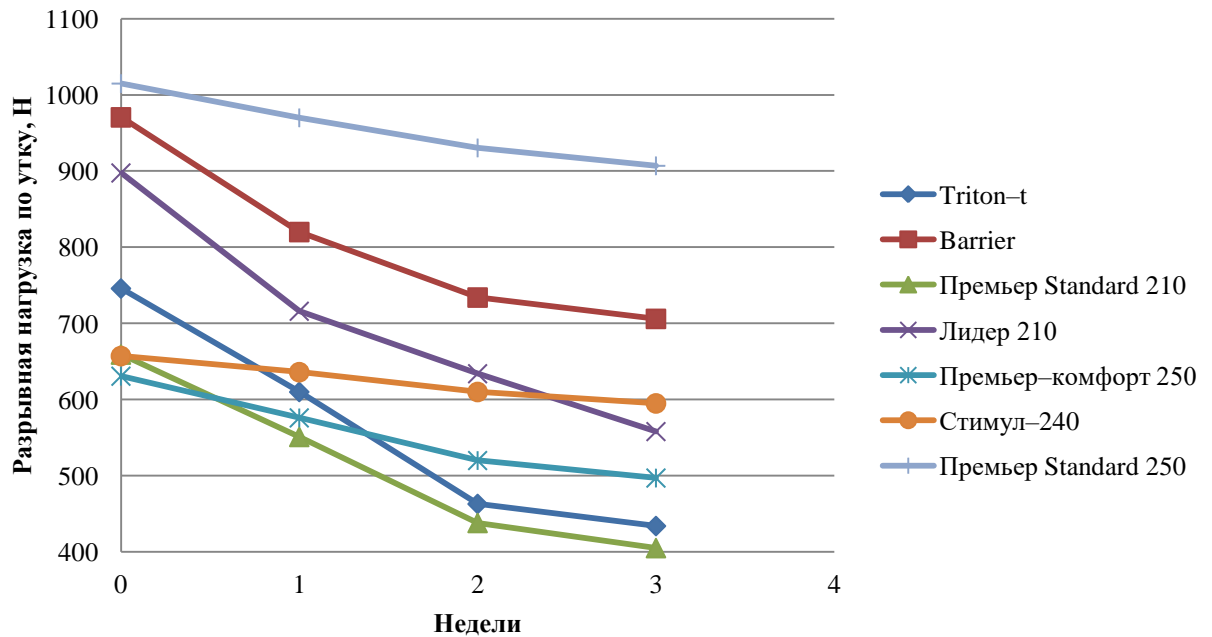


Рисунок 2 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 5% соляной кислоты

Приложение 2

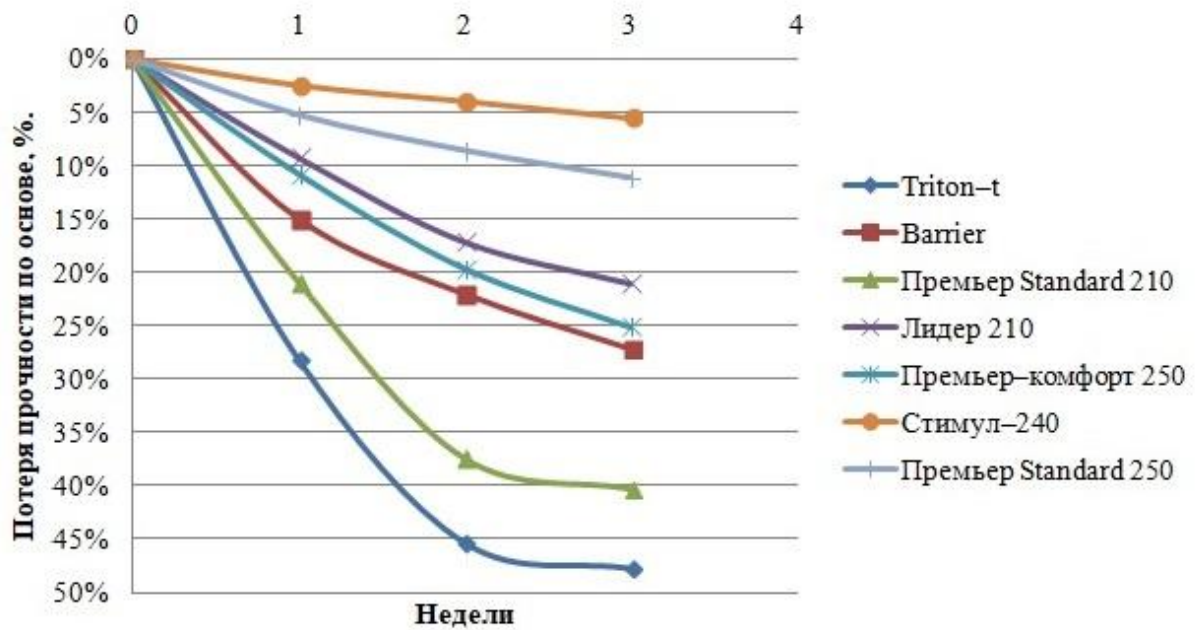


Рисунок 3 – Зависимость потери прочности при разрыве тканей по основе от длительности воздействия 5% соляной кислоты

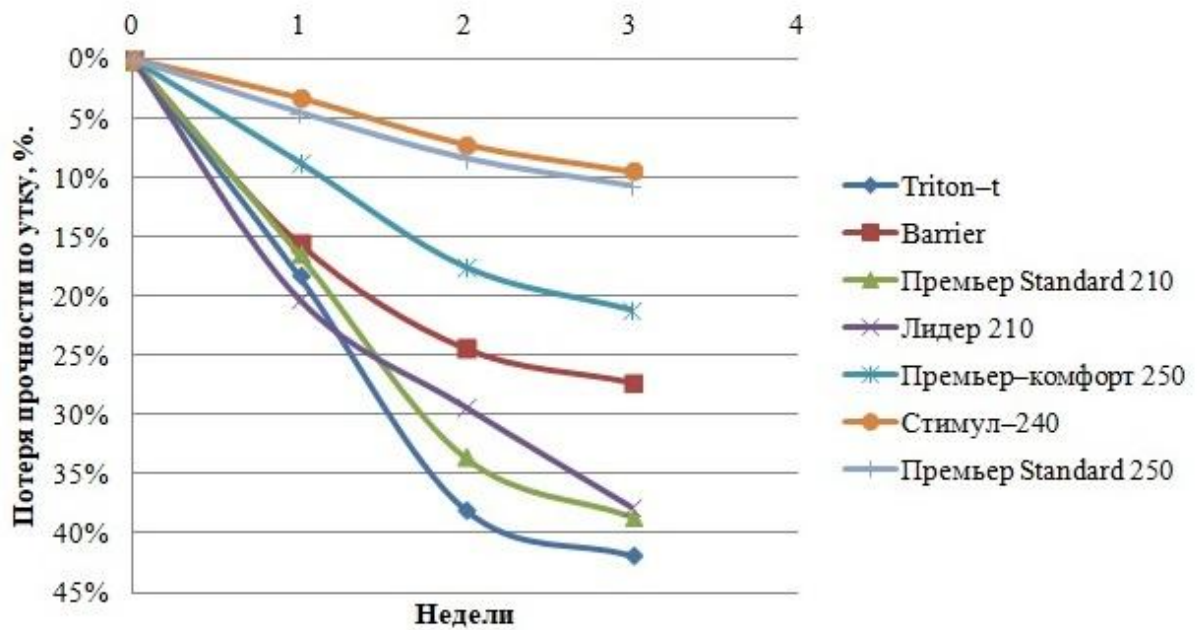


Рисунок 4 – Зависимость потери прочности при разрыве тканей по утку от длительности воздействия 5% соляной кислоты

Приложение 3

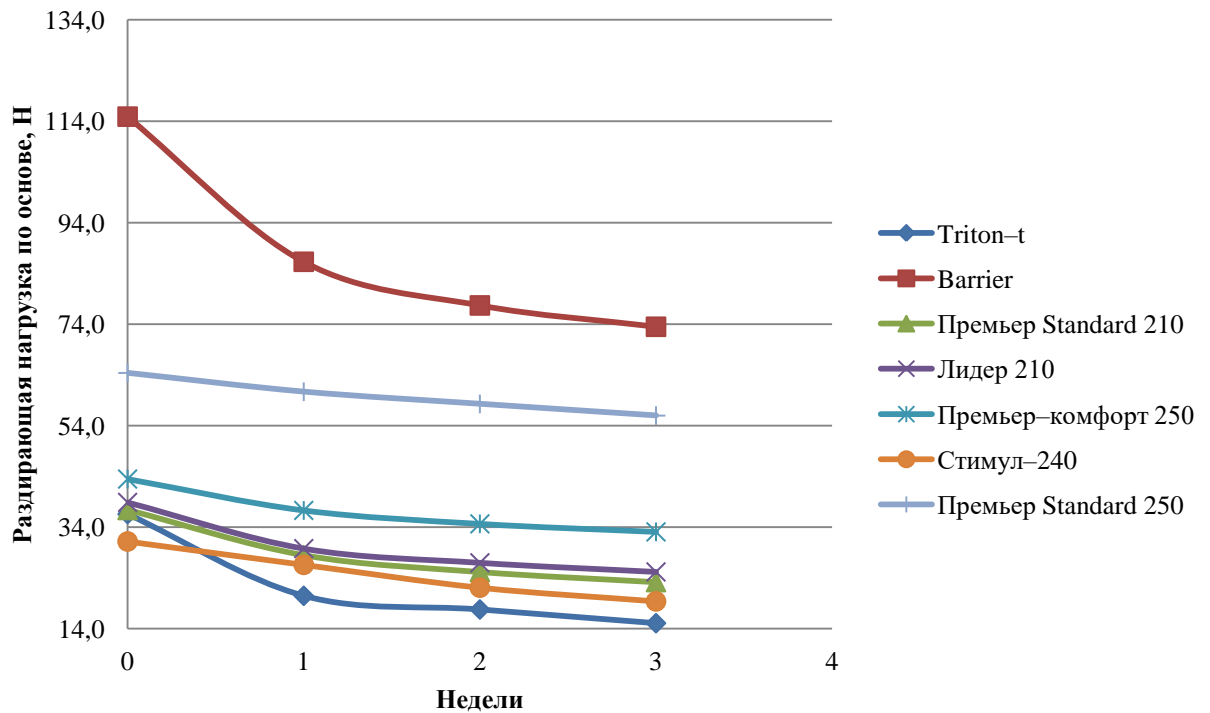


Рисунок 5 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 5% соляной кислоты

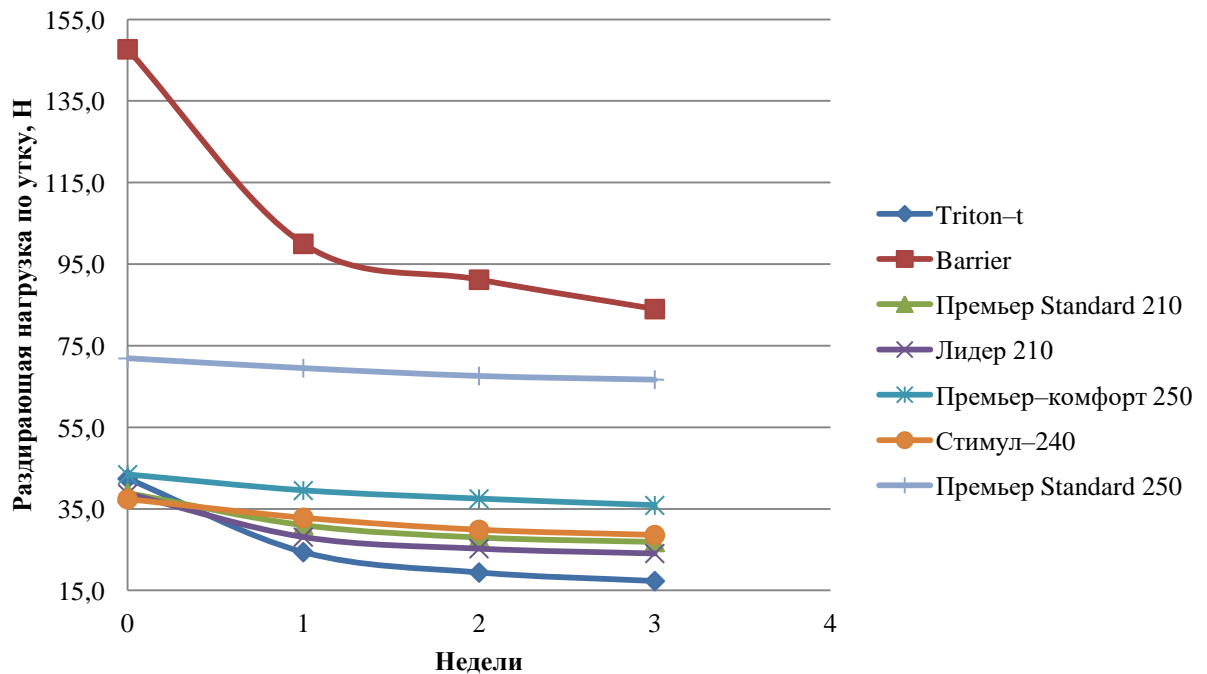


Рисунок 6 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 5% соляной кислоты

Приложение 4

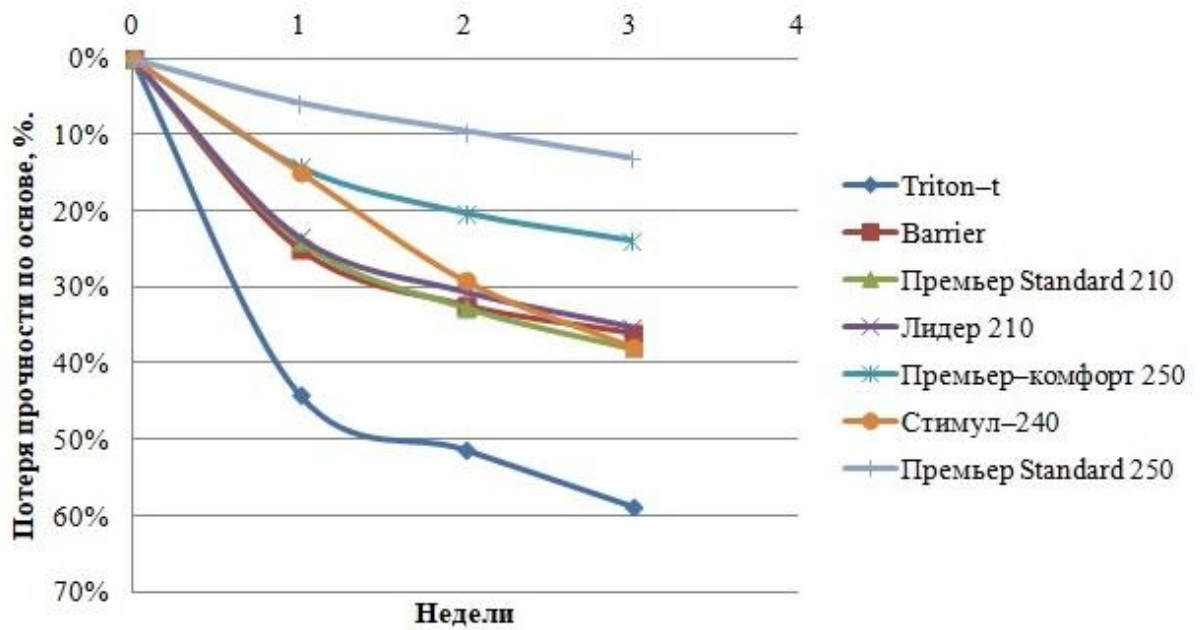


Рисунок 7 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по основе от длительности воздействия 5% соляной кислоты

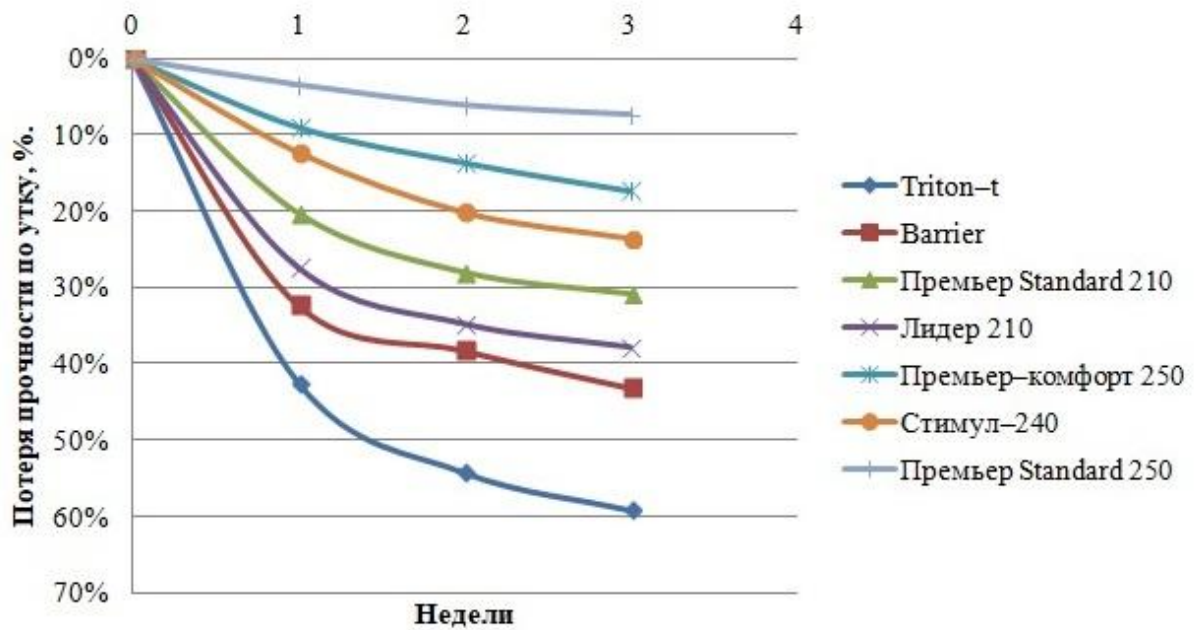


Рисунок 8 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по утку от длительности воздействия 5% соляной кислоты

Приложение 5

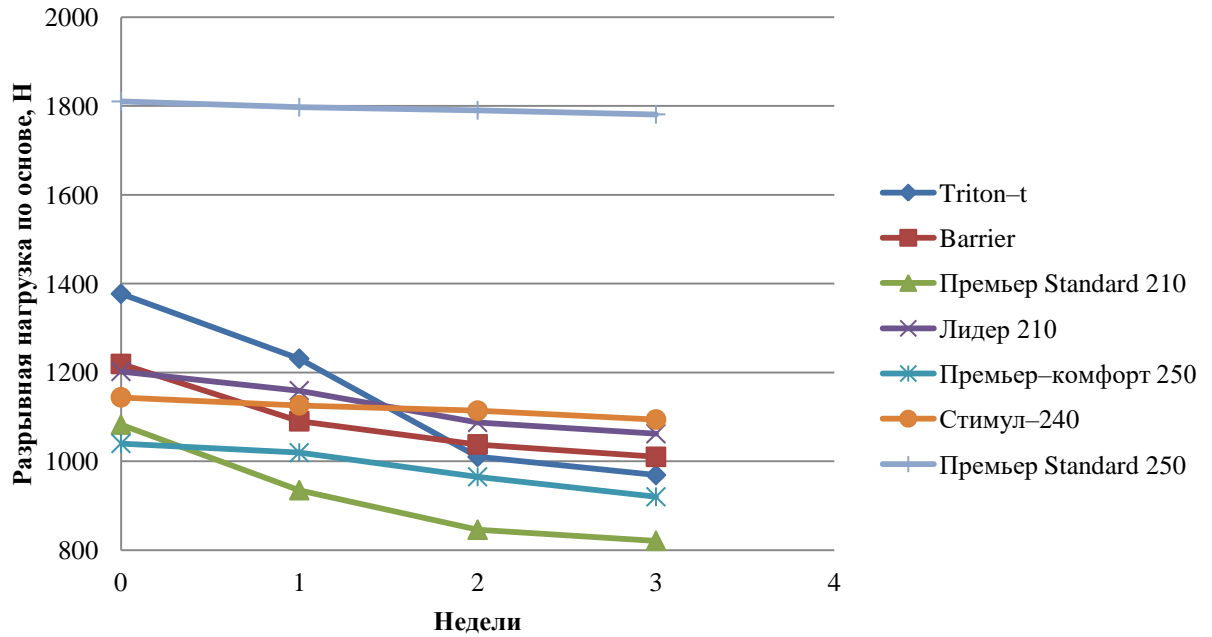


Рисунок 9 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 1,5% серной кислоты

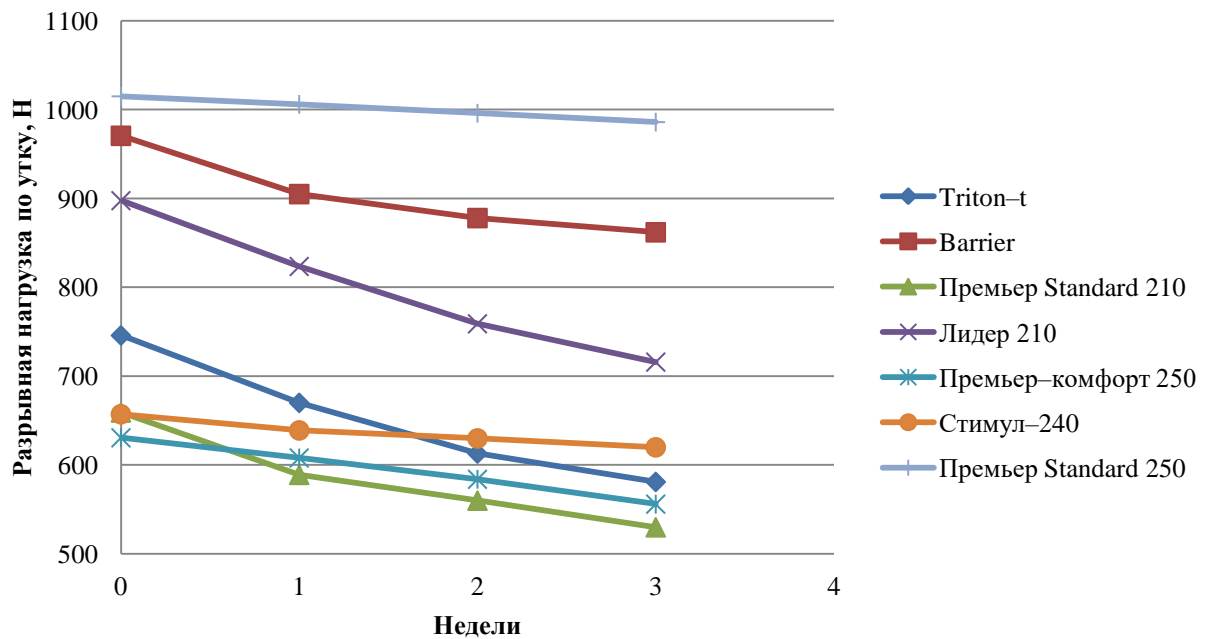


Рисунок 10 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 1,5% серной кислоты

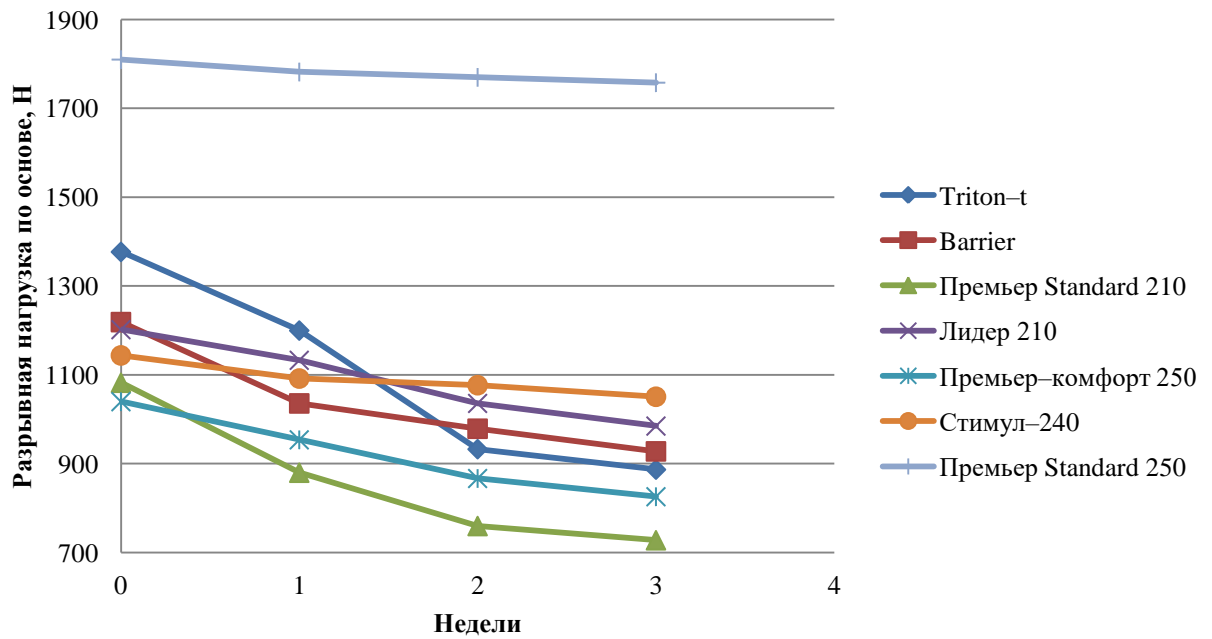


Рисунок 11 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 2,5% серной кислоты

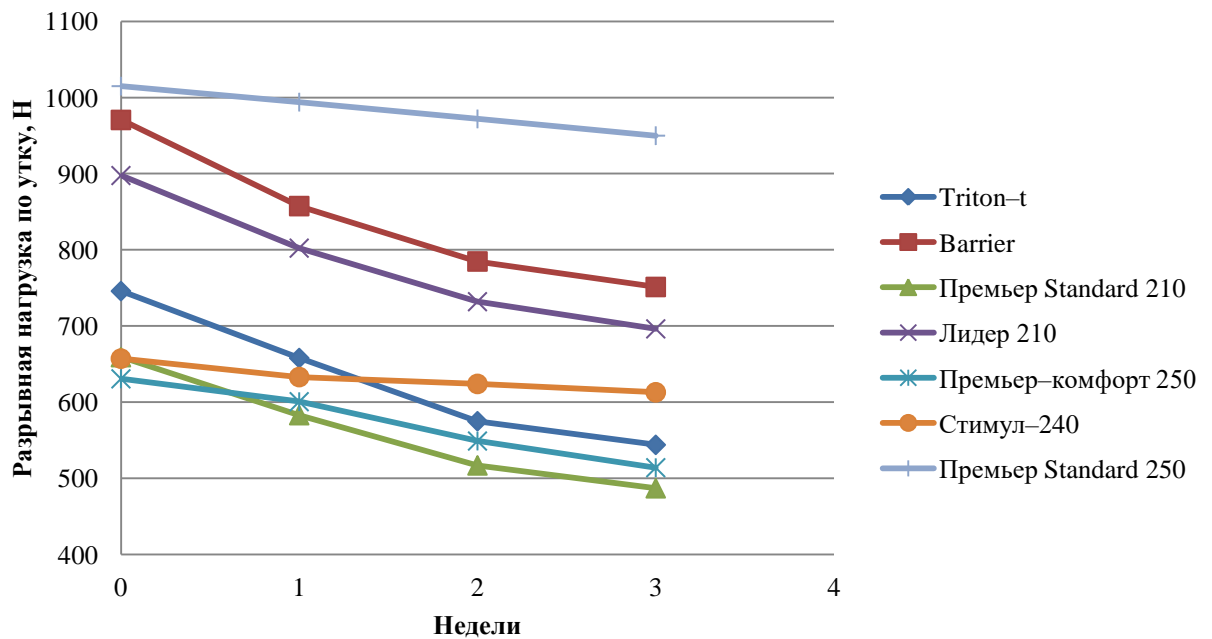


Рисунок 12 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 2,5% серной кислоты

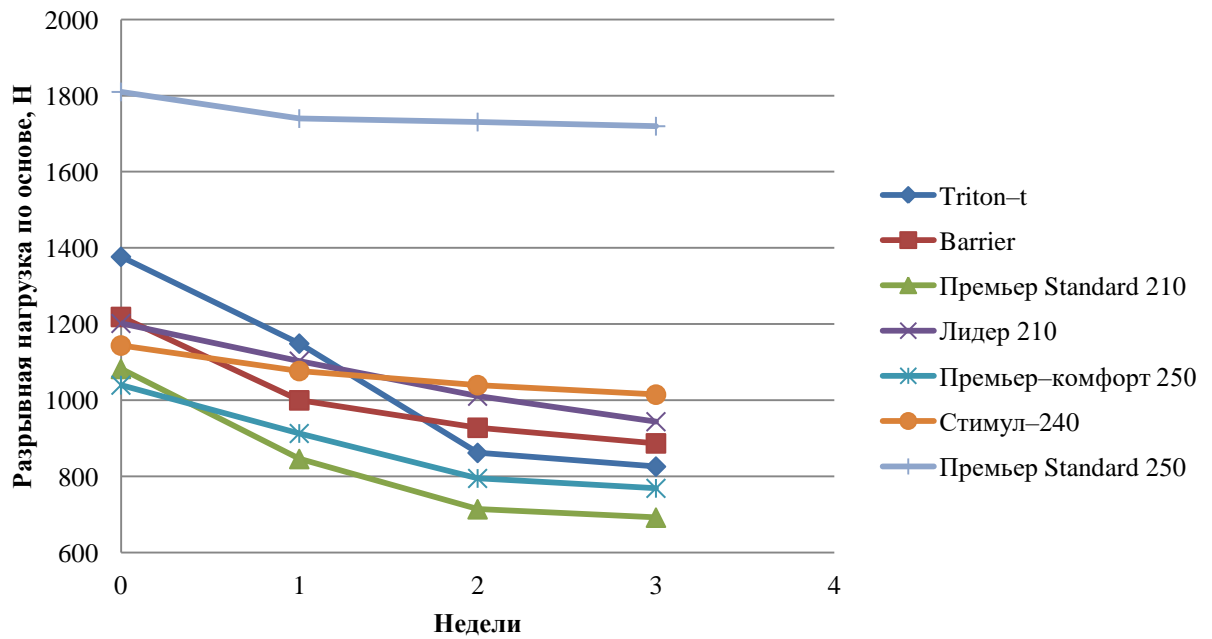


Рисунок 13 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 5% серной кислоты

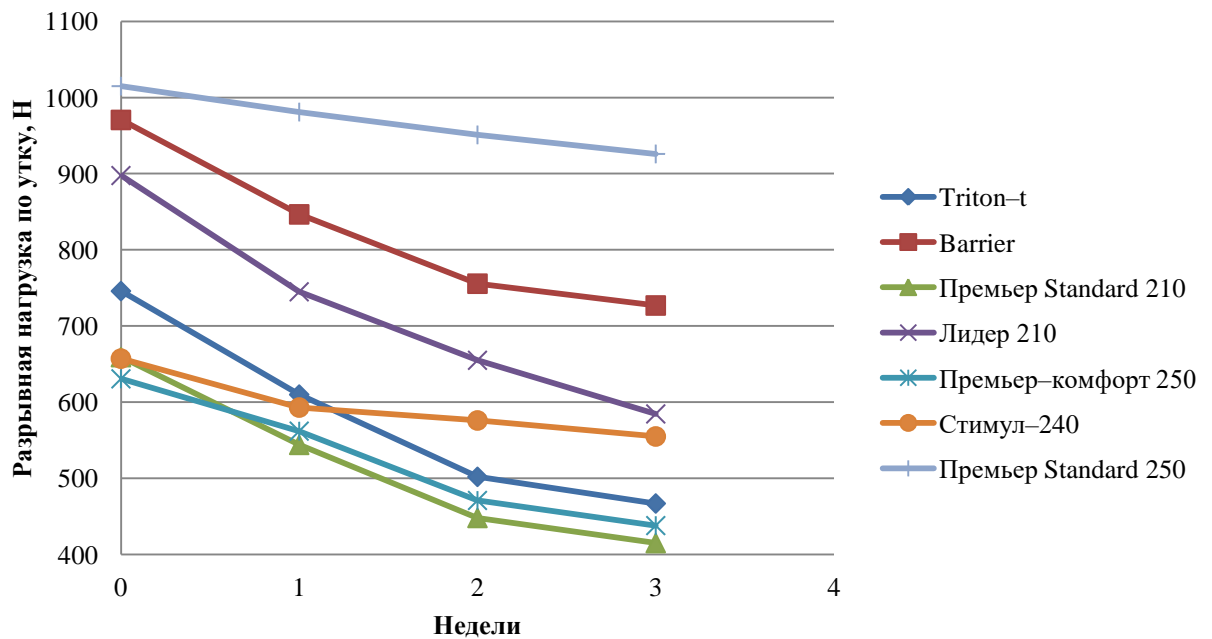


Рисунок 14 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 5% серной кислоты

Приложение 6

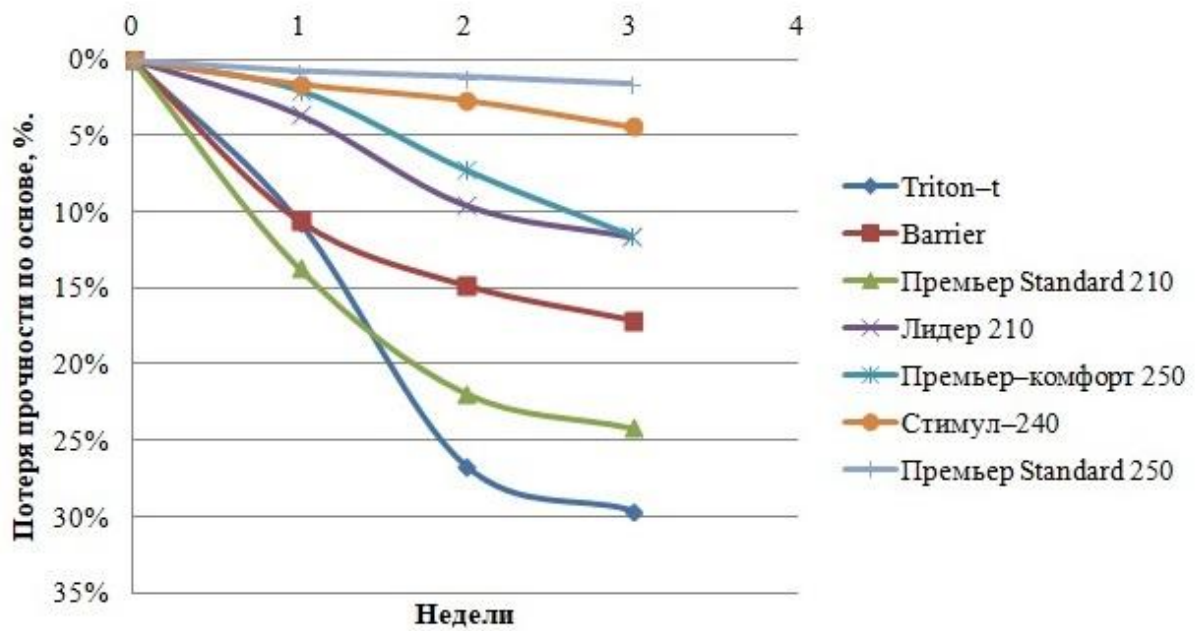


Рисунок 15 – Зависимость потери прочности при разрыве тканей по основе от длительности воздействия 1,5% серной кислоты

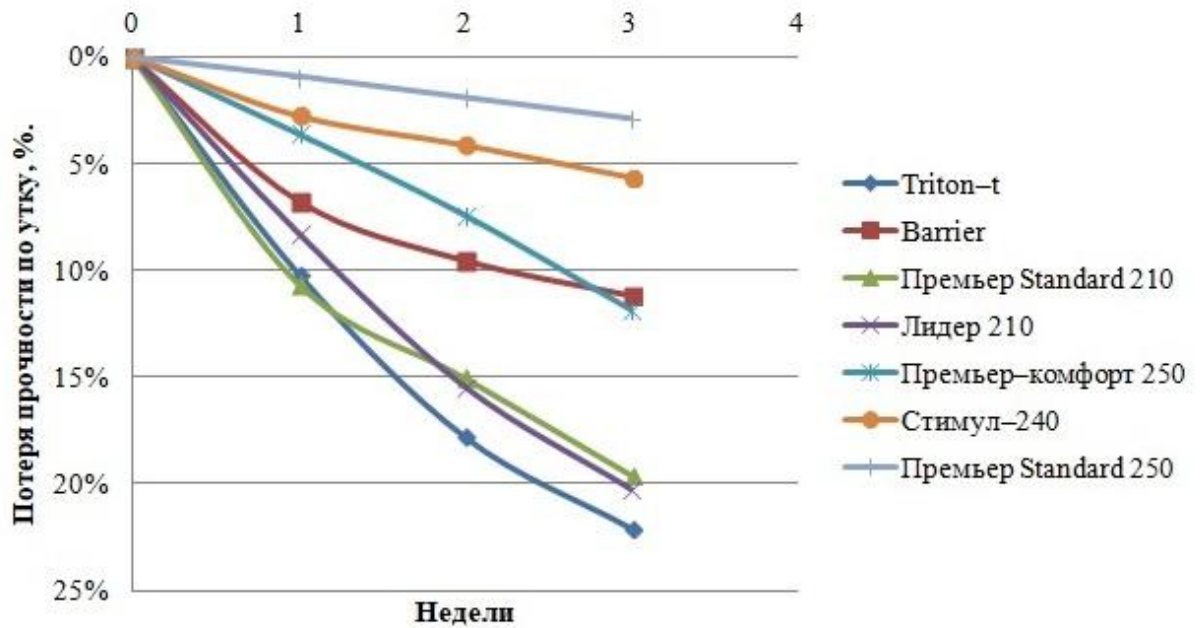


Рисунок 16 – Зависимость потери прочности при разрыве тканей по утку от длительности воздействия 1,5% серной кислоты

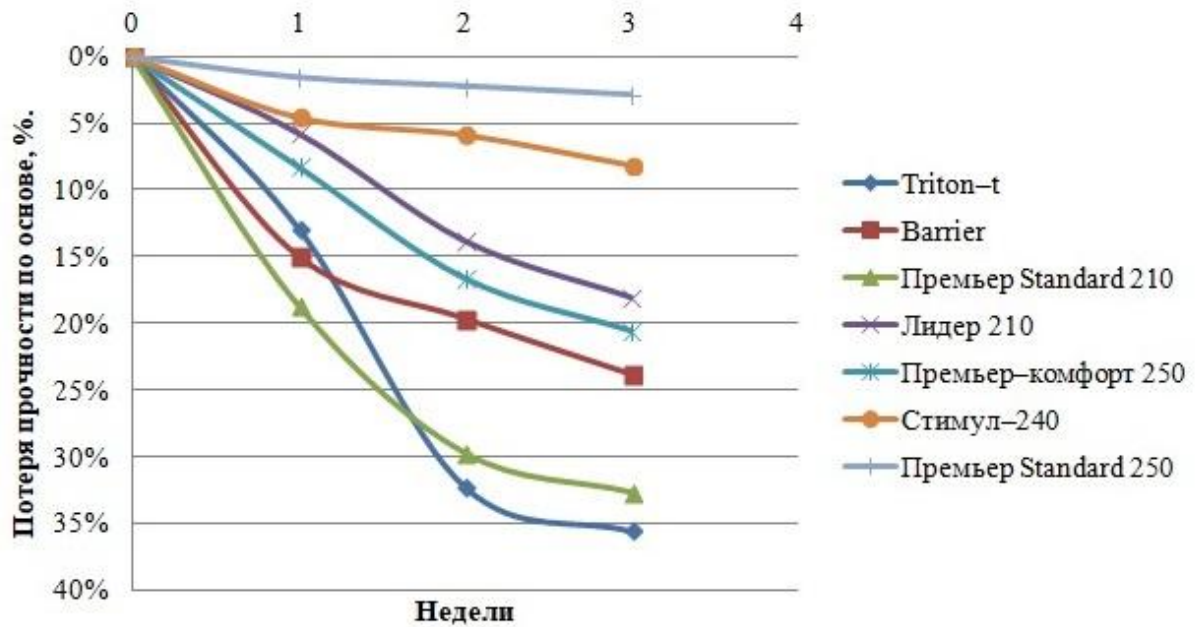


Рисунок 17 –Зависимость потери прочности при разрыве тканей по основе от длительности воздействия 2,5% серной кислоты

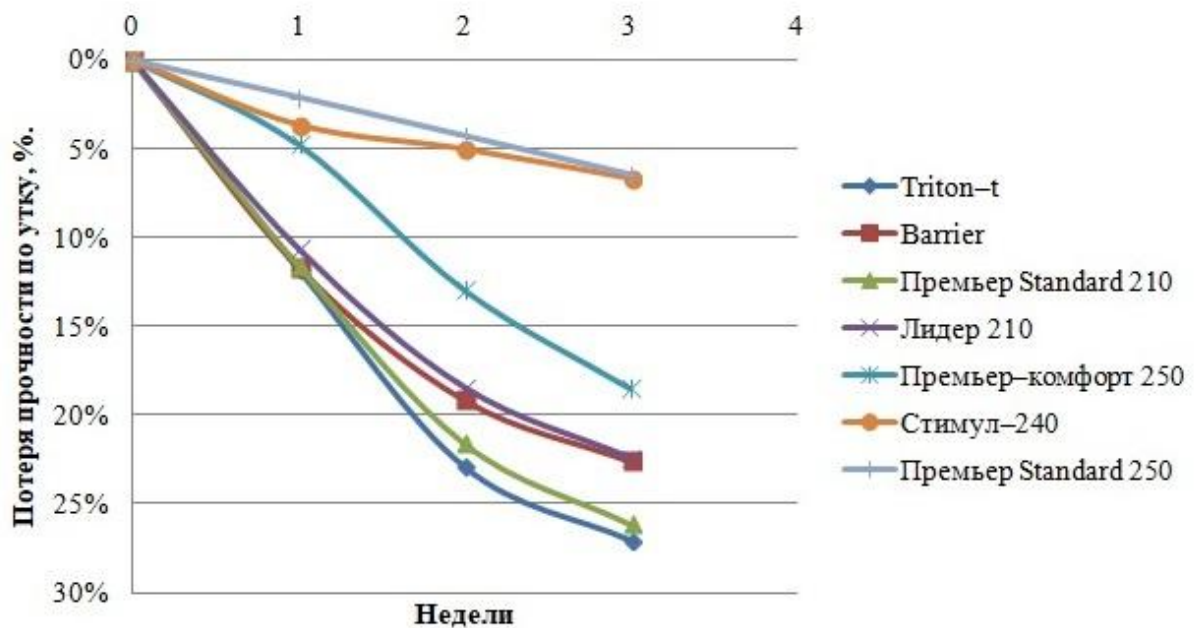


Рисунок 18 –Зависимость потери прочности при разрыве тканей по утку от длительности воздействия 2,5% серной кислоты

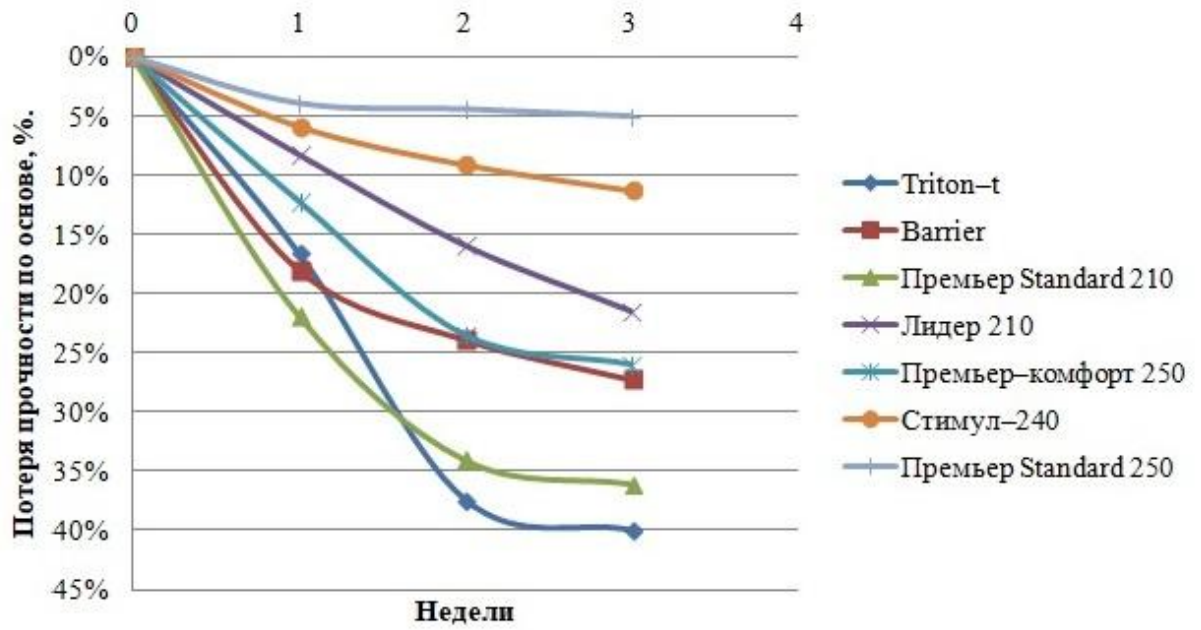


Рисунок 19 – Зависимость потери прочности при разрыве тканей по основе от длительности воздействия 5% серной кислоты

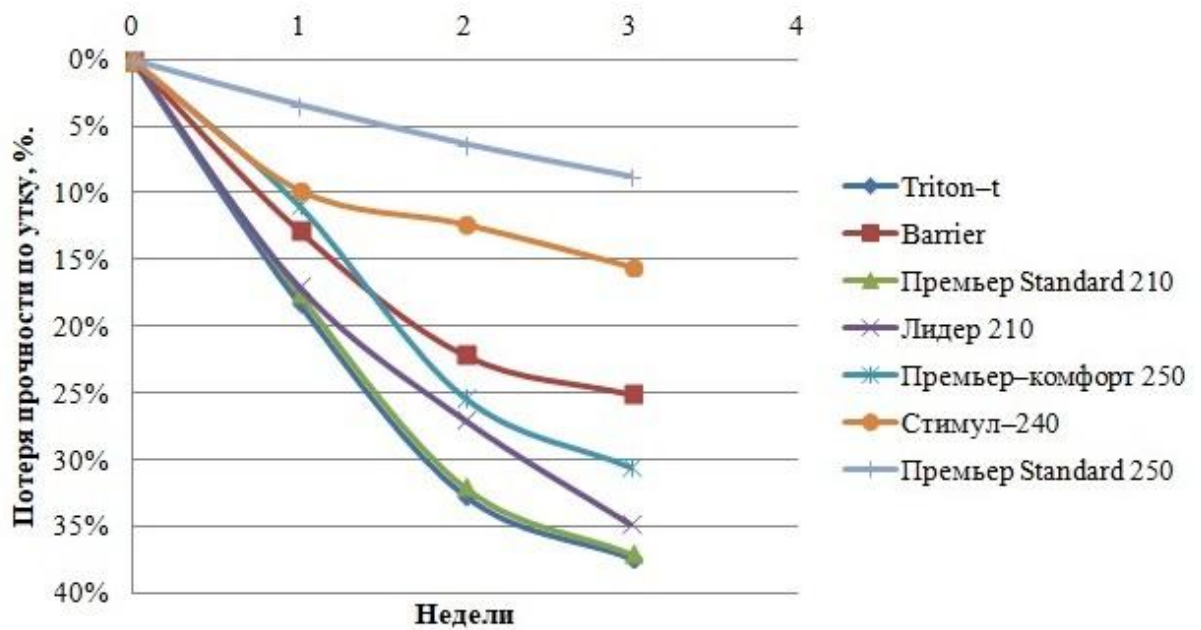


Рисунок 20 – Зависимость потери прочности при разрыве тканей по утку от длительности воздействия 5% серной кислоты

Приложение 7

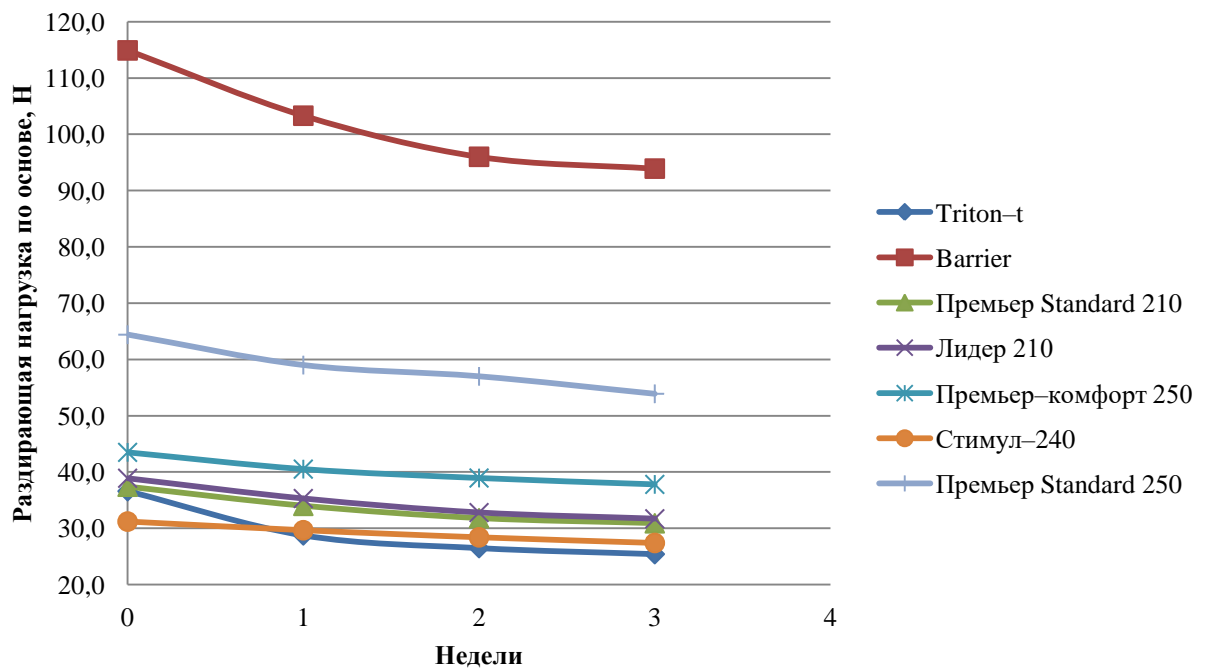


Рисунок 21 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 1,5% серной кислоты

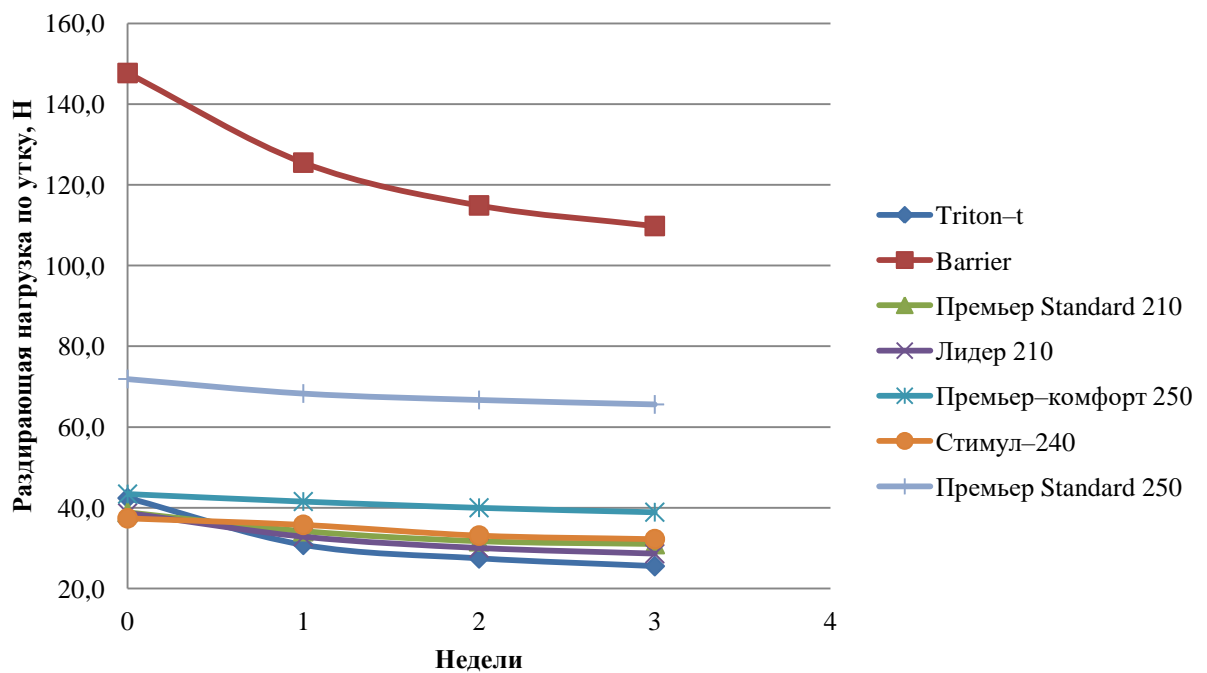


Рисунок 22 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 1,5% серной кислоты

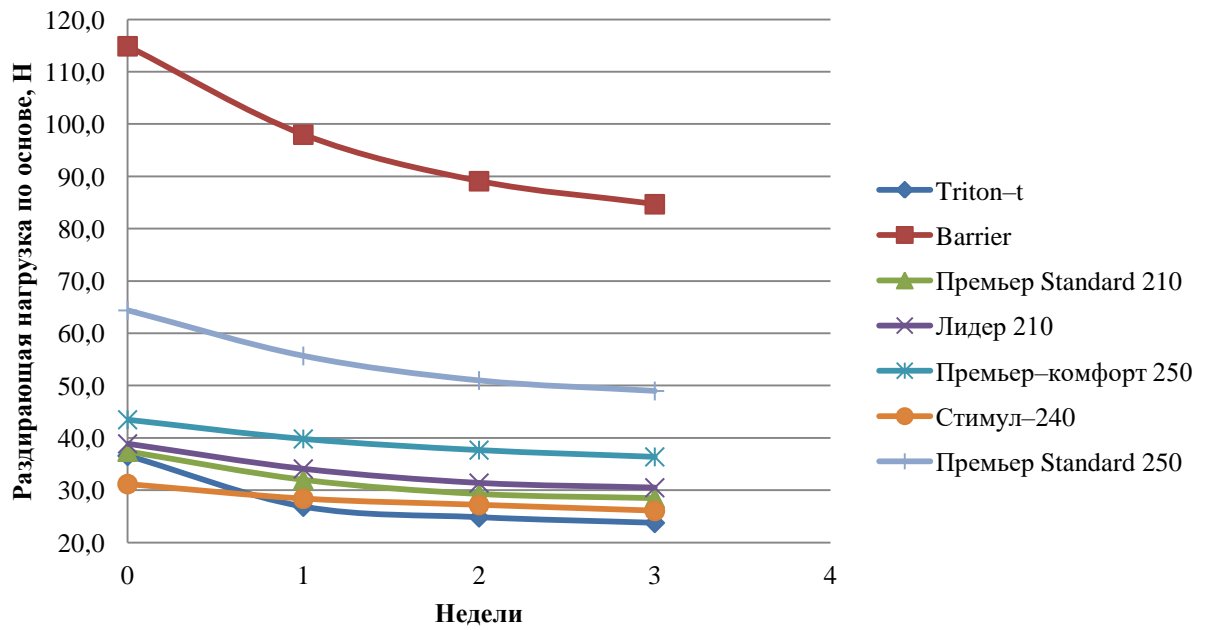


Рисунок 23 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 2,5% серной кислоты

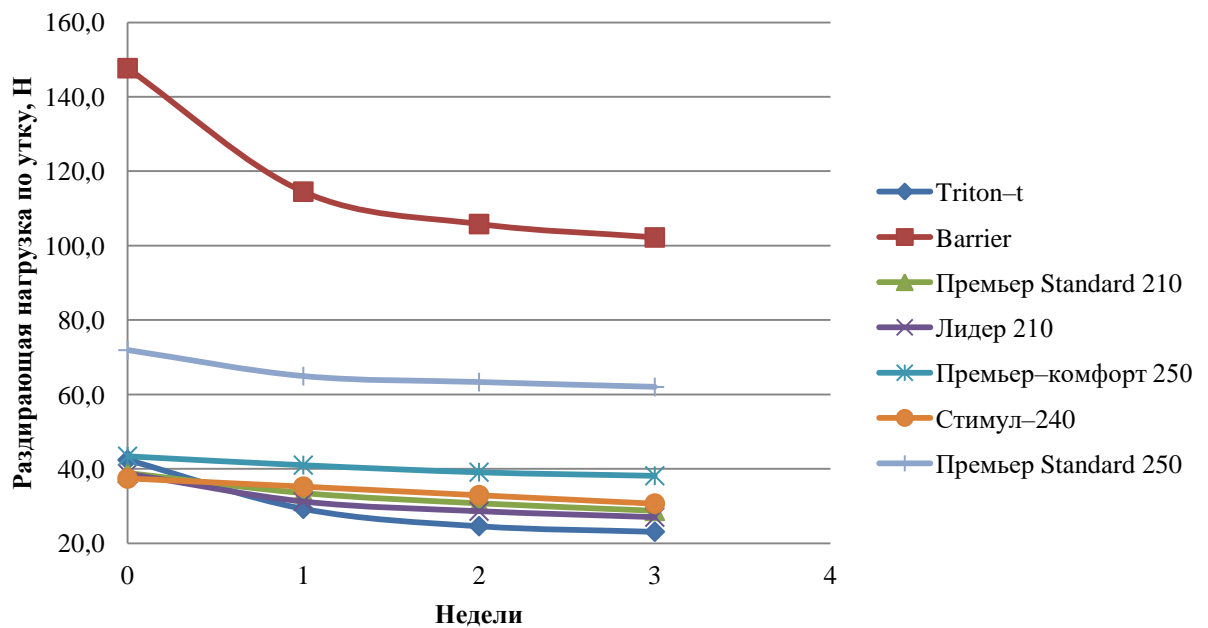


Рисунок 24 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 2,5% серной кислоты

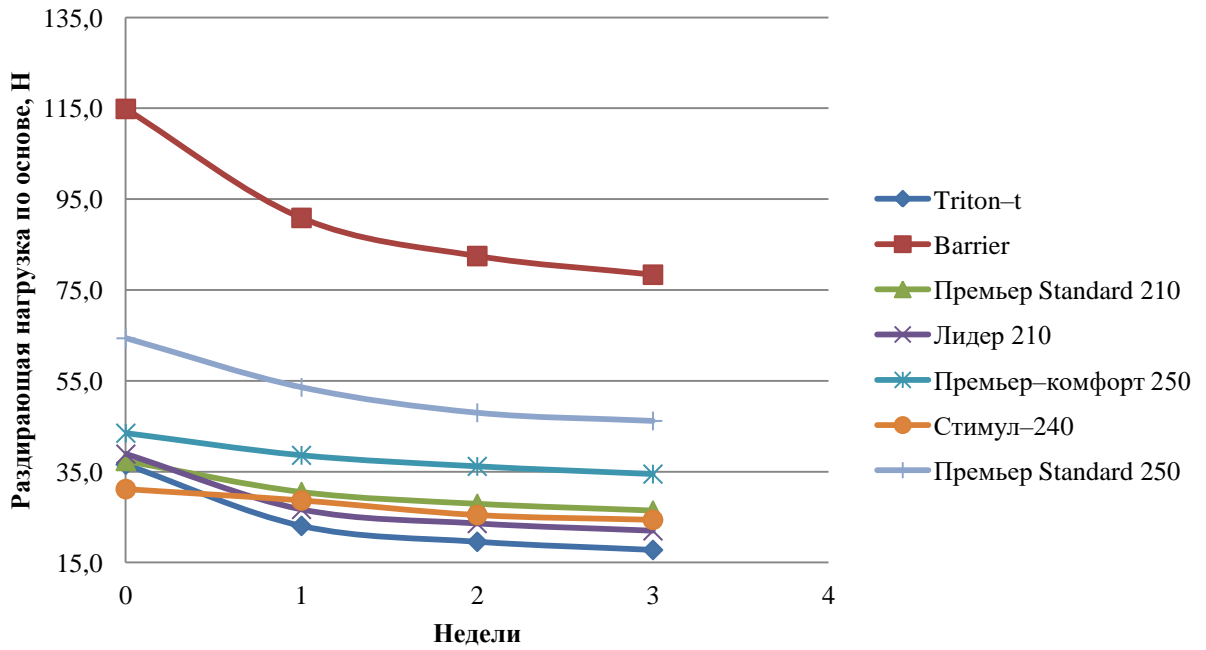


Рисунок 25 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 5% серной кислоты

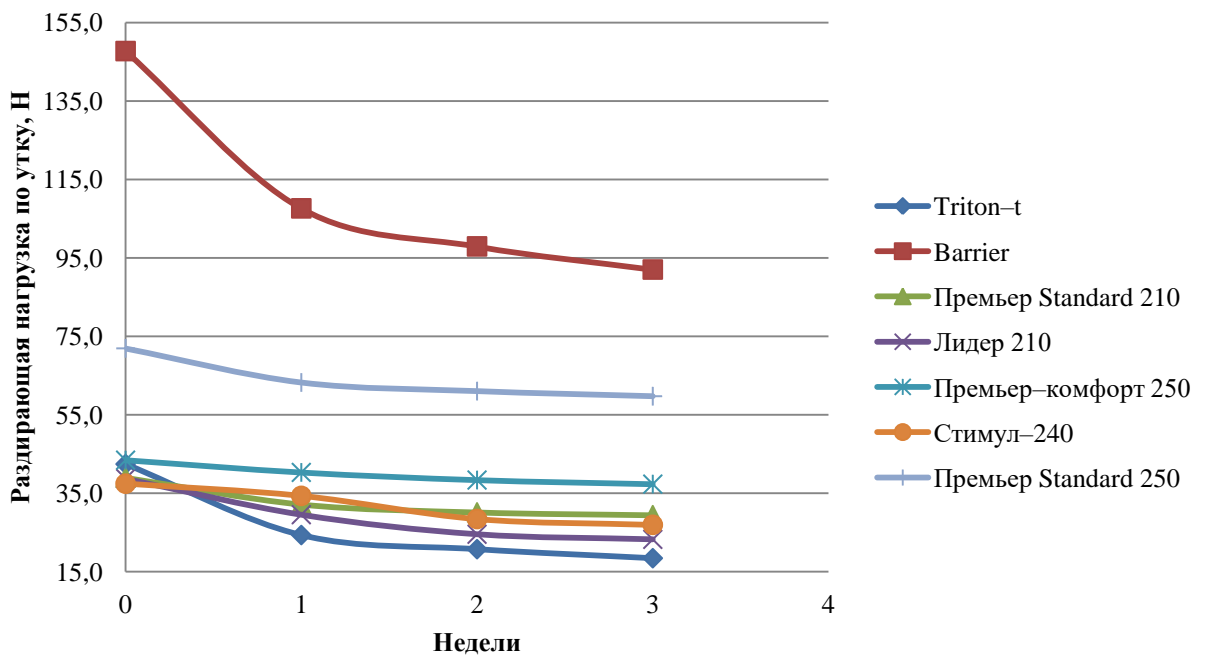


Рисунок 26 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 5% серной кислоты

Приложение 8

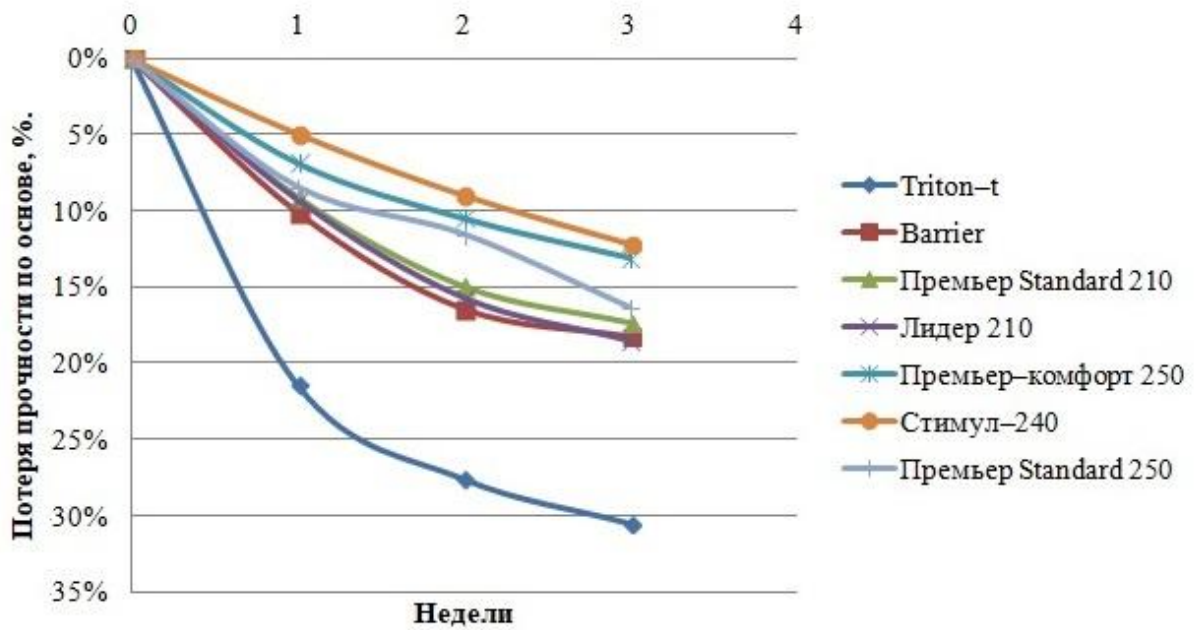


Рисунок 27 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по основе от длительности воздействия 1,5% серной кислоты

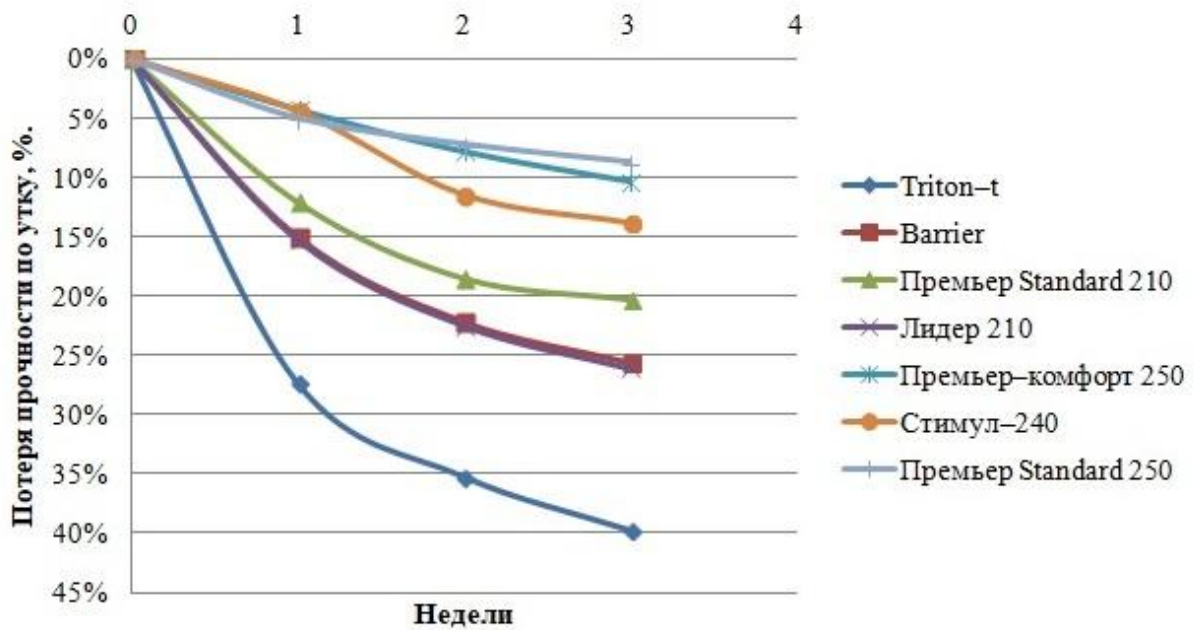


Рисунок 28 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по утку от длительности воздействия 1,5% серной кислоты

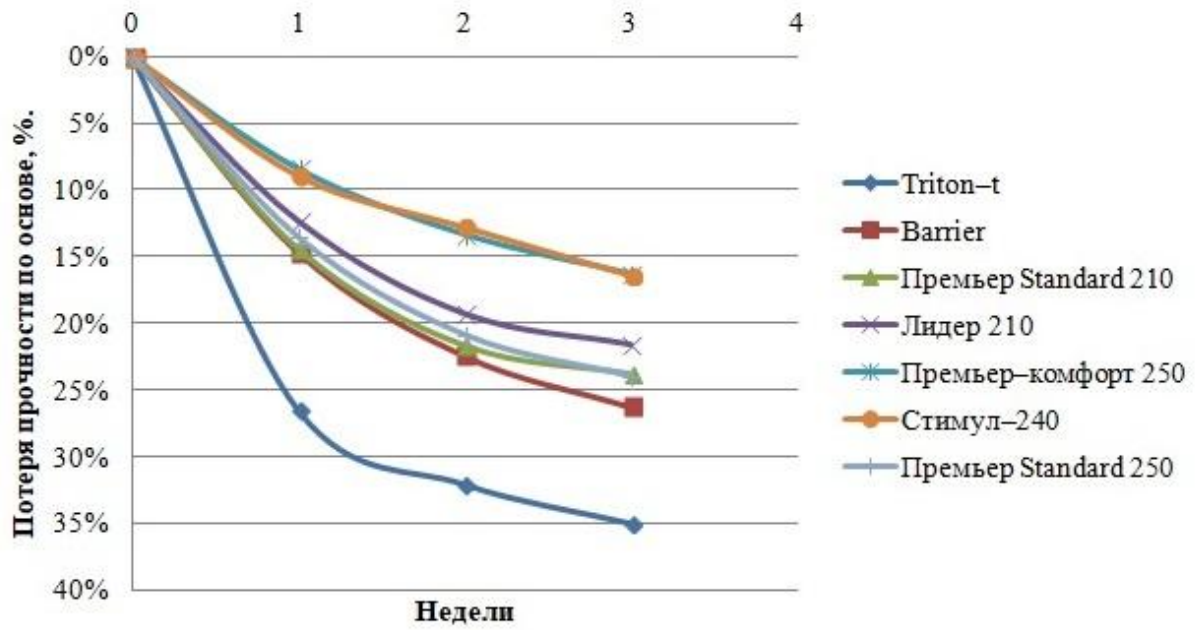


Рисунок 29 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по основе от длительности воздействия 2,5% серной кислоты

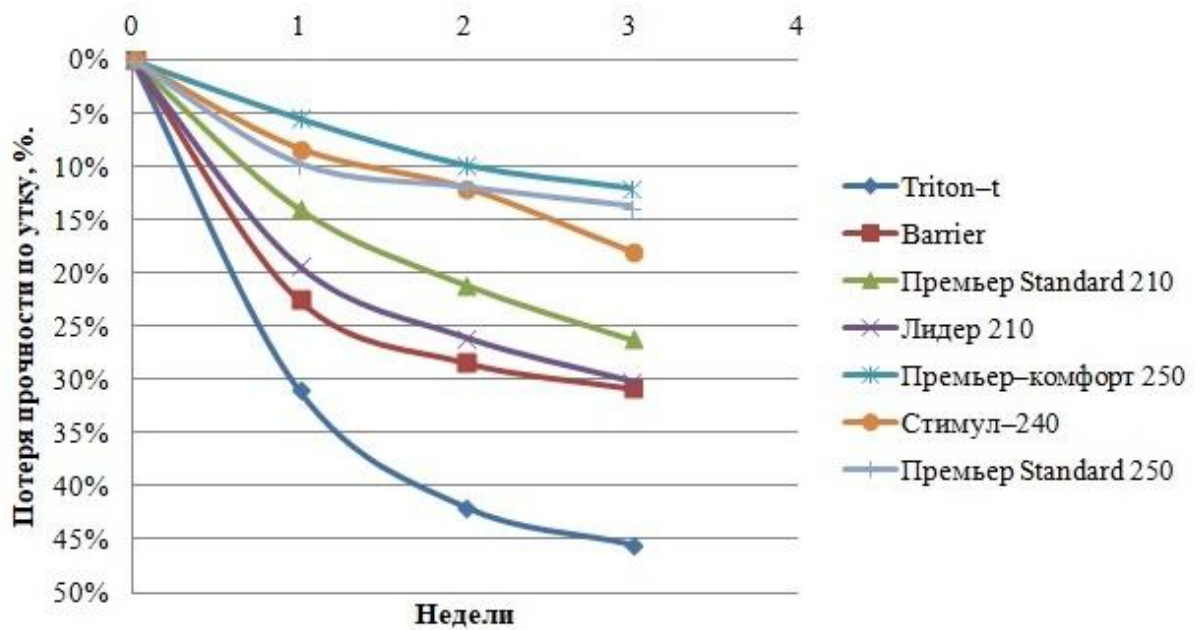


Рисунок 30 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по утку от длительности воздействия 2,5% серной кислоты

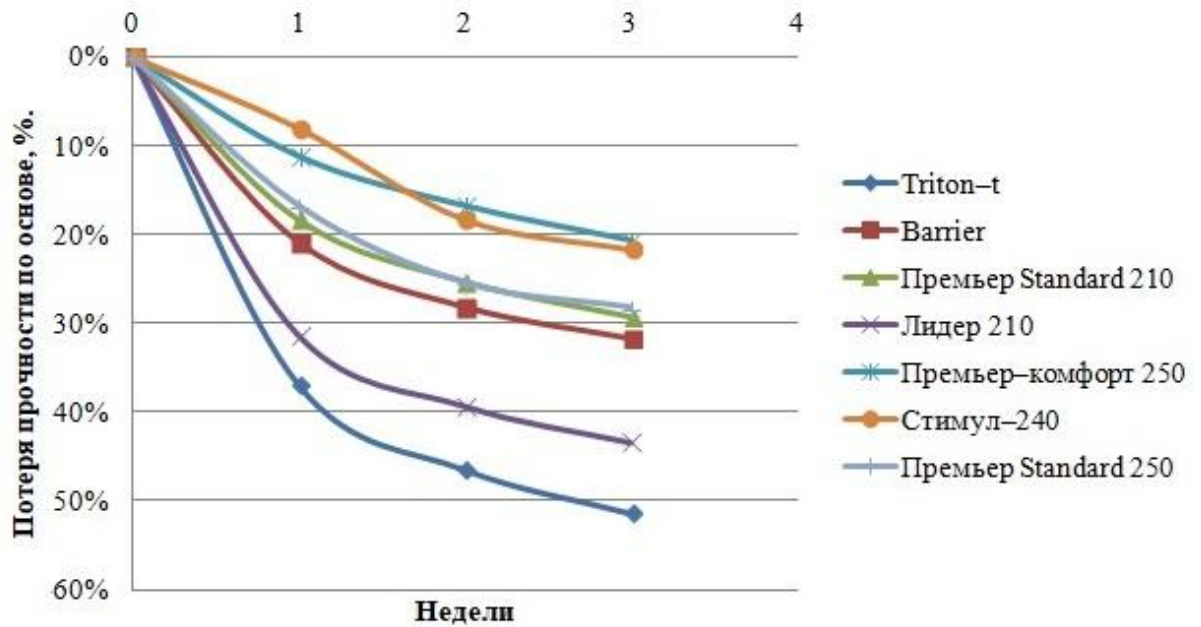


Рисунок 31 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по основе от длительности воздействия 5% серной кислоты

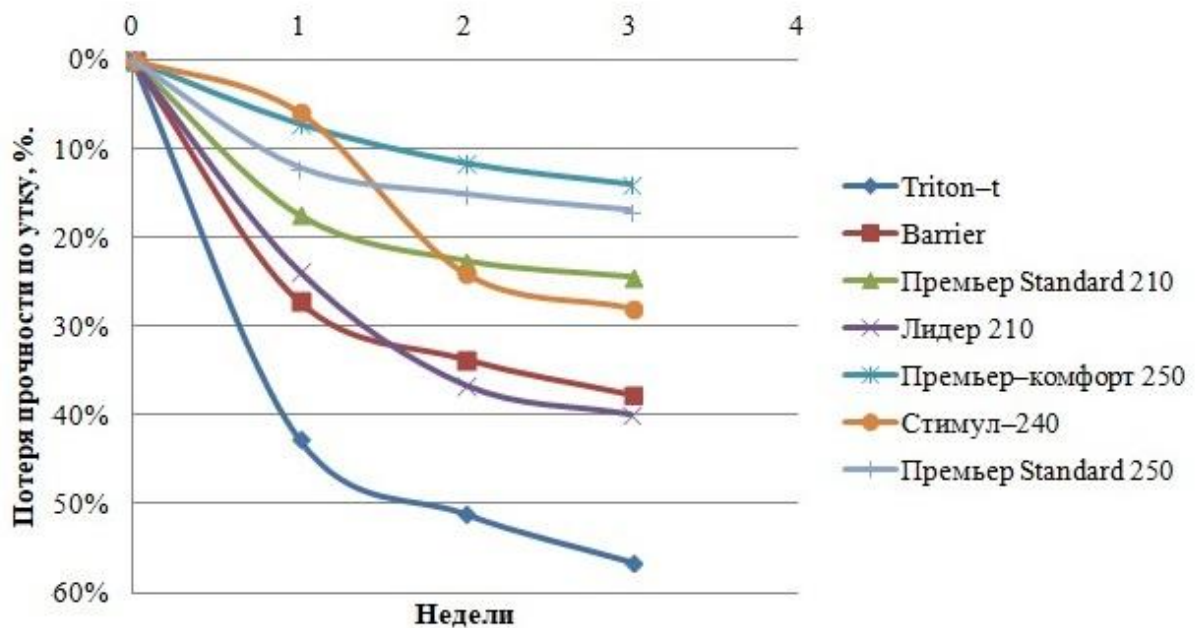


Рисунок 32 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по утку от длительности воздействия 5% серной кислоты

Приложение 9

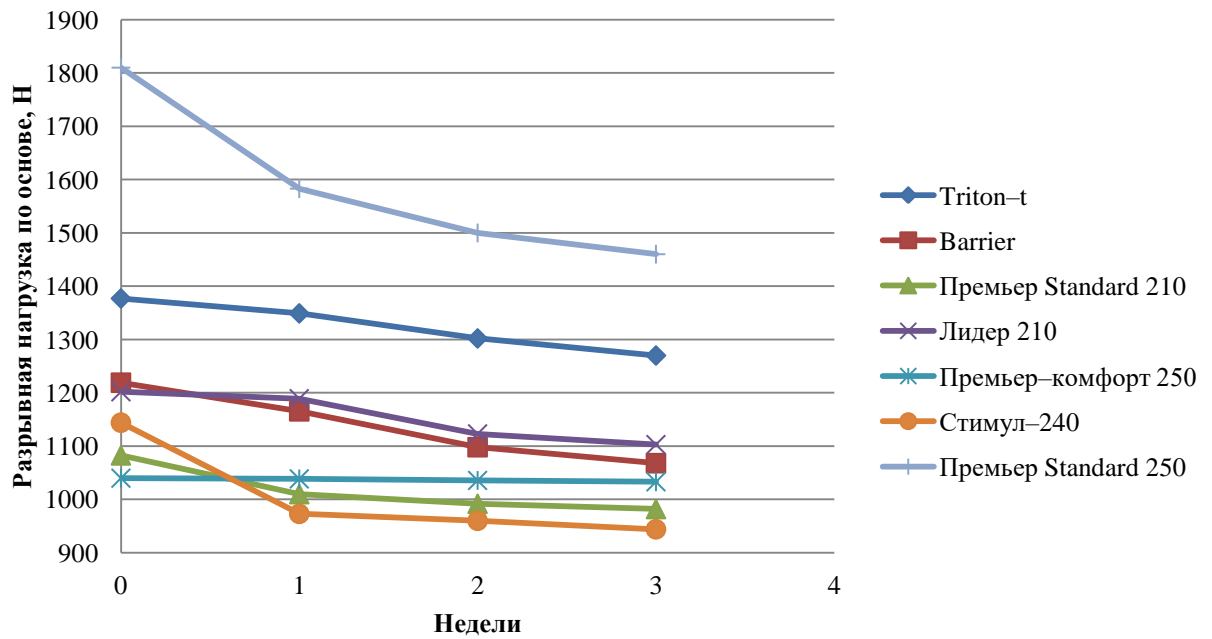


Рисунок 33 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 1,5% гидроксида натрия

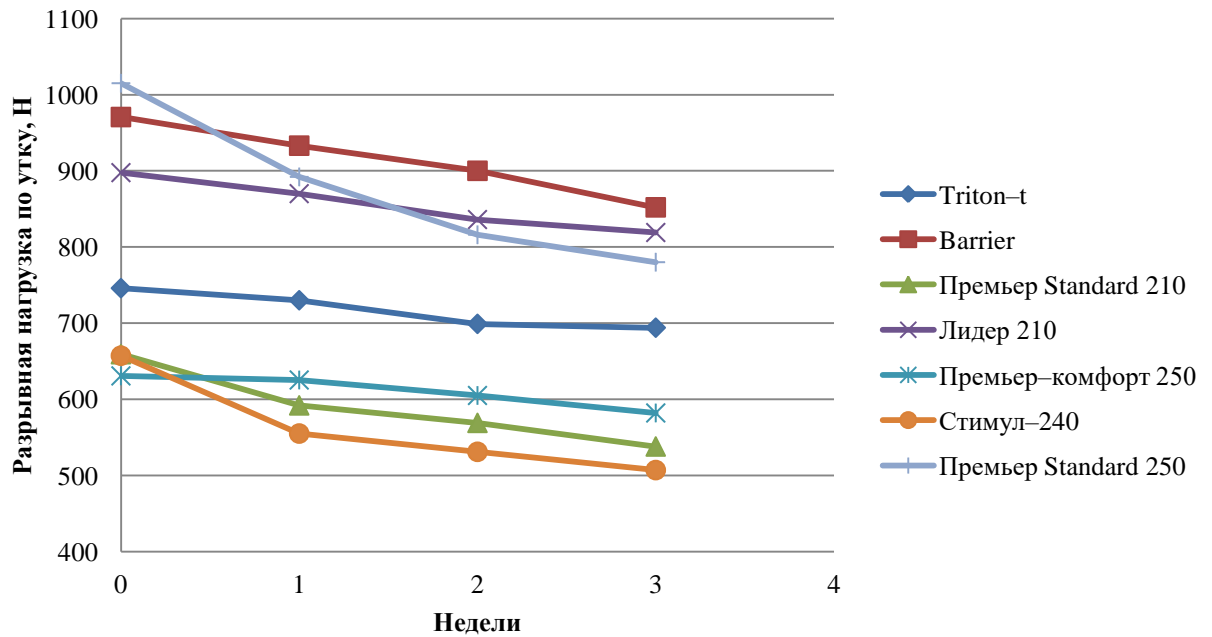


Рисунок 34 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 1,5% гидроксида натрия

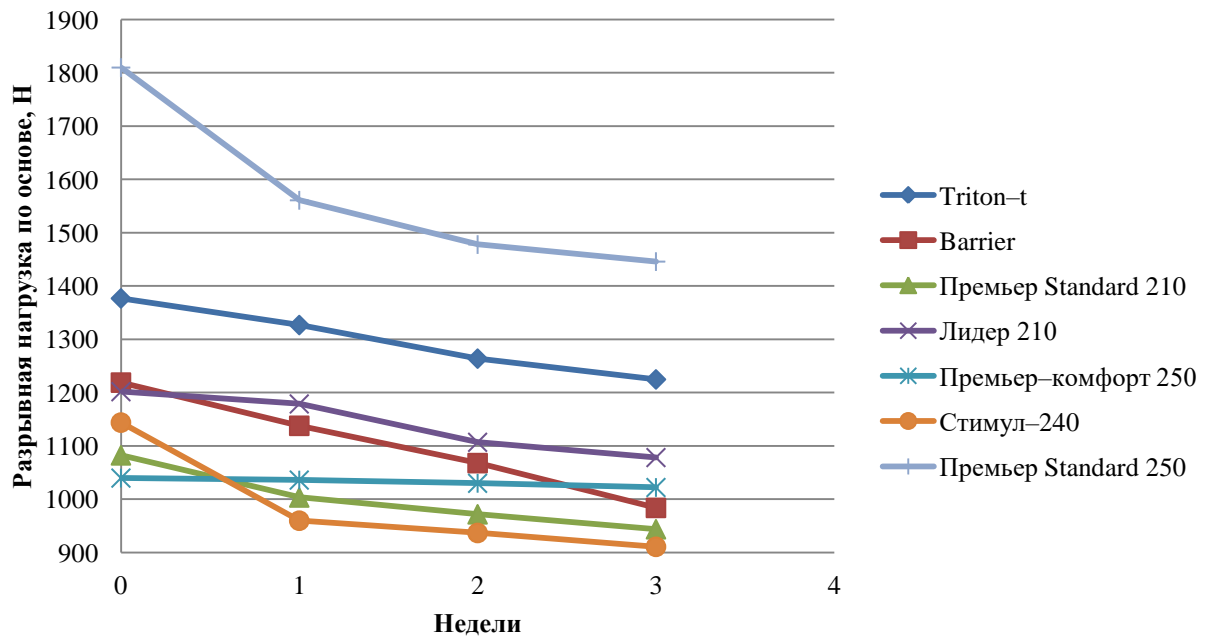


Рисунок 35 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 2,5% гидроксида натрия

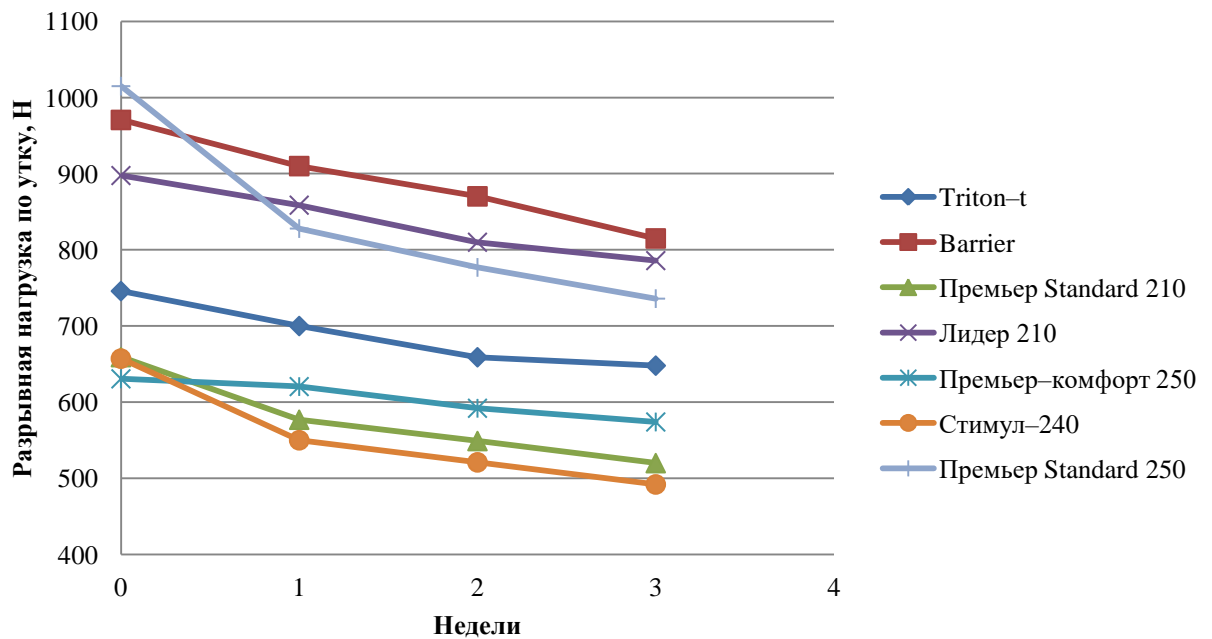


Рисунок 36 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 2,5% гидроксида натрия

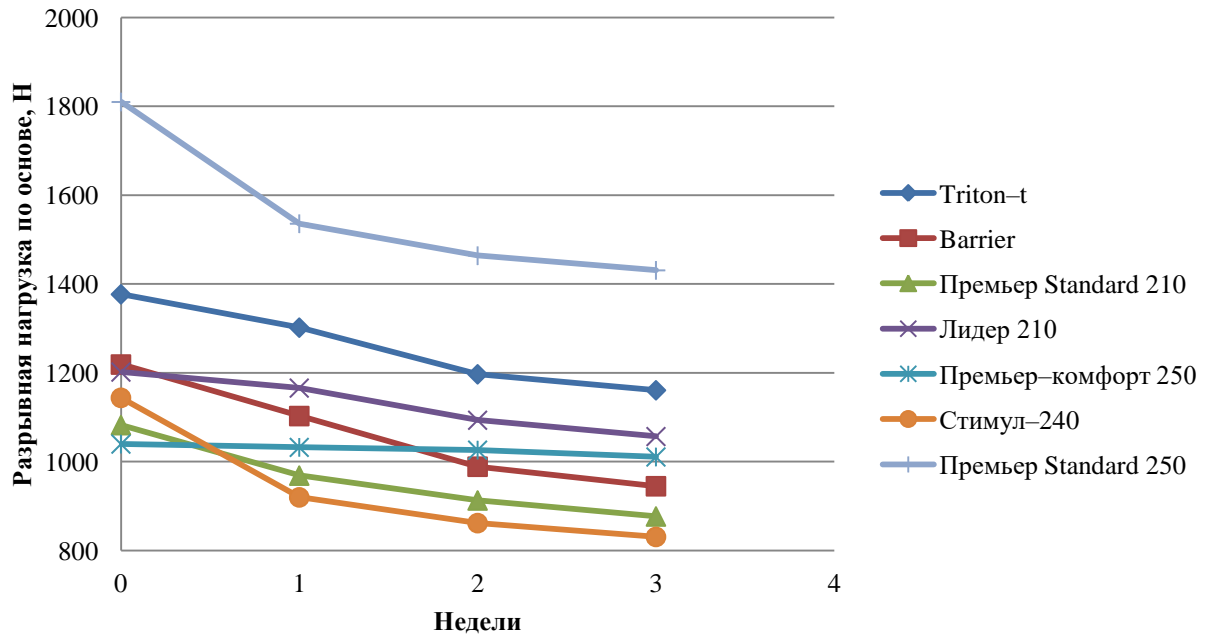


Рисунок 37 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 5% гидроксида натрия

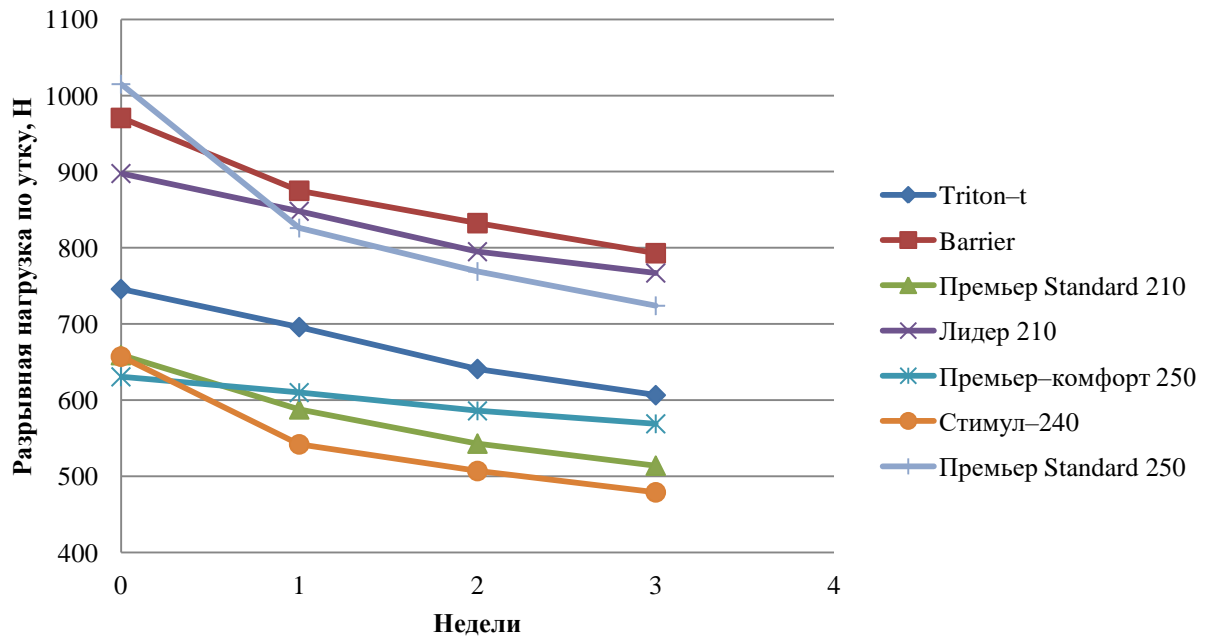


Рисунок 38 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 5% гидроксида натрия

Приложение 10

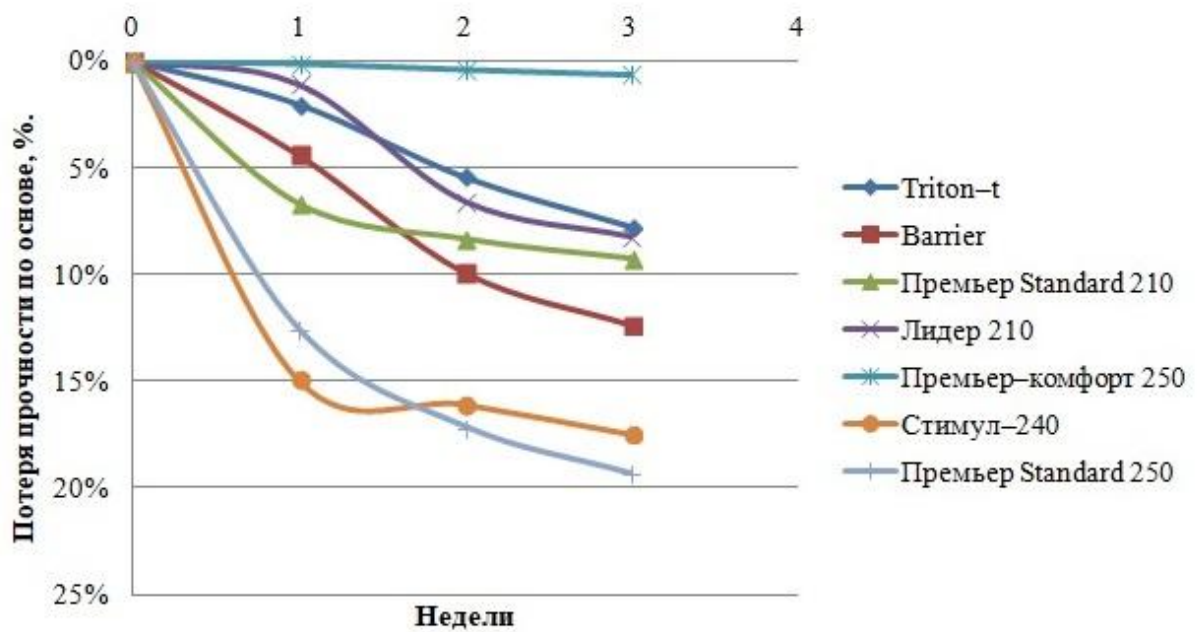


Рисунок 39 – Зависимость потери прочности при разрыве тканей по основе от длительности воздействия 1,5% гидроксида натрия

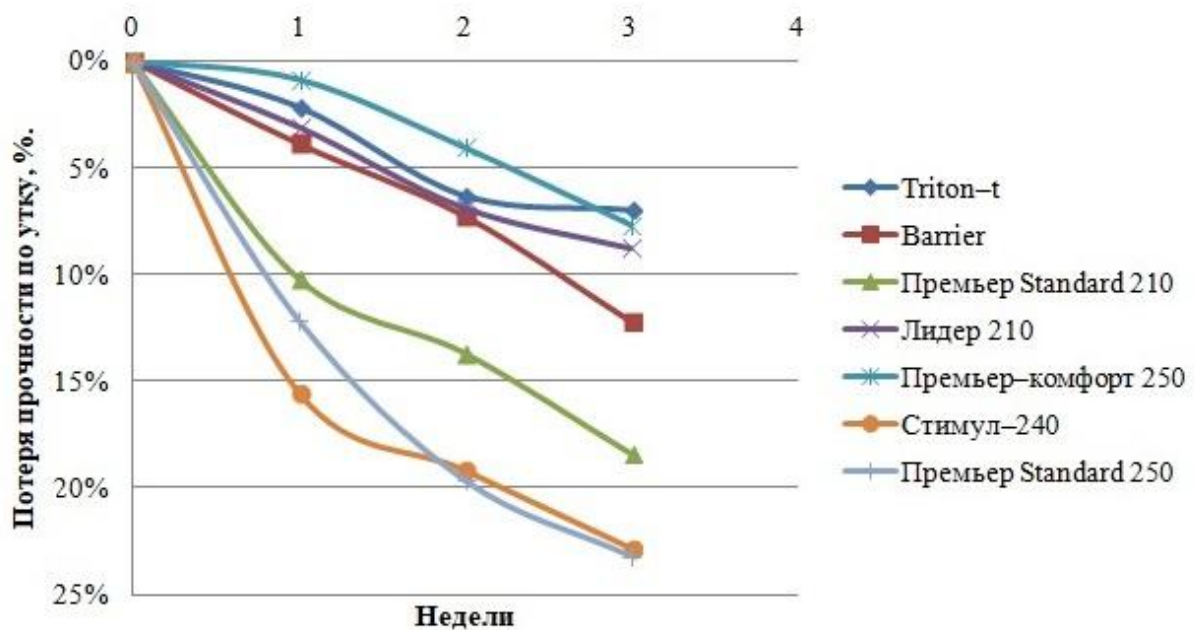


Рисунок 40 – Зависимость потери прочности при разрыве тканей по утку от длительности воздействия 1,5% гидроксида натрия

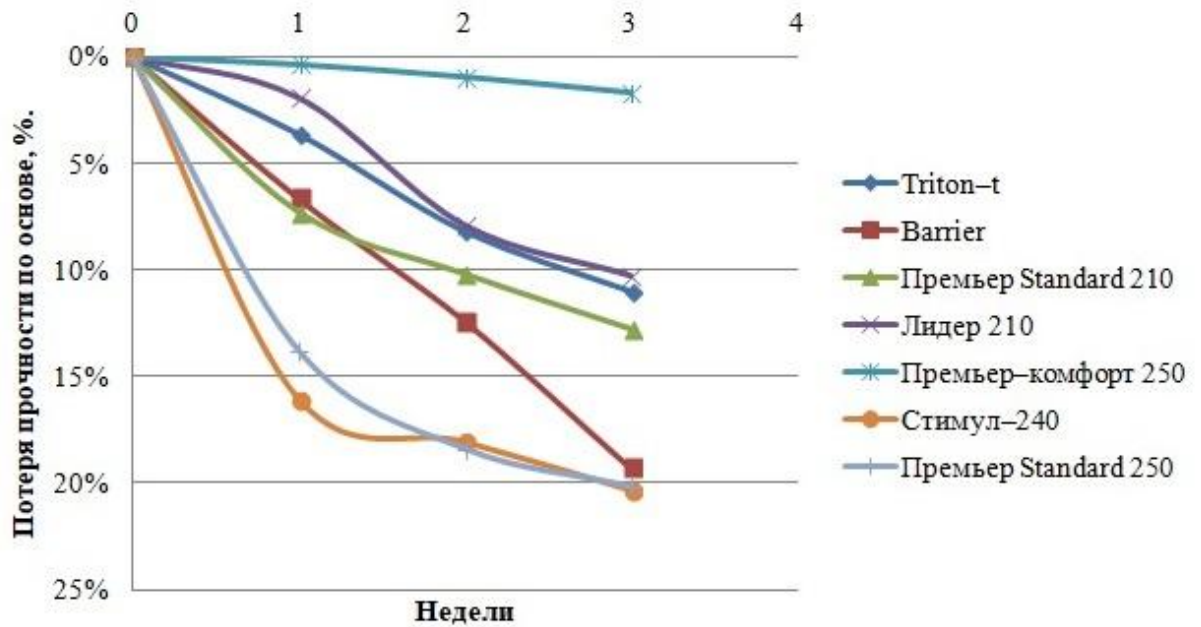


Рисунок 41 – Зависимость потери прочности при разрыве тканей по основе от длительности воздействия 2,5% гидроксида натрия

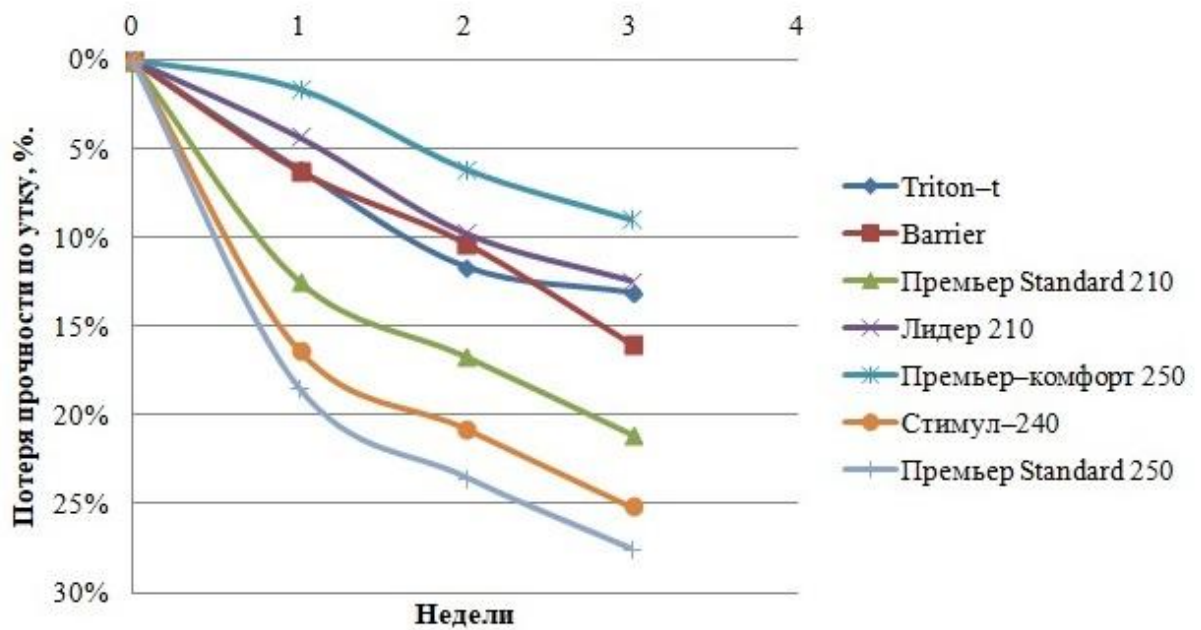


Рисунок 42 – Зависимость потери прочности при разрыве тканей по утку от длительности воздействия 2,5% гидроксида натрия

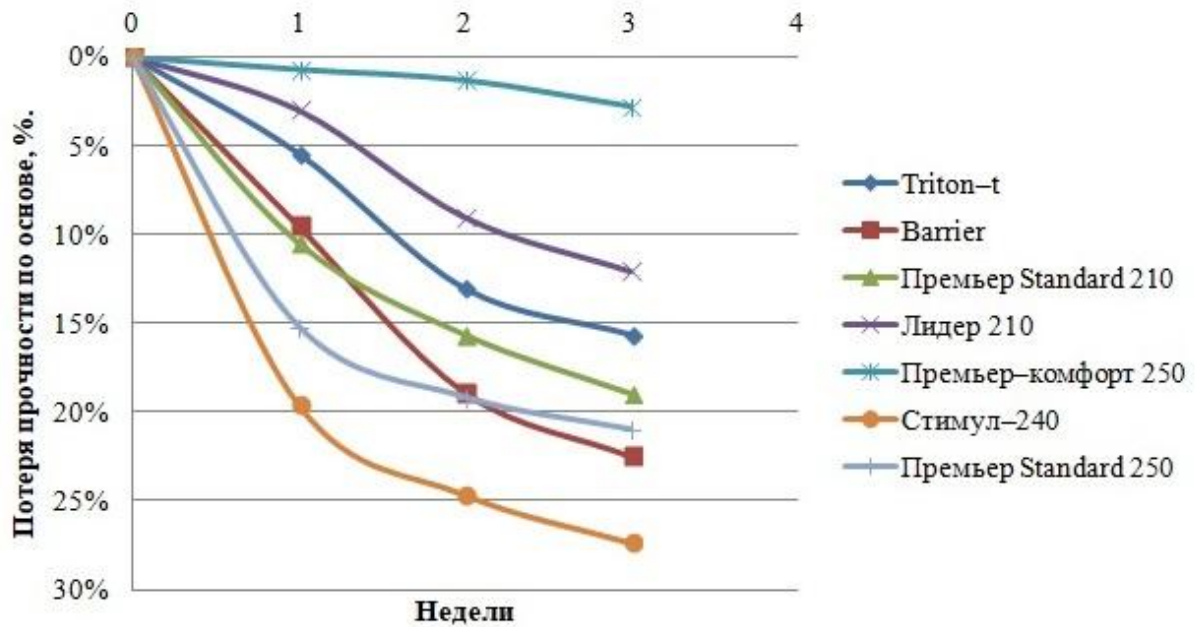


Рисунок 43 – Зависимость потери прочности при разрыве тканей по основе от длительности воздействия 5% гидроксида натрия

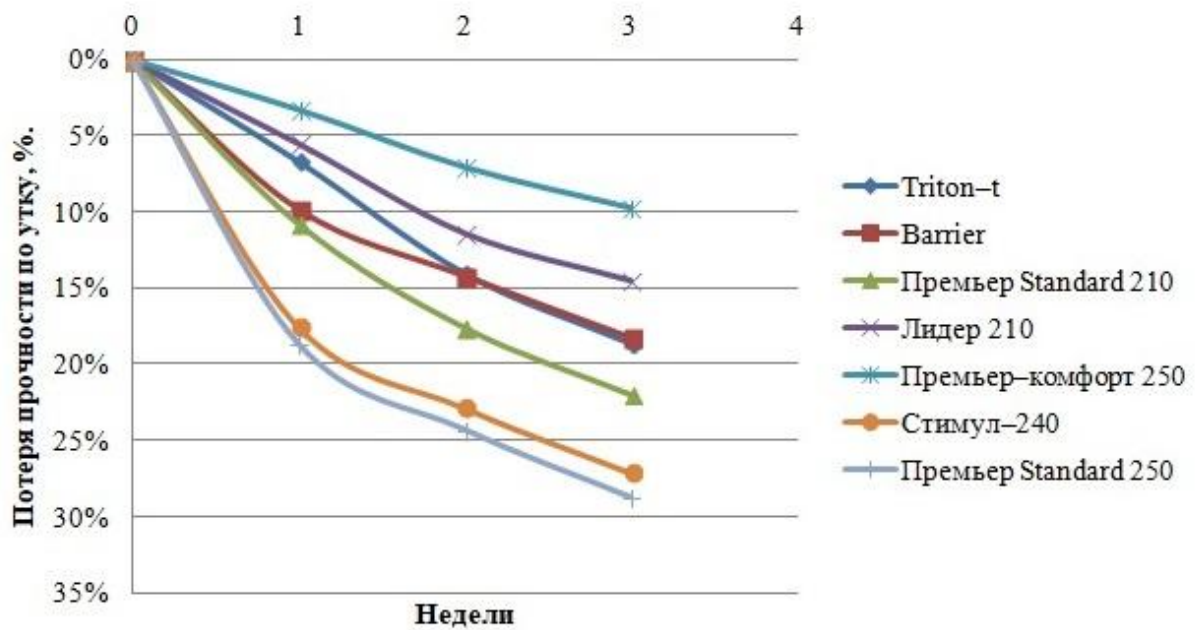


Рисунок 44 – Зависимость потери прочности при разрыве тканей по утку от длительности воздействия 5% гидроксида натрия

Приложение 11

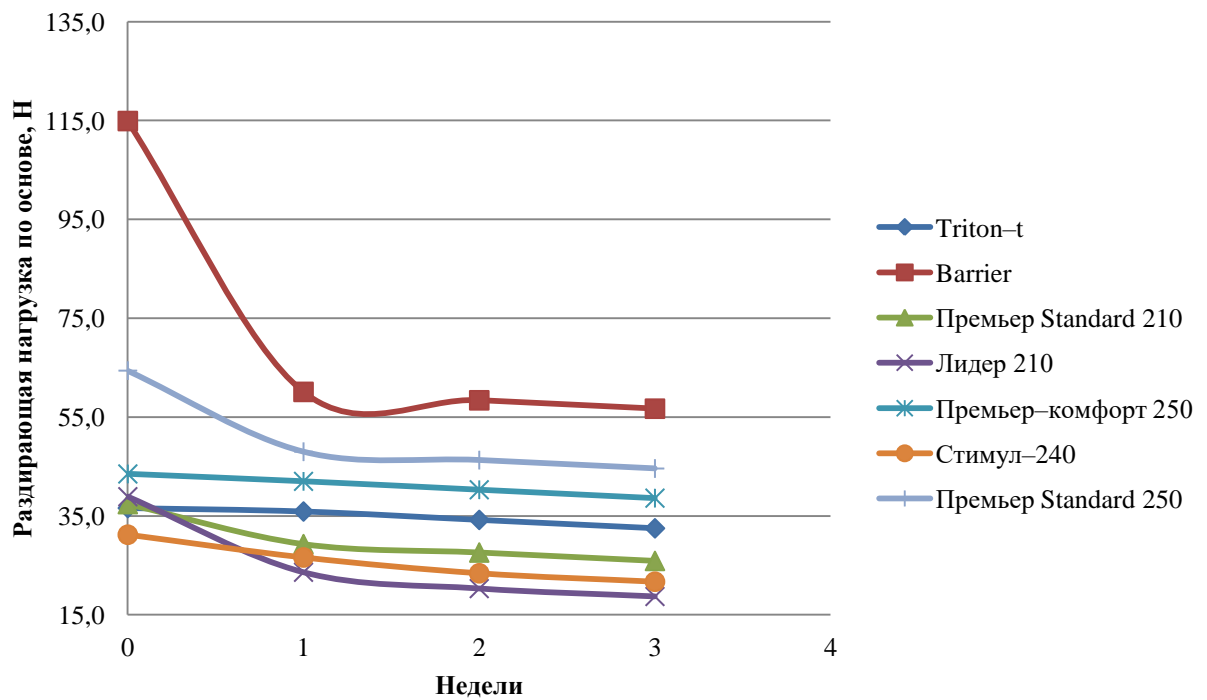


Рисунок 45 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 1,5% гидроксида натрия

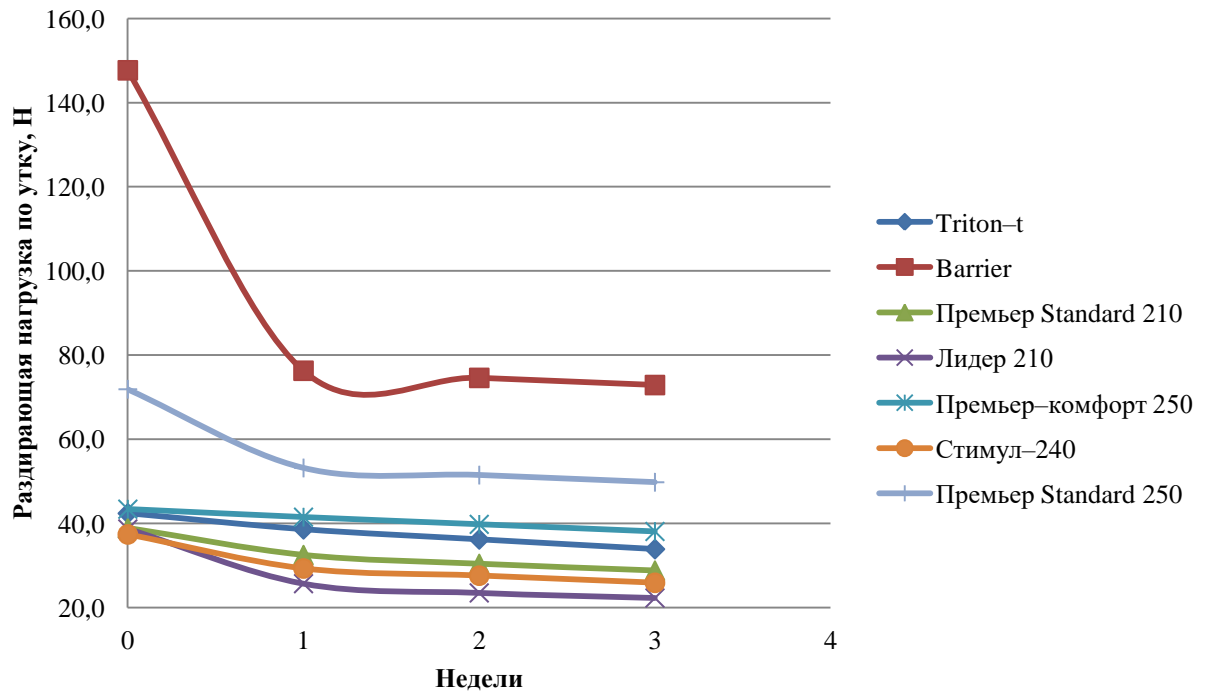


Рисунок 46 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 1,5% гидроксида натрия

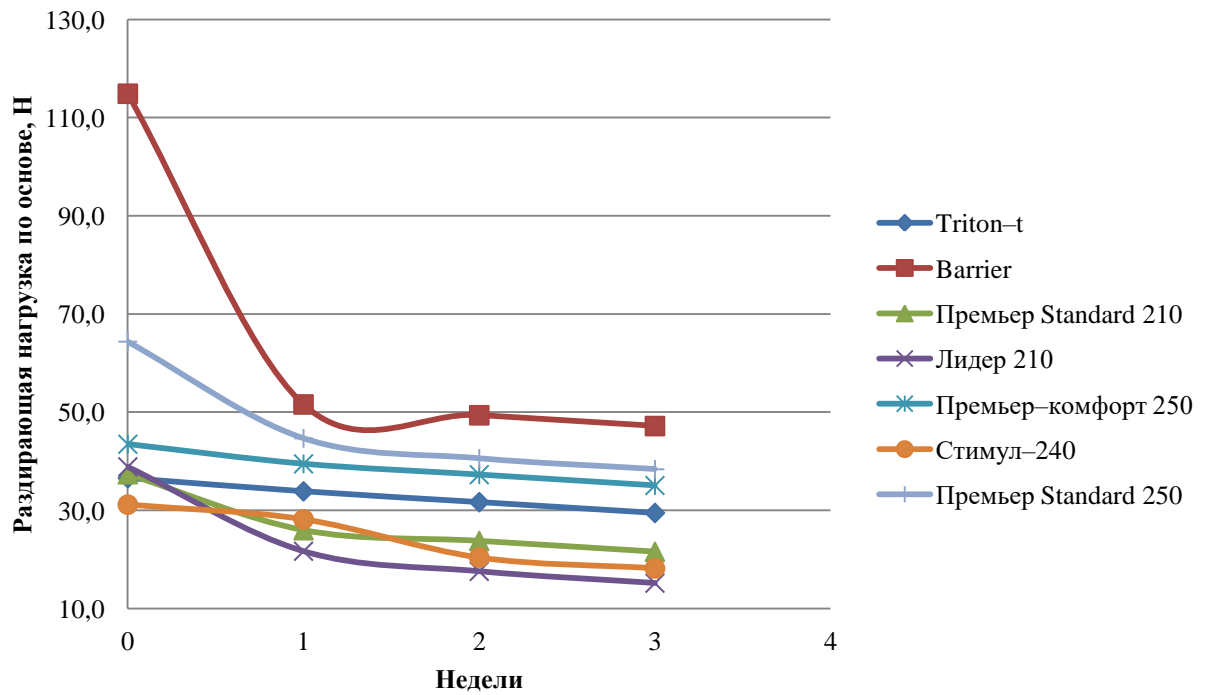


Рисунок 47 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 2,5% гидроксида натрия

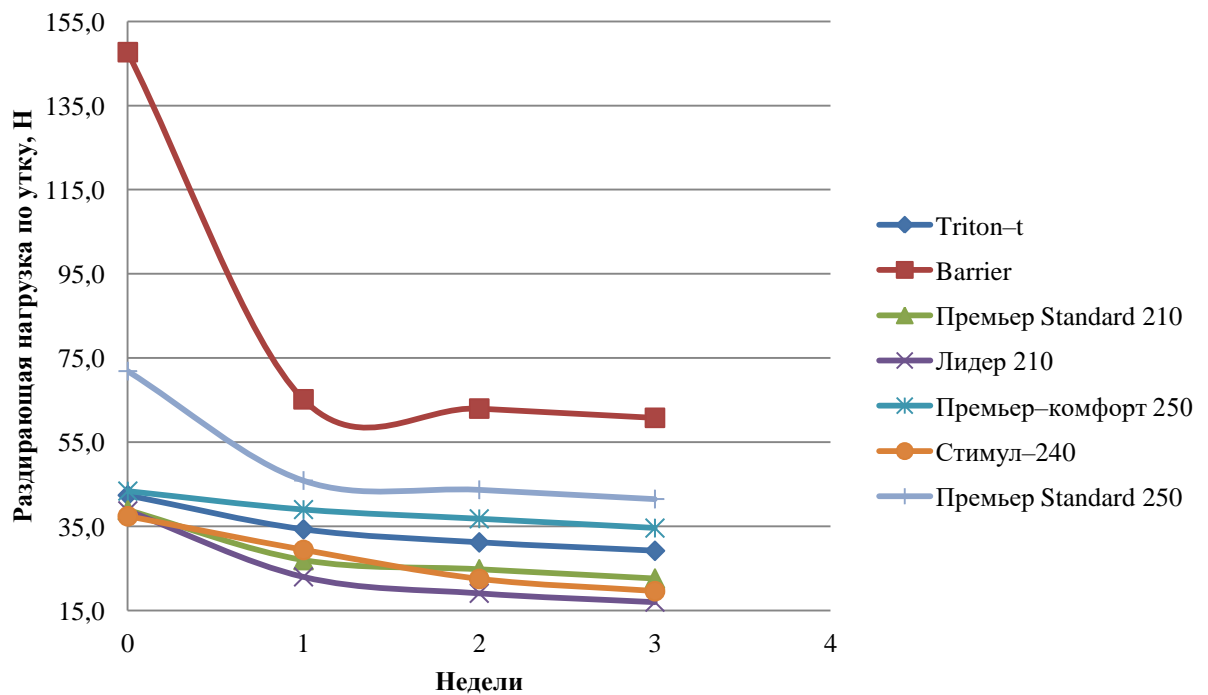


Рисунок 48 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 2,5% гидроксида натрия

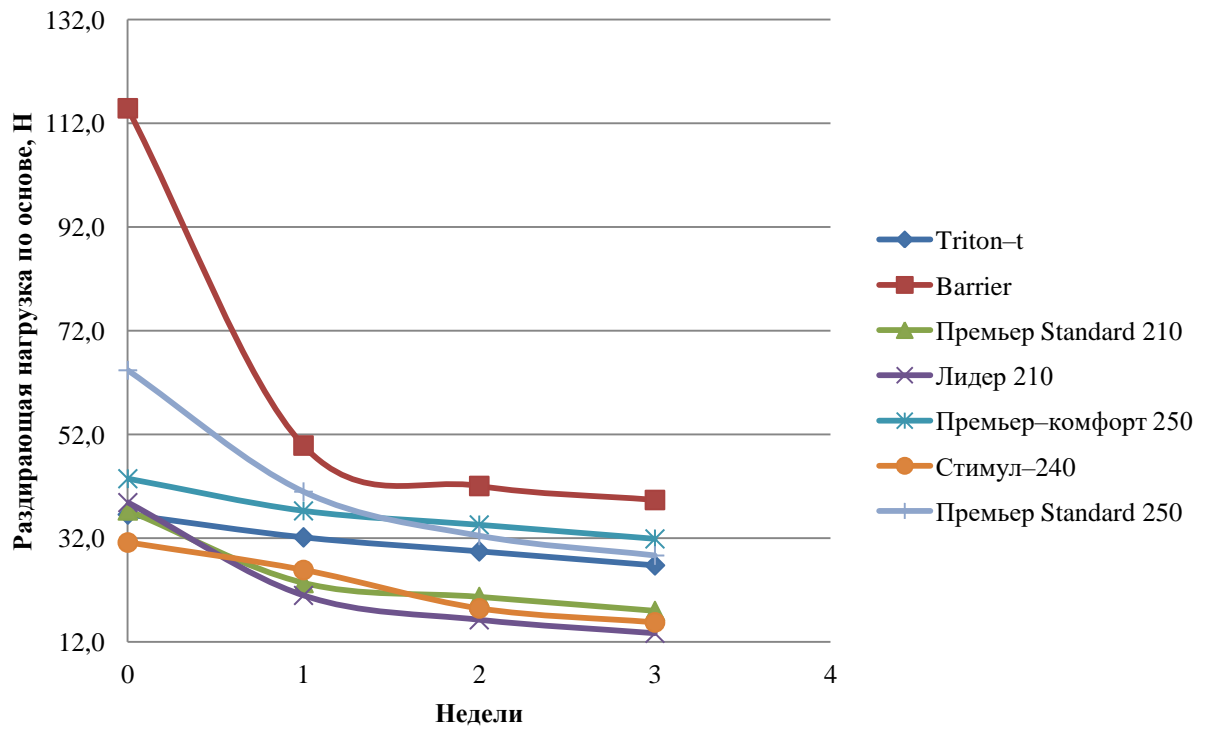


Рисунок 49 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по основе от длительности воздействия 5% гидроксида натрия

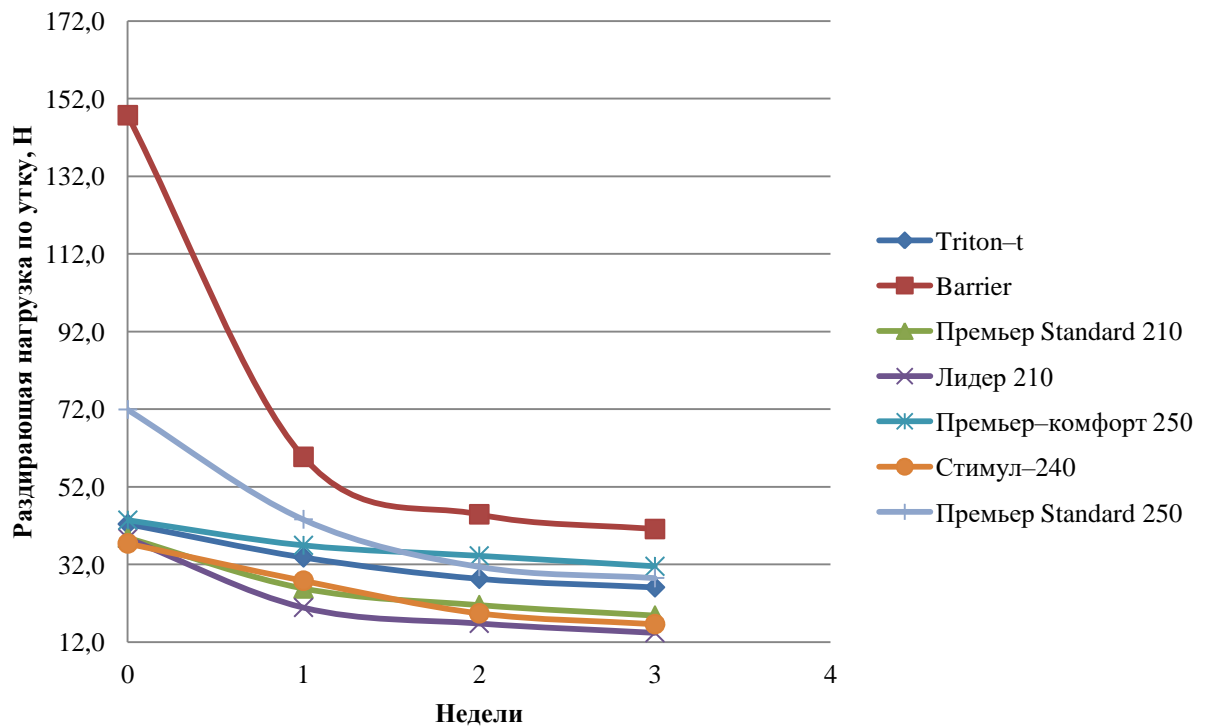


Рисунок 50 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по утку от длительности воздействия 5% гидроксида натрия

Приложение 12

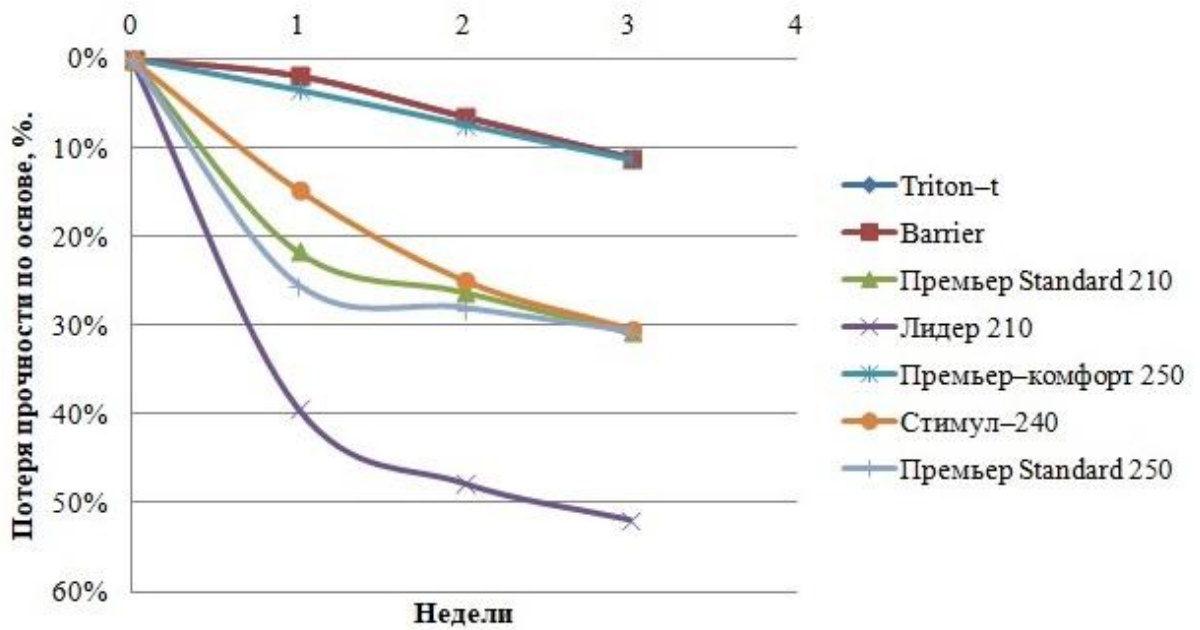


Рисунок 51 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по основе от длительности воздействия 1,5% гидроксида натрия

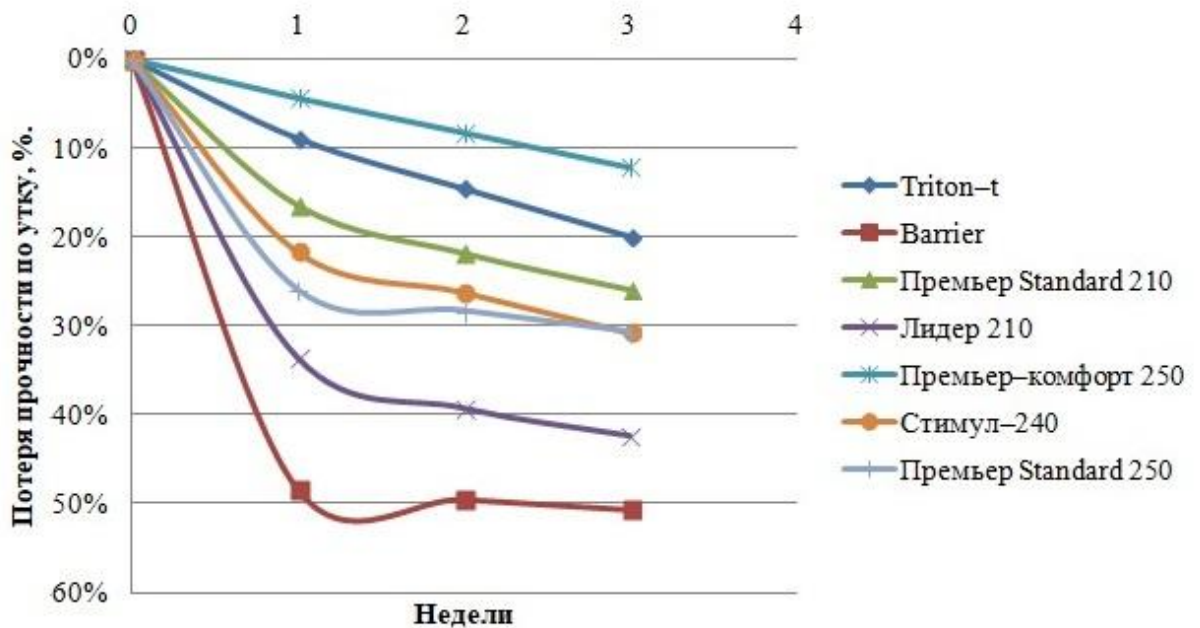


Рисунок 52 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по утку от длительности воздействия 1,5% гидроксида натрия

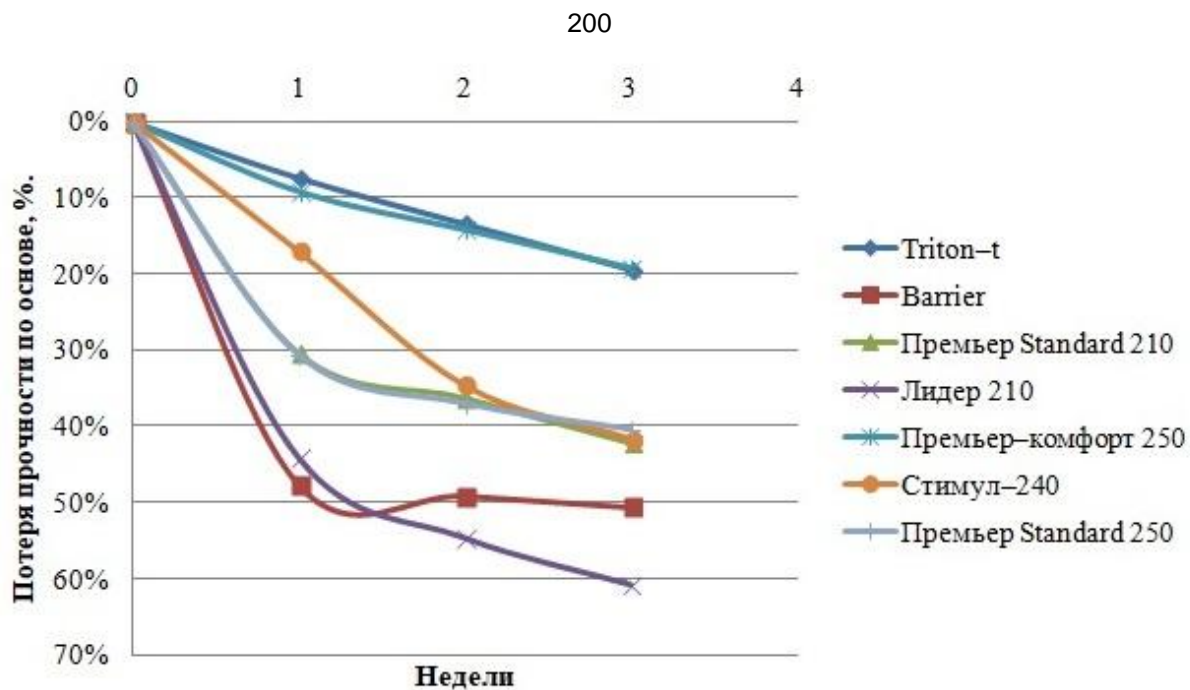


Рисунок 53 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по основе от длительности воздействия 2,5% гидроксида натрия

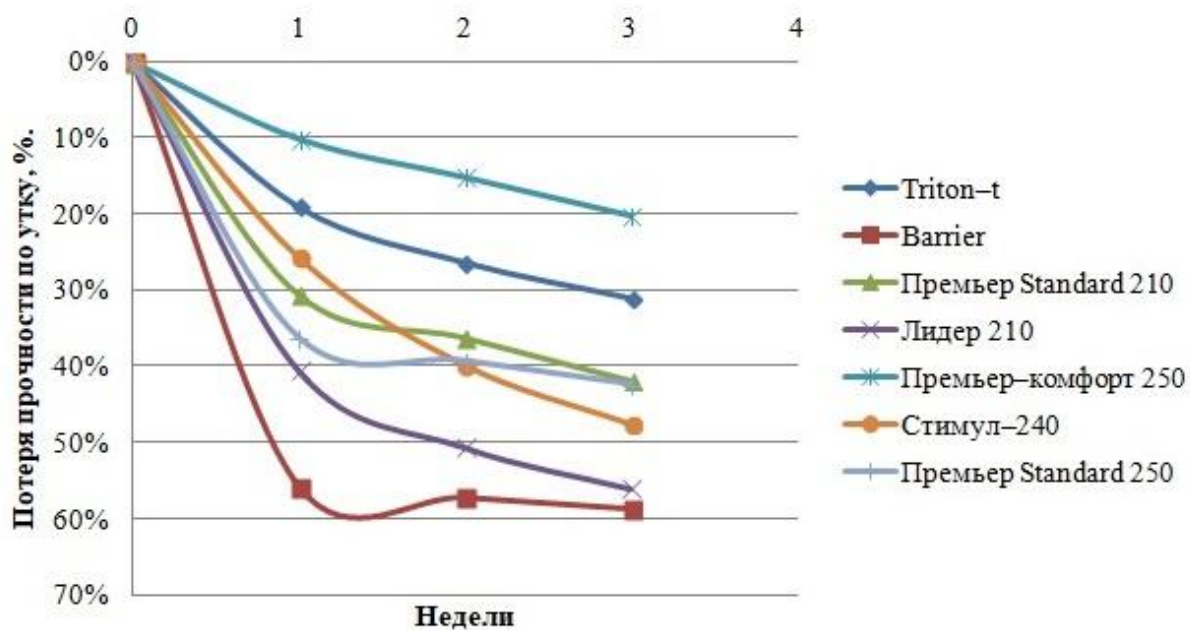


Рисунок 54 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по утку от длительности воздействия 2,5% гидроксида натрия

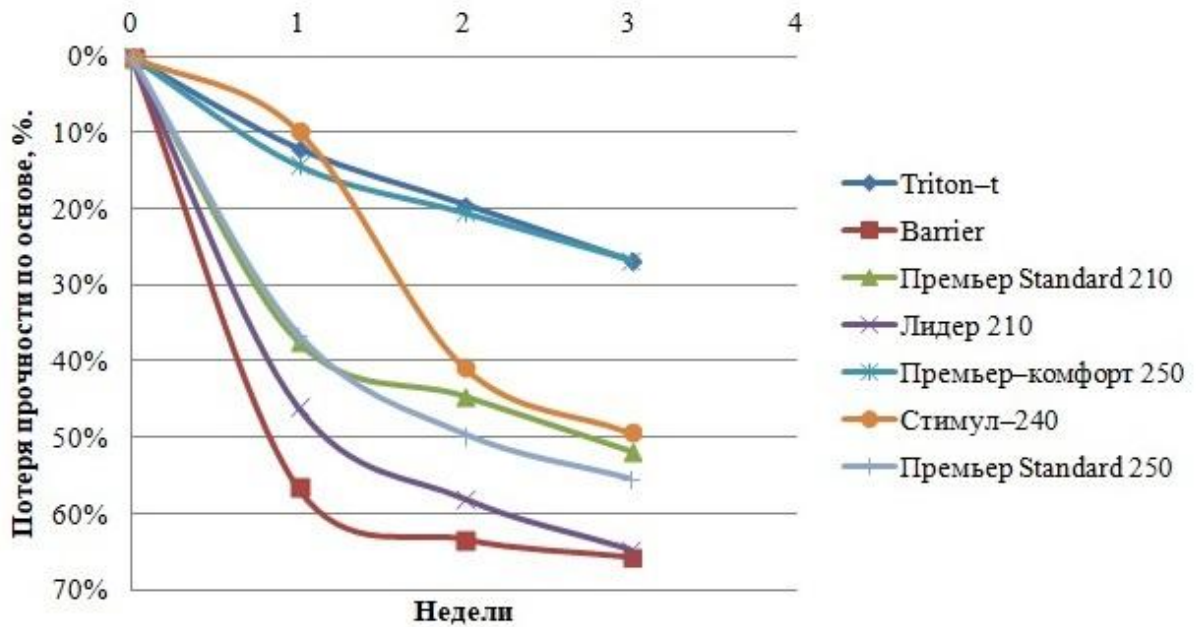


Рисунок 55 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по основе от длительности воздействия 5% гидроксида натрия

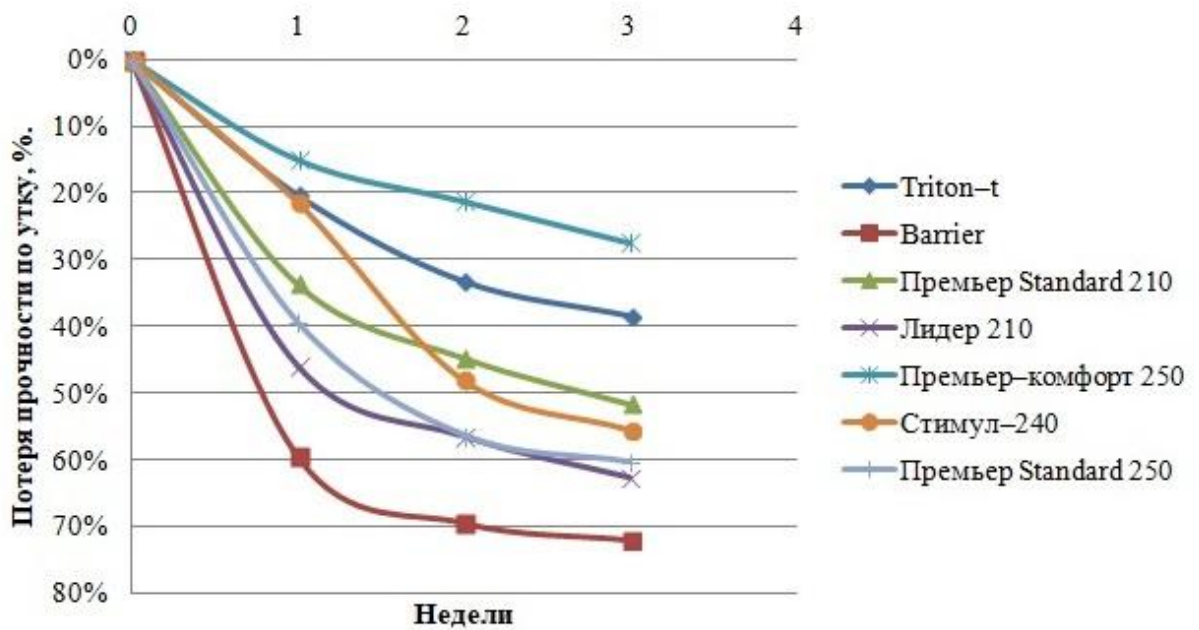


Рисунок 56 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей по утку от длительности воздействия 5% гидроксида натрия

Приложение 13

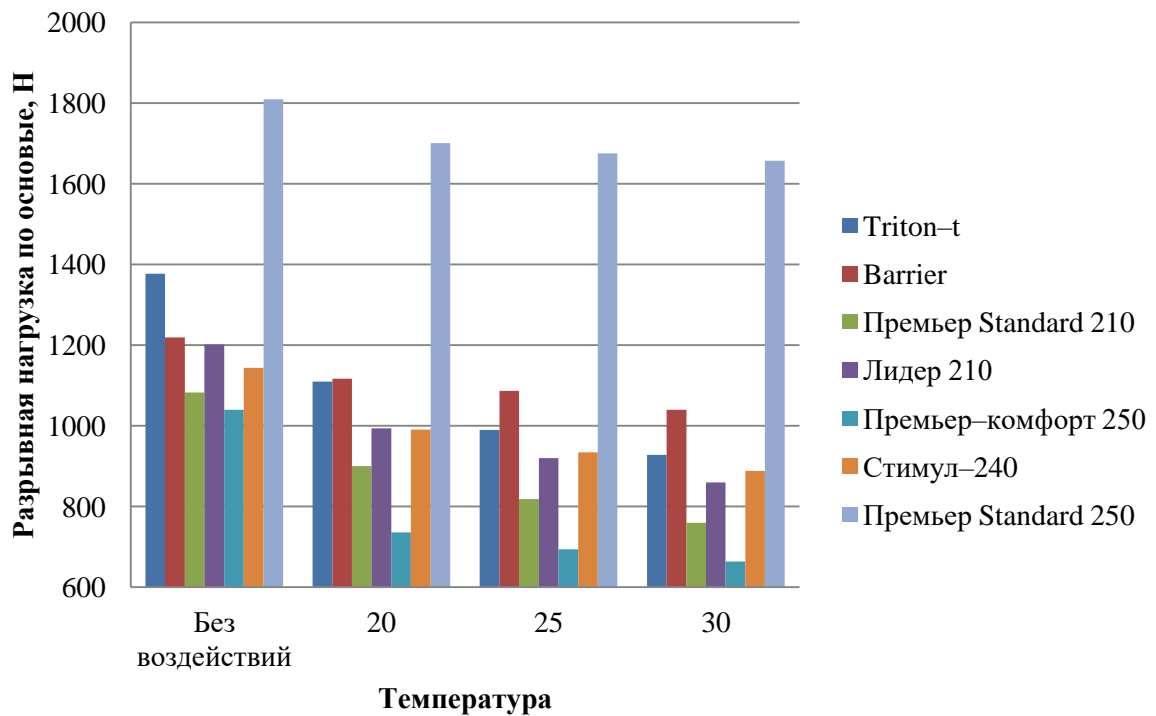


Рисунок 57 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе при воздействии 5% соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды

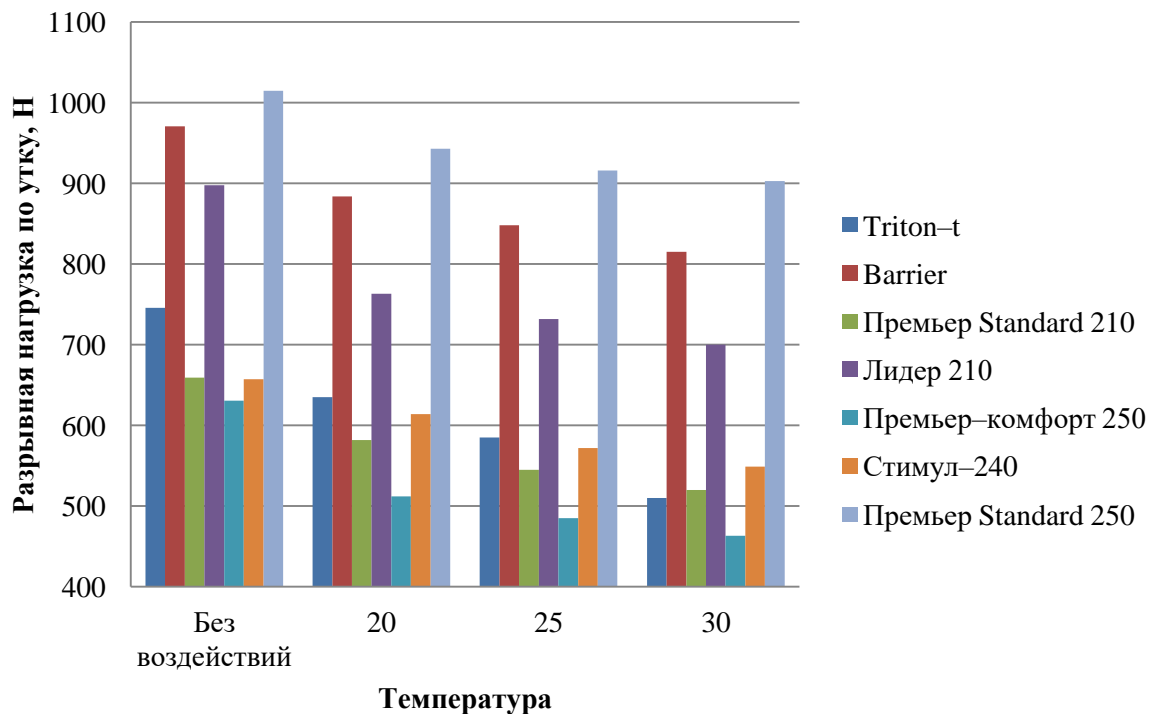


Рисунок 58 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку при воздействии 5% соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды

Приложение 14

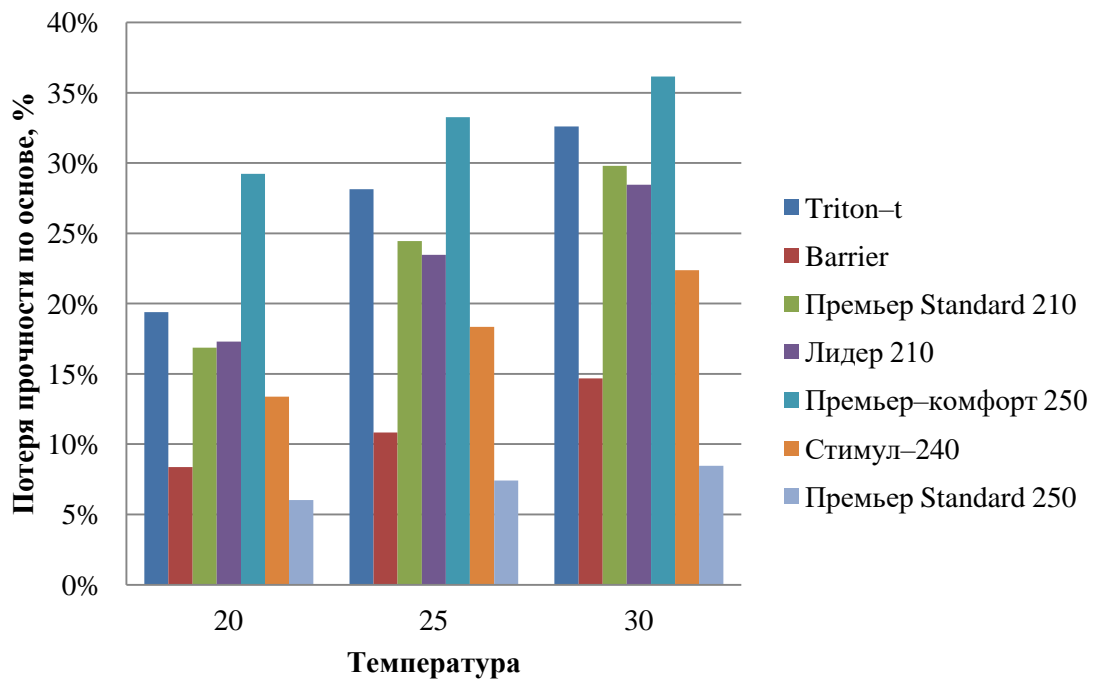


Рисунок 59 – Зависимость потери прочности тканей по основе при воздействии 5% соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды

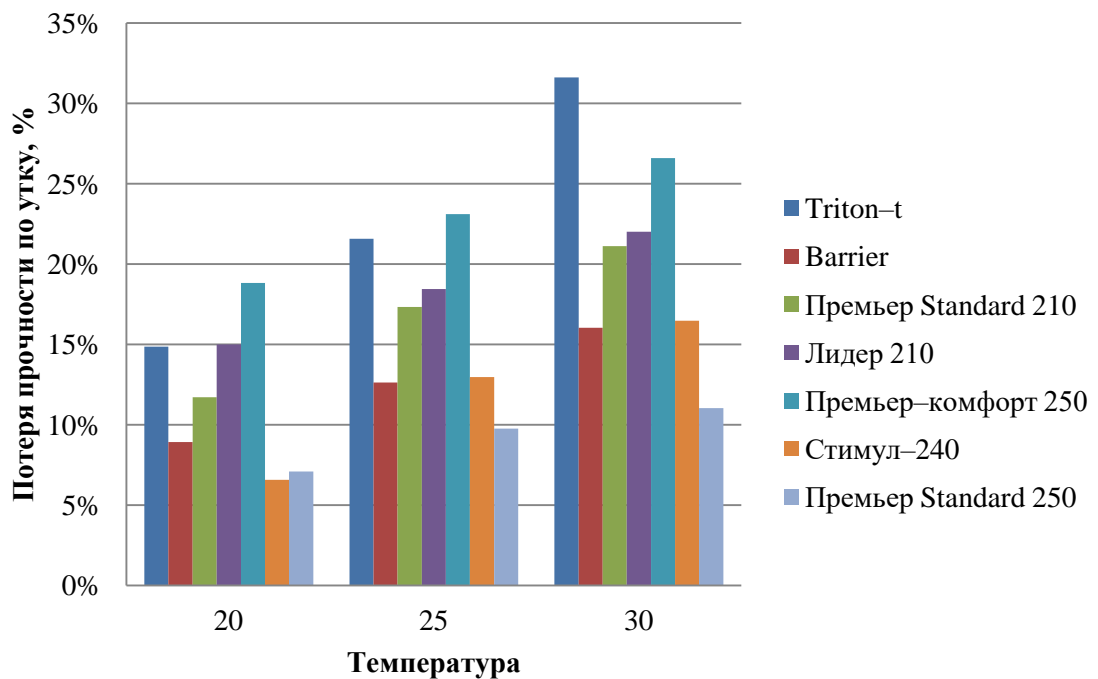


Рисунок 60 – Зависимость потери прочности тканей по утку при воздействии 5% соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды

Приложение 15

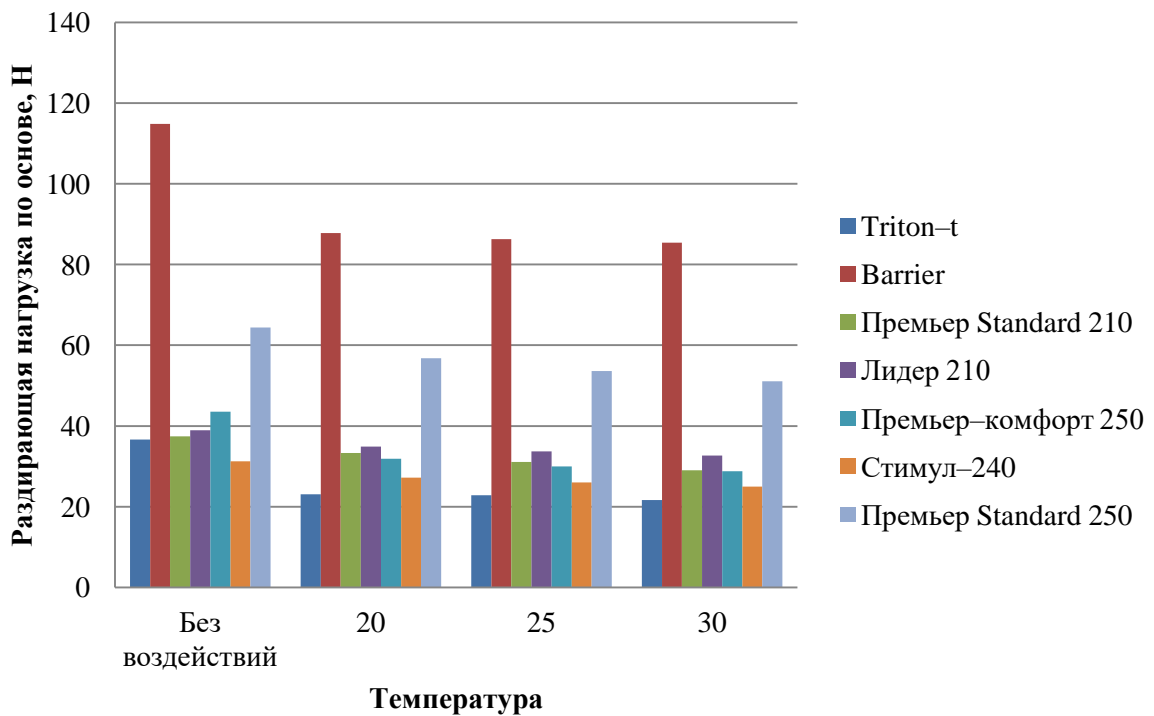


Рисунок 61 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по основе при воздействии 5% соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды

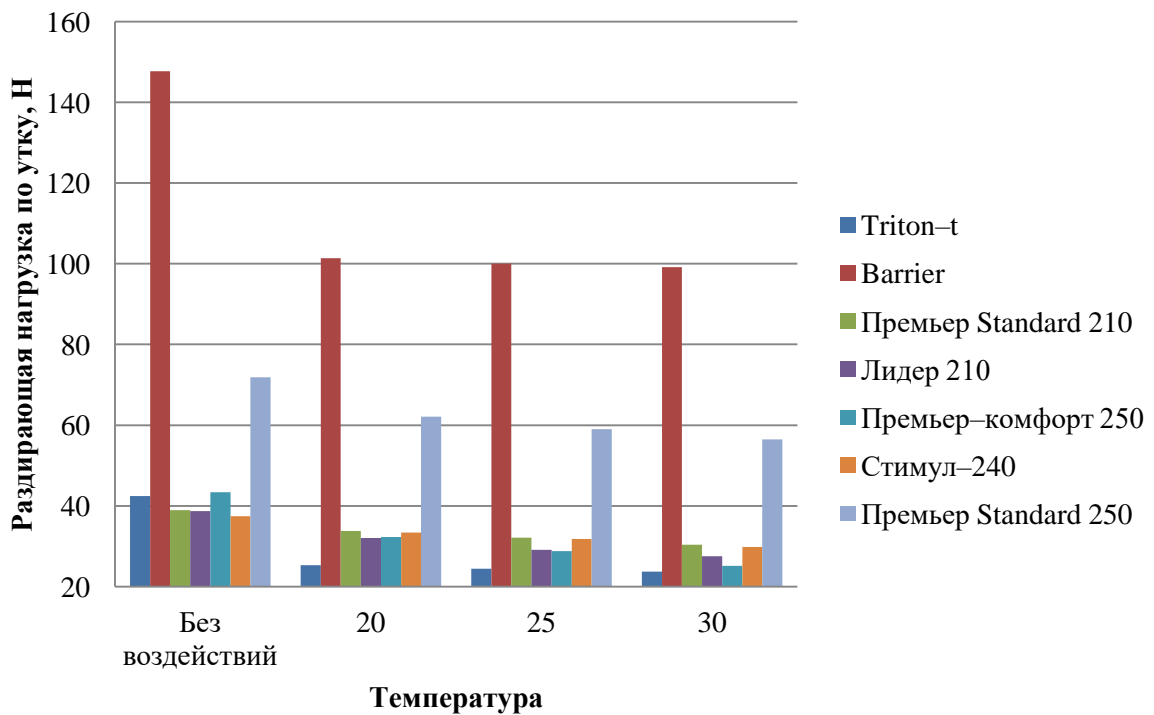


Рисунок 62 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по утку при воздействии 5% соляной кислоты при изменении температуры окружающей среды

Приложение 16

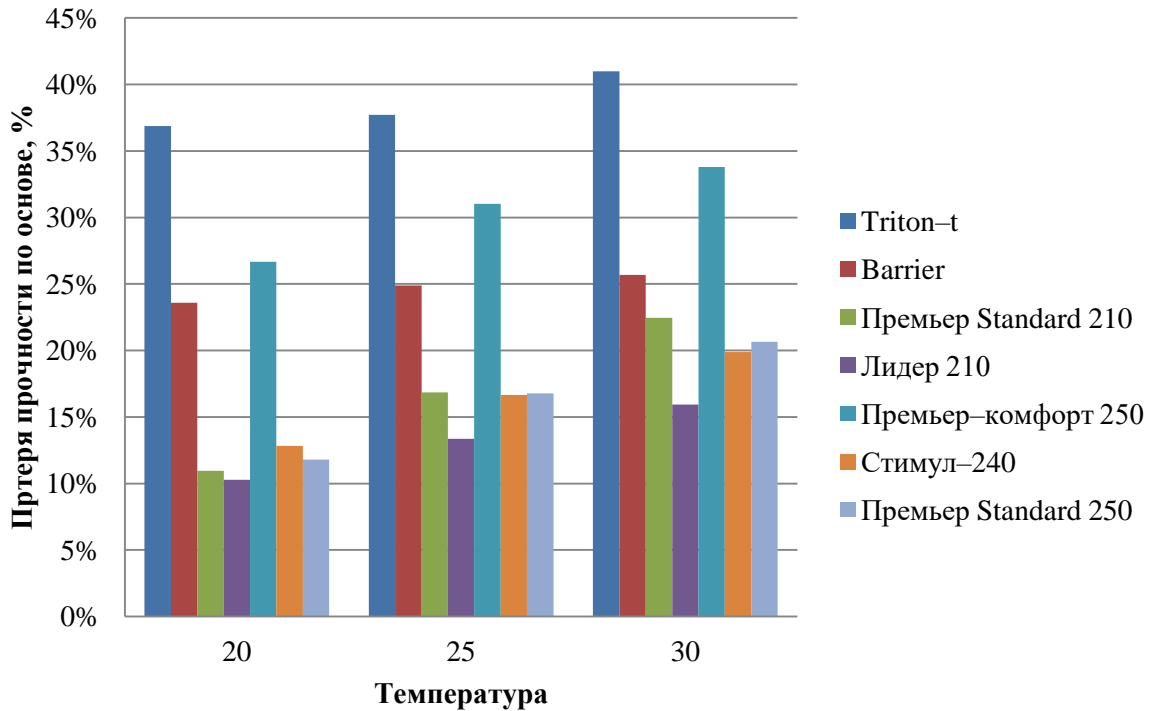


Рисунок 63 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по основе при воздействии 5% соляной кислоты

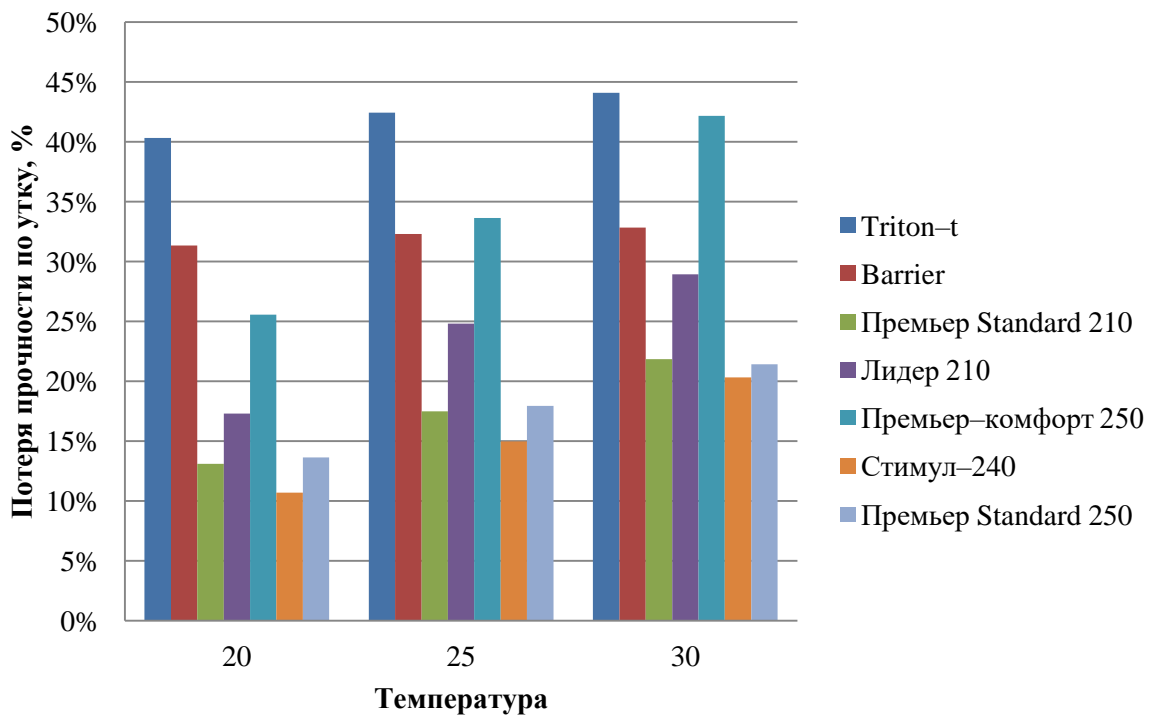


Рисунок 64 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по утку при воздействии 5% соляной кислоты

Приложение 17

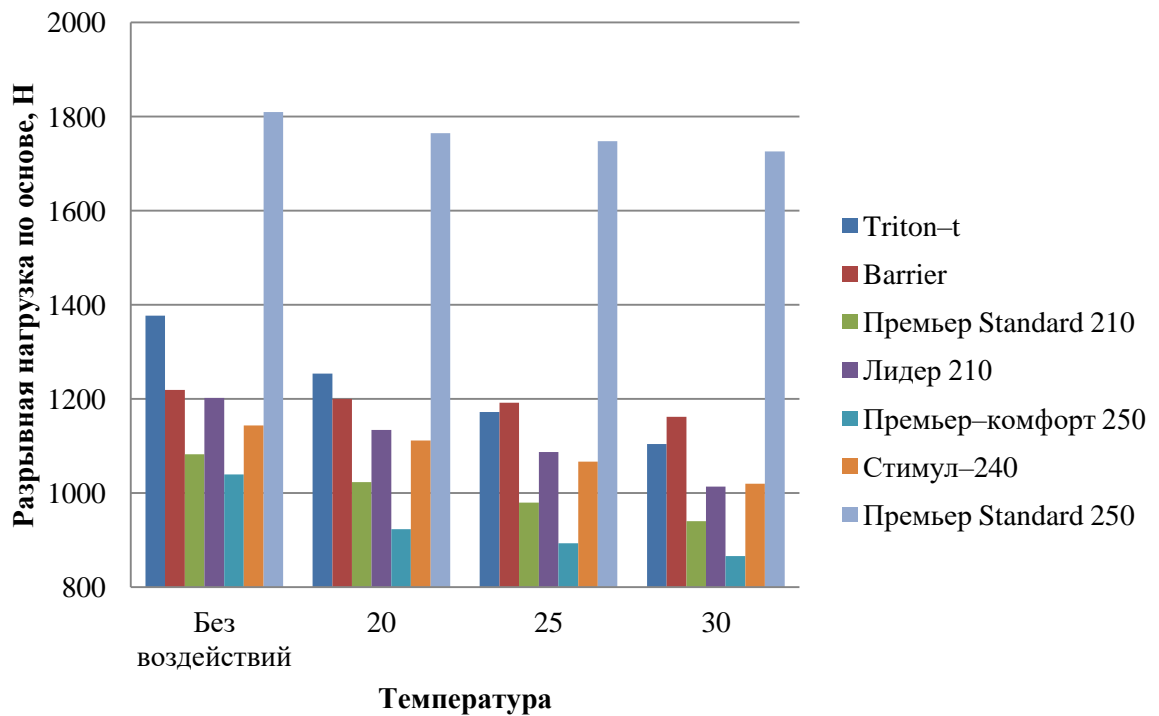


Рисунок 65 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе при воздействии 1,5% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

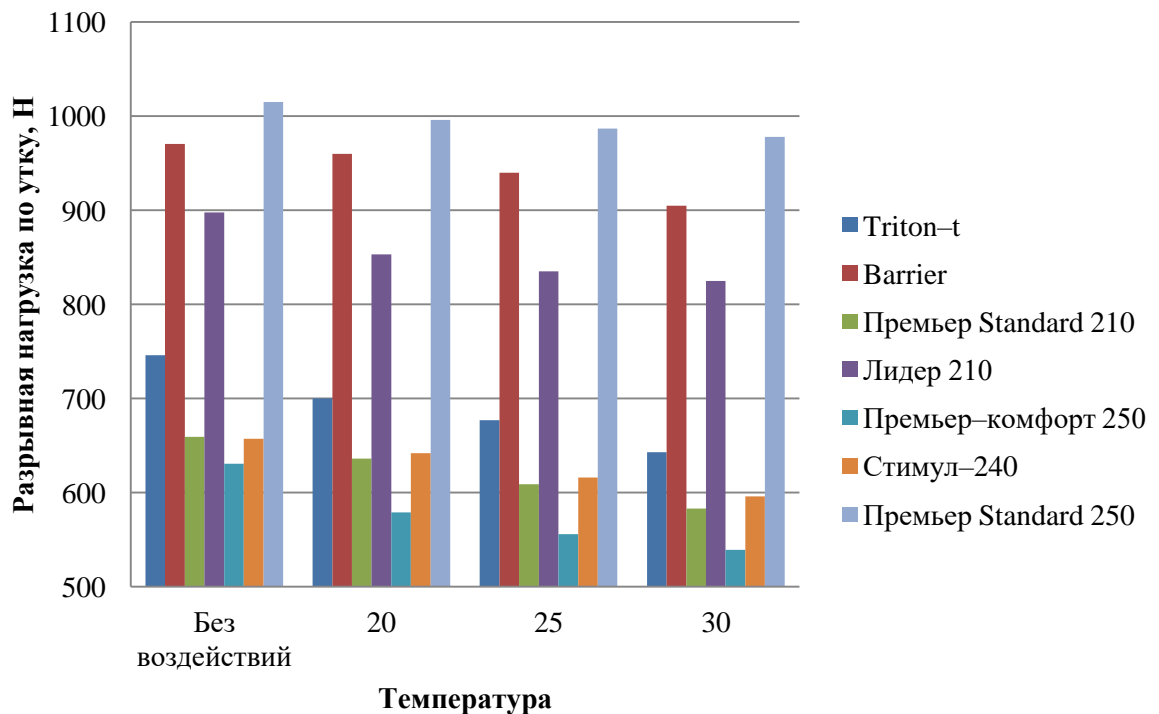


Рисунок 66 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку при воздействии 1,5% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

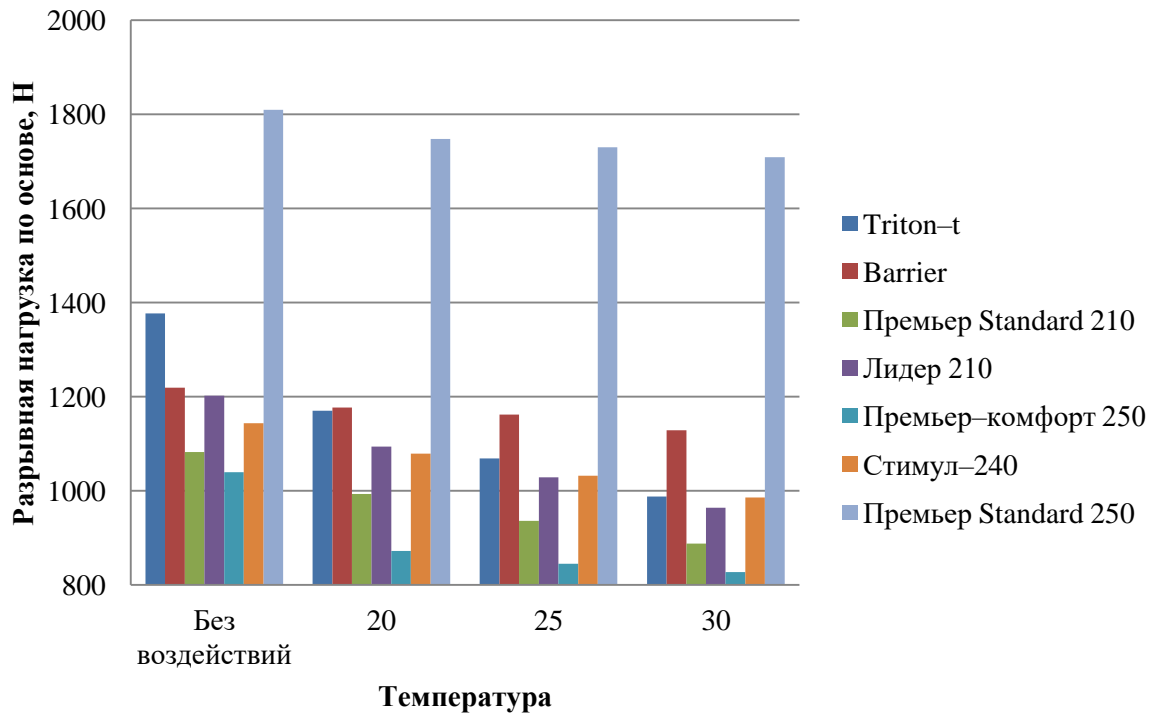


Рисунок 67 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе при воздействии 2,5% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

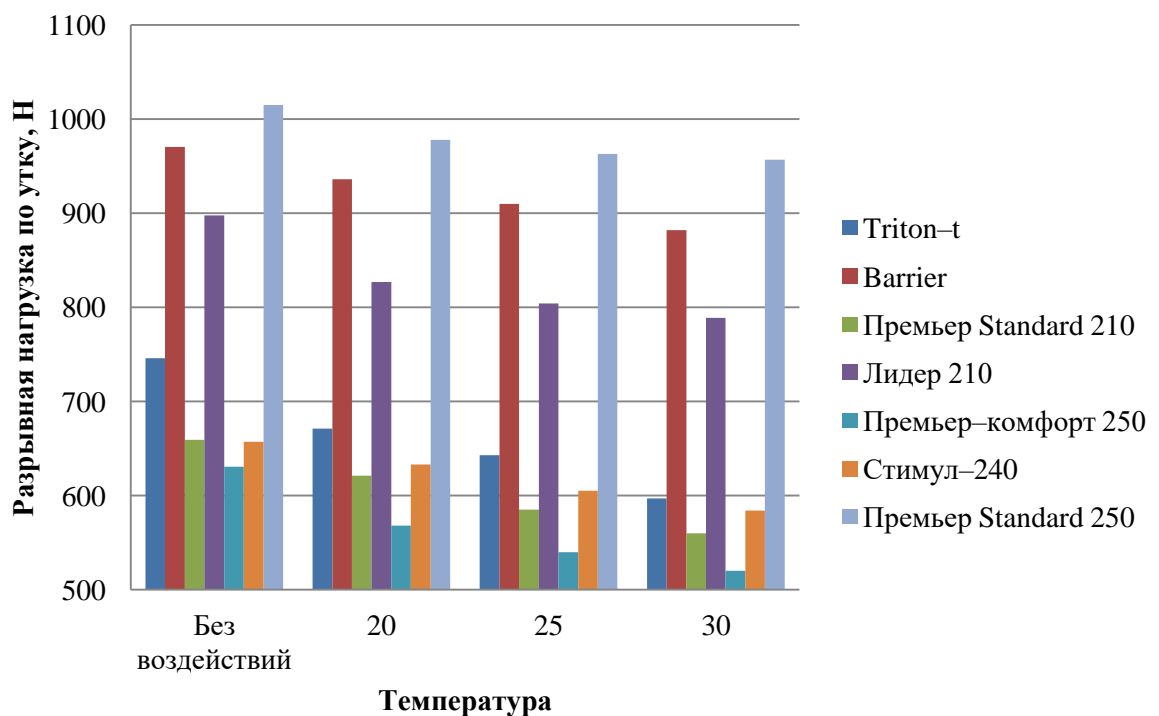


Рисунок 68 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку при воздействии 2,5% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

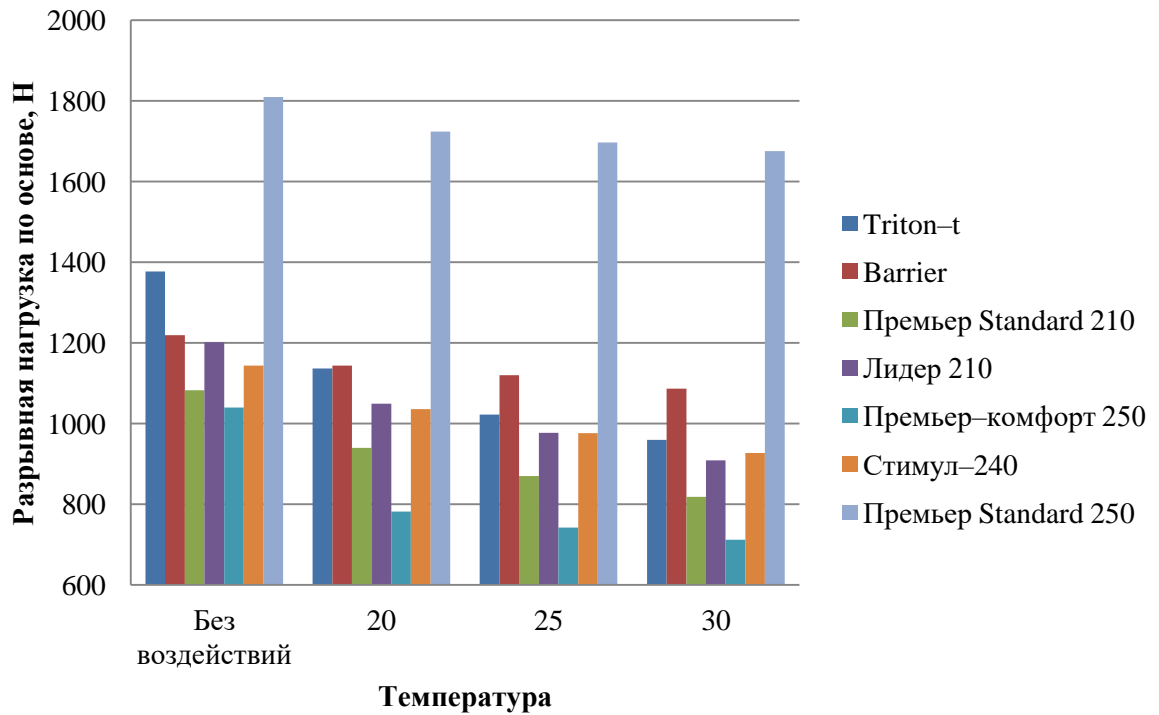


Рисунок 69 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе при воздействии 5% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

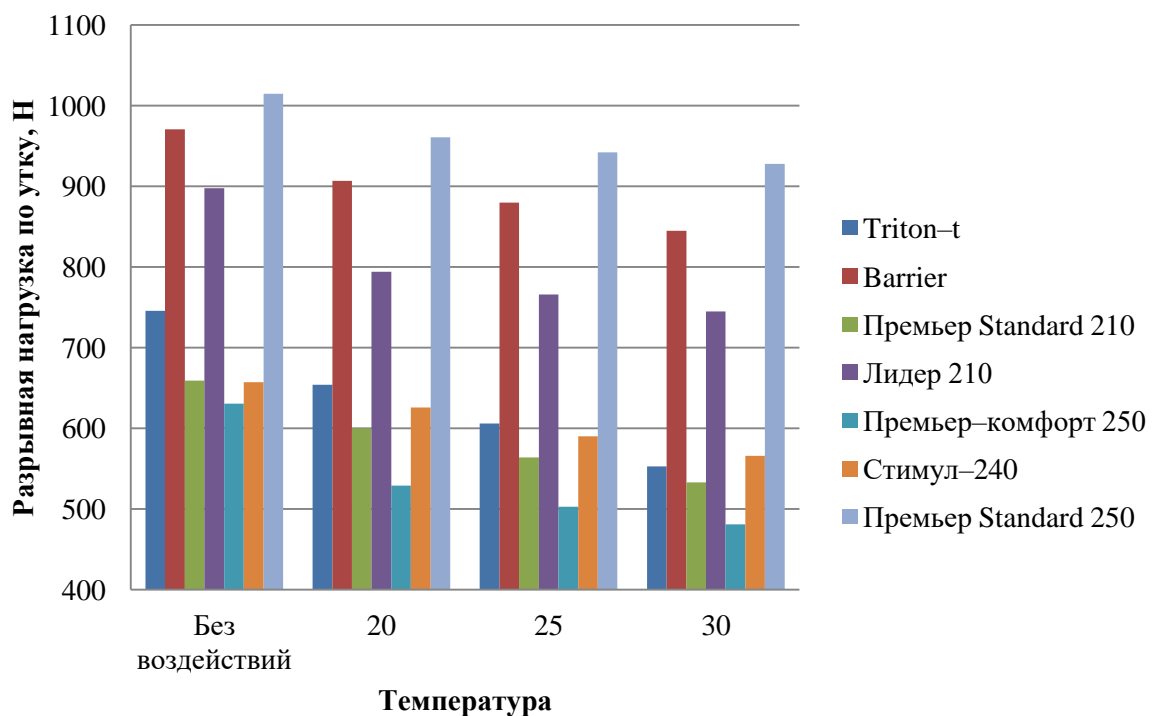


Рисунок 70 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку при воздействии 5% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

Приложение 18

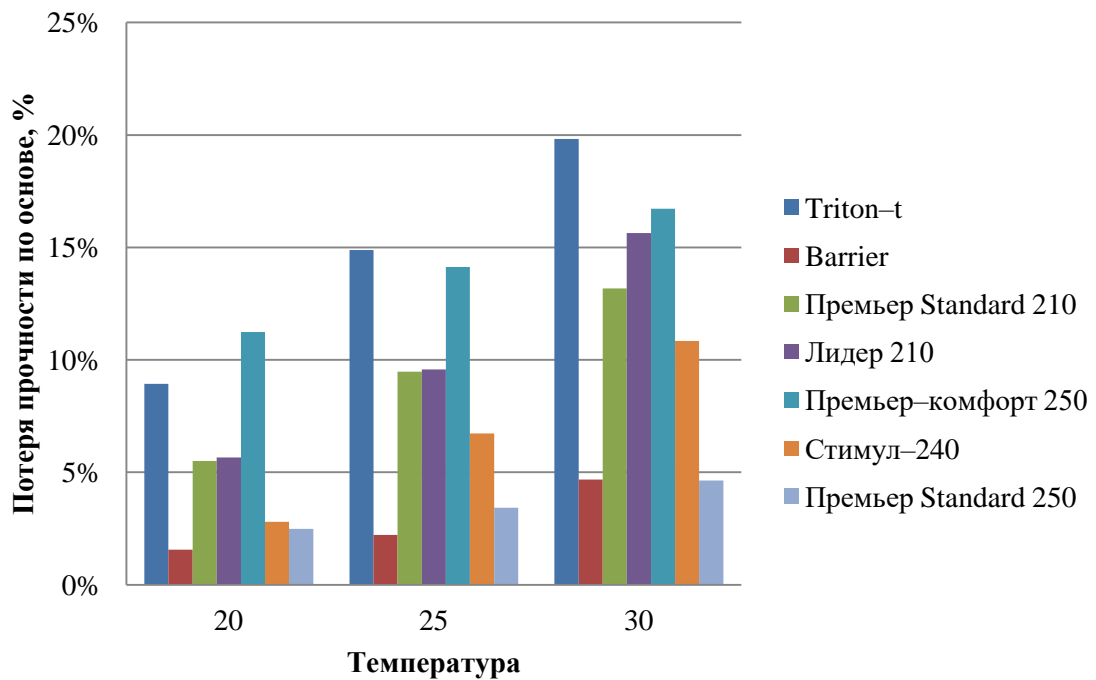


Рисунок 71 – Зависимость потери прочности тканей по основе при воздействии 1,5% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

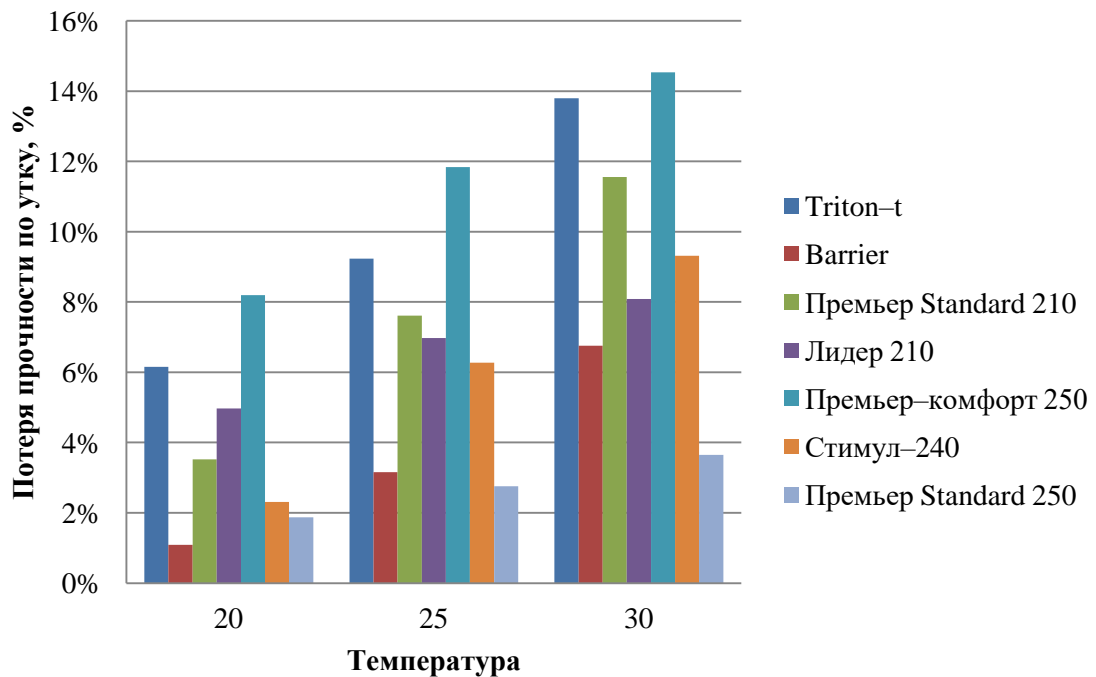


Рисунок 72 – Зависимость потери прочности тканей по утку при воздействии 1,5% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

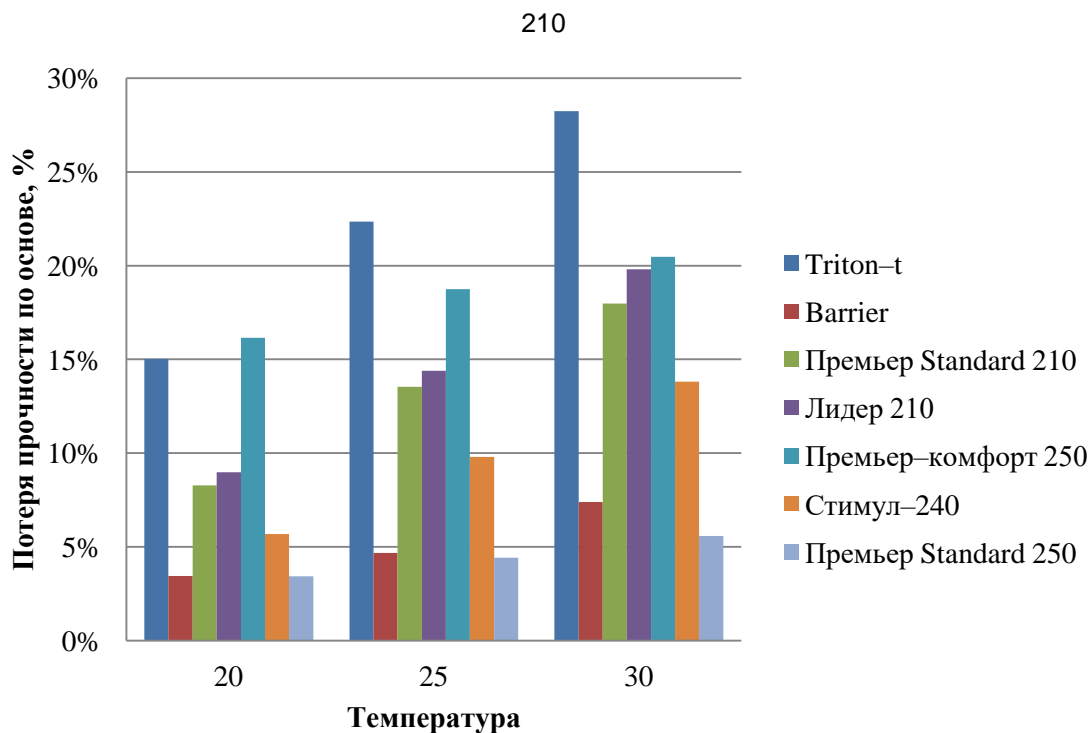


Рисунок 73 – Зависимость потери прочности тканей по основе при воздействии 2,5% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

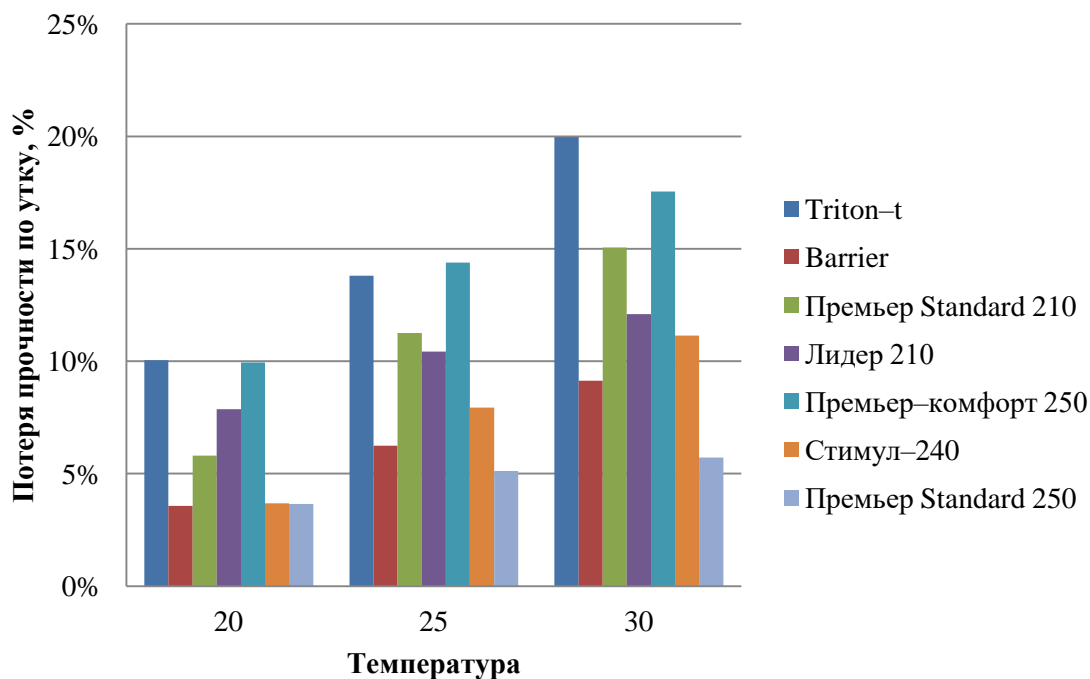


Рисунок 74 – Зависимость потери прочности тканей по утку при воздействии 2,5% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

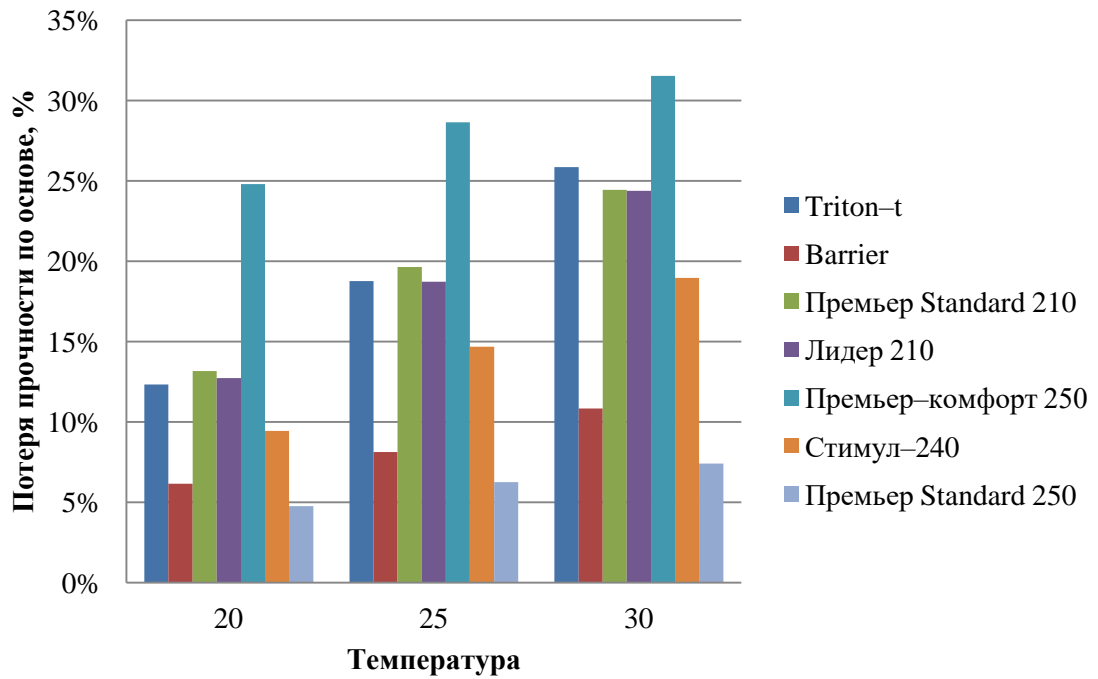


Рисунок 75 – Зависимость потери прочности тканей по основе при воздействии 5% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

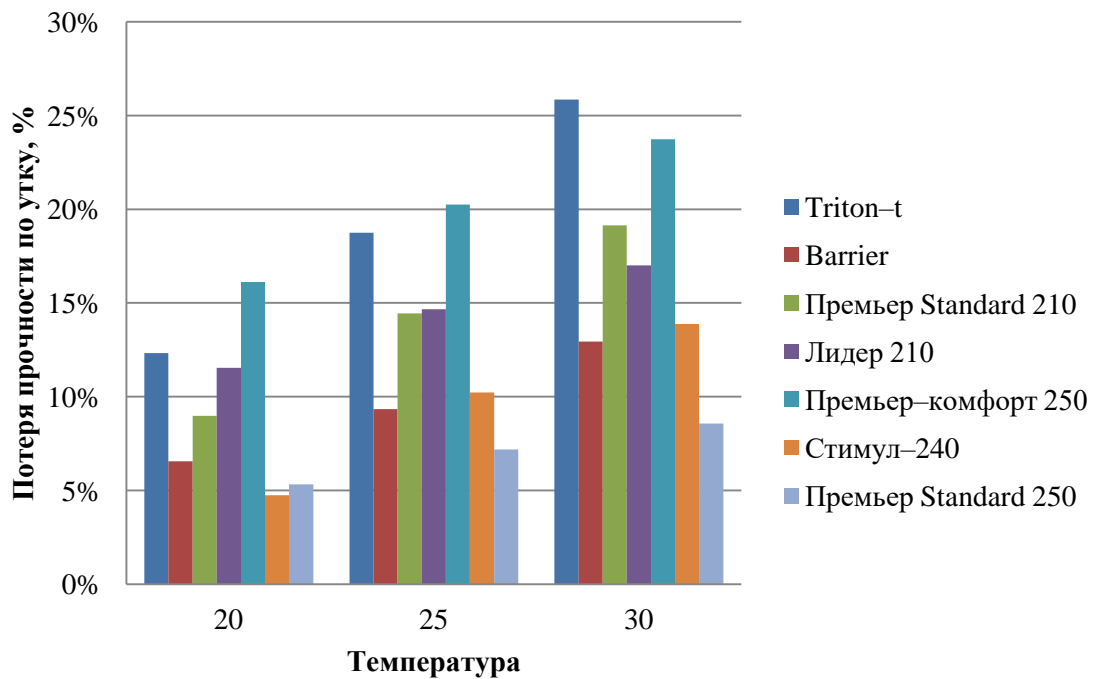


Рисунок 76 – Зависимость потери прочности тканей по утку при воздействии 5% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

Приложение 19

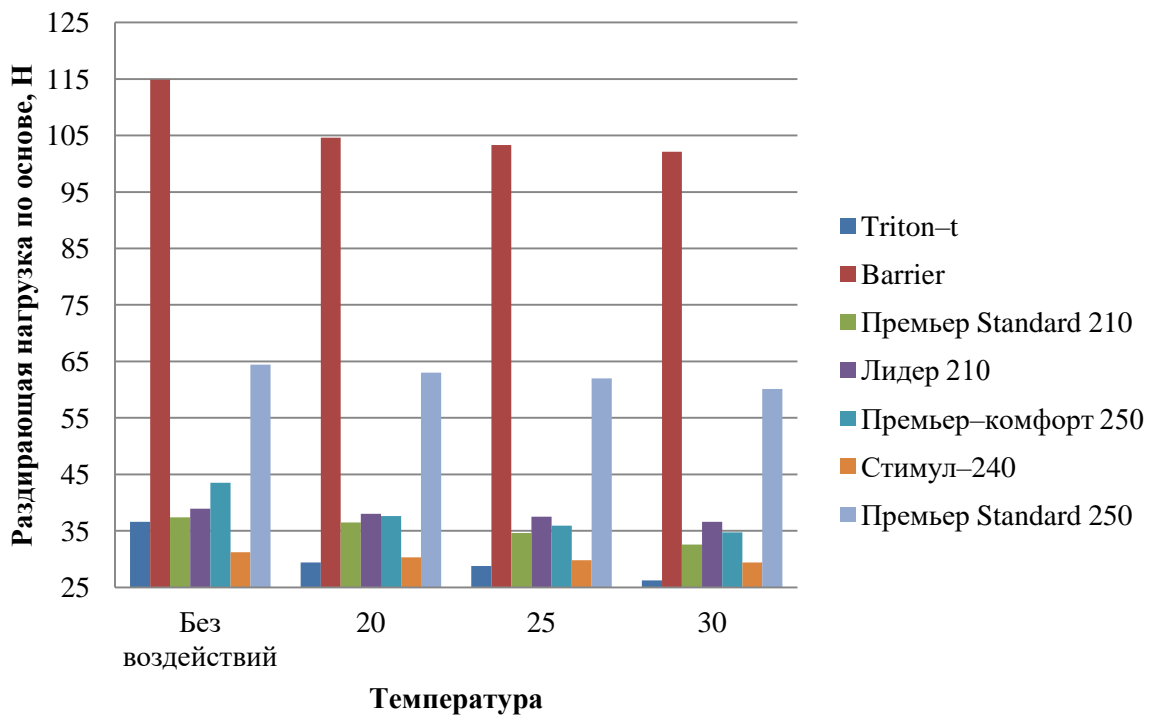


Рисунок 77 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по основе при воздействии 1,5% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

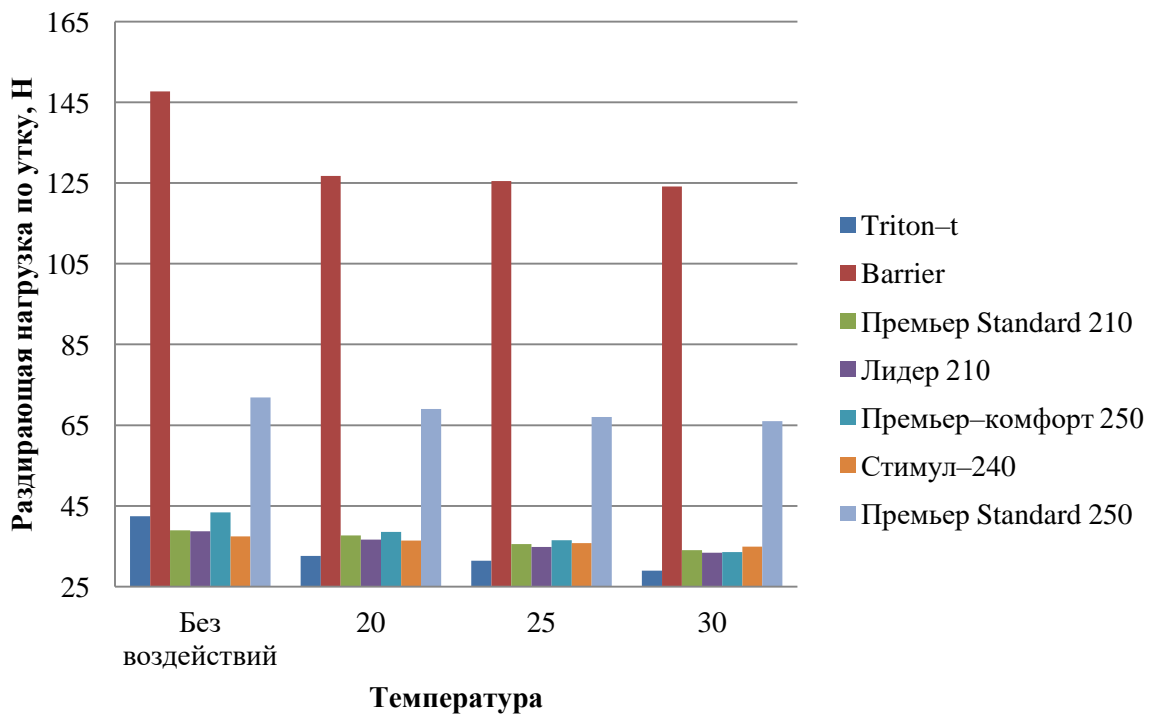


Рисунок 78 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по утку при воздействии 1,5% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

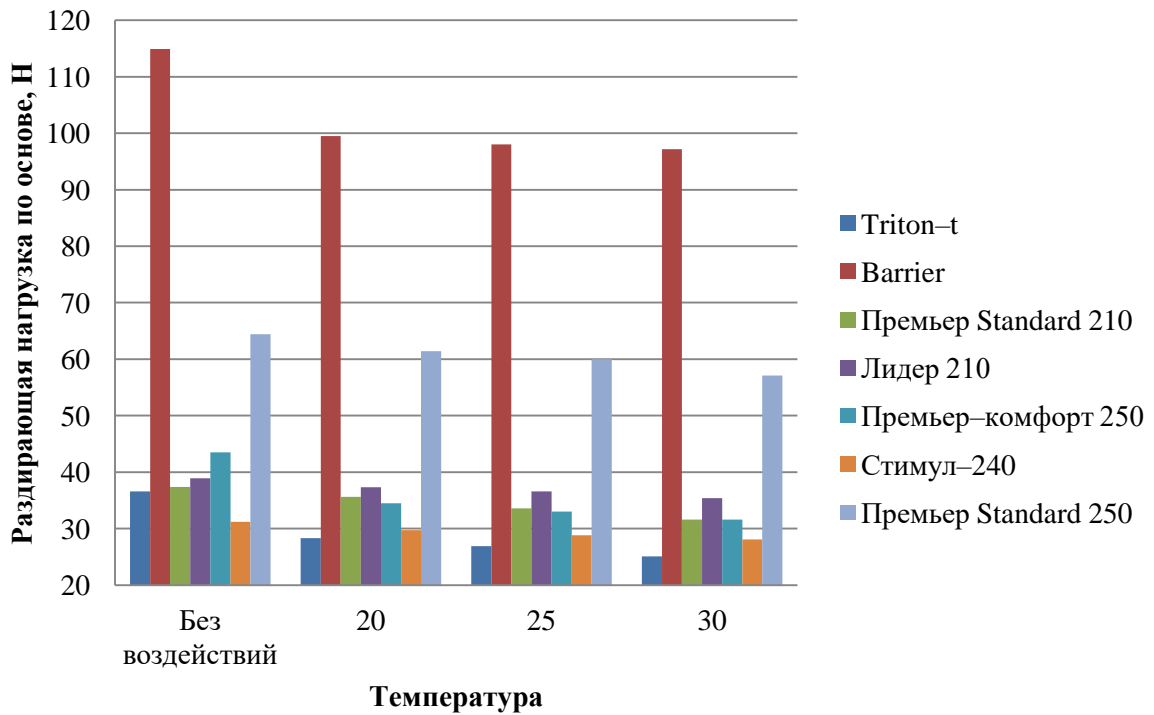


Рисунок 79 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по основе при воздействии 2,5% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

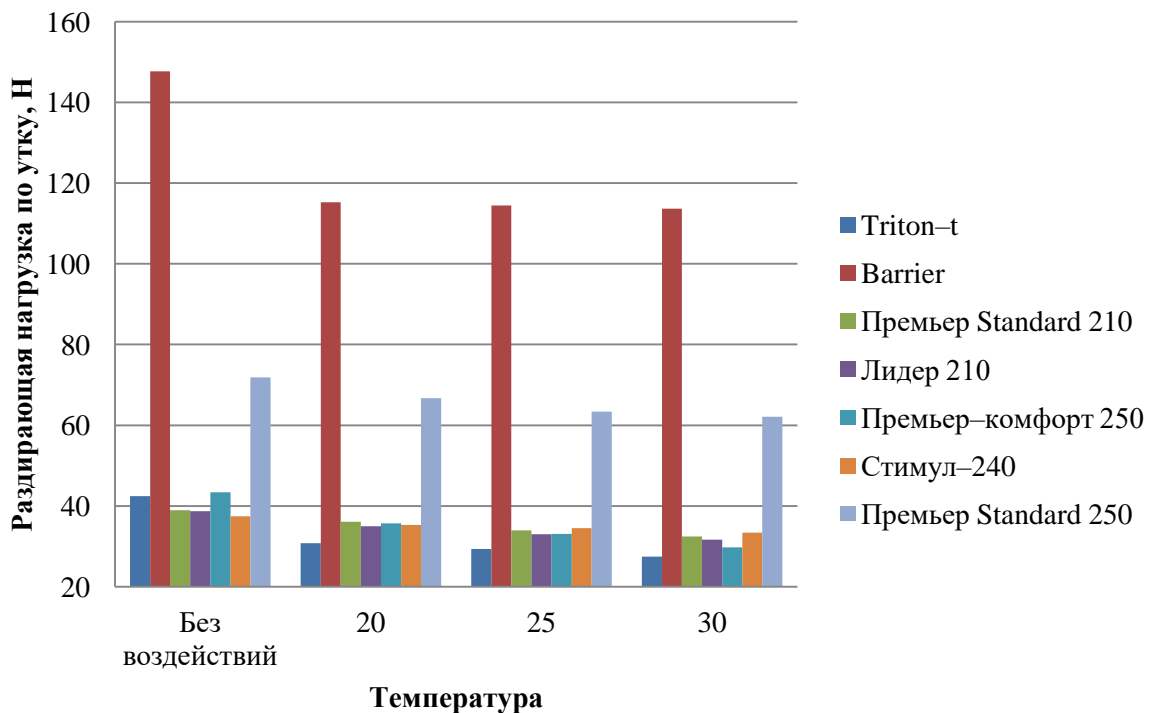


Рисунок 80 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по утку при воздействии 2,5% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

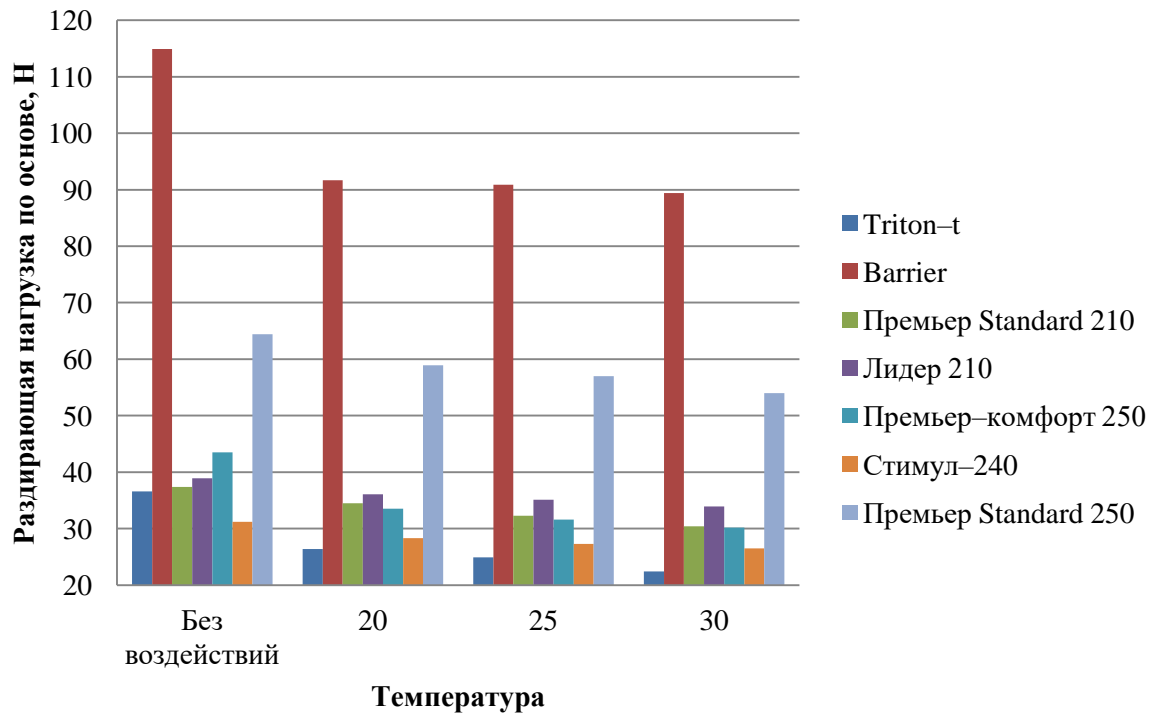


Рисунок 81 – Зависимость раздражающей нагрузки тканей по основе при воздействии 5% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

ДЫ

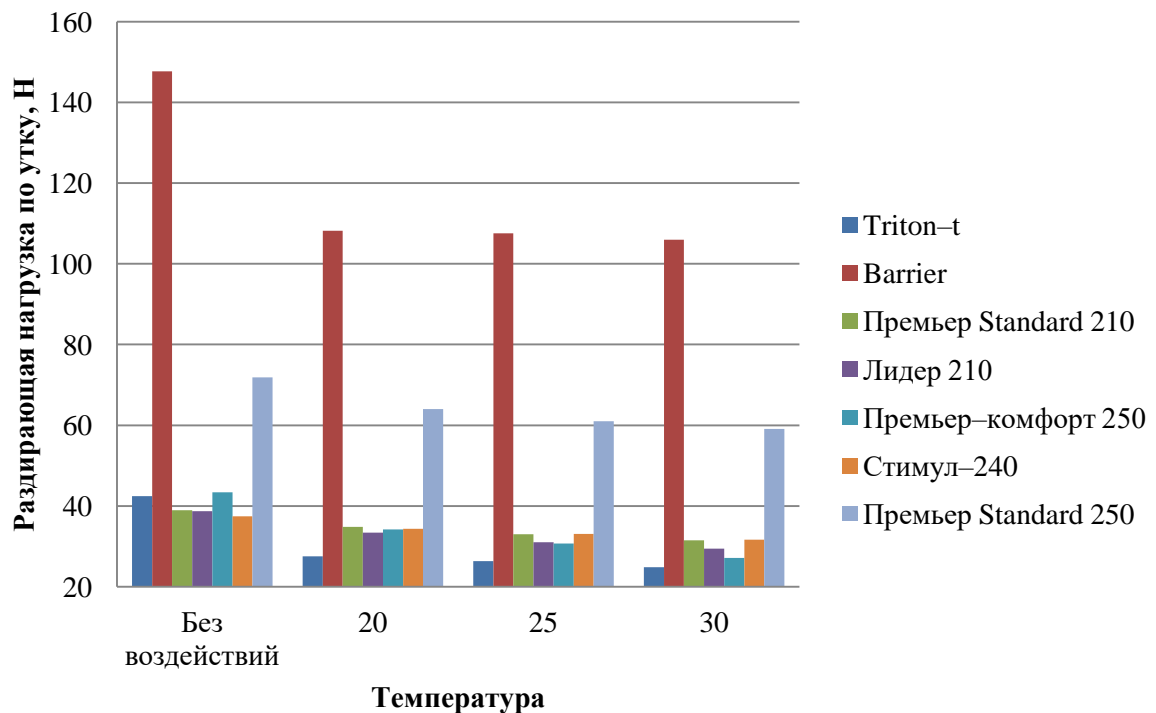


Рисунок 82 – Зависимость раздражающей нагрузки тканей по утку при воздействии 5% серной кислоты при изменении температуры окружающей среды

Приложение 20

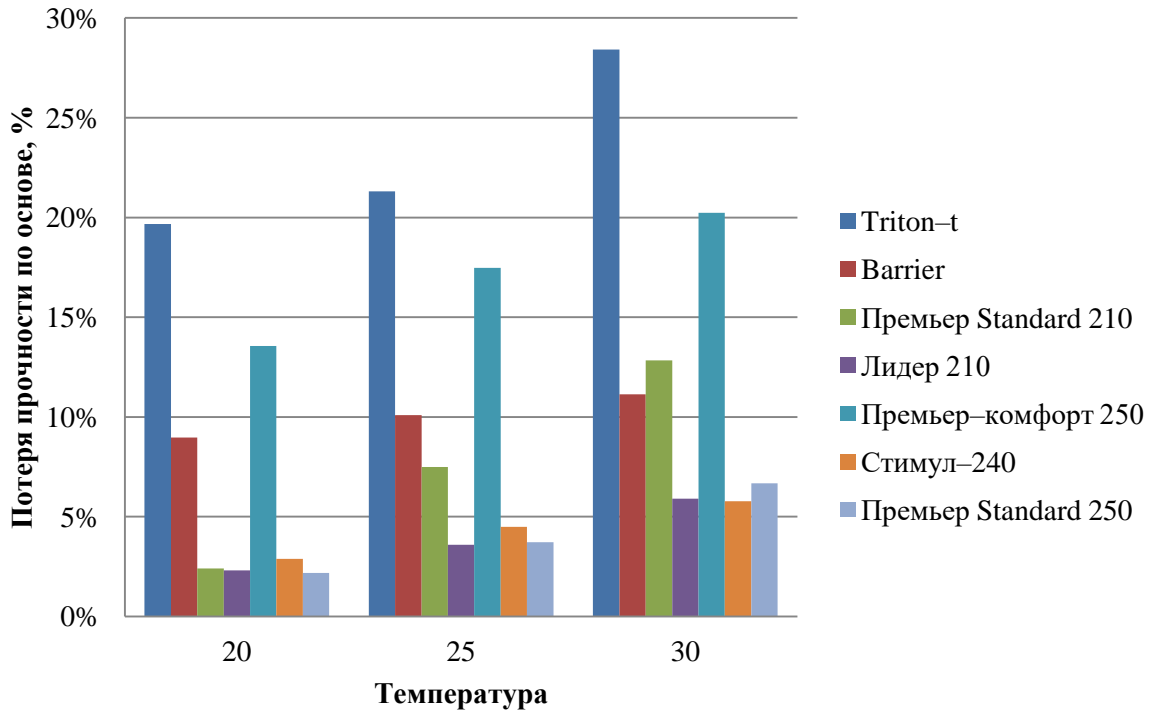


Рисунок 83 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по основе при воздействии 1,5% серной кислоты

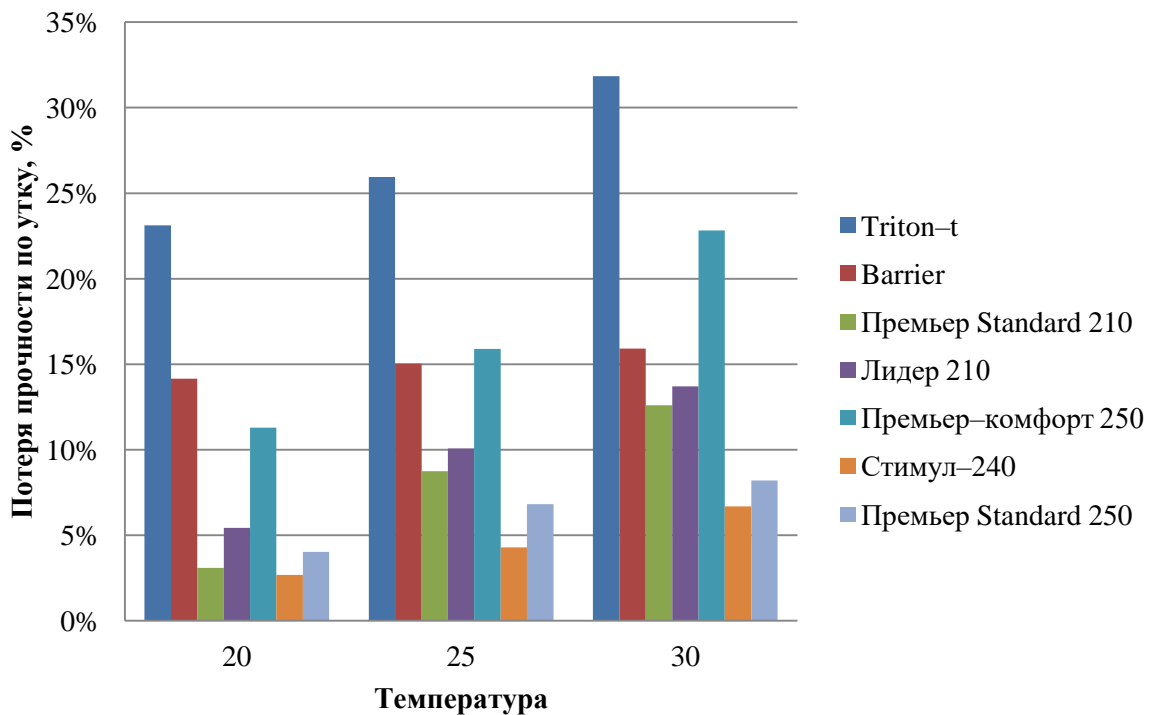


Рисунок 84 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по утку при воздействии 1,5% серной кислоты

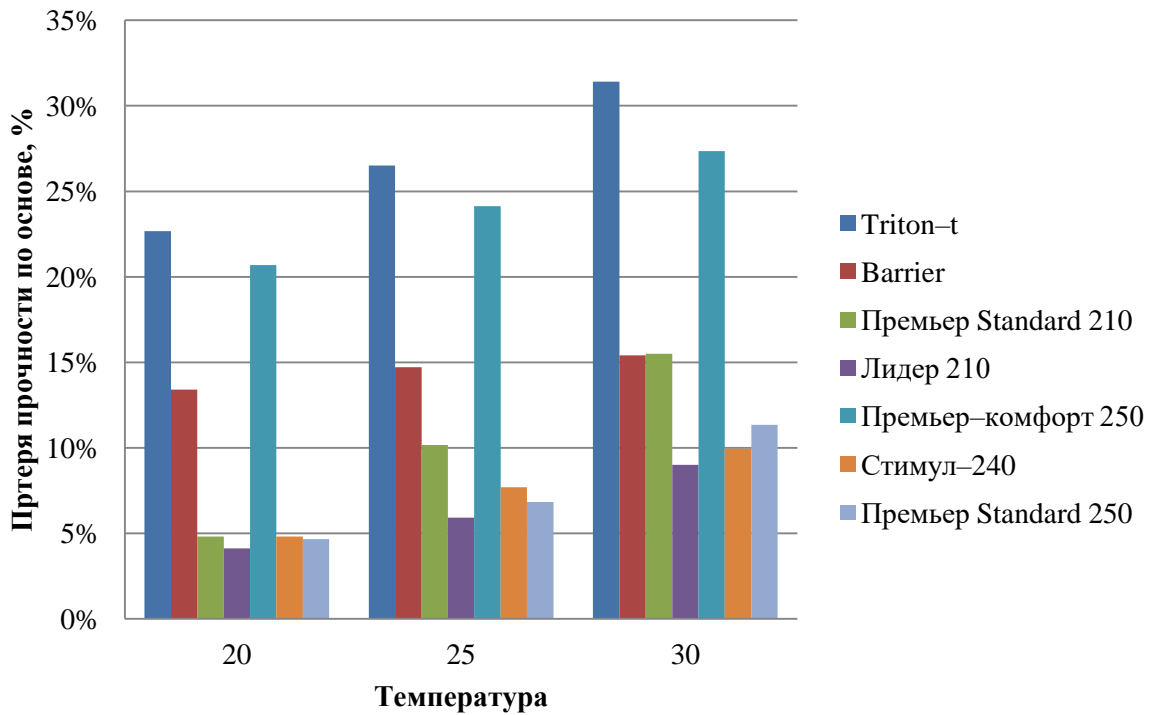


Рисунок 85 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по основе при воздействии 2,5% серной кислоты

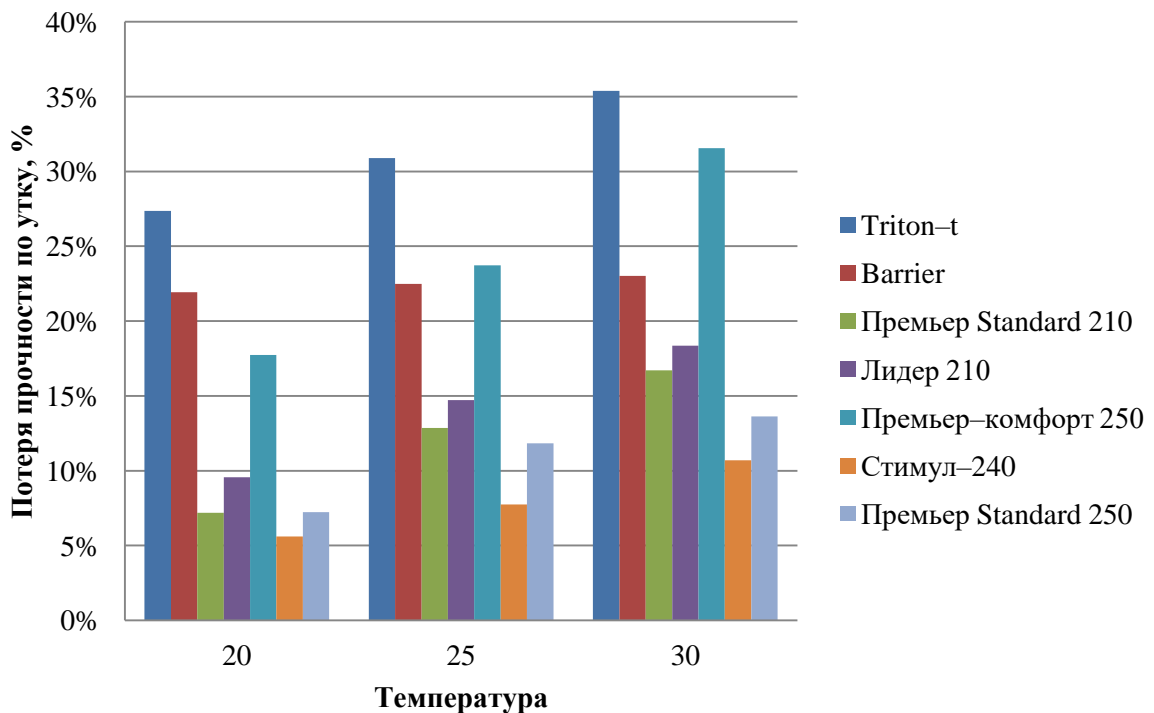


Рисунок 86 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по утку при воздействии 2,5% серной кислоты

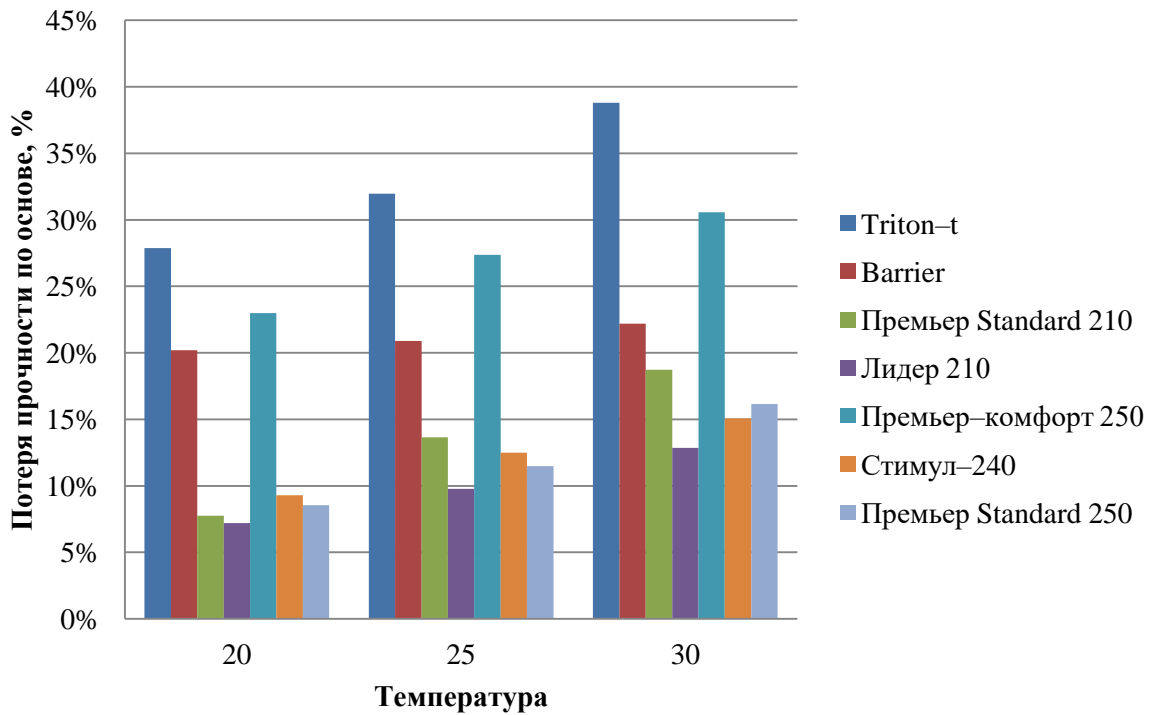


Рисунок 87 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по основе при воздействии 5% серной кислоты

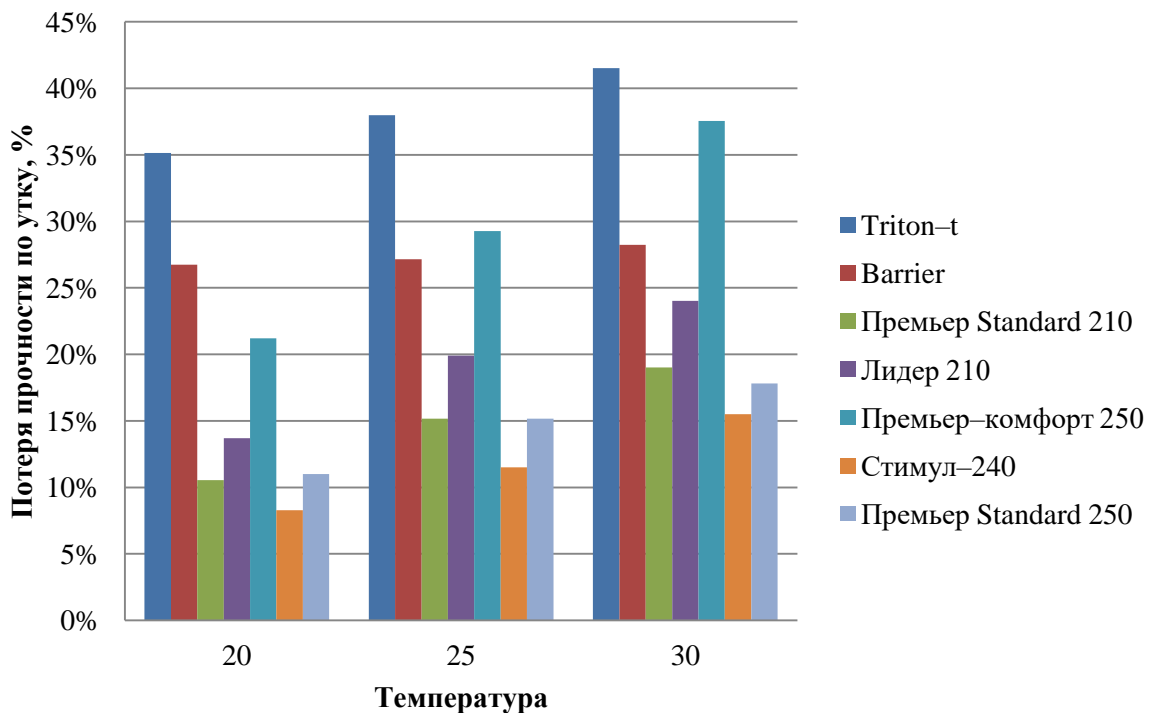


Рисунок 88 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по утку при воздействии 5% серной кислоты

Приложение 21

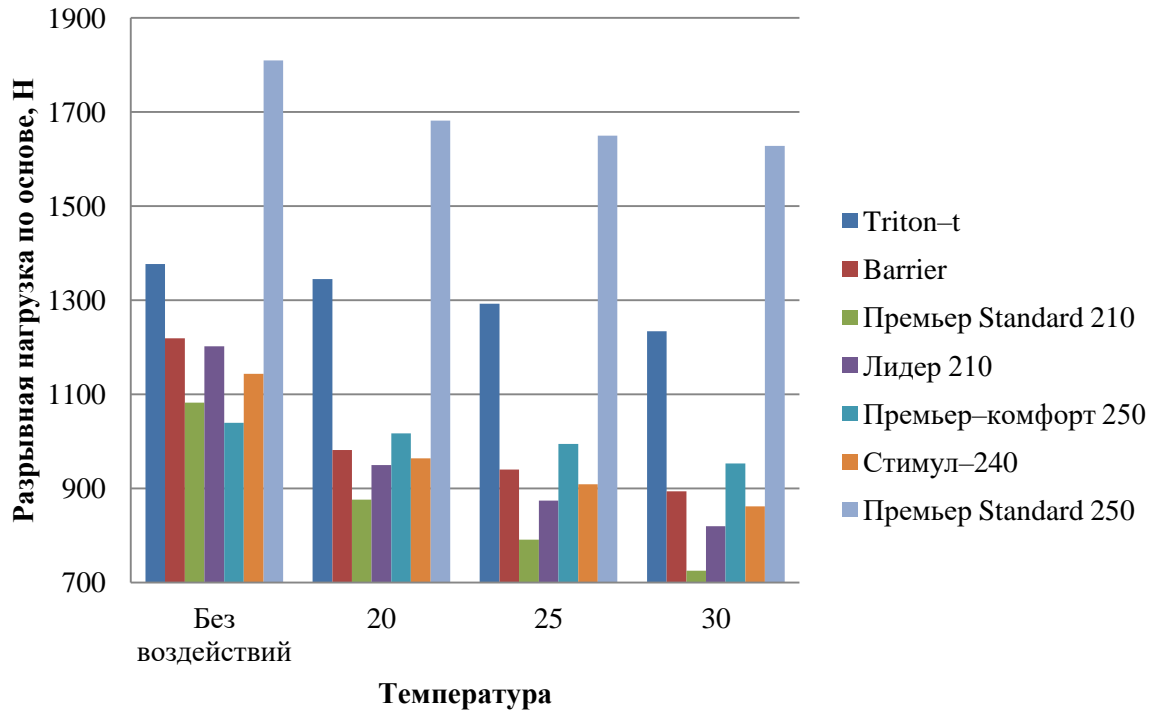


Рисунок 89 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе при воздействии 1,5% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

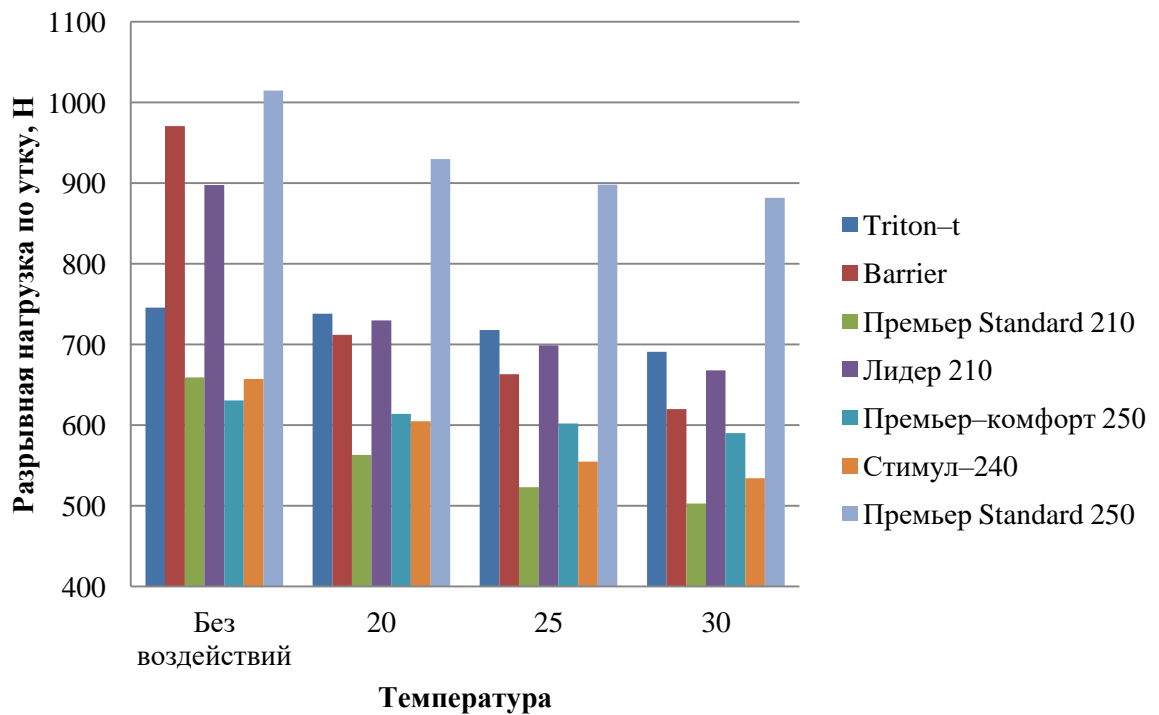


Рисунок 90 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку при воздействии 1,5% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

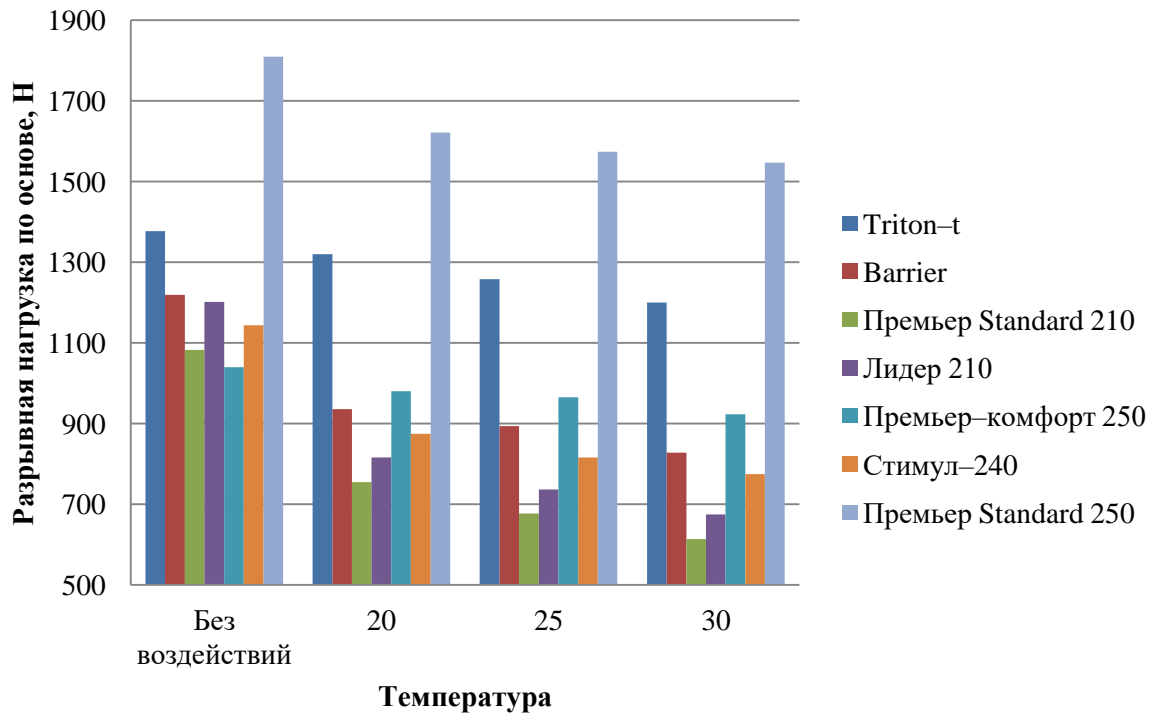


Рисунок 91 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе при воздействии 2,5% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

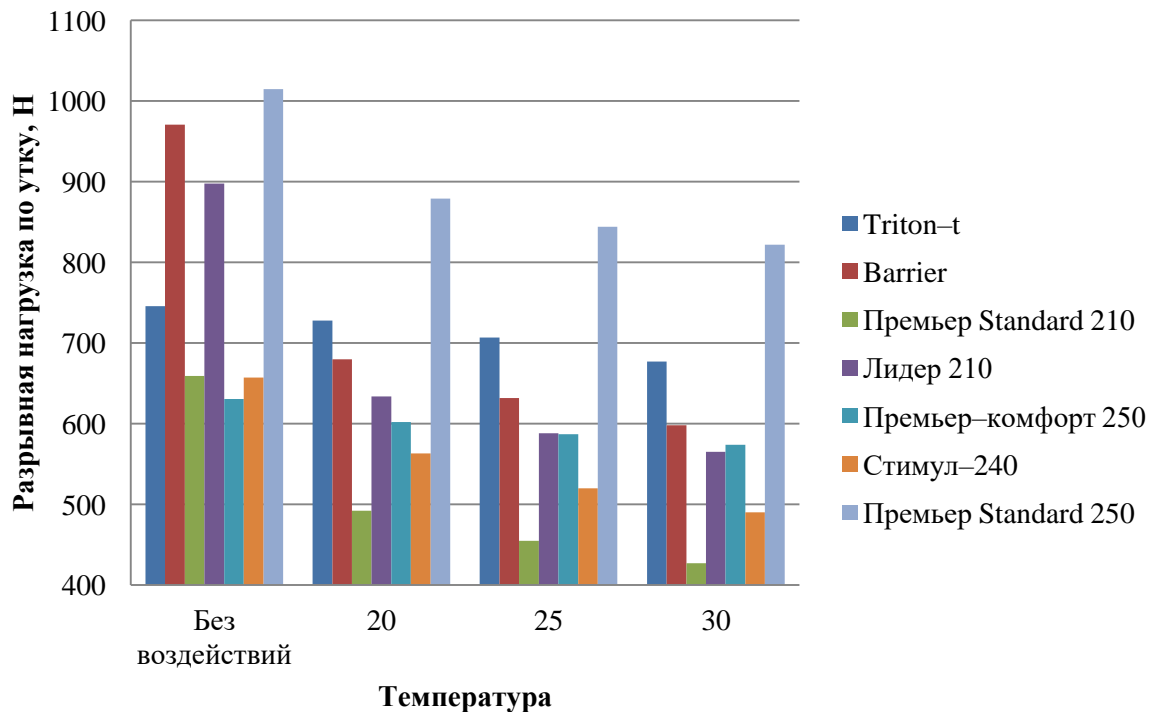


Рисунок 92 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку при воздействии 2,5% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

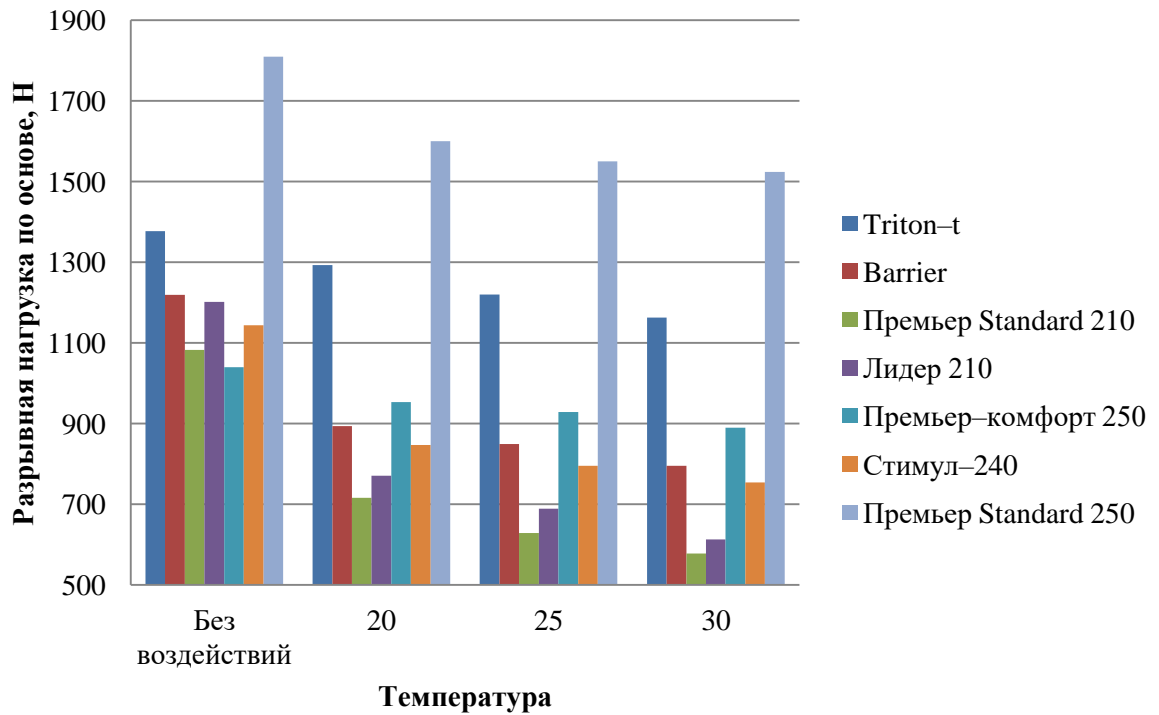


Рисунок 93 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе при воздействии 5% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

ДЫ

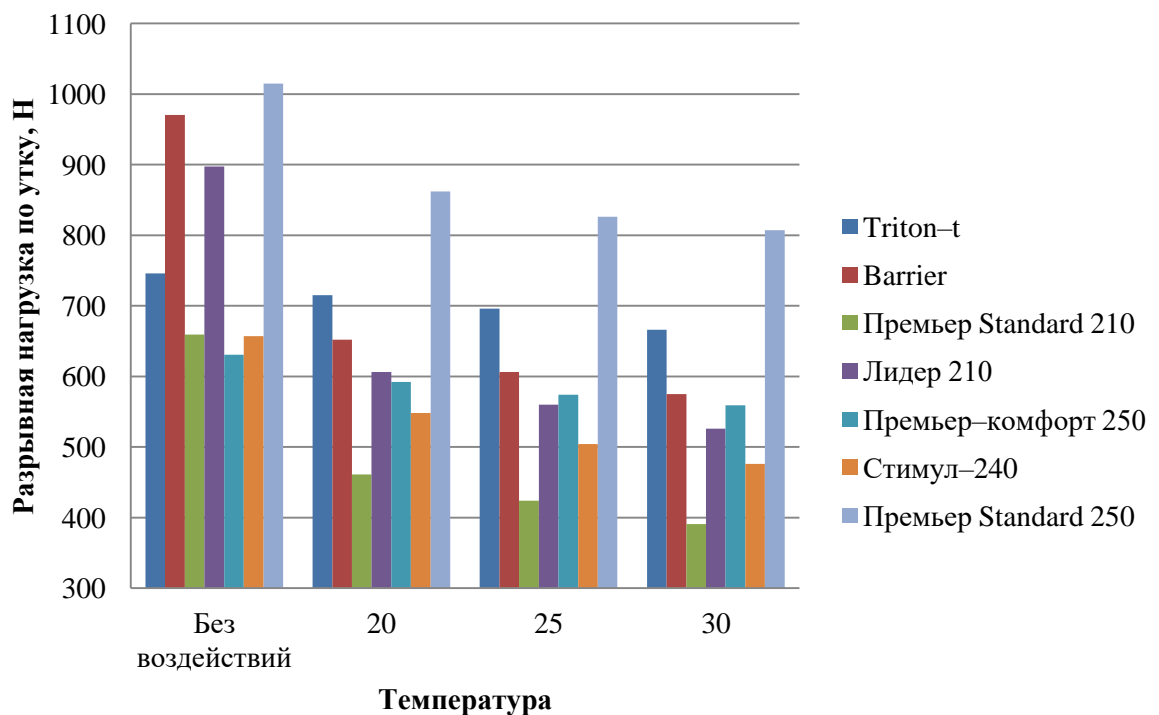


Рисунок 94 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по утку при воздействии 5% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

Приложение 22

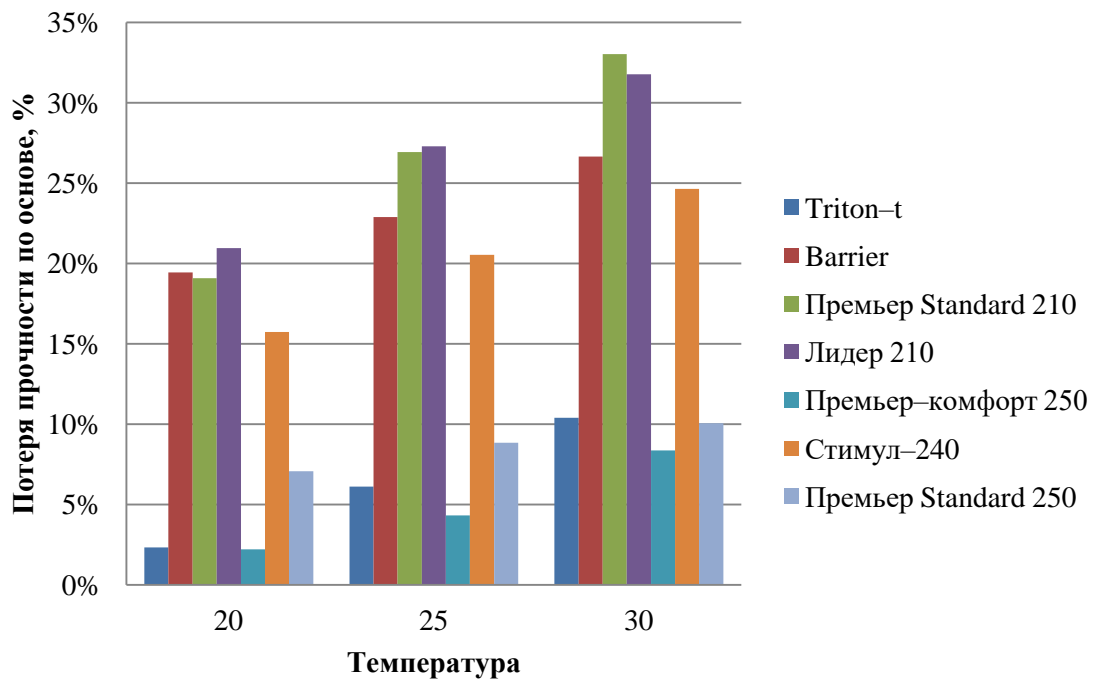


Рисунок 95 – Зависимость потери прочности тканей по основе при воздействии 1,5% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

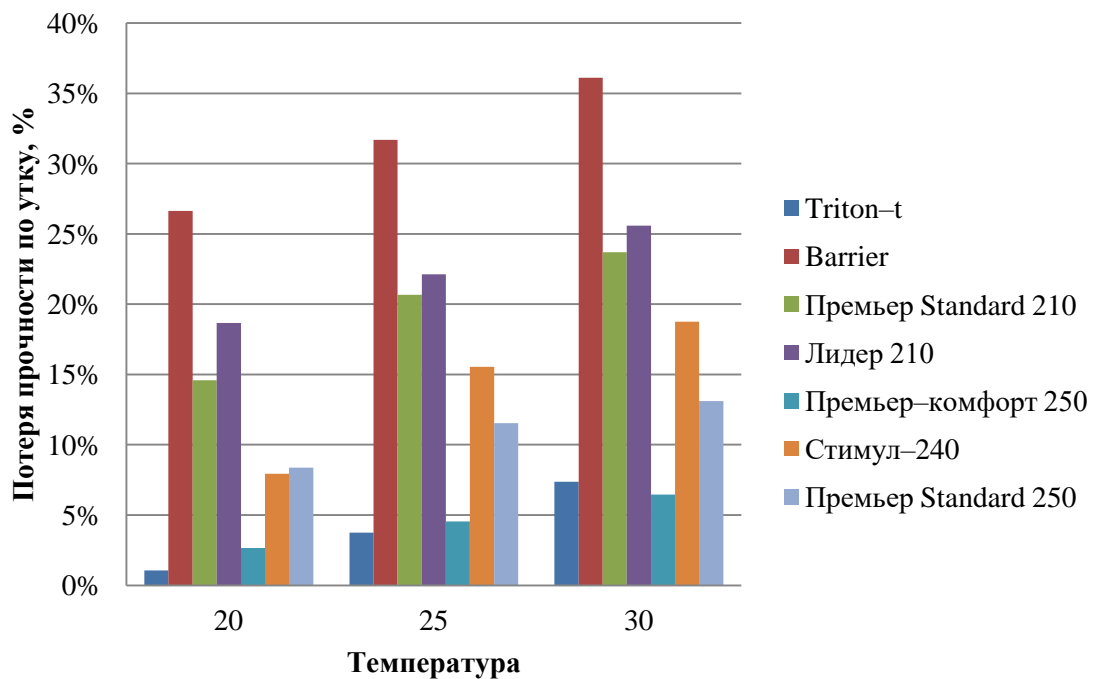


Рисунок 96 – Зависимость потери прочности тканей по утку при воздействии 1,5% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

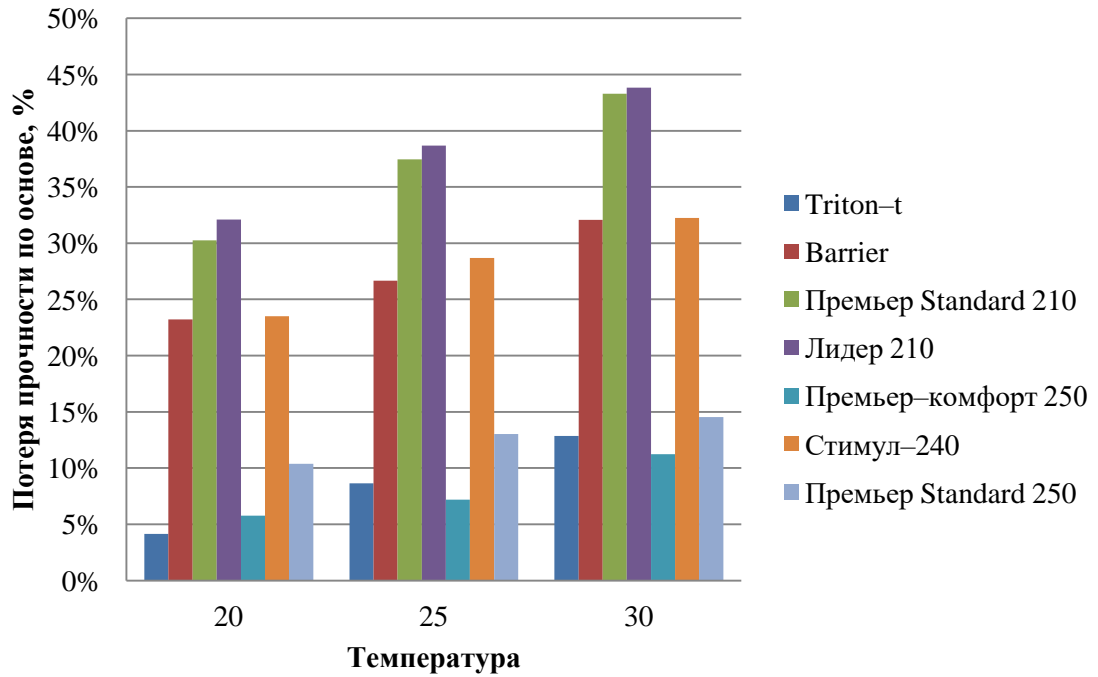


Рисунок 97 – Зависимость потери прочности тканей по основе при воздействии 2,5% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

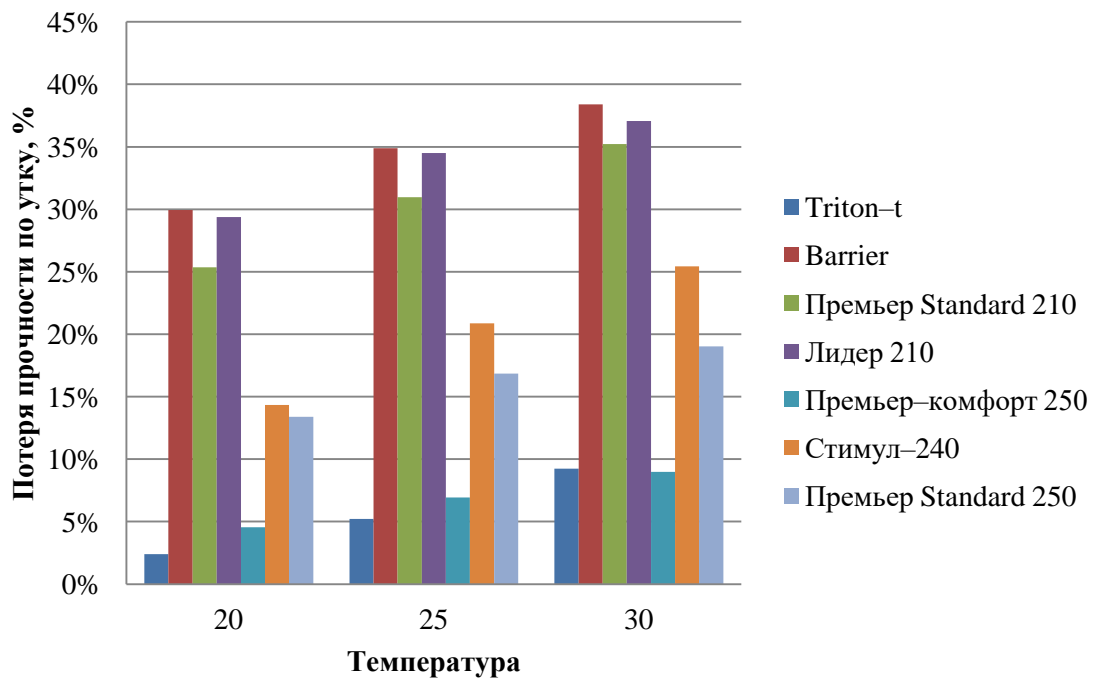


Рисунок 98 – Зависимость потери прочности тканей по утку при воздействии 2,5% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

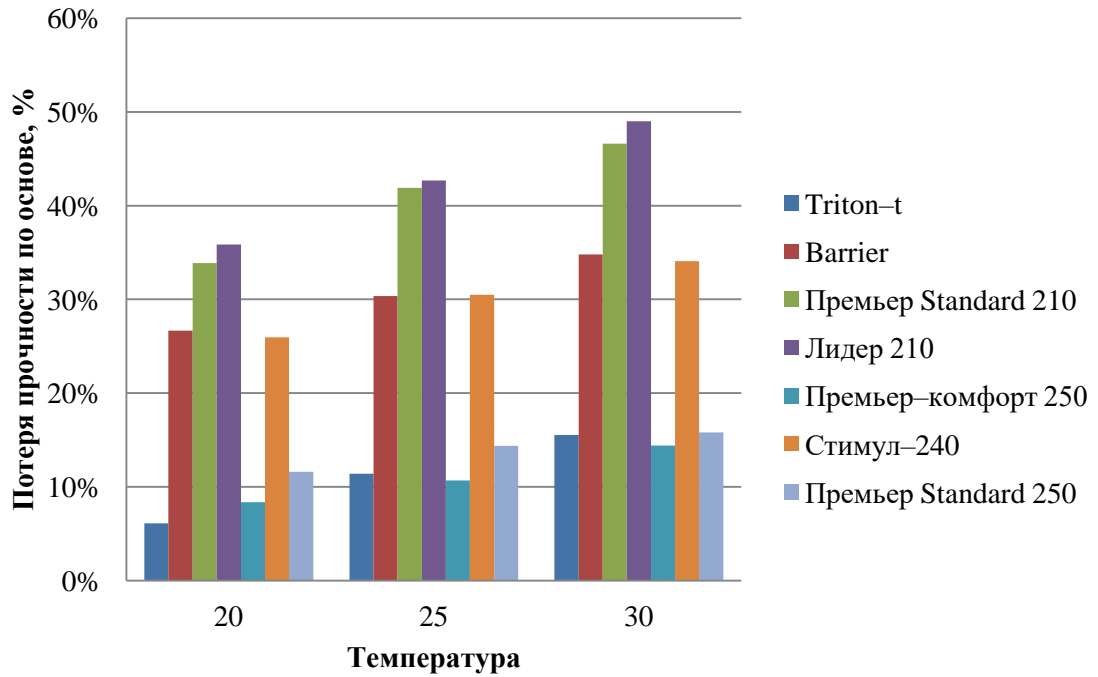


Рисунок 99 – Зависимость потери прочности тканей по основе при воздействии 5% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

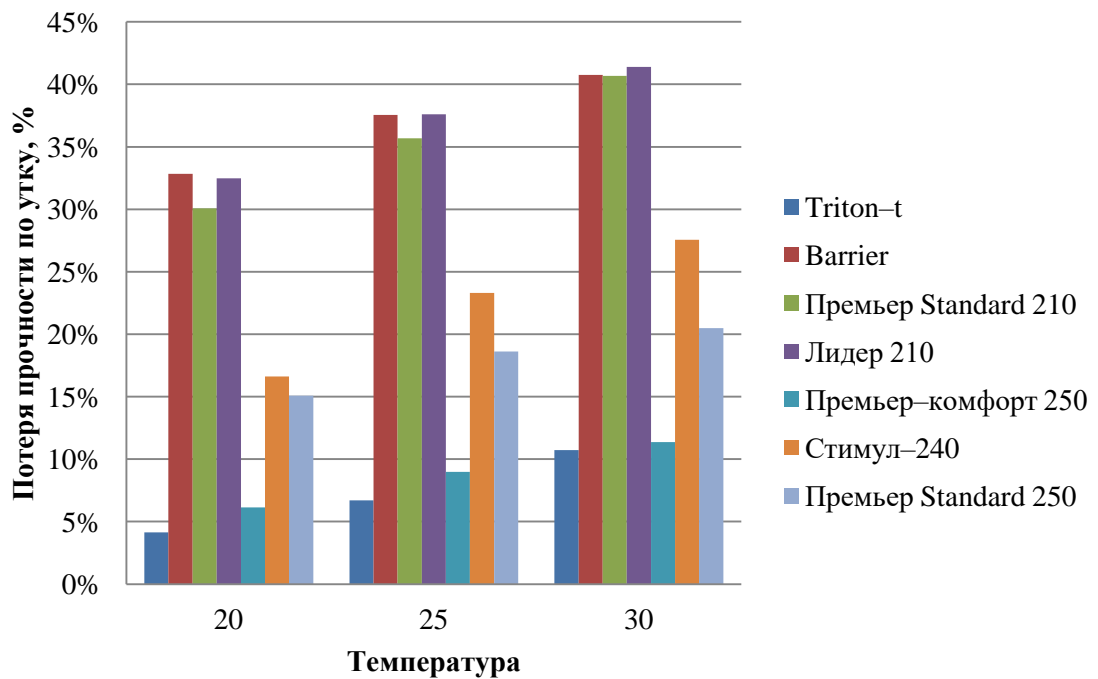


Рисунок 100 – Зависимость потери прочности тканей по утку при воздействии 5% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

Приложение 23

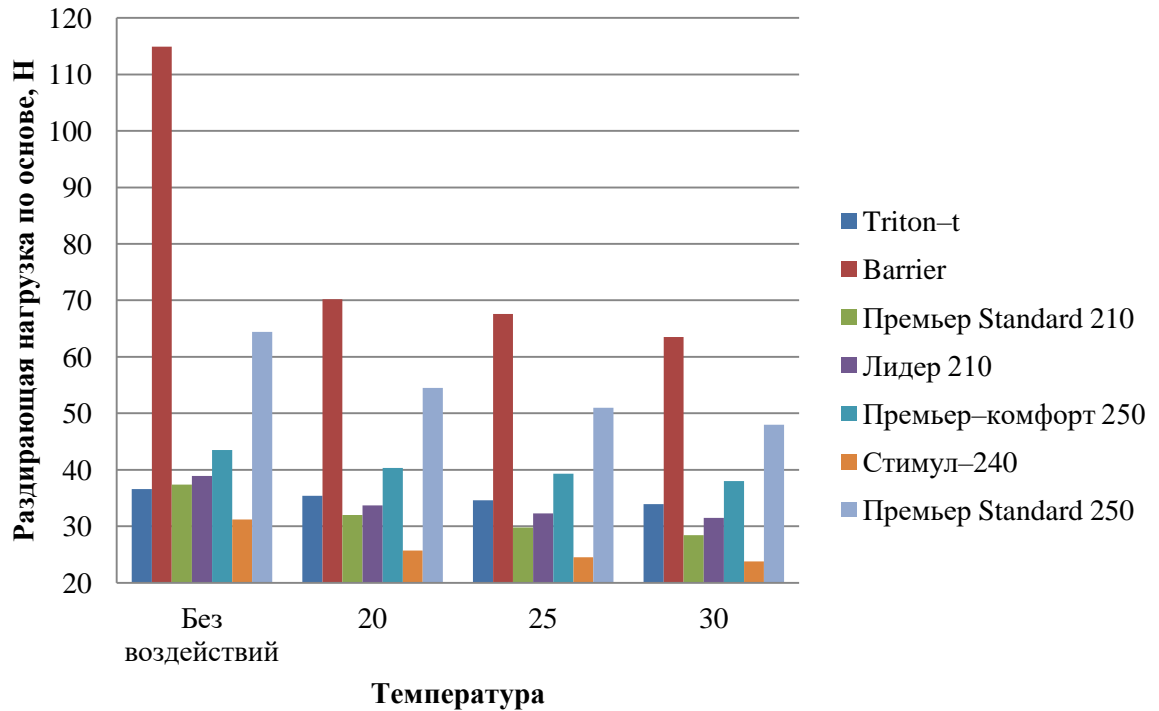


Рисунок 101 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по основе при воздействии 1,5% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

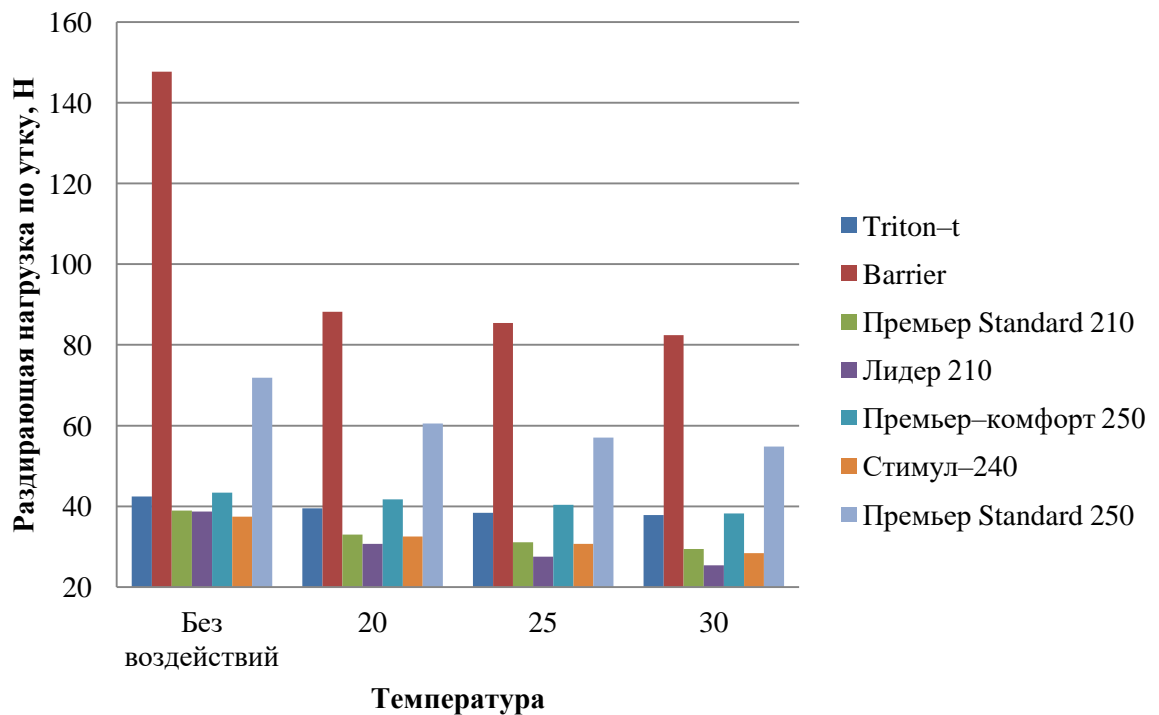


Рисунок 102 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по утку при воздействии 1,5% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

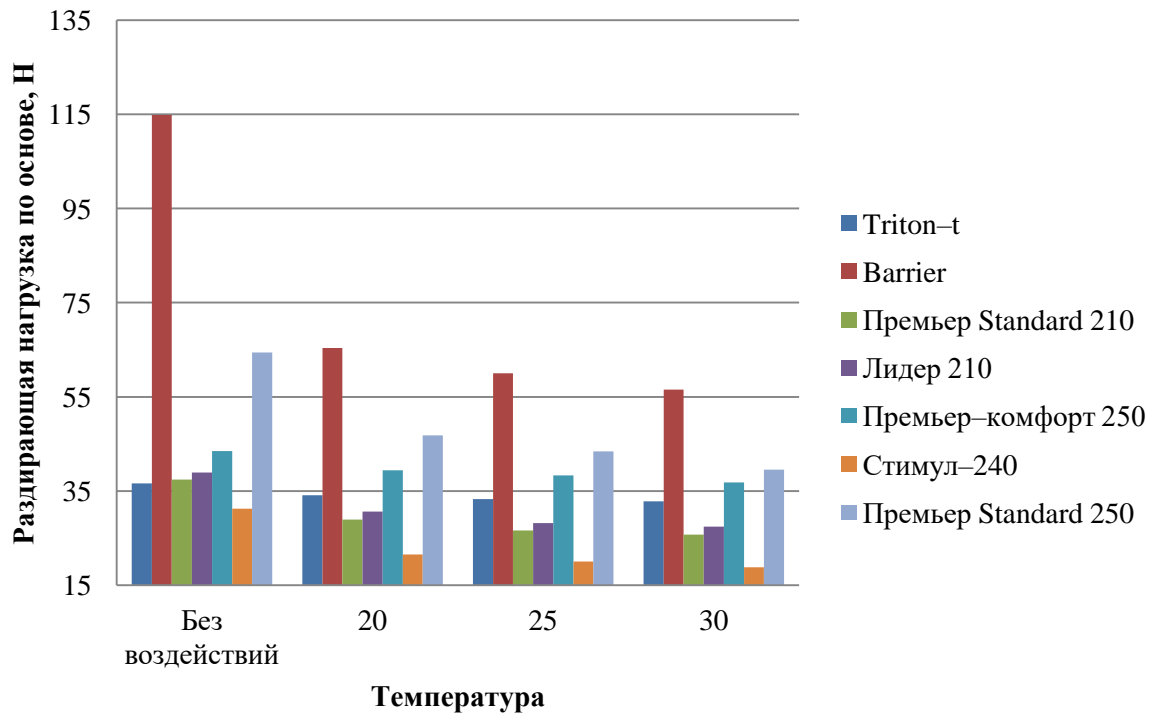


Рисунок 103 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по основе при воздействии 2,5% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

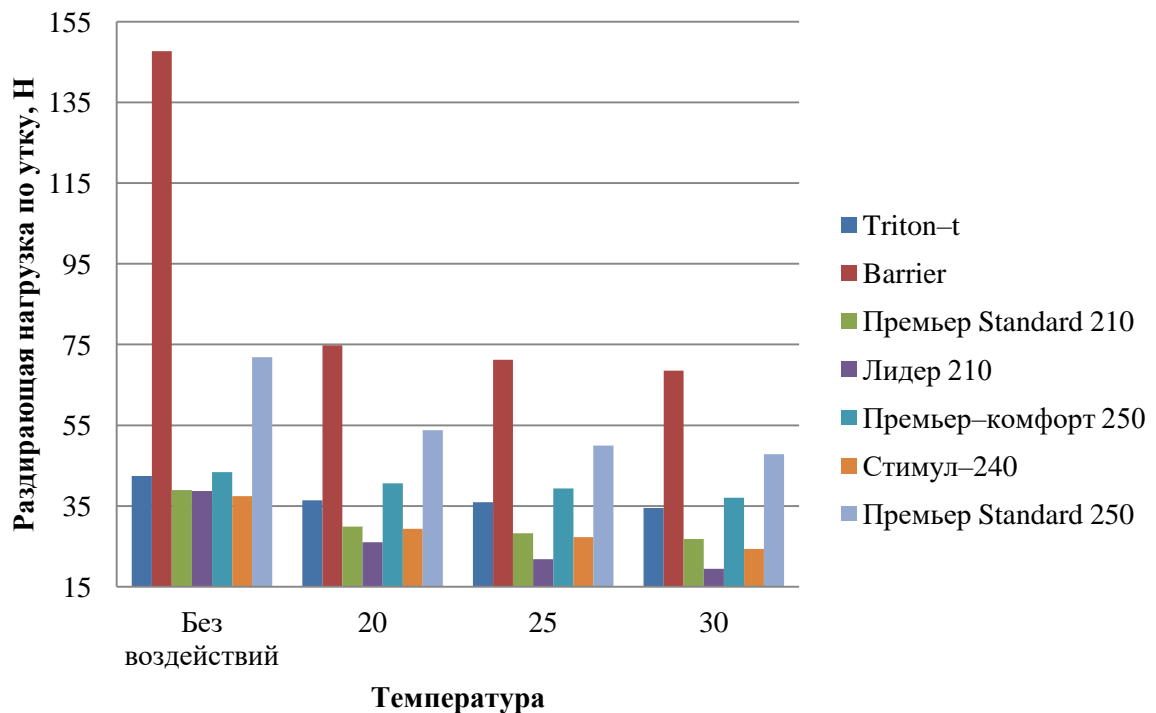


Рисунок 104 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по утку при воздействии 2,5% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

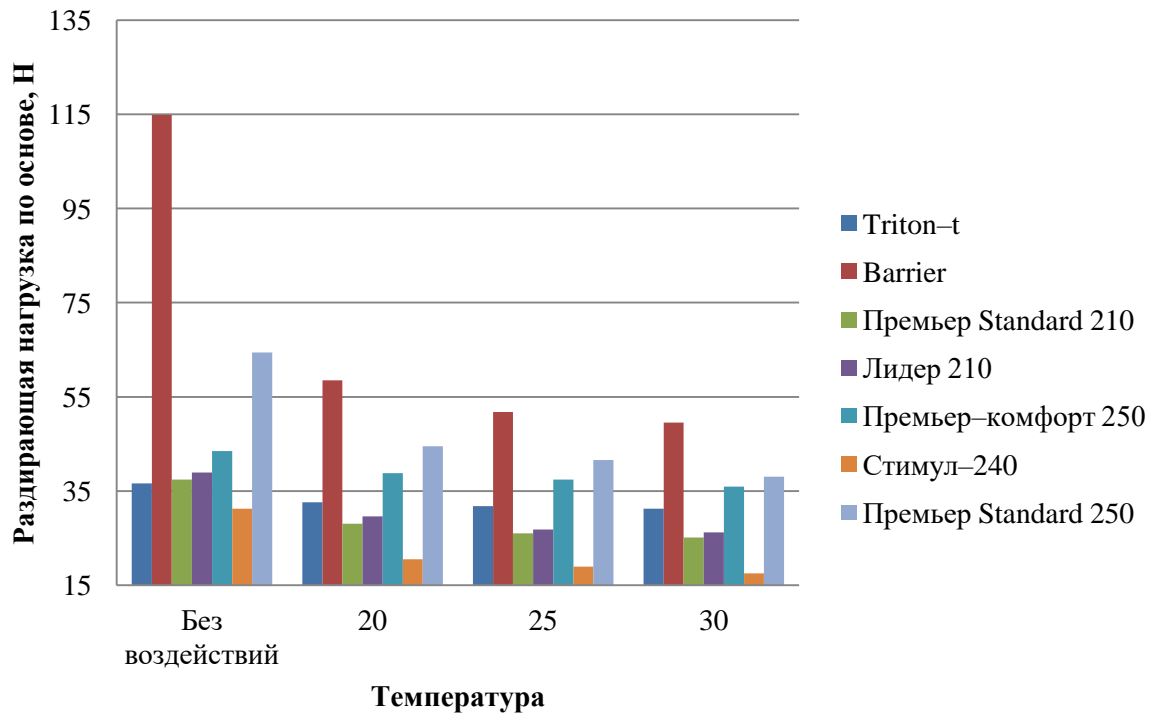


Рисунок 105 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по основе при воздействии 5% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

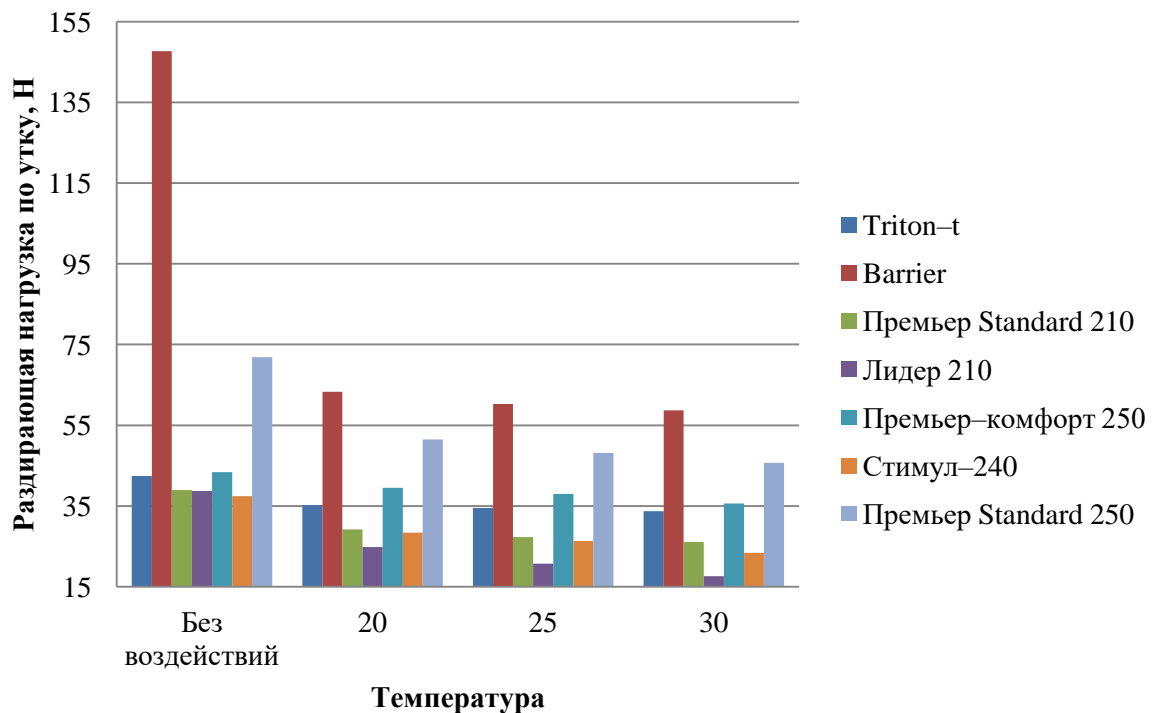


Рисунок 106 – Зависимость раздирающей нагрузки тканей по утку при воздействии 5% гидроксида натрия при изменении температуры окружающей среды

Приложение 24

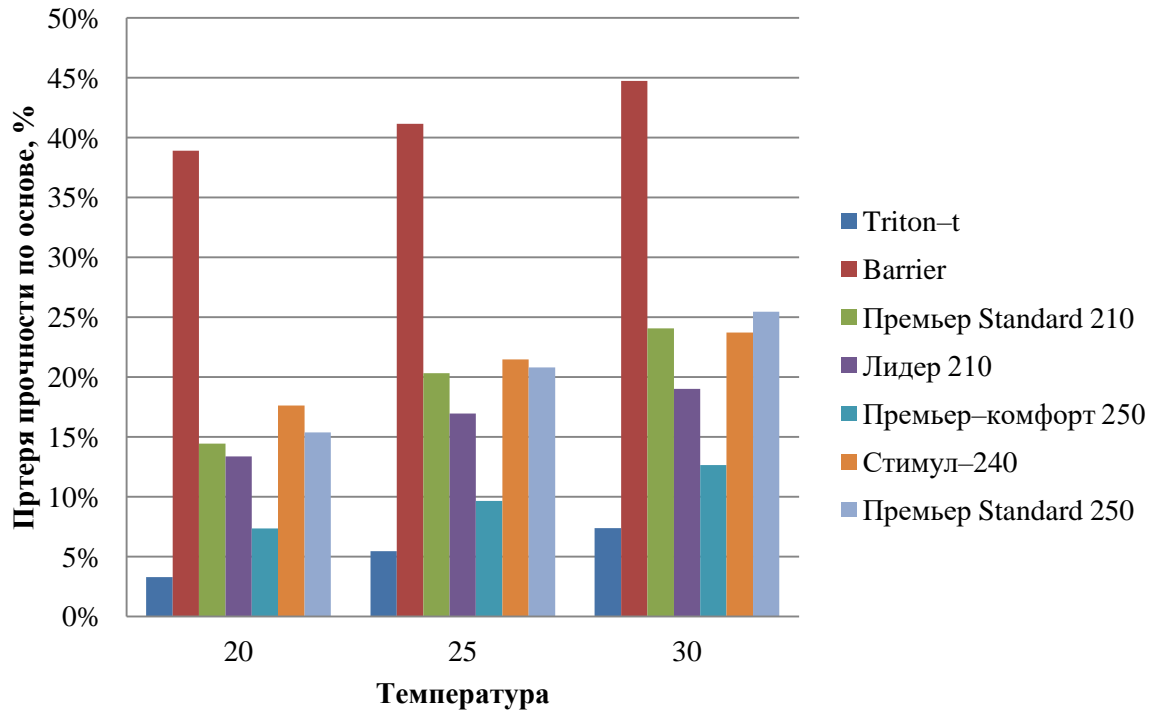


Рисунок 107 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по основе при воздействии 1,5% гидроксида натрия

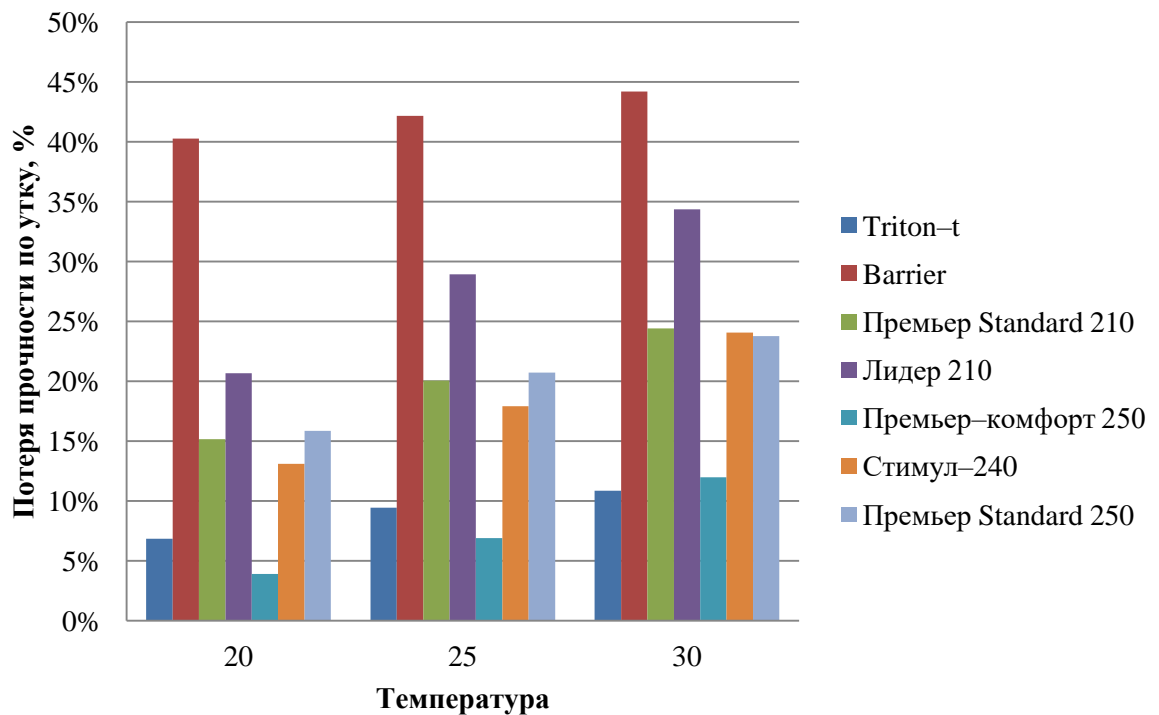


Рисунок 108 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по утку при воздействии 1,5% гидроксида натрия

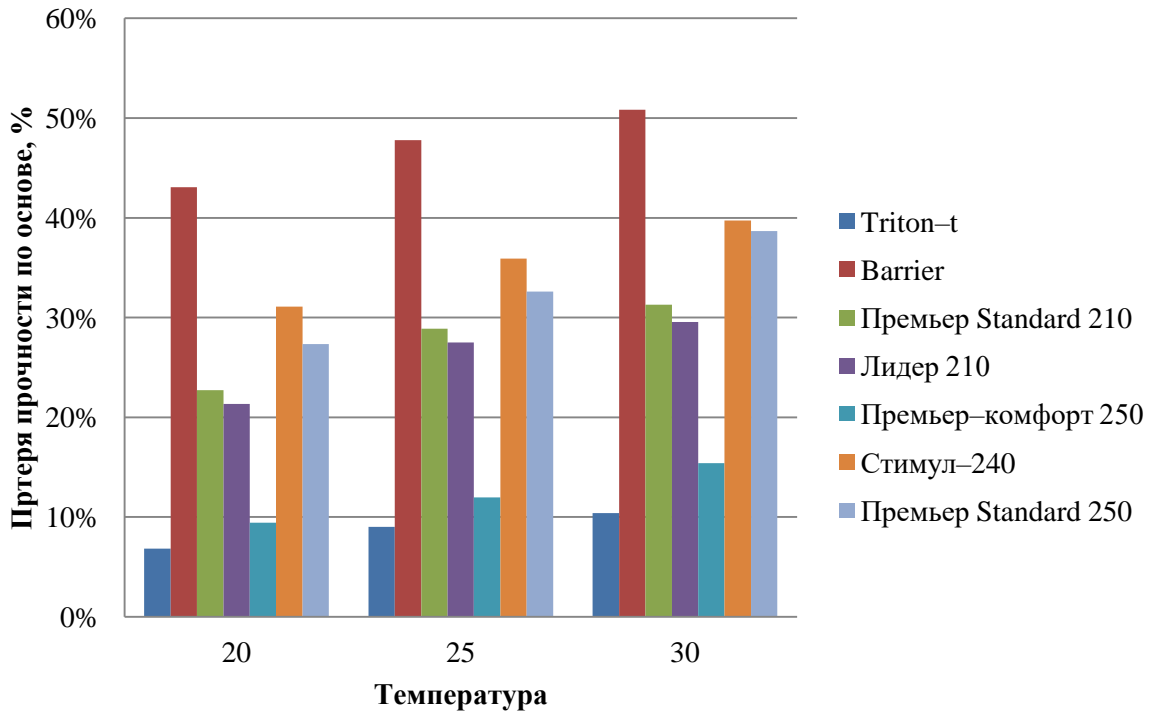


Рисунок 109 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по основе при воздействии 2,5% гидроксида натрия

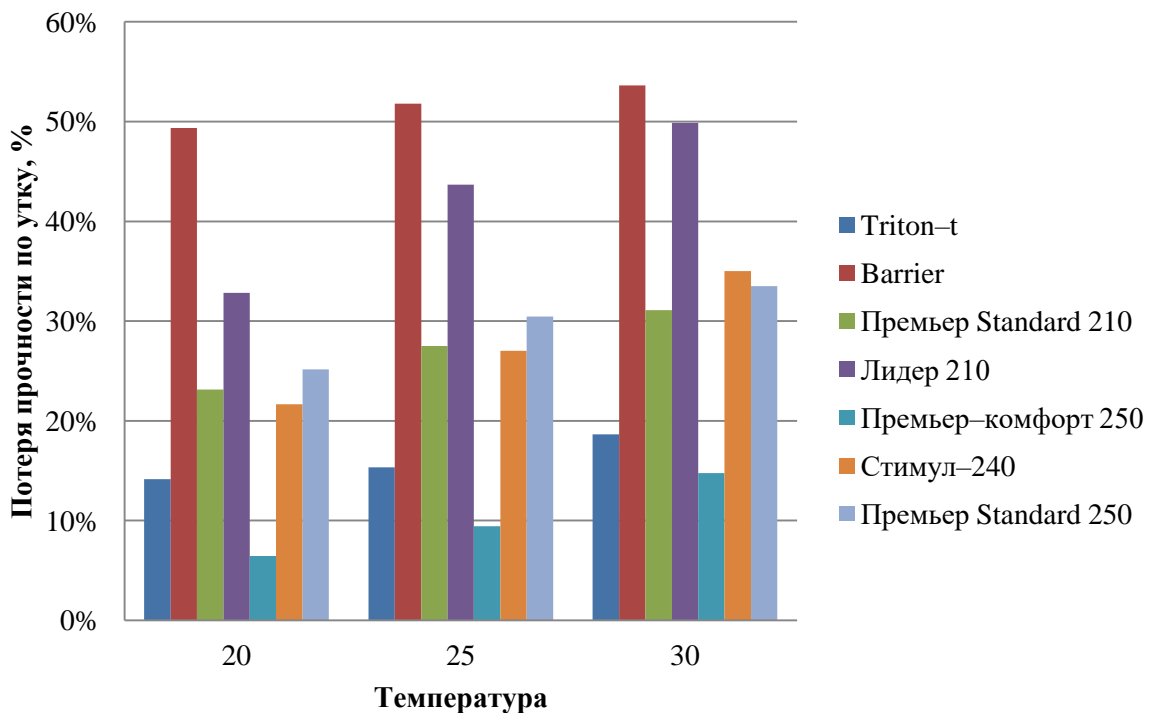


Рисунок 110 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по утку при воздействии 2,5% гидроксида натрия

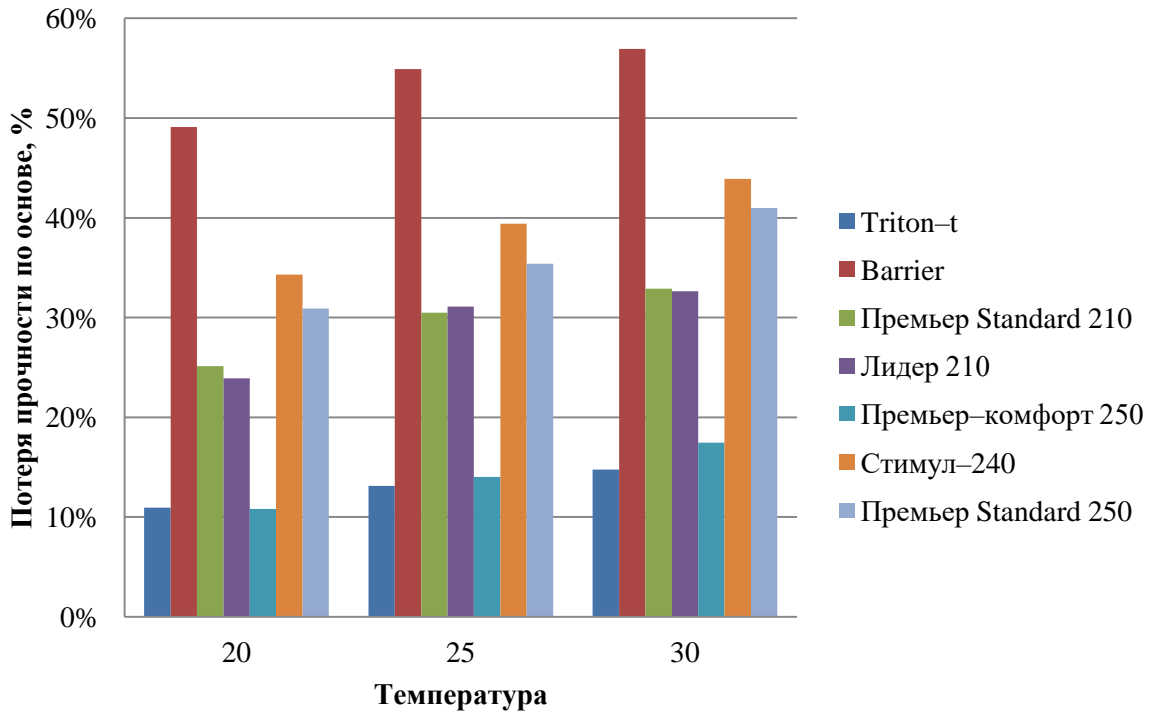


Рисунок 111 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по основе при воздействии 5% гидроксида натрия

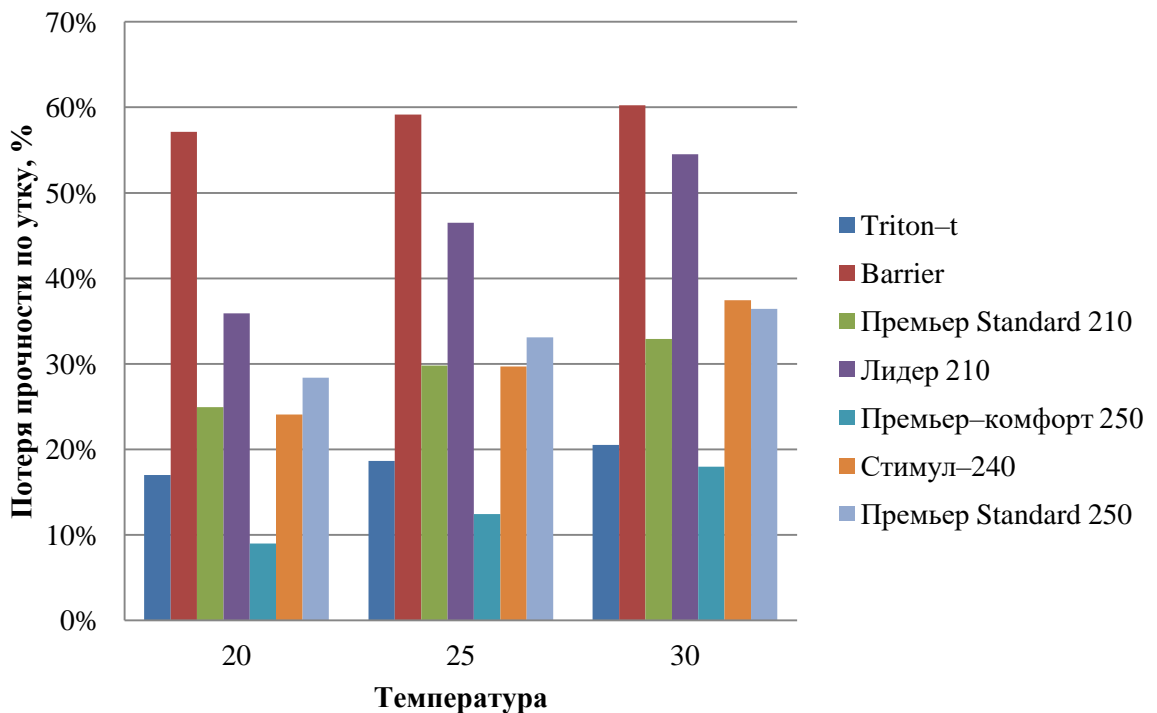


Рисунок 112 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по утку при воздействии 5% гидроксида натрия

Приложение 25

«УТВЕРЖДАЮ»

Главный инженер



АКТ

внедрения разработок ВУЗа

Настоящим документом уведомляется, что разработки кафедры «Материаловедения и товарной экспертизы» ФГБОУ ВО Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» в г. Москва.

(наименование ВУЗа и его подразделение)

а именно: теоретические и экспериментальные исследования, выполненные лично инженером кафедры «Материаловедения и товарной экспертизы» ФГБОУ ВО Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» в г. Москва Костомаровым С.А. и при его непосредственном участии, направленные на применение методов оценки качества материалов в условиях производства и эксплуатации.

(сущность разработок, название)

и переданные: в МУП «Водоканал»

(предприятие, организация)

внедрены: в 2018 г при закупке спецодежды

Сущность разработок заключается в следующем:

1. Выявленные закономерности рабочей одежды сотрудников химических предприятий в условиях действия агрессивных сред.
2. Практические рекомендации по выбору, текстильных материалов для использования в агрессивных условиях.

Эффективность внедрения



а) Организационно-технические преимущества:

- рациональный выбор рабочей одежды для использования в различных агрессивных средах, за счет проведенных исследований действия кислот и щелочей на текстильные материалы.
- рациональный выбор материалов позволяющий улучшить долговечность рабочей одежды в агрессивных условиях.

б) Перспективы внедрения

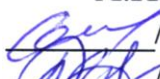


- предложенные методики оценки качества свойств специальной одежды от воздействий агрессивных сред рекомендуется использовать при закупке специальной одежды.

Представители МУП «Водоканал»

 /Начальник лаборатории
Рыбченко С.С.
 /Начальник участка
Зуев Э.А.

Представители ФГБОУ ВО РГУ им.

А.Н. Косыгина в г. Москва

 /д.т.н., проф. Шустов Ю.С.
 /к.т.н., доц. Курденкова А.В.
 /Костомаров С.А.