

Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

На правах рукописи



ЛЬВОВА ЕКАТЕРИНА ЕВГЕНЬЕВНА

**ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ
РЫБОЛОВНЫХ НИТЕВИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ ФАКТОРОВ
МЕХАНИЧЕСКОГО ИЗНОСА**

05.18.17 Промышленное рыболовство

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель
кандидат технических наук,
доцент Суконнов А.В.

Калининград 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1 ОБЗОР МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ОЦЕНКИ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЫБОЛОВНЫХ НИТЕВИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	12
1.1 Общие сведения о рыболовных нитевидных материалах.....	12
1.2 Классификация рыболовных нитевидных материалов.....	15
1.3 Понятие износа.....	17
1.4 Основные способы оценки износа.....	20
1.5 Методы оценки износа элементов орудий рыболовства.....	22
1.6 Способы снижения износа орудий рыболовства.....	26
1.7 Обзор исследований по оценке износостойкости нитевидных материалов от воздействия механического износа.....	26
1.7.1 Исследования износостойкости нитевидных материалов от воздействия абразивного трения.....	26
1.7.2 Исследования износостойкости нитевидных материалов от воздействия циклических нагрузжений.....	33
ГЛАВА 2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	37
ГЛАВА 3 – РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЫБОЛОВНЫХ НИТЕВИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ АБРАЗИВНОГО ТРЕНИЯ.....	40
3.1 Экспериментальная установка для проведения исследований.....	40
3.1.1 Описание экспериментальной установки.....	40
3.1.2 Эскизная проработка отдельных узлов и деталей.....	42
3.1.3 Тактико-технические параметры экспериментальной установки	44
3.2 Методика проведения экспериментальных исследований по оценке износостойкости рыболовных нитевидных материалов от воздействия абразивного трения.....	45
3.2.1 Отбор и подготовка образцов.....	45

3.2.2 Выбор влияющих факторов.....	50
3.2.3 Порядок проведения экспериментальных исследований.....	51
3.2.4 Контрольно-измерительная аппаратура и оборудование для проведения экспериментальных работ.....	52
3.3 Экспериментальные исследования на абразивное трение.....	52
Выводы по главе 3.....	60
ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЫБОЛОВНЫХ НИТЕВИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЖЕНИЙ.....	
	61
4.1 Экспериментальная установка для проведения исследований по оценке износостойкости рыболовных нитевидных материалов от действия циклических нагрузжений.....	62
4.1.1 Описание экспериментальной установки.....	62
4.1.2 Принцип работы установки.....	64
4.1.3 Тактико-технические параметры экспериментальной установки	65
4.2 Методика проведения экспериментальных исследований по оценке износостойкости рыболовных нитевидных материалов от воздействия циклических нагрузжений	65
4.2.1 Отбор и подготовка образцов.....	66
4.2.2 Выбор влияющих факторов.....	66
4.2.2.1 Планирование экспериментов.....	67
4.2.3 Порядок проведения испытаний.....	68
4.2.4 Контрольно-измерительная аппаратура и оборудование для проведения экспериментальных работ.....	69
4.3 Результаты экспериментальных исследований.....	69
4.3.1 Анализ влияния диаметра d , количества циклов нагружения $N_{\text{цикл}}$, относительного удлинения Δl , на степень потери прочности β рыболовной нитки.....	72

Выводы по главе 4.....	75
ГЛАВА 5 РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЫБОЛОВНЫХ НИТЕВИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ СОВМЕСТНОГО ДЕЙСТВИЯ АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА И ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЖЕНИЙ.....	76
5.1 Экспериментальное оборудование для проведения экспериментальных исследований по оценке износостойкости рыболовных нитевидных материалов от совместного действия абразивного износа и циклических нагрузжений.....	76
5.2 Методика проведения экспериментальных исследований по оценке износостойкости рыболовных нитевидных материалов от совместного действия абразивного износа и циклических нагрузжений.....	76
5.2.1 Отбор и подготовка образцов.....	77
5.2.2 Выбор влияющих факторов.....	77
5.2.2.1 Планирование экспериментов.....	78
5.2.3 Порядок проведения испытаний.....	80
5.2.4 Контрольно-измерительная аппаратура и оборудование для проведения экспериментальных работ.....	81
5.3 Экспериментальные исследования.....	81
5.3.1 Экспериментальные исследования рыболовных полиамидных ниток.....	82
5.3.2 Экспериментальные исследования сетных полосок.....	90
Выводы по главе 5.....	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	99
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	103
ПРИЛОЖЕНИЕ А Патент РФ № 174834 УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЫБОЛОВНЫХ НИТЕВИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	112

ПРИЛОЖЕНИЕ Б Эскизная документация на экспериментальную установку по определению износа рыболовных материалов.....	113
ПРИЛОЖЕНИЕ В Результаты испытаний рыболовных материалов при абразивном износе.....	122
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Эскизная документация на экспериментальную установку для испытаний материалов циклической нагрузкой.....	130
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Результаты испытаний рыболовных материалов при циклических нагрузениях (растяжении).....	141
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Экспериментальные данные численных значений степени потери прочности рыболовных полиамидных ниток при механическом износе (абразивное трение, циклические нагружения).....	143
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Экспериментальные данные численных значений степени потери прочности сетных полосок из рыболовной полиамидной нитки при механическом износе (абразивное трение, циклические нагружения).....	147
ПРИЛОЖЕНИЕ К Акт внедрения результатов исследований кандидатской диссертации.....	151
ПРИЛОЖЕНИЕ Л Акт внедрения результатов исследований кандидатской диссертации.....	152
ПРИЛОЖЕНИЕ М Акт о внедрении результатов диссертационного исследования в учебный процесс.....	153

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования определяется тем, что в процессе эксплуатации орудий рыболовства рыболовные текстильные материалы подвергаются воздействию многократных переменных напряжений, в результате чего технические свойства рыболовных материалов значительно ухудшаются, вплоть до разрушения орудия лова. Так, по данным ООО «Фишеринг Сервис» и КРК «Рыбфлот-Фор», при работе в промысловых районах Северной Атлантики в результате износа срок службы пелагических тралов вместо планируемых 4 лет эксплуатации сокращается до 3 лет, а донных тралов с 3 лет до 1,5, то есть срок эксплуатации тралов сокращается на 25 % и 50 % соответственно. Как показывает практика, орудия рыболовства в основном подвержены воздействию механического износа. В связи с этим необходимо определить связь между степенью износа рыболовных нитевидных материалов и факторами механического износа, что позволит более качественно отбирать рыболовные нитевидные материалы при постройке орудий рыболовства и определять устойчивость к износостойкости, как составляющих, так и орудия рыболовства в целом. Полученные результаты оценки износостойкости рыболовных нитевидных материалов могут послужить основой для создания нормативно-технической базы по определению долговечности и работоспособности орудий рыболовства с учетом условий их эксплуатации.

Степень разработанности темы. В настоящее время в отечественной сетеснастной промышленности не существует численных значений и методов оценки параметров износостойкости рыболовных нитевидных материалов. В тоже время зарубежные производители используют такую характеристику, как сопротивление абразивному трению, что позволяет осуществлять более качественный отбор материалов, с учетом условий эксплуатации орудий рыболовства. Исследованиями по изучению процессов износа нитевидных материалов от воздействия абразивного трения и

циклических нагрузжений занимались: Ю.А. Изнанкин, А.М. Маняхин, И.А. Козлова, В.Н. Мельников, Розенштейн М.М., Т.Н. Кукин, А.Н. Соловьев, Г.А. Гороховский и т.д. однако ввиду отсутствия экспериментального оборудования и методологии исследований результаты не имели практического значения.

Цели и задачи исследования. Целью выполненных исследований является разработка методов экспериментальной оценки износостойкости рыболовных текстильных материалов, в частности рыболовных ниток и сетеполотен из них от воздействия факторов, обуславливающих механический износ орудий рыболовства.

Для реализации поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- провести анализ видов износа рыболовных нитевидных материалов, и определить основные направления исследования;
- разработать экспериментальное оборудование для проведения исследований;
- провести отбор и экспертизу исследуемых образцов;
- провести отбор и обоснование факторов обуславливающих реальные условия эксплуатации орудий рыболовства;
- экспериментально определить характер зависимостей величины остаточной прочности и степени потери прочности рыболовных нитевидных материалов от факторов механического износа, с учетом реальных условий эксплуатации орудий рыболовства;
- оценить приоритет влияния исследуемых факторов на степень потери прочности рыболовных нитевидных материалов при: абразивном трении, циклических нагрузжениях и их совместном воздействии;
- разработать методы оценки износостойкости рыболовных нитевидных материалов, при воздействии: абразивного трения, циклических нагрузжений и их совместном воздействии;

- экспериментально определить численные значения показателя сопротивления абразивному износу для рыболовных веревок из смесовых волокон, с целью апробации разработанного метода исследования по оценке износостойкости рыболовных нитевидных материалов от абразивного трения;
- провести оценку полученных результатов, с целью выработки рекомендаций для их практического применения.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые:

- установлена зависимость величины остаточной прочности и степени потери прочности рыболовных нитевидных материалов от факторов, обуславливающих механический износ;
- разработаны методы оценки износостойкости рыболовных нитевидных материалов при воздействии: абразивного трения, циклических нагрузок и их совместного воздействия;
- разработано экспериментальное оборудование, позволяющее проводить испытания по исследованию механического износа рыболовных нитевидных материалов;
- получены численные значения показателя сопротивления абразивному износу для рыболовных веревок из смесовых волокон.

Теоретическая значимость работы заключается в возможности получения численной оценки износостойкости рыболовных нитевидных материалов от воздействия механического износа, которая должна учитываться при выборе рыболовных материалов на стадии проектирования орудий рыболовства.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования результатов, полученных в работе при выборе рыболовных нитевидных материалов, применяемых при разработке новых конструкций орудий рыболовства, а также оценке работоспособности и долговечности орудий рыболовства с учетом условий их работы.

Методы исследования. Для достижения поставленной цели применялись:

- экспериментальные методы с натурными рыболовными нитевидными материалами;
- математические методы планирования эксперимента и оценки значимости влияния факторов.

Положения, выносимые на защиту:

- методы экспериментальной оценки износостойкости рыболовных текстильных материалов от воздействия механического износа (абразивное трение, циклические нагрузки и их совместное воздействие);
- экспериментальные данные, свидетельствующие об адекватности предлагаемого экспериментального оборудования и методов экспериментальной оценки износостойкости рыболовных нитевидных материалов от воздействия механического износа;
- экспериментальные зависимости по определению величины остаточной прочности и степени потери прочности рыболовных нитевидных материалов от влияющих факторов.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что разработанные методы экспериментальной оценки степени износа рыболовных нитевидных материалов от исследуемых факторов позволили получить зависимости, описывающие данный процесс, с точностью расчета более 95 %.

Основные результаты и положения диссертации ежегодно докладывались на расширенных заседаниях кафедры промышленного рыболовства, представлялись на V, VI Международной научной конференции «Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии» (Калининград, 2017,2018 г.), II Национальной научно-технической конференции «Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации» (заочная) (Владивосток, 2018 г.).

Исследования проводились в рамках госбюджетных НИР кафедры промышленного рыболовства ФГБОУ ВО «КГТУ», гранта на выполнение НИР от Фонда содействия инновациям.

Разработанные методы апробированы в производственных условиях ООО «Концепт ЛТД», что подтверждено актом внедрения. Установлено, что применение экспериментального оборудования и разработанных методов имеет практическое значение для более качественного отбора рыболовных текстильных материалов с учетом условий и режимов их эксплуатации.

Основные результаты выполненных исследований были внедрены в образовательный процесс ФГБОУ ВО «КГТУ» по направлениям подготовки бакалавров 35.03.09 Промышленное рыболовство, магистров 35.04.08 Промышленное рыболовство в курсах дисциплин по конструированию и проектированию орудий лова.

Личное участие автора. В 2016-2019 гг. автором сформулированы цели и задачи исследования, разработано экспериментальное оборудование, получен патент на экспериментальную установку по определению сопротивления абразивному трению рыболовных нитевидных материалов, проведены экспериментальные исследования, обработаны и проанализированы полученные экспериментальные данные, подготовлены материалы к представлению на научных конференциях и для опубликования в открытой печати.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ, в том числе 3 – в изданиях из перечня Российских рецензируемых научных журналов ВАК Минобрнауки России, 1 патент РФ (в соавторстве).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка и приложений. Общий объем работы составляет 154 страницы машинописного текста, 16 рисунков, 27 таблиц, 10 приложений. Список использованных источников состоит из 81 наименования, из которых 13 принадлежат иностранным авторам.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность и искреннюю признательность научному руководителю к.т.н., доценту кафедры промышленного рыболовства ФГБОУ ВО «КГТУ» Суконнову Анатолию Владимировичу за неоценимую помощь и поддержку на всех этапах подготовки диссертационной работы.

Благодарна заведующему кафедрой промышленного рыболовства, к.т.н., доценту А.А. Недоступу, к.т.н., доценту, декану факультета промышленного рыболовства Г.М. Долину за помощь в подготовке диссертации к защите; доценту кафедры промышленного рыболовства Т.Е. Суконновой за внимательное отношение к моей диссертационной работе и помощь в ее оформлении; д.т.н., профессору, заведующему кафедрой водных ресурсов и водопользования Наумову В.А. за помощь в части математической обработки экспериментальных данных и ценные замечания по диссертационной работе. Особую благодарность выражаю д.т.н., профессору кафедры промышленного рыболовства М.М. Розенштейну за профессиональные советы и консультации.

Выражаю благодарность генеральному директору ООО «Концепт ЛТД» В.В. Шинкаренко и первому заместителю генерального директора Г. Т. Хизовцу за помощь в реализации промышленной апробации разработанного экспериментального оборудования и методов проведения исследований.

ГЛАВА 1 ОБЗОР МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ОЦЕНКИ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЫБОЛОВНЫХ НИТЕВИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1.1 Общие сведения о рыболовных текстильных материалах

При конструировании и постройке орудий лова промышленного рыболовства в основном применяют рыболовные материалы из текстильных нитей: нитки, канаты, веревки, шнуры, сетные полотна из них и т.д. Физико-механические свойства этих материалов в большей степени зависят от качества волокна, из которого изготовлены эти изделия. Волокнистые материалы, являющиеся сырьем для изготовления текстильных рыболовных материалов имеют натуральное и химическое происхождение (рисунок 1).

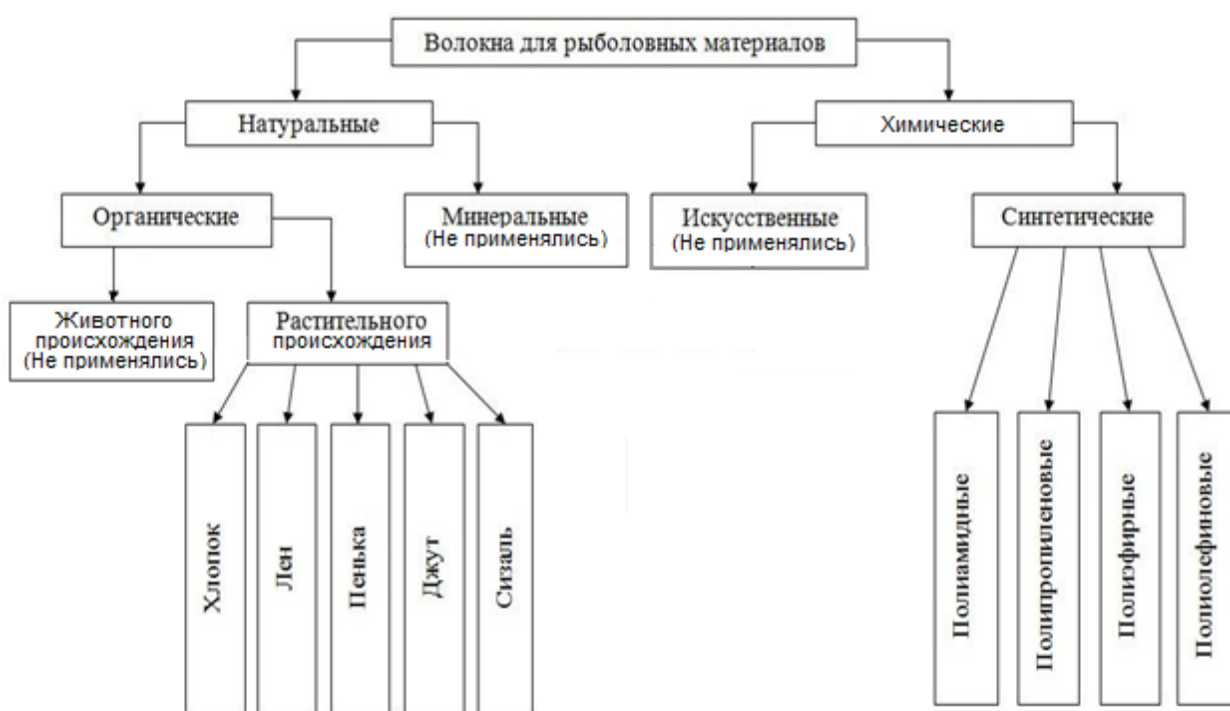


Рисунок 1 – Классификация текстильных волокон, применяемых для производства рыболовных материалов

Натуральные волокнистые материалы состоят из природных простых высокомолекулярных соединений (полимеров). Формирование структуры природных волокон происходит в процессе их роста одновременно с

биосинтезом полимера, при этом достигается определенный комплекс свойств.

Натуральные волокнистые материалы делятся на три группы: растительного, животного и минерального происхождения. Волокнистые материалы растительного происхождения (хлопчатник, лен, конопля и др.) получают из различных частей растений: из стебля (лубяные), листьев, семенных коробочек. Волокнистые материалы животного происхождения – это шерсть и волос животных, шелковичное волокно и т. п. Основным представителем минеральных волокнистых материалов является асбест.

Химические волокнистые материалы получают путем переработки природных высокомолекулярных соединений и синтетических полимеров.

Свойства химических волокон определяется методами получения, вытягивания, термической обработки, отделки.

Химические материалы делятся на две основные группы: искусственные – получаемые из природных полимеров (целлюлозы, белков и т.д.) и синтетические, для производства которых используют полимеры полученных путем синтеза из природных низкомолекулярных соединений (этилена, бензола, пропилена и т.д.), сырьем для которых являются отходы, получаемые при нефте- и газопереработке.

В сетеснастной промышленности, обеспечивающей рыбодобывающую отрасль рыболовными материалами из текстильных нитей, до середины XX века в основном применялись волокнистые материалы растительного происхождения (лен, хлопок, пенька, джут и т.д.), а во второй половине прошлого века перешли на применение материалов из синтетических волокон.

Орудия лова, изготовленные из текстильных рыболовных материалов, работают в специфических условиях. Сетные части орудий лова, а также нитевидные материалы (канаты, нитки, веревки, шнуры) постоянно находятся в сложном напряженном состоянии и деформации.

Поэтому рыболовные текстильные нитевидные материалы должны обладать определенными свойствами.

Основными характеристиками, определяющими качество рыболовных текстильных нитевидных материалов являются следующие [3, 7]:

- Линейная плотность - отношение массы изделия к его длине. Единицей линейной плотности является текс (г/км) [11]. Величина линейной плотности влияет на вес орудия лова. При уменьшении величины линейной плотности материалов уменьшается общий вес орудия лова, следовательно, уменьшается количество плава необходимого для поддержания орудия лова в воде, и его сила гидродинамического сопротивления, что позволяет увеличить скорость буксировки орудия лова, не увеличивая мощности судна.

- Прочность - характеризуется разрывной нагрузкой. Разрывная нагрузка - это наибольшая нагрузка (усилие), которую выдерживает нитевидный текстильный материал до своего разрыва. Измеряется в ньютонах (Н), килограмм-силах (кгс).

- Относительная разрывная нагрузка (Н/текс) характеризует разрывную нагрузку, приходящуюся на единицу линейной плотности, используется для сравнения прочности нитевидных материалов, имеющих разный диаметр и линейную плотность. Чем прочнее волокно, тем прочнее изготавливаемые из него изделия. Кроме того, для сопротивления одним и тем же усилиям из более прочного материала можно изготавливать канаты и нитки меньшего диаметра, что делает их более легкими, значит, и более удобными в эксплуатации.

- Удлинение - приращение длины материала, за время действия нагрузки. Измеряется в миллиметрах. Определяется в момент разрыва образца (разрывное удлинение), в момент достижения заданной нагрузки (как правило, определяется при достижении 25 %, 50 % и 75 % от значения разрывной нагрузки). Удлинение характеризует величину деформации (изменение геометрических размеров) изделия при нагрузках. Небольшое удлинение рыболовных нитевидных материалов приводит к недостаточной

стойкости к динамическим и переменным нагрузкам, высокое удлинение также приводит к негативным последствиям, а именно к деформации изделия.

- Относительное удлинение - показывает какую часть от первоначальной длины составляет абсолютное удлинение. Измеряется в процентах.

- Водопоглощение - способность материала поглощать влагу при его полном погружении в воду. Измеряется в процентах. При высоком значении водопоглощения сетеснастных материалов снижается работоспособность орудия лова в связи с увеличением диаметра нитевидных материалов и увеличением веса орудия лова, что затрудняет работу с ним в процессе лова, при подъеме, удлиняется срок сушки орудия лова.

Большое значение имеет такое свойство рыболовных текстильных материалов, как износостойкость. Износостойкость характеризует способность сохранять свои качества при воздействии разрушающих факторов, таких как сжатие, кручение, изгиб, трение и т.д. Низкая износостойкость сопровождается уменьшением массы изделия, разрывом отдельных составляющих изделий. Выносливость к истиранию характеризуется чаще всего числом циклов истирания до разрушения. Как показывает практика, орудия промышленного рыболовства в процессе эксплуатации подвержены различным видам износа.

1.2 Классификация рыболовных нитевидных материалов

Для постройки орудий лова, оснастки, изготовления такелажа промысловых судов, ремонтных работ применяют различные виды рыболовных текстильных нитевидных материалов. Классификация рыболовных текстильных нитевидных материалов приведена на рисунке 2.

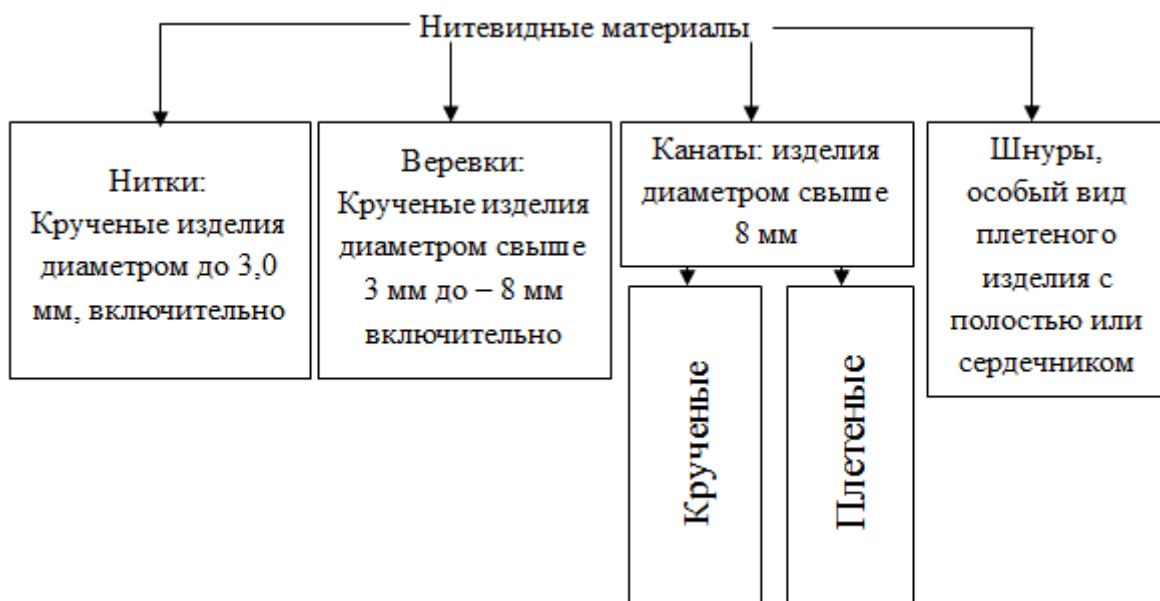


Рисунок 2 – Классификация нитевидных рыболовных материалов

К рыболовным текстильным нитевидным материалам относятся:

нитки – крученое изделие, неограниченной длины, диаметром до 3 мм включительно, в котором нити ориентированы относительно его продольной оси;

веревки – крученые изделия, диаметром свыше 3,0 мм до 8,0 мм включительно;

канаты – крученые или плетеные изделия, диаметром свыше 8,0 мм;

шнуры – отличаются от вышеперечисленных видов нитевидных материалов, тем, что имеют либо пустую полость, оплетенную нитями, либо эта полость заполнена любым нитевидным материалом, так называемым «сердечником». Шнуры не имеют ограничений по диаметру.

В общем случае рыболовные нитевидные материалы подразделяются:

а) по типу окончательного соединения структурных составляющих:

- крученые изделия (нитки, веревки, канаты) – в крученых изделиях соединение структурных составляющих (нитей, каболок, прядей) произведено скручиванием;

- плетеные (канаты, шнуры) – в плетеных изделиях соединение структурных составляющих произведено плетением (сквозное – канат; оплетение полости или сердечника, помещенного в эту полость – шнур).

К достоинствам плетеных изделий относится: равновесность, более высокая прочность при одинаковой структуре и диаметре.

К недостаткам плетеных изделий можно отнести: более высокую стоимость изделий, достаточно трудоёмкое соединение концов между собой.

б) по исходному сырью:

- натуральные – вырабатываются из натуральных растительных волокон, (пенька, хлопок, лен, джут, манила, сизаль);

- химические (синтетические) – вырабатываются из синтетических полимеров (полиамидные, полиэфирные, полиолефиновые и т. д.);

- комбинированные (смешанные) - натурально-синтетические;

в) по виду применяемых текстильных нитей:

- из моноволокна;

- из пленочных нитей;

- из комплексных нитей;

д) по способу отделки на:

- неотделанные (суровые);

- отделанные (крашеные, пропитанные, термообработанные);

е) по направлению крутки на:

- крутки S – левой;

- крутки Z – правой. [7, 31]

1.3 Понятие износа

Процесс добычи рыбы - это сложная система взаимодействия промысловых устройств и механизмов с орудием лова, работающим в промысловых условиях (трение, соленость воды, повышенные статические и динамические нагрузки), что неизбежно приводит к негативным последствиям для орудия лова, которые называются износом.

Износ – процесс изнашивания текстильных рыболовных материалов имеет сложный характер и является результатом одновременного и периодического действия многих факторов, степень влияния которых

зависит от конкретных условий эксплуатации изделия. Износ почти всегда происходит в результате воздействия на материал целого комплекса факторов, состав которого зависит от вида изделия и условий его эксплуатации. В процессе изнашивания такие факторы могут действовать одновременно или циклически повторяться. Износ приводит к изменению размеров, формы, состояния поверхности и физико-механических свойств орудия лова вследствие механического, химического и биохимического воздействия [32].

Для орудий промышленного рыболовства наиболее характерны следующие виды износа: механический, химический, биохимический износ [43] (рисунок 3).

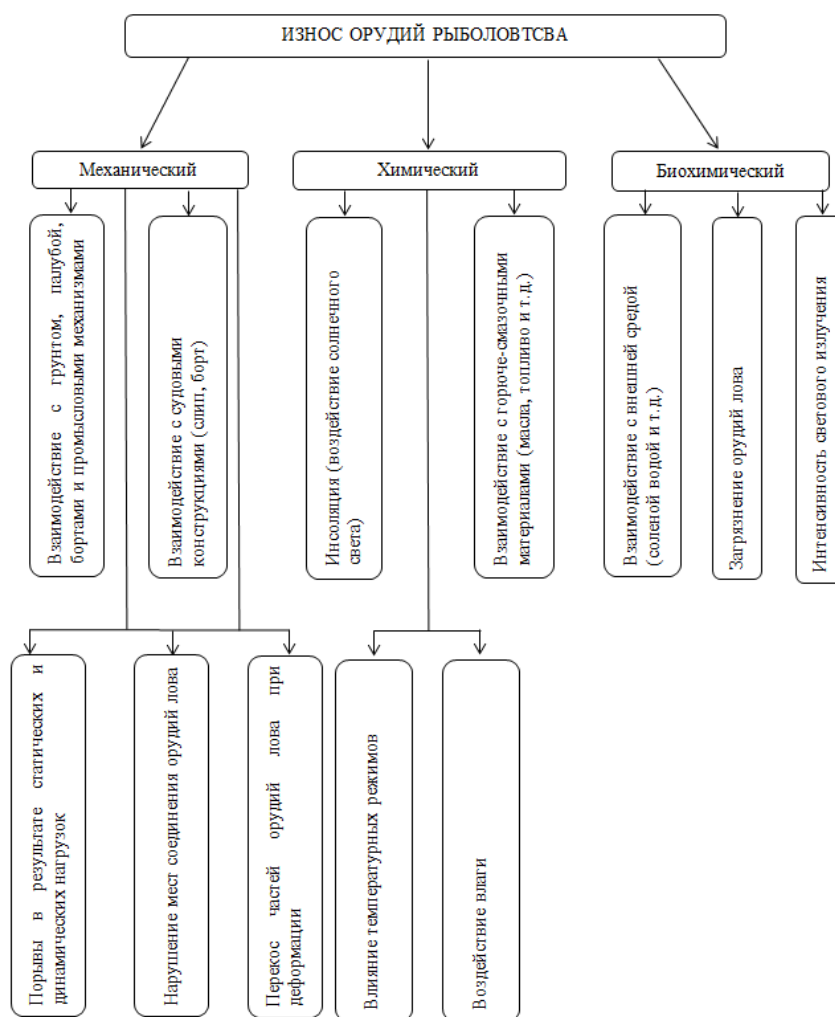


Рисунок 3 – Классификация видов износа орудий рыболовства

1.4 Основные способы оценки износа

Для оценки величины износа изделий применяют различные методы: микрометрирование (измерение размеров, снятие профилограмм), метод искусственных баз (методы отпечатка, лунок, слепков), метод поверхностной активации (активация участка, применение вставок) [59].

Микрометрирование. Этот метод основан на измерении детали до и после изнашивания при помощи микрометра, индикатора или других измерительных приборов. Недостаток метода - необходимость разборки агрегата и сложность выполнения измерительных операций.

Снятие профилограмм. Профилограмма – это графическое изображение профиля, которая нуждается в анализе и расшифровке. Измерение качества поверхности проводится при помощи специальных приборов, измеряющих шероховатость-профилометра и профилографа. Преимущества - высокая точность измерений. Недостатки: большая трудоемкость из-за операций разборки-сборки, сложность снятия профилограмм, невозможность исследования деталей, подверженных пластической деформации.

Метод искусственных баз. Заключается в том, что на исследуемой поверхности наносят углубление определенной формы и по уменьшению размеров углубления определяют величину износа. Это метод позволяет определить местный линейный износ поверхности в тех местах, где нанесены базы, с его помощью возможно оценить характер распределения износа на изношенной поверхности. Недостатком является то, что метод оценивает локальный износ деталей.

Метод поверхностной активации - состоит в измерении снижения радиоактивности при изнашивании исследуемых деталей. Величина износа определяется по уменьшению интенсивности гамма-излучения предварительно активированного участка контролируемой поверхности объекта. Преимущества метода: не требует разборки, отличается высокой

чувствительностью и скоростью исследований. Недостатки: дорогостоящее оборудование, специальные меры защиты, сложность процесса активации.

Вышеуказанные методы, широко применяющиеся в отраслях народного хозяйства, не могут быть применены для оценки износа рыболовных нитевидных материалов. Единственный метод, который может быть применен - это метод измерения массы изделия до и после изнашивания, который применяется в текстильной промышленности для оценки износостойкости материалов [12].

1.5 Методы оценки износа элементов орудий рыболовства

Методы оценки износа предназначены для определения технического состояния орудия лова, находящегося в эксплуатации, для принятия решения о возможности дальнейшей его эксплуатации, передаче на ремонт или списании.

Для оценки износа орудий промышленного рыболовства применяют как частные (учитывают износ одной физической природы), так и общие методы (учитывают проявление износа различной физической природы) [43, 44].

Общие методы оценки основаны:

- на установлении обобщенных комплексных оценок износа. С этой целью отдельные показатели износа, имеющие различную размерность, переводят безразмерные показатели, например, ранги, баллы и т. В такие безразмерные показатели можно перевести значения потери прочности, степень порванности сетного полотна, показатели деформаций и т.д. Комплексную оценку износа получают как среднее арифметическое, среднее геометрическое или среднее гармоническое этих показателей с учетом коэффициентов значимости.

- на вычислении износа из установленного для каждого элемента орудия лова срока службы или величины улова. При этом считают, что износ пропорционален продолжительности работы орудия лова на промысле или величине улова. Такой метод оценки износа широко используют на практике.

Частные методы оценки:

- визуальный метод. Этот метод заключается в поверхностном осмотре всех элементов орудия лова, при этом отмечается целостность поверхности рыболовных текстильных материалов (степень разлохмачивания, наличие разрывов в отдельных местах сетного полотна или отдельных составляющих нитевидных материалов, а именно каболок или прядей). Метод дает очень приблизительную оценку степени износа орудий лова;

- метод остаточной прочности. Этот метод заключается в том, что определяется остаточная прочность отдельных составляющих орудия лова для этого необходимо вырезать образец и определить его разрывную прочность на разрывной машине. Полученный результат сопоставляют с номинальной разрывной нагрузкой, приведенной в нормативно-технической документации, на данный конкретный вид материала и рассчитывают его остаточную прочность. Недостаток этого метода заключается в том, что он является разрушительным видом контроля. Т.е. после его проведения необходим ремонт орудия лова, а также то, что для его проведения необходимо специальное дорогостоящее и требующее отдельного помещения оборудование (разрывные машины).

- определение величины износа по количеству порывов ячей, которую выражают отношением площади порванной части сетного полотна к его общей площади при рабочем посадочном коэффициенте;

- определение величины износа по перекосу ячей, который приводит к нарушению равенства ее сторон. Возможен также износ в виде перекоса частей орудий лова;

- износ веревочно-канатных элементов орудий лова можно определить по изменению их диаметра вследствие удлинения, уплотнения и истирания элемента;

- количественная оценка износа в виде нарушения мест соединения элементов орудий лова, возможна лишь в некоторых случаях. Например, износ в виде нарушения посадки сетного полотна характеризуют

отношением длины участка подборы, на котором порвана посадочная нитка, к длине всей подборы или пожилины. Нарушение мест узлового соединения двух веревочно-канатных элементов приближенно оценивают величиной зазора между ними при приложении нагрузки, близкой к рабочей.

Износ всегда сопровождается уменьшением прочности, который оценивают такой характеристикой, как потеря прочности $R_{и}$, H , определяется по формуле:

$$R_{и} = R_{O} - R_{Ф}, \quad (1)$$

где $R_{Ф}$ - фактическая прочность материала, H ;

R_{O} - первоначальная прочность материала, H ;

На основе данных методов были разработаны различные нормы износа орудий рыболовства, а именно - по среднестатистическому ресурсу (сроку службы) элементов орудий лова, по заданной вероятности безотказной работы элементов орудий лова, по количеству выловленной рыбы, из условия равной долговечности элементов орудий лова, по остаточной прочности элементов орудий лова, с учетом внешнего вида элементов орудия лова [44].

Однако вышеуказанные нормы износа должны учитывать первоначальные физико-механические показатели рыболовных нитевидных материалов, из которых изготовлено орудие рыболовства, среди которых важнейшим показателем является их износостойкость.

1.6 Способы снижения износа орудий рыболовства

Снижение износа орудий промышленного рыболовства при их эксплуатации является актуальной и одной из главных задач, решение которой приведет к увеличению долговечности орудий рыболовства. Существует несколько способов, уменьшающих износ [43, 44].

Конструктивные способы. К конструктивным способам уменьшения износа относятся разработка орудий лова с достаточным запасом прочности; выбор рыболовных нитевидных материалов высокой сопротивляемостью

механическому, биохимическому и химическому износу; конструирование орудий лова с возможно более равномерным распределением напряжений; применение материалов имеющих оптимальную величину эластичности, материалов, способных выдерживать динамические нагрузки и выравнивать напряжения в элементах; разработка орудий лова, в которых места возможных повреждений локализованы, а относительно «слабые» места конструкции частично или полностью разгружены, и т. д.

Технологические способы. К технологическим способам относят способы уменьшения износа орудий лова, связанные с совершенствованием рыболовных материалов (вида сырья, структуры), качеством операций постройки орудий лова, пропиткой или покрытием рыболовных материалов различными составами и т. д.

Эксплуатационные способы. Нам уже известно, что существуют следующие виды износа: механический, химический и биохимический. Существует ряд мероприятий по снижению влияния неблагоприятных факторов, связанных с эксплуатацией орудий лова, а именно:

- для снижения биохимического износа осуществляют промывку и просушку орудий лова. Они необходимы, так как грязные орудия лова являются благоприятной средой для развития бактерий, которые вызывают обрастание орудий лова, что затрудняет работу с орудиями лова. При хранении грязных и влажных орудий лова навалом внутри них происходит повышение температуры, что в результате приводит к снижению прочности синтетических (особенно полиолефиновых) материалов. Чистые орудия лова из синтетических материалов при кратковременном хранении на палубе судна не сушат, но делают это обязательно перед укладкой на длительное время в трюм или перед сдачей на склад;

- для снижения химического износа орудия лова необходимо защитить от воздействия прямых солнечных лучей, для этого при хранении его следует укрывать брезентом. Для того, чтобы снизить влияние высокой температуры, орудие лова при длительном хранении должно находиться в складском

сухом, закрытом, проветриваемом помещении. В условиях промысла промытое и просушенное орудие лова необходимо убирать в трюм, но при этом, не следует укладывать его слишком плотно. Температура воздуха в трюме не должна превышать (40-50) °С. Если речь идет о кратковременном хранении (между циклами лова, во время коротких переходов), то орудия лова можно хранить на палубе хорошо промытыми и прикрытыми брезентом. Орудия лова должны храниться в условиях, предотвращающих от их загрязнения, воздействия влаги, растворителей, попадания горюче-смазочных материалов. Если предотвращение не удалось, необходима тщательная промывка и очистка орудия лова;

- для снижения механического износа применяются различные технические средства, снижающие трение и сглаживающие динамические нагрузки, такие как, например: дрейфтерные роулы, амортизаторы силовых подвесных блоков, оптимизация угла наклона и формы слипа, футеровка барабанов и блоков, применение барабанов и блоков достаточно большого размера и с определенным профилем ручьев

С целью систематизации методов снижения износостойкости рыболовных материалов, нами составлена блок – схема, приведенная на рисунке 4.

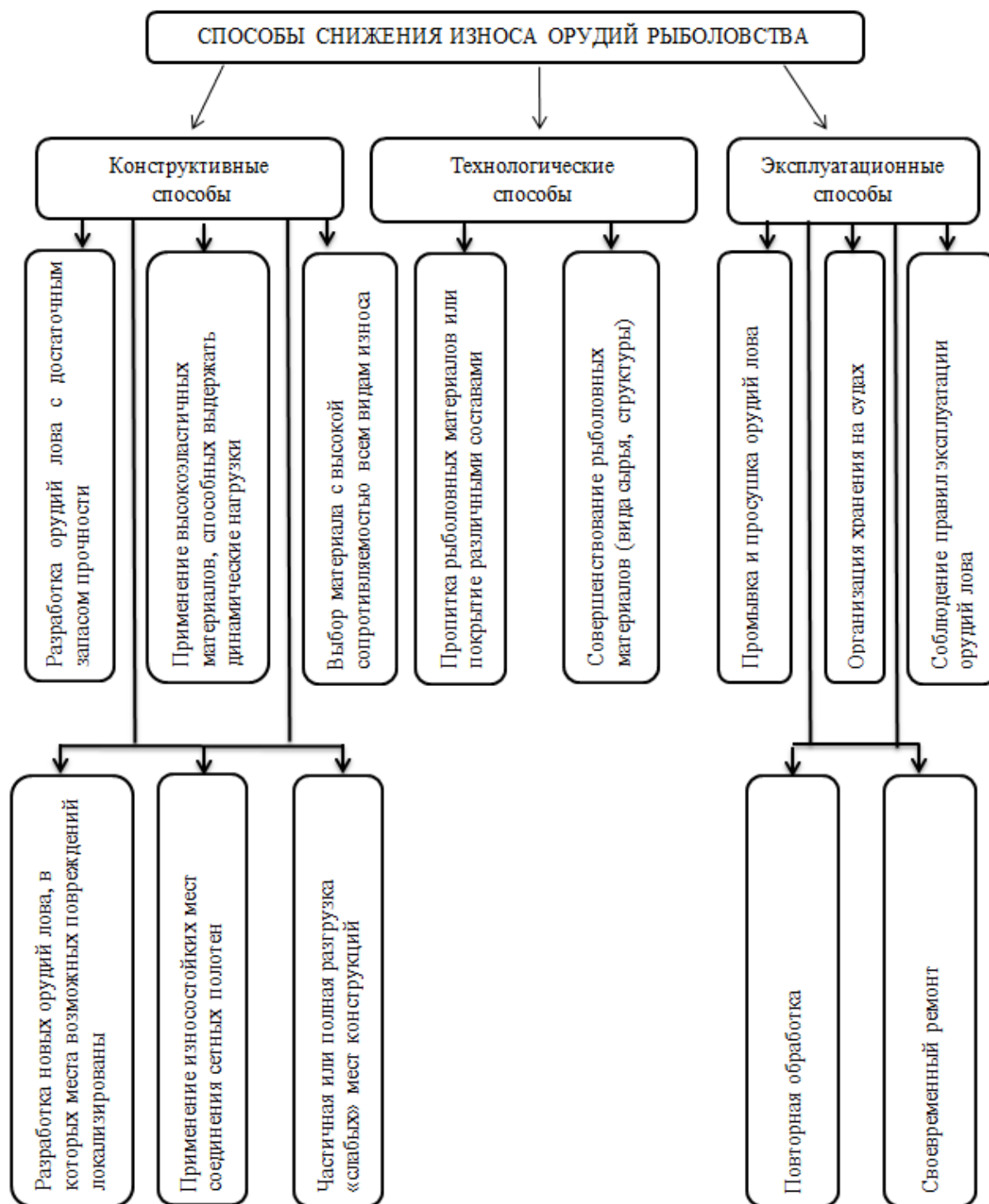


Рисунок 4 – Способы снижения износа орудий рыболовства

1.7 Обзор исследований по оценке износостойкости нитевидных материалов от воздействия механического износа

Среди различных путей повышения эффективности любого вида лова существенная роль отводится повышению износостойкости рыболовных текстильных материалов, применяющихся при постройке орудия рыболовства. Известно, что в процессе работы на орудия лова оказывают воздействие различные факторы, обусловленные условиям и режимами эксплуатации, что приводит к преждевременному износу орудий лова. Орудиям лова присущи следующие виды износов - это химический, биологический и механические износы. Физическая сущность химического и биологического износов довольно хорошо изучена, что позволяет промышленникам довольно успешно противостоять им. Наиболее агрессивным и наименее изученным является механический износ, основными составляющим которого является абразивное трение элементов орудий рыболовства о поверхности судовых конструкций органов промышленных машин, а также циклические нагрузки вызываемые гидродинамическими силами, возникающими при качке судна и т.д.

1.7.1 Анализ исследований по износостойкости нитевидных материалов от воздействия абразивного трения

Исследования по изучению механического износа велись по различным направлениям.

Первое направление исследований - изучение работы трибопары орудие лова – судовые конструкции, в частности слиповые устройства, роулы и т.д. Работы выполнялись на базе специального экспериментально-конструкторского бюро по технике промышленного рыболовства (СЭКБ) [18]. Целью данных работ являлось снижение силы трения между сетным жгутом орудия лова и поверхностью трения (слип), за счет снижения коэффициента трения. Результаты исследований проверялись

непосредственно на промысловых судах, изучалось влияние различных видов покрытий трущихся поверхностей антифрикционными составами в виде различных смол, применение рольгангов и т.д. Однако практического применения данные работы не имели, так как при изменении условий эксплуатации системы судно-трал, а именно изменение температуры при смене района промысла разрушало покрытие, а рольганги запутывали канаты и сетное полотно.

Вторым направлением являлось исследование работы трибопары орудия лова - рабочий орган промысловой машины. По этому направлению имеются значительное количество работ, имеющих экспериментальный и теоретический характер.

В настоящее время наука о трении и износе базируется на том, что коэффициент трения зависит от множества факторов – природы контактируемых тел, свойств и размера поверхности и давления, скорости взаимного перемещения, продолжительности контакта и т.д. [56,61,63,67].

Внешнее трение – это механическое сопротивление, которое возникает в плоскости касаний соприкасающихся тел, прижатых друг к другу при их относительном перемещении. Трение возникает при кинетическом трении (перемещение относительно друг друга), или при статическом трении (при движении тела, находящегося в состоянии покоя).

Профессор И. В. Крагельский в своих работах различает по кинематическому признаку следующие виды трения – трение скольжения, трение качения и трение верчения [26,27]. Трение также зависит от характера поверхностного слоя и делится на - сухое, граничное (при наличии пленки граничной смазки) и жидкостное. В работах И.В. Крагельского также отмечено, что сила внешнего трения определена сдвигающим усилием, которое зависит от величины перемещения в направлении движения.

В большинстве случаев результатами этих исследований являлось определение значений коэффициентов трения контактируемых поверхностей элементов орудий лова и рабочих органов промысловых машин с учетом

различных факторов, обуславливающие условия их эксплуатации. В частности, в работе М.М. Розенштейна и А.В. Суконнова было установлено, что кинетический коэффициент, соответствующий процессу тяги ниже, чем статический, а мокрые рыболовные нитевидные материалы имеют более высокий коэффициент трения на контактируемой поверхности, по сравнению с сухими [62,63,64,65]. Недооценка этих факторов в процессе эксплуатации орудий лова приводит к интенсивному проскальзыванию элементов орудий рыболовства относительно фрикционных рабочих органов промысловых машин и как следствие к повышенному износу. Также в процессе исследований было отмечено, что при взаимодействии сетного жгута с поверхностью рабочего органа промысловой машины наблюдается относительное перемещение нитевидных материалов относительно друг друга внутри сетного жгута, приводящее к нагреву последнего, и как следствие к износу.

Научная работа А. М. Маняхина «Защита стальных ваерных канатов рыболовных траулеров от интенсивного износа» [41] была посвящена определению причин и методов снижения интенсивного износа стальных ваерных канатов. В результате проведенных исследований была установлена основная причина быстрого износа ваеров и блоков – это негативные условия, возникающие в зоне поверхностного контакта, которые связаны с напряжениями, значительно превышающими пределы прочности материала проволоки и шкива. А.М. Маняхиным были предложены рекомендации, которые позволили более обоснованно проводить выбор конструкций ваерных шкивов и футеровочных материалов к ним. Многие промысловые суда стали оснащать комбинированными ваерными шкивами с капролоновыми вставками, что в свою очередь позволило увеличить износостойкость ваерных канатов в среднем в $1,5 \div 2$ раза [41].

Исследователями Г.А. Гороховским и В.Г. Кравченко в 1965 году [10] при изучении механического воздействия на полимеры было выявлено, что картина абразивного износа резко меняется, если трение пары металл-

полимер осуществляется в электролитической среде – износ элементов трибопары резко увеличивается. Объясняется это тем, что при механическом воздействии, а именно при абразивном трении в макромолекулах образца возникают внутренние напряжения, превышающие прочность ионной связи, в результате чего макромолекулы распадаются на свободные радикалы. Поверхностные слои полимера-образца теряют химическую инертность и приобретают способность вступать в химическую реакцию. При этом осуществляется привязка свободных радикалов к металлической истирающей поверхности контртела, и, тем самым они создают противозадирочный слой. При сухом трении это способствует повышению износостойкости, как истирающей поверхности, так и полимера-образца.

Данное обстоятельство было доказано в работе Е.Н. Мамцева, и М.Н. Пахнова «О работе пар трения металл – капроновый шнур в различных средах» [40]. Занимаясь этим вопросом, ученые установили, то, что на величину коэффициента трения оказывает влияние температура в зоне трения, также было установлено, что с повышением температуры в зоне трения контакта капронового шнура с блоком коэффициент трения увеличивается, то есть при трении смоченного водой текстильного материала, а особенно при трении в воде, износостойкость его значительно уменьшается.

Низкий коэффициент трения и высокая износостойкость капронового шнура при трении всухую подтверждают наличие промежуточного слоя между материалом и истирающей поверхностью. Наличие же смазки, по-видимому, препятствует локализации механической энергии на отдельных участках полимерных цепей. Разрушение макромолекул происходит медленнее, при этом образующиеся промежуточный слой из свободных радикалов смывается с поверхности трения смазкой и износ материала увеличивается.

Экспериментальные работы по исследованию процесса трения при контакте сетного полотна в жгуте с различными материалами и разными

формами профиля и покрытия поверхности рабочих органов промышленных машин проводились Ю.Б. Барановым [1, 3], С.И. Полуляком [57, 58], В.М. Гиренко [8, 9], П.А. Курапцевым [29, 30], В.М. Кирилловым [24], Я.М. Гукало [14], С.В. Федоровым, Зебровой Е.М. [17, 67] и др. Основным направлением перечисленных работ является решение задачи повышения сцепных характеристик поверхностей рабочих органов промышленных машин с элементами орудий рыболовства, за счет повышения коэффициента трения трущихся поверхностей. В свою очередь повышение коэффициента трения приводит к увеличению износа элементов орудия рыболовства и поверхности рабочих органов промышленных машин. Задача исследования процесса трения скольжения на контактируемом участке орудия лова с рабочим органом сложна и неоднозначна, т.к. при эксплуатации орудий лова в одном случае требуется иметь низкий коэффициент трения, а в другом высокий в одном промышленном процессе, например, при выборке трала по слипу с помощью промышленной машины с желобчатым барабаном.

В большинстве работ, посвященных исследованиям процесса трения на контактируемых поверхностях рабочего органа с орудием лова, проводилась косвенная визуальная оценка износа элементов орудия рыболовства.

Следующим направлением по исследованию процессов износа орудий лова является оценка износостойкости рыболовных материалов, применяющихся при постройке орудий лова, а также в целом орудия лова, с учетом условий его эксплуатации.

Интенсивность механического износа зависит от условий и режимов эксплуатации рыболовных систем. Основным критерием оценки механического износа, является остаточная прочность. Исследования по установлению влияния разрушающих факторов на степень износа элементов орудий лова от абразивного трения проводились в работах Ю.А. Изнанкина [19, 20], Ю.Б. Баранова [2, 3], П.А. Курапцева [29, 30], В.М. Кирилова [24] и других. Так в экспериментах, проводившихся для исследования величины износа от абразивного трения, выполненных Изнанкиным Ю.А. в 1964 году

объектом изучения были сетные жгуты,двигающиеся по рабочей поверхности цилиндрического барабана. Полученные экспериментальные данные имели значительный разброс (до 60 %) и не нашли практического применения. В 1970 году работы по исследованию процесса абразивного износа были продолжены в СЭКБ промысловства [18]. Была изготовлена экспериментальная установка «Преголь». В качестве поверхности трения использовался барабан с наклеенным на него абразивным материалом. Установка не была внедрена, т.к. процесс истирания проводился в точечном контакте, что не соответствует условиям эксплуатации орудий рыболовства, в связи с этим в процессе испытаний на образцах повышалась температура, что приводило к оплавлению образца и получению недостоверных результатов.

Значительный вклад в изучение процесса износа сетематериалов от истирания был внесен в 1975 году учеными Шимозаки и Утзуми [77], и в 1978 году Гукало Я.М. [14]. В результате исследований было установлено, что потеря прочности сетематериалов возрастает с увеличением коэффициента трения, силы нормального давления и пути истирания. В тоже время при проведении испытаний по износостойкости сетематериалов авторами не учитывались особенности и условия их работы в составе орудий рыболовства, то есть не были определены факторы механического износа. Поэтому полученные данные не дают полного представления об износе в условиях эксплуатации орудий рыболовства.

Особый интерес для промысловиков представляют исследования по оценке степени механического износа орудий рыболовства от факторов возникающих при их эксплуатации. В частности, в работе И.А. Козловой [25] с целью создания базовой основы для разработки норм износа применяют метод прочностной надежности. Однако этот метод является разрушающим, в частности он требует вырезания отдельных элементов из орудия лова и проверку их на остаточную прочность, что в условиях промысла невыполнимо.

В свою очередь в работе В.М. Кириллова [24] показано, что получение необходимых численных данных по абразивному износу путем наблюдений непосредственно на промысле крайне затруднительно, т.к. рыболовные материалы в условиях промысла подвергаются износу под воздействием группы совокупных факторов, и выявить величину доли влияния абразивного износа на разрушение не представляется возможным.

Исследования, выполненные М.М. Розенштейном и А.В. Суконновым [64] были направлены на создание методологии оценки параметров механического износа для рыболовных нитевидных материалов, применяющихся при постройке орудий лова. Работа носила познавательный характер, тем не менее, она позволила определить основные направления дальнейших исследований.

Основной проблемой при исследовании износостойкости рыболовных нитевидных материалов и в целом орудия лова является отсутствие экспериментального оборудования.

Патентный поиск показал, что большинство экспериментальных установок представлены в виде идей (авторских свидетельств) и их реализация в виде конструкций сложна и требует значительных материальных затрат на конструирование и апробацию [48,49,50,51,52,53,54,55].

Среди немногочисленных установок можно отметить устройство для проведения экспериментальных исследований износостойкости материалов нитепроводящих деталей при изнашивании скользящей нитью [48]. Основным недостатком данного устройства является то, что исследуется износостойкость нитепроводящего механизма, т.е. поверхностью трения является нить, покрытая масляным составом абразива.

Вопросам абразивного трения нитевидных материалов были посвящены работы английского ученого G. Klust [72, 73, 80]. В частности, им была предложена экспериментальная установка, позволяющая оценивать влияние шероховатости поверхности на износ нитевидных образцов. Однако она

имеет ряд существенных недостатков, а именно, исследуемый образец протаскивался на истирающей поверхности по кругу с помощью тяговых блоков на которых также происходит износ образца, к тому же рассматривалось влияние одного фактора – шероховатости поверхности.

В зарубежной практике износостойкость при абразивном трении применительно к рыболовным нитевидным материалам оценивается величиной сопротивления абразивному трению, измеряемой в циклах трения [80]. Эта характеристика используется наравне с другими при выборе рыболовных нитевидных материалов и этому вопросу уделяется большое внимание. [74, 75, 76, 78, 80]

К сожалению, в отечественной сетеснастной промышленности количественная оценка характеристики «сопротивление абразивному трению» не определяется.

1.7.2 Анализ исследований по износостойкости нитевидных материалов от воздействия циклических нагрузений

Следующим разрушающим фактором, вызывающим механический износ, являются многократные растяжения элементов орудий лова от действия циклических нагрузений.

Известно, что при эксплуатации, орудия рыболовства и их отдельные элементы подвергаются воздействию циклических растягивающих усилий, вызываемых гидродинамическими силами, обусловленными движением и качкой судна, течениям и т.д., что приводит к их износу.

Впервые исследования по данному вопросу были проведены в 1977 году Я.М. Гукало [13]. В частности, рассматривались усталостные явления в сетном полотне связанные с воздействием статических и динамических нагрузок. Было установлено, что на износ сетного полотна под действием циклических нагрузок существенное влияние оказывает вид материала, его

структура и амплитуда нагружения. Под действием вибрационной нагрузки в диапазоне 5 % от разрывной наблюдается снижение прочности ячеи на 10 %.

Исследования по данному вопросу также были проведены в 1990 году сотрудниками НПО по технике промышленного рыболовства. Исследования проводились на разрывной машине «Шимадзу» на базе «Калининградского технического института рыбной промышленности и хозяйства». Объектами исследований являлись нитевидные материалы, закрепленные на траверсы машины с помощью штырей. В процессе испытаний изменялась амплитуда нагружения. Целью данных исследований являлись сравнительные испытания нитевидных материалов диаметром до 10 мм на устойчивость к циклическим нагружениям, которая определялась числом циклов растяжения до полного разрушения образца. Результаты испытаний не были достоверными, так как разброс первичных данных составлял более 50 %. Объясняется это тем, что в процессе испытаний не учитывалась остаточная деформация образцов, и как следствие не соблюдались условия эксперимента.

В настоящее время такой параметр как величина износа, под действием циклических нагружений, практически не применяется для оценки качества рыболовных материалов. Однако в текстильной промышленности и других отраслях хозяйственной деятельности этому вопросу уделяется большое внимание.

В швейном производстве принято считать допустимыми циклические нагрузки до 35 % от разрывной, т.к. они не вызывают накопления усталости и не приводят к разрушению шва при большом числе циклов (до 2 тыс. циклов). В тоже время при полуцикловых нагружениях в (70-80) % от разрывной, разрушения ниточного соединения происходит при 100-500 циклах. Опыты показывают, что чем большая работа затрачивается в первых циклах нагружения, тем при меньшем числе циклов можно ожидать разрушение образца. При выдерживании высоких амплитуд перемещений наблюдается разрушение материала при меньшем количестве циклов. Потеря

прочности при циклических нагрузениях накапливается в любых видах материалов и значительно уменьшает срок его службы [15].

Наибольший вклад в развитие теории выносливости в области текстильных материалов от циклических нагрузений внесли Г.Н. Кукин, А.Н. Соловьев, Кобляков А. И. [28], Г.П. Капица, К.С. [21].

В частности, для оценки показателей сопротивления усталости при многократном растяжении и изгибе был выбран показатель - циклическая долговечность, измеряемая количеством циклов многократных деформаций. Так же было установлено, что в процессе этого износа наблюдается усталость материала и накопление остаточной деформации. Работы выполнялись на листовых эластичных материалах, что даёт возможность проводить сравнительную оценку текстильных материалов и анализировать волокнисто-сетчатую структуру ткани [42].

Необходимо отметить, что в текстильной промышленности делается упор на изучение сопротивления усталости при многократном растяжении и изгибе, а при работе орудий промышленного рыболовства наибольшее влияние на износ материалов оказывает совместное воздействие трения и циклических нагрузок (растяжений).

В строительной отрасли также проводились исследования о влиянии циклических нагрузений на усталостную прочность бетона. Работы, выполненные О.Я. Бергом показали, что характер кривой нагружения с частотой приложения нагрузки в диапазоне (10-100) циклов, почти не влияют на максимальную выносливость бетона, что позволяет установить корреляционные связи [5].

В машиностроении оценка влияния циклических нагрузений проводится по остаточной прочности в зависимости от числа циклов и амплитуды нагружения.

Надо отметить, что при выполнении экспериментальных исследований по влиянию циклических нагрузений наибольшей трудностью является обеспечение исходной величины амплитуды нагружения, так как при

действии циклических нагрузжений накапливается остаточная деформация, что приводит к изменению первоначальной длины образца.

Имеющиеся методики по оценке влияния циклических нагрузжений на износ нитевидных материалов и изделий из них, применяющихся в других отраслях народного хозяйства применить в сетеснастной отрасли невозможно в силу специфичности структуры и условий эксплуатации рыболовных материалов, из которых изготавливаются орудия лова.

В тоже время показатели износостойкости рыболовных материалов могут служить исходными данными для создания нормативно-технической базы для проведения оценки долговечности орудий рыболовства.

В заключение выполненного обзора можно сделать вывод, что, несмотря на большое количество исследований, на сегодняшний день не удалось разработать гипотезу по установлению зависимости между прочностными характеристиками рыболовных нитевидных материалов и факторами механического износа. Вследствие чего в отечественной промышленности не существует численных значений и методов оценки параметров износостойкости рыболовных нитевидных материалов, что приводит к недостаточно обоснованному выбору рыболовных материалов и в конечном итоге к снижению работоспособности орудий лова.

ГЛАВА 2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Высокая износостойкость орудий промышленного рыболовства является гарантией их надежности, работоспособности и долговечности. В свою очередь она зависит от износостойкости рыболовных нитевидных материалов, применяющихся при их постройке.

Как известно, при эксплуатации, орудия лова подвержены различным видам износа, в частности, химическому, биохимическому и механическому износам. Как правило, результатом воздействия этих видов износов является потеря прочности элементов орудий рыболовства и ухудшение их физико-механических показателей. Надо отметить, что природа химического и биохимического износов хорошо изучена, что позволяет применить методы и способы по их снижению. В свою очередь более агрессивным и менее изученным является механический износ, физическая сущность которого проявляется в абразивном трении и циклических нагружениях на элементы орудий рыболовства в процессе их эксплуатации.

Отсутствие методологии по оценке данного вида износа затрудняет выбор рыболовных материалов при конструировании и постройки новых орудий лова, т.к. происходит без учета режимов и условий эксплуатации орудий рыболовства. Так, например, при постройке пелагического трала требуется рыболовные материалы, ориентированные на циклические нагрузки, а конструкции донных тралов требуют применения рыболовных материалов с высокими показателями на абразивное трение.

Отечественная сетеснастная промышленность выпускает рыболовные нитевидные материалы без учета численных значений показателей износостойкости от факторов механического воздействия. В свою очередь иностранные производители оценивают износостойкость нитевидных материалов по показателю – сопротивление абразивному трению [79]. Учет величины этой характеристики позволяет отбирать более качественные

рыболовные материалы, в соответствии с условиями эксплуатации орудий лова.

Выполненный анализ показал, что вопрос по оценке износостойкости рыболовных нитевидных материалов и в целом конструкций орудий лова актуален. В результатах научных исследований по данному вопросу заинтересованы, как проектанты-конструкторы, так и эксплуатационщики орудий рыболовства. Надо отметить, что до настоящего времени не существует единой нормативно-технической базы по оценке работоспособности и долговечности орудий промышленного рыболовства. Объясняется это отсутствием методологического обеспечения и оборудования на предмет проведения экспертизы рыболовных материалов и в целом орудия лова, позволяющие определять реальные показатели износа.

Существующее экспериментальное оборудование по оценке износостойкости материалов на трение в большинстве случаев представлено в виде авторских свидетельств и сложно в реализации его изготовления, к тому же оно не адаптировано под условия и режимы эксплуатации орудий рыболовства [49,50,51,52,53,54,55].

Учитывая вышеизложенное, целью научных исследований в данной работе является – разработка методов оценки износостойкости рыболовных нитевидных материалов, в частности рыболовных ниток и изделий из них от воздействия механического износа и экспериментального оборудования для ее выполнения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ видов износа рыболовных нитевидных материалов, и определить основные направления исследования;
- разработать экспериментальное оборудование, необходимое для проведения исследований;
- провести отбор и экспертизу исследуемых образцов;

- провести отбор и обоснование факторов механического износа с учетом реальных условий эксплуатации орудий рыболовства, определить диапазон их изменения;

- экспериментально определить характер зависимостей остаточной прочности и степени потери прочности рыболовных нитевидных материалов от факторов механического износа, с учетом реальных условий эксплуатации орудий рыболовства;

- оценить приоритет влияния исследуемых факторов на степень потери прочности рыболовных нитевидных материалов для условий: абразивного трения, циклических нагрузжений и их совместного воздействия;

- разработать методы экспериментальной оценки износостойкости рыболовных нитевидных материалов, в частности рыболовных ниток и изделий из них для условий: абразивного трения, циклических нагрузжений и их совместного воздействия;

- для апробации методов оценки износостойкости рыболовных нитевидных материалов от абразивного трения экспериментально определить численные значения параметра износостойкости от абразивного трения для рыболовных материалов из смесовых волокон;

- провести оценку полученных результатов, с целью выработки рекомендаций для их практического применения.

ГЛАВА 3 –РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЫБОЛОВНЫХ НИТЕВИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ АБРАЗИВНОГО ТРЕНИЯ

3.1 Экспериментальная установка для проведения исследований

Как показал анализ устройств по определению износостойкости рыболовных материалов представленных немногочисленной группой в виде идей (авторских свидетельств) их техническая реализация в виде реальных конструкций затруднена из-за сложности в разработке и изготовлении, также они обладают рядом недостатков. В частности - невозможность имитации процесса абразивного трения рыболовных нитевидных материалов, с учетом реальных условий и режимов эксплуатации орудий рыболовства.

Для решения этого вопроса нами была предложена экспериментальная установка для проведения экспериментальных исследований по оценке износостойкости рыболовных нитевидных материалов от воздействия абразивного трения [37]. Разработка установки велась в рамках гранта от «Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере». Установка защищена патентом РФ на полезную модель № 174834 [47] (Приложение А).

3.1.1 Описание экспериментальной установки

Разработанная установка позволяет имитировать процессы спуска и подъёма трала по слипу судов, с тем лишь отличием от природы, что двигается трущаяся поверхность, а не образец, как это происходит в природе.

Блок-схема экспериментальной установки состоит из следующих основных узлов и деталей, приведенных на рисунке 5.

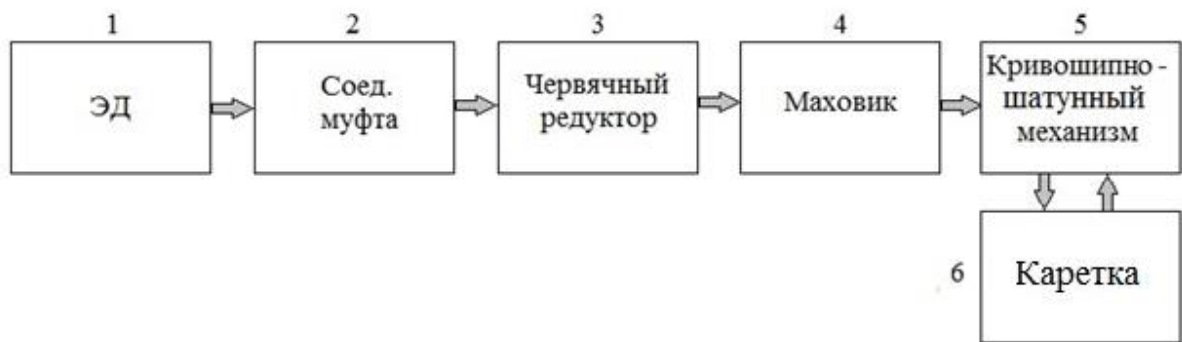


Рисунок 5 - Блок-схема экспериментальной установки

Экспериментальная установка представляет собой комплекс узлов и деталей, позволяющих имитировать процессы абразивного трения, соответствующего реальным условиям и режимам эксплуатации орудий рыболовства. Схематичное изображение комплектации установки представлено на рисунке 6.

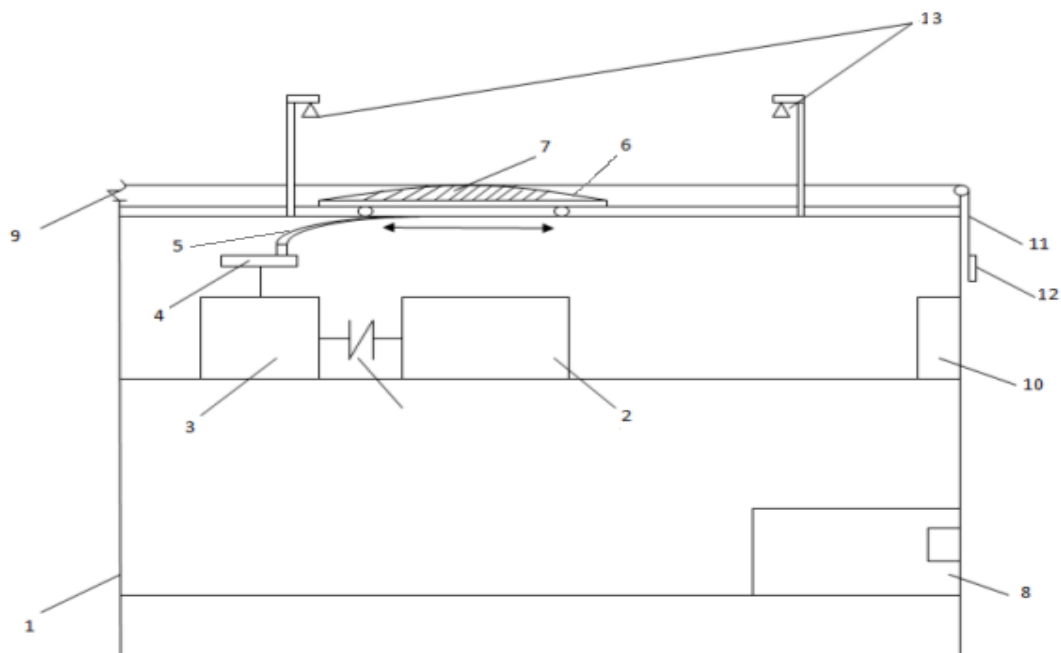


Рисунок 6 - Схематичное изображение комплектации экспериментальной установки:

1-корпус; 2-электродвигатель; 3-редуктор; 4-маховик с кривошипно-шатунным механизмом; 5-направляющий рычаг; 6-подвижная платформа (каретка); 7-сменные абразивные полосы; 8-щетчик выполненных циклов; 9-концевые выключатели; 10-пульт управления с кнопками пуска и аварийной остановки; 11-исследуемые образцы; 12- грузы; 13-капельницы

Сменные абразивные полоски (шлифшкурки) имеют различную шероховатость в диапазоне от P320 (46,2 мкм) до P100 (150 мкм), что соответствует шероховатости слипов рыболовных судов, что позволяет имитировать реальные условия работы орудий лова. Форма верхней поверхности подвижной платформы соответствует форме слипов большинства рыболовных судов, что позволяет имитировать процессы спуска и подъёма трала по слипу судна.

С целью сокращения времени экспериментальных исследований, корпус установки оснащен дополнительными креплениями с четырьмя концевыми выключателями, что позволяет проводить исследования одновременно четырех нитевидных образцов, при этом, в случае полного износа одного из образцов установка останавливается, и счётчик циклов фиксирует количество пройденных циклов.

3.1.2 Эскизная проработка отдельных узлов и деталей

Для изготовления экспериментальной установки была проведена эскизная проработка отдельных узлов и деталей [1, 23, 68]. Техническая документация приводится в Приложении Б.

На первом этапе был определен тип и марка электродвигателя для привода. В качестве приводного двигателя применен трехфазный электродвигатель мощностью 0,2 кВт и максимальной частотой вращения 1250 об/мин. Тип ДП10-21. Выбор такого двигателя обусловлен возможностью реверсирования движения и изменения частоты вращения. Подключение его осуществляется от сети 220 В через блок конденсаторов.

Следующим этапом является подбор стандартного редуктора. С целью обеспечения скорости движения трущейся поверхности в диапазоне от 10 до 40 м/мин, применен червячный редуктор 44Н63 с передаточным отношением 32, с обеспечением постоянной мощности привода.

Для соединения валов редуктора и электродвигателя применена втулочно-пальцевая упругая муфта тип 16-18-1-У3 ГОСТ 14084-93.

Конструкция данной муфты обеспечивает передачу вращающего момента и не требует высокой точности соосности валов. Основным демпфирующим элементом в данной конструкции является резиновая прокладка. Крепление полумуфт на валах электродвигателя и редуктора осуществляется с помощью шпоночных соединений, а фиксация с помощью контрольных болтов. Так как типоразмер такой муфты не является стандартным, был проведен силовой расчет для последующего изготовления конструкции.

Следующим конструктивным элементом для эскизной проработки является рычаг, который крепится на выходной вал редуктора с помощью гайки и стопорной шайбы. На втором конце рычага имеется отверстие диаметром 10 мм. Длина рычага определяется ходом трущейся поверхности (каретки) и составляет 100 мм. Рычаг, для обеспечения поступательного движения каретки (СИМТ-02-004) изготавливается из стального листа толщиной 4 мм и длиной 336 мм. Данные параметры обеспечивают движение каретки и преодоление силы трения в процессе движения.

Каретка (СИМТ-03-010) является основным устройством установки, обеспечивающим имитацию процесса абразивного трения при испытании рыболовных материалов. Она представляет собой каркас, состоящий из 2-х ползунов, соединенных между собой переключателем, в центре которой закреплена шпилька. Сверху каркаса закреплена поверхность из стального листа (обечайка). На обечайку наклеивается, с помощью клеевого состава, абразивные материалы с различной степенью шероховатости.

В продольном и поперечном направлении (СИМТ-03-000), по краям ползунов, с помощью стального прутка закреплены подшипники качения. Это обеспечивает движение каретки в продольном направлении и исключает перекося каретки при движении по направляющим. В данном варианте применен самоцентрирующийся шарикоподшипник 618/4.

Рама экспериментальной установки (СИМТ-01-010) представляет собой набор вертикальных и горизонтальных переключателей, изготовленных из профильной трубы 25×25 мм и уголков 32×32 мм. Переключатели соединяются

электросваркой. Размеры рамы определены размерами комплектующих установки и составляют:

длина – 902 мм;

высота – 727 мм;

ширина – 300 мм.

Применение в конструкции рамы сортамента специального профиля, снижает вес конструкции при обеспечении надлежащей прочности.

На нижних концах вертикальных перекладин установлены заглушки из стальной пластины, что обеспечивает устойчивое состояние установки в период эксплуатации.

На верхних концах стоек, с помощью болтовых соединений, закреплено направляющее устройство (СИМТ-01-020) для обеспечения поступательного движения каретки. Оно состоит из двух направляющих, изготовленных из равнобокого уголка, соединенных между собой стойкой. Соединенные между собой направляющие создают коробчатую конструкцию, в которой на подшипниках качения движется каретка.

Узел натяжения испытуемого образца (СИМТ-01-040) предназначен для изменения силы прижатия образца к каретке. Он состоит из шпильки, изготовленной из стального прутка диаметром 8 мм. По всей длине прутка насажена стальная трубка со скользящей посадкой. Пруток с двух сторон крепится на направляющие рамы установки гайками и имеет возможность подъема и опускания по вертикали за счет пазов.

3.1.3 Тактико-технические параметры экспериментальной установки

- Вес установки - 28 кг;
- Габаритные размеры установки – 0,9×0,3×0,72 м;
- Мощность приводного электродвигателя – 200 Вт;
- Напряжение – 220 В;
- Количество одновременно испытываемых образцов – 4 шт;
- Длина образца – 0,5 м;

- Площадь истирающей поверхности – 200×220 мм;
- Шероховатость истирающей поверхности –(46,2-150) мкм, что соответствует зернистости шлифшкурки P320-P100;
- Количество капельниц – 6 шт;
- Скорость перемещения истирающей поверхности – (10-40) м/мин;
- Ход истирающей поверхности – 100 мм.

3.2 Методика проведения экспериментальных исследований по оценке износостойкости рыболовных нитевидных материалов от воздействия абразивного трения

В предложенной методике регламентированы:

- контрольно-измерительная аппаратура и оборудование для проведения экспериментальных работ
- отбор и подготовка образцов исследования;
- выбор значимых факторов воздействия на объекты исследования и определение диапазонов их изменения;
- порядок проведения экспериментальных работ.

3.2.1 Отбор и подготовка образцов

Объектами исследований являлись образцы полиамидных ниток и изготовленных из них сетных полосок, с различным шагом ячеи.

Отбор и подготовка образцов проводилась по стандартной методике, принятой в сетеснастной отрасли.

От каждой паковки ниток были отобраны по десять проб каждого вида, длиной по 1 м.

Перед испытанием образцов были соблюдены следующие условия:

- образцы ниток были выдержаны в течение 24 часов в климатических условиях для умеренной зоны по ГОСТ 10681-75 (при температуре (20 ± 2) °С, влажности – (65 ± 2) %)

– перед отбором образцов не менее 2 метров были отмотаны и отброшены с каждой паковки.

При исследовании образцов рыболовных материалов нами была выполнена их экспертиза по РД 15-191-91 [6081] на соответствующем оборудовании (стандартном) [35, 36]. Определение диаметра проводилось при предварительном натяжении, величина которого зависит от величины линейной плотности нитки окулярным измерительным микроскопом с ценой деления 0,01 мм. Структура рыболовной нитки определялась с помощью электронного круткомера КУ-1. Фактическая разрывная нагрузка определялась на разрывных машинах ИР-5061 и Р-0,5, с диапазоном усилий 1000 Н и 5000 Н соответственно.

Для проведения исследований была проведена модернизация разрывных машин, которая заключалась в изготовлении специальных зажимных устройств, позволяющих закреплять образцы без деформации и нарушения структуры в местах крепления.

Разрывная машина модели ИР-5061. Данная разрывная машина оснащена специальными захватными устройствами в виде винтовых улиток для определения разрывной нагрузки и удлинения текстильных нитей и ниток.

Привод машины – электромеханический.

Силовой измеритель – маятниковый, двухдиапазонный.

Технические характеристики:

– наибольшая предельная нагрузка – 100 кгс;

– диапазон измерения нагрузки:

шкала А – 0-20 кгс;

шкала В – 0-100 кгс;

– цена деления диапазонов нагрузки:

шкала А – 0,05 кгс

шкала В – 0,2 кгс

- диапазон задания скоростей перемещения подвижного захвата – 45-100 мм/мин;

- габаритные размеры – 500 x 800 x 1900 мм;

- максимальная мощность – 220В; 50 Гц;

- вес – 100 кг.

Разрывная машина модели Р-0,5. Данная разрывная машина оснащена специальными захватными устройствами с прокладками для определения разрывной нагрузки и удлинения текстильных нитей и ниток.

Технические характеристики:

- тип силоизмерителя – маятниковый;

- число диапазонов измерения нагрузки – 3;

- наибольшая предельная нагрузка – 500 кгс;

- диапазоны измерения нагрузки:

шкала А – (0-100) кгс;

шкала В – (0-250) кгс;

шкала С – (0-500) кгс;

- цена деления диапазонов нагрузки:

шкала А – 0,2 кгс;

шкала В – 0,5 кгс;

шкала С – 1 кгс;

- допустимая погрешность измерения нагрузки при прямом ходе (нагружении) от измеряемой нагрузки диапазона измерения – не более 1%;

- диапазон скоростей движения активного захвата без нагрузки – (10 - 100) мм/мин;

- габаритные размеры – 460×1000×1850 мм

- потребляемая мощность – не более 500 Вт.

Для испытаний были отобраны следующие образцы рыболовных ниток (рисунок 7) и сетных полосок (рисунок 8), изготовленных из них:

- нитка ПА 187 текс×12 (диаметр 2,5 мм);

- нитка ПА 187 текс×2 (диаметр 1,0 мм);
- сетная полоска ПА 187 текс×12, шаг ячеи - 20 мм, 70 мм;
- сетная полоска ПА 187 текс×2, шаг ячеи - 20 мм, 70 мм.



Рисунок 7 – образцы рыболовных ниток



Рисунок 8 - Образцы сетных полосок

С целью подтверждения достоверности, полученных в результате экспертизы данных, проводился расчет относительных погрешностей измерений диаметра и разрывной нагрузки, который показал, что ошибка не превышает 1,5 %.

Относительная погрешность измерения ε_x вычисляется по формуле:

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta_x}{\bar{x}} * 100 \%, \quad (2)$$

где Δ_x – абсолютная погрешность,

\bar{x} – среднее арифметическое значений измеряемой величины.

Абсолютная погрешность измерения Δ_x вычисляется по формуле:

$$\Delta_x = \sqrt{\Delta_{\bar{x}}^2 * \left(\frac{2}{3} \times \Delta_{их}\right)^2}, \quad (3)$$

где $\Delta_{\bar{x}}$ - доверительный интервал случайной погрешности,

$\Delta_{их}$ – инструментальная погрешность.

Доверительный интервал случайной погрешности (случайная погрешность) $\Delta_{\bar{x}}$ рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{\bar{x}} = t_{\alpha, n} * S_{\bar{x}}, \quad (4)$$

где $S_{\bar{x}}$ – оценка среднего квадратичного отклонения результата измерения,

$t_{\alpha, n}$ - коэффициент Стьюдента, который учитывает требуемую доверительную вероятность α и количество проведенных измерений n .

Для технических измерений принята доверительная вероятность $\alpha = 0,95$, тогда коэффициент Стьюдента при 10 измерениях (при $\alpha = 0,95$) равен 2,26.

Оценка среднего квадратичного отклонения результата измерения $S_{\bar{x}}$ вычисляется по формуле:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n \times (n - 1)}}, \quad (5)$$

где \bar{x} – среднее арифметическое значений измеряемой величины

n - кол-во измерений.

Полученные в результате экспертизы, первичные показатели диаметра и разрывной нагрузки заносятся в таблицы.

3.2.2 Выбор влияющих факторов

Для проведения исследований на устойчивость рыболовных нитевидных материалов на абразивное трение, были выбраны значимые факторы и диапазон их изменений с учётом реальных условий эксплуатации орудий рыболовства и характеристик рыболовных нитевидных материалов, применяющихся при постройке орудий лова, а именно:

- **диаметр образца (d)**, (1,0-2,5) мм. Диапазон данного фактора обоснован практическим опытом применения рыболовных ниток при постройке орудий рыболовства и возможностям разрывного оборудования;

- **шаг ячеи (a)**, (20-70) мм. Диапазон изменения этого фактора обусловлен тем, что сетеполотна с заданными размерами ячеи наиболее часто применяются в тех частях орудий лова, которые наиболее подвержены износу (куток трала);

- **шероховатость истирающей поверхности (W)**, (46,2-150) мкм, что соответствует зернистости шлифшкурки P320-P100. Этот фактор характеризует величину шероховатости контактируемых в процессе работы поверхностей трения (рабочие органы промысловых машин, слиповые и судовые устройства, роулы) с элементами орудий рыболовства. Данные получены на основе практической оценки величины шероховатости слиповой поверхности до и после работы с тралом.

- **состояние образцов и поверхностей** (мокрое, сухое). Состояние испытываемых образцов может быть сухим только при первоначальной постановке, в остальных случаях орудие лова при подъеме и спуске по слипу находится в мокром состоянии. Для реализации данного фактора исследуемые образцы ниток и сетных полосок выдерживали в солевом растворе, соответствующем солености морской воды. Продолжительность замачивания составляла 24 часа. Также в процессе испытаний поверхность трения орошалась соленой водой посредством капельниц.

- **предварительная загрузка образца (q)**, (0,5-2,0) кг. Этот фактор характеризует усилие в нитях ячей сетного полотна при работе орудий рыболовства, по данным Изнанкина Ю.А. составляет в среднем (5-20) Н.

3.2.3 Порядок проведения экспериментальных исследований

Экспериментальные исследования проводились в следующей последовательности:

- на рабочую поверхность наклеивалась шлифшкурка с истирающей поверхностью Р320 и Р100.

- согласно п. 3.2.1 подготавливаются исследуемые образцы, и проводится их экспертиза, длина каждого образца - не менее 1 м;

- образцы ниток закрепляются на установке. Одновременно в испытаниях участвует 4 образца. Сбегающие ветви образцов нагружаются грузами в диапазоне (0,5-2,0) кг;

- включают экспериментальную установку, подключив предварительно концевики и счётчик циклов. При мокром трении в бункер заправляют солёную воду и включаются капельницы. Эксперимент проводят до полного истирания каждого из образцов. При срабатывании концевиков их блокируют и продолжают трение;

- по показаниям счётчика определяют количество истирающих циклов до полного износа испытываемых образцов различного диаметра, которые затем разбивают на процентные доли 10 %, 25 %, 50 %;

- на установке заправляются новые образцы и подвергаются истиранию до достижения 10 % от количества циклов до полного истирания. Затем образец снимается и на разрывной машине определяется его остаточная разрывная прочность. Аналогично последовательно определяется остаточная прочность образцов при достижении 25 % и 50 % от количества циклов до полного истирания;

- все эксперименты проводятся по 10 раз, определяется среднее арифметическое значение остаточной прочности. Значения, полученные в результате эксперимента заносятся в таблицу;

- по полученным экспериментальным данным строим графические зависимости потери прочности рыболовных ниток и изделий из них от исследуемых факторов.

С целью подтверждения достоверности, полученных данных в серии экспериментов, рассчитывается коэффициент вариации по каждому показателю, проводится расчет относительной погрешности измерений.

3.2.4 Контрольно-измерительная аппаратура и оборудование для проведения экспериментальных работ

При проведении экспериментальных работ, применяется:

- окулярный микроскоп, с ценой деления не ниже 0,01 мм (для измерения диаметра);

- мерное приспособление, описанное в РД 15-191-91 [60] (для подготовки образцов);

- экспериментальная установка для испытания износостойкости рыболовных нитевидных материалов на абразивное трение;

- разрывное оборудование (разрывные машины).

3.3 Экспериментальные исследования на абразивное трение

В соответствии с порядком проведения испытаний, на первом этапе был определен диаметр и фактическая разрывная нагрузка испытуемых образцов, подсчитаны коэффициенты вариации и относительная погрешность измерения (таблица 2, 3).

Таблица 2 – Расчетные данные по диаметру

Материал образца	Среднее арифметическое диаметра, \bar{d} , мм	Коэффициент вариации по диаметру, C , %	Относительная погрешность измерения диаметра, ε_{di} , %
Нитка ПА 187 текс×2	1,0	0,021	1,50
Нитка ПА 187 текс×12	2,5	0,016	1,16

Таблица 3 – Расчетные данные по разрывной нагрузке

Среднее арифметическое диаметра, \bar{d} , мм	Среднее арифметическое значение разрывной нагрузки \bar{R} , Н	Среднее квадратичное отклонение, δ , Н	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке C , %	Относительная погрешность измерения, ε_R , %
1,0	212,8	9,14	4,50	3,22
2,5	1405,0	8,24	0,98	0,70

Рассчитанный коэффициент вариации, и относительная погрешность измерения диаметра и разрывной нагрузки показали, что отклонение не превышает 5 %, что говорит об их адекватности.

На втором этапе эксперимента были получены значения величины количества циклов, соответствующих 10 %, 25 %, 50 % количества циклов до полного износа образцов. Осредненные значения полученных экспериментальных данных приведены в приложении В.

Для проведения анализа степени влияния исследуемых факторов на износостойкость рыболовных нитевидных материалов (рыболовная полиамидная нитка и сетные полоски из нее) для условий абразивного трения были получены графические и аналитические зависимости.

На рисунке 9 представлены зависимости потери прочности рыболовной нитки ПА 187 текс×12 в сухом и мокром состоянии от количества циклов истирания, при различной загрузке сбегаящих ветвей, при шероховатости истирающей поверхности $W = P100$. Анализ результатов испытаний показал, что сухие образцы имеют сопротивление на абразивное трение на 20 %

больше, чем мокрые. Эта тенденция сохраняется при увеличении количества истирающих циклов, вплоть до полного износа образцов, при различных нагрузках сбегающих ветвей.

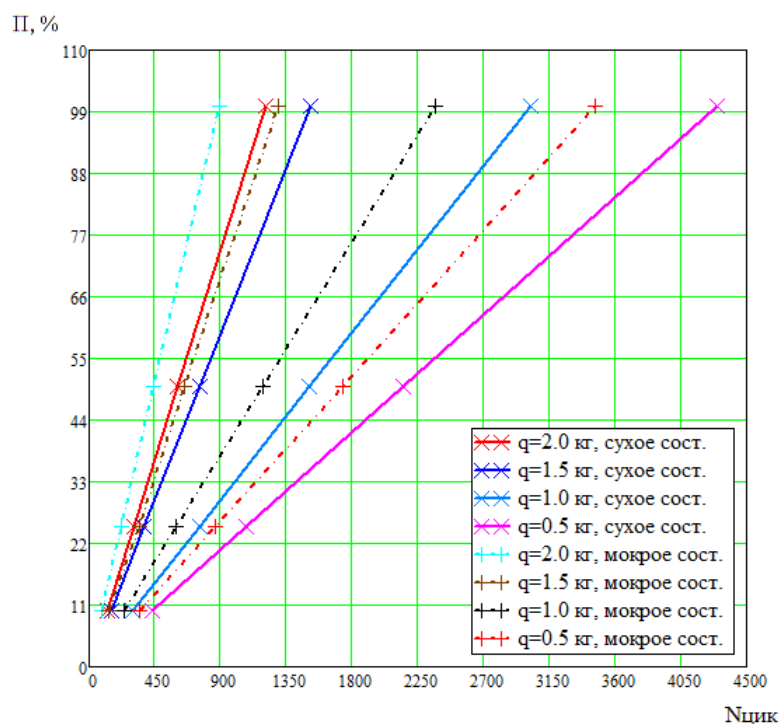


Рисунок 9 - Зависимости потери прочности рыболовной нитки ПА 187 текс×12 (П, %) в сухом и мокром состоянии от количества циклов истирания ($N_{цикл}$), при различной нагрузке сбегающих ветвей (q), шероховатость истирающей поверхности $W = P100$, $П = f(N_{цикл})$

На рисунке 10 представлены зависимости потери прочности рыболовной нитки ПА 187 текс×12 в сухом состоянии от количества циклов истирания, при различной нагрузке сбегающих ветвей (q), шероховатости истирающей поверхности $W = P100$.

Полученные зависимости наглядно доказывают:

- сопротивление абразивному износу сухих образцов снижается в 3 раза с увеличением загрузки сбегающих ветвей в 4 раза (0,5-2,0) кг,
- остаточная прочность сухих образцов снижается в среднем в 1,3 раза с увеличением количества циклов истирания (рисунок 11).

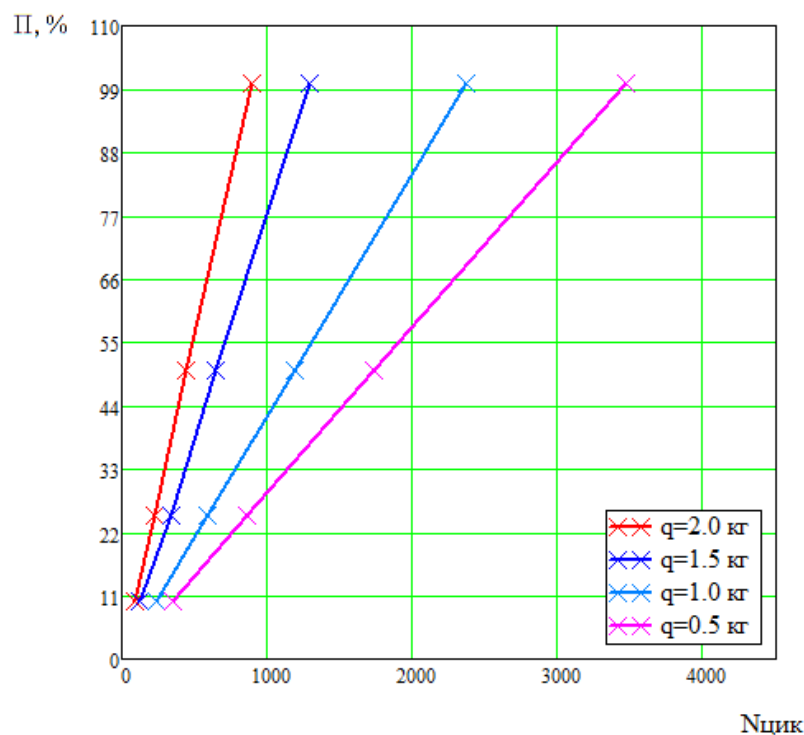


Рисунок 10 - Зависимости потери прочности рыболовной нитки ПА 187 текс×12 (П, %) (сухой) от количества циклов истирания (N_{цик}), при различной нагрузке сбегających ветвей (q), шероховатость истирающей поверхности W = P100, П = f (N_{цик})

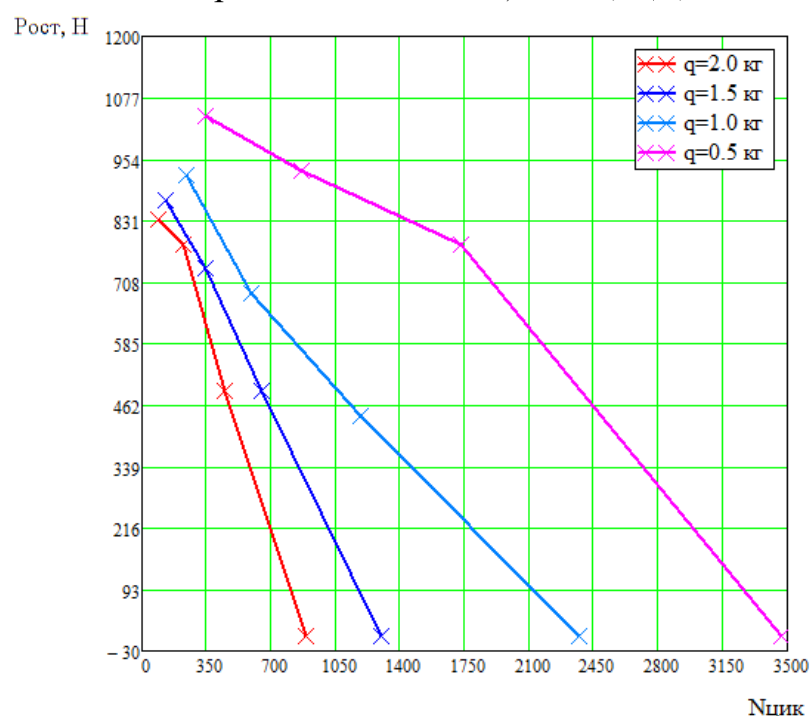


Рисунок 11 - Зависимости остаточной прочности рыболовной нитки ПА 187 текс×12 (П, %) (сухой) от количества циклов истирания (N_{цик}), при различной нагрузке сбегających ветвей (q), шероховатость истирающей поверхности W = P100, П = f (N_{цик})

Анализ зависимостей, представленных на рисунке 12 показал, что сопротивление абразивному износу растет при увеличении диаметра и уменьшении величины загрузки сбегающих ветвей.

Так при увеличении диаметра в 2,3 раза: при загрузке сбегающих ветвей равной $q=2$ кг сопротивляемость к абразивному износу увеличивается в среднем в 30 раз, а при $q=0,5$ кг увеличивается в среднем в 9 раз.

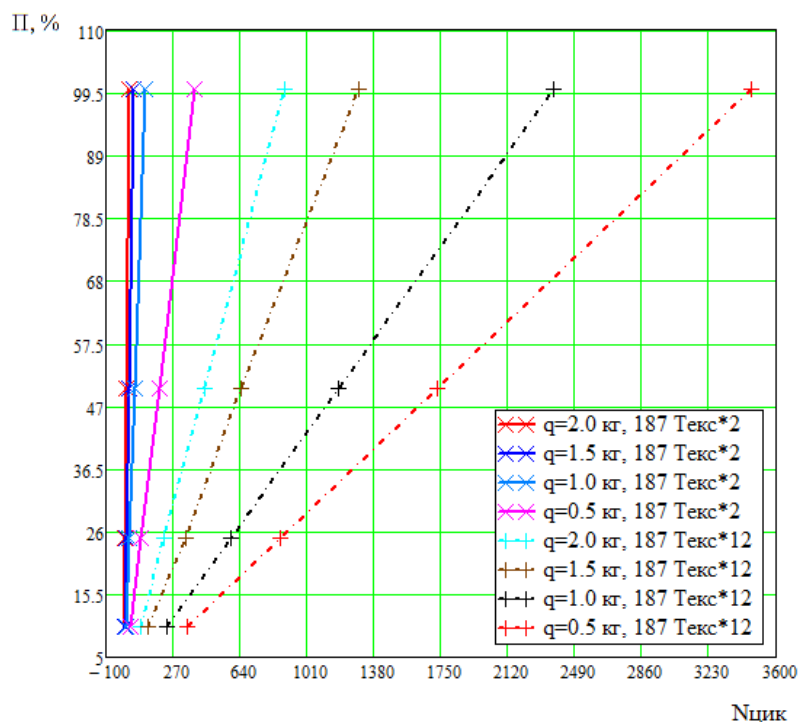


Рисунок 12 - Зависимости потери прочности (P , %) рыболовных ниток ПА 187 текс \times 12 ($d=2,5$ мм), 187 текс \times 2 ($d=1,0$ мм) (мокрое состояние) от количества циклов истирания ($N_{цикл}$), при различной загрузке сбегающих ветвей (q), шероховатость истирающей поверхности $W = P100, P = f(N_{цикл})$

На рисунке 13 представлены зависимости потери прочности рыболовной нитки ПА 187 текс \times 12 ($d=2,5$ мм) в сухом виде от количества циклов истирания, при загрузке сбегающей ветви $q=2,0$ кг, $q=1,0$ кг, шероховатость истирающей поверхности $W = P100, W = P320$ которые показывают, что увеличение шероховатости поверхности в 3 раза приводит к снижению сопротивления абразивному износу в 2 раза.

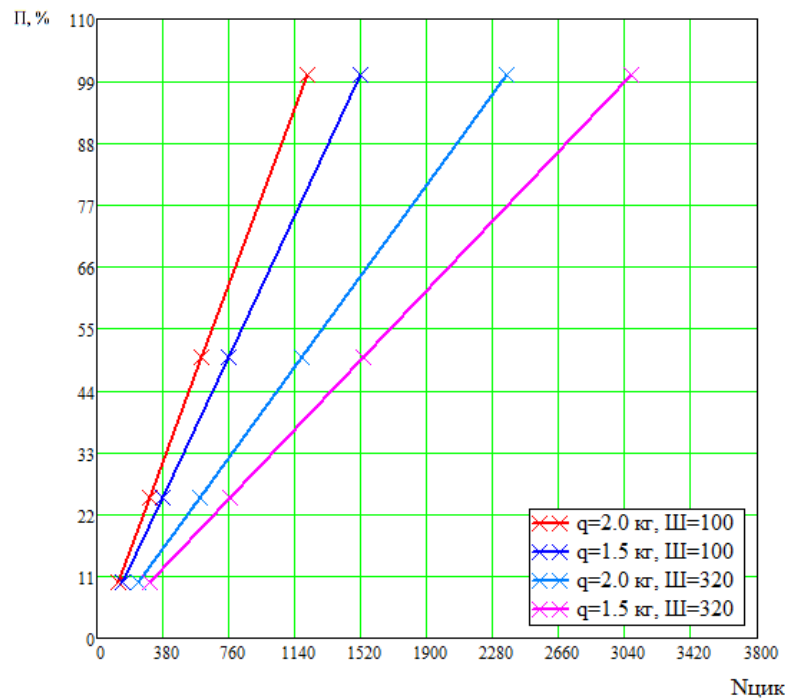


Рисунок 13 - Зависимости потери прочности (Π , %) рыболовной нитки ПА 187 текс \times 12 ($d=2,5$ мм), (сухое состояние) от количества циклов истирания ($N_{\text{цик}}$), при загрузке сбегаящей ветви $q=2,0$ кг, $q=1,0$ кг, шероховатость истирающей поверхности $W = P100$, $\text{Ш} = P320$, $\Pi = f(N_{\text{цик}})$

Анализируя данные, полученные по результатам испытаний сетной полоски в сухом виде из рыболовной нитки ПА 187 текс \times 12 с шагом ячеи 20 мм и 70 мм на истирающей поверхности P100 (рисунок 14), можно сделать выводы:

- сетные полоски с большим шагом ячеи имеют более низкое сопротивление абразивному износу, чем сетные полоски с меньшим шагом ячеи, так увеличение шага ячеи в 3,5 раза приводит к увеличению износа в 1,5 раза;

- при увеличении загрузки сбегаящих ветвей образцов сетных полосок в 4 раза (от 0,5 до 2,0 кг) с увеличением шага ячеи в 3,5 раза снижается сопротивление абразивному износу в 1,3 раза.

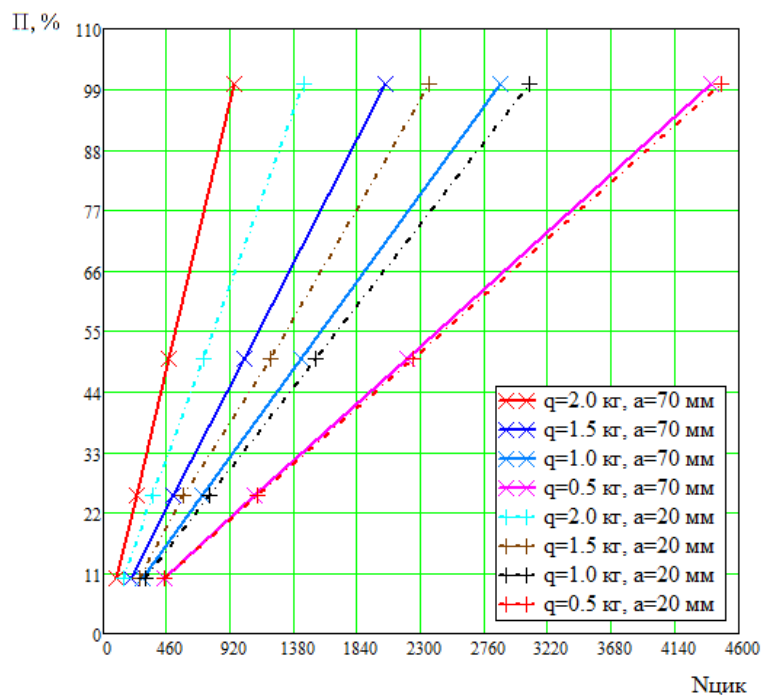


Рисунок 14 - Зависимости потери прочности (Π , %) сетных полосок из рыболовной нитки ПА 187 текс \times 12 ($d=2,5$ мм), с шагом ячеей $a = 20$ мм, 70 мм (сухое состояние) от количества циклов истирания ($N_{\text{цикл}}$), при различных нагрузках сбегавшей ветви, шероховатость истирающей поверхности $W=P100$, $\Pi = f(N_{\text{цикл}})$

По результатам математической обработки экспериментальных данных были получены аналитические зависимости степени износа полиамидной рыболовной нитки 187 текс \times 12 и сетной полоски изготовленной из нее от количества циклов истирания при $q=2$ кг и $III = P100$.

Нитка ПА 187 текс \times 12

$$\Pi = 0,112 * N + 0,026 \tag{6}$$

Сетная полоска ПА 187 текс \times 12 - 20 мм

$$\Pi = 0,069 * N - 0,016 \tag{7}$$

Сетная полоска 187 текс \times 12 - 70 мм

$$\Pi = 0,105 * N + 0,051 \tag{8}$$

Подводя общий итог по первому этапу исследований можно сделать следующие выводы:

- зависимости потери прочности при абразивном износе от исследуемых факторов (d , W , q , состояние образца) для рыболовных полиамидных ниток и изделий из них имеют линейно-возрастающий характер;

- нитки имеют более высокое сопротивление абразивному износу, чем сетные полоски, изготовленные из них;

- сетные полоски с меньшим шагом ячеей менее подвержены износу, чем сетные полоски с большим шагом ячеей;

- образцы в сухом виде имеют большее сопротивление абразивному трению, чем в мокром виде;

- увеличение загрузки сбегаящих ветвей снижает сопротивление абразивному трению;

- увеличение шероховатости поверхности приводит к снижению сопротивления абразивному износу, так увеличение шероховатости поверхности в 3 раза приводит к снижению сопротивления абразивному износу в 2 раза для ниток и сетных полосок с шагом ячеей 20 мм; для сетных полосок с шагом ячеей 70 мм – в 1,4 раза.

- износ рыболовных материалов при абразивном трении более равномерен на поверхностях с меньшей шероховатостью и большей нагрузке сбегаящих ветвей (усилием в нитях сетных полосок).

Для апробации метода оценки износостойкости нитевидных рыболовных материалов были проведены испытания рыболовных веревок из смесовых полиолефиновых волокон, с диаметром от 3,0 мм до 5,0 мм и установлены численные значения сопротивления абразивному износу [33] (Таблица 4).

Таблица 4 - Количество циклов до полного износа веревок из смесовых волокон

Материал сырья, диаметр образца	Количество циклов до полного износа, шт	Загрузка	Шероховатость поверхности
«Оливин» d=3,0	9333	2 кг	Шлифшкурка P320
«Полистил» d=3,5	9490		
«Магнит-грин d=4,8	14687		
«Оливин» d=3,0	636		Шлифшкурка P100
«Полистил» d=3,5	823		
«Магнит-Грин» d=4,8	1818		

Выводы по главе 3

Общие выводы. Разработанный метод и экспериментальное оборудование позволяет определять численное значение одной из важнейших характеристик - сопротивление абразивному трению для рыболовных текстильных материалов, что позволит обеспечить более качественный отбор их при разработке орудий рыболовства на стадии проектирования.

ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЫБОЛОВНЫХ НИТЕВИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЖЕНИЙ

Как известно из практики промышленного рыболовства элементы орудий лова в процессе их эксплуатации подвержены циклическим растягивающим усилиям под действием гидродинамических сил, обусловленных буксировкой, качкой судна, волнениями и течениями водной среды и т.д. Причем величина этих усилий и соответствующая им величина удлинения зачастую приводит к необратимым процессам – остаточной деформации, в результате которой нарушаются параметры орудий лова, его работоспособность и в конечном итоге происходит разрушение отдельных элементов или всего орудия лова. До настоящего времени промысловики не имеют возможности оценить степень влияния циклических нагрузок на износостойкость орудий рыболовства, в виду отсутствия исследований по данному вопросу. Исследование данного процесса позволило бы промысловику оценивать состояние и работоспособность орудий рыболовства, а конструктору применять рыболовные материалы с учетом условий и режимов их эксплуатации. Выполнить такие исследования в условиях эксплуатации орудий рыболовства не представляется возможным в силу отсутствия методологического обеспечения и контрольно-измерительного оборудования.

Для решения этого вопроса была поставлена задача разработки методологического обеспечения и выполнения серии экспериментальных работ по исследованию влияния одного из факторов, возникающих при реальных условиях эксплуатации орудий рыболовства, а именно – циклических нагрузок.

4.1 Экспериментальная установка для проведения исследований по оценке износостойкости рыболовных нитевидных материалов от действия циклических нагрузений

Выполненный нами анализ существующих методов и способов оценки износостойкости рыболовных нитевидных материалов показал, что экспериментальное оборудование способное решить задачу по оценке влияния циклических нагрузений на износостойкость рыболовных нитевидных материалов отсутствует, в связи с этим было принято решение о разработке и изготовлении экспериментальной установки [38]. С целью реализации данного вопроса была выполнена эскизная проработка узлов и деталей установки.

4.1.1 Описание экспериментальной установки

Принцип действия установки заключается в имитации процесса износа текстильных рыболовных материалов от действия циклических нагрузений с различной амплитудой и частотой приложения. Особенностью установки является устройство, в виде подпружиненного барабана-шпули со стопорным механизмом, обеспечивающего постоянство амплитуды растяжения образца при испытаниях.

Общий вид экспериментальной установки приведен на рисунке 15.



Рисунок 15 - Экспериментальная установка для определения величины износа при циклических нагрузках рыболовных текстильных материалов:

1-фундаментная рама; 2-электропривод; 3-втулочно-пальцевая муфта; 4-червячный редуктор; 5-кривошипно-шатунный механизм; 6-эксцентриковое устройство; 7-подвижная каретка; 8-неподвижная траверса с крючками; 9-электромеханический счетчик циклов; 10-блок питания счетчика; 11-пульт управления электроприводом; 12-устройство для корректировки амплитуды нагружения

Блок-схема установки представлена на рисунке 16.

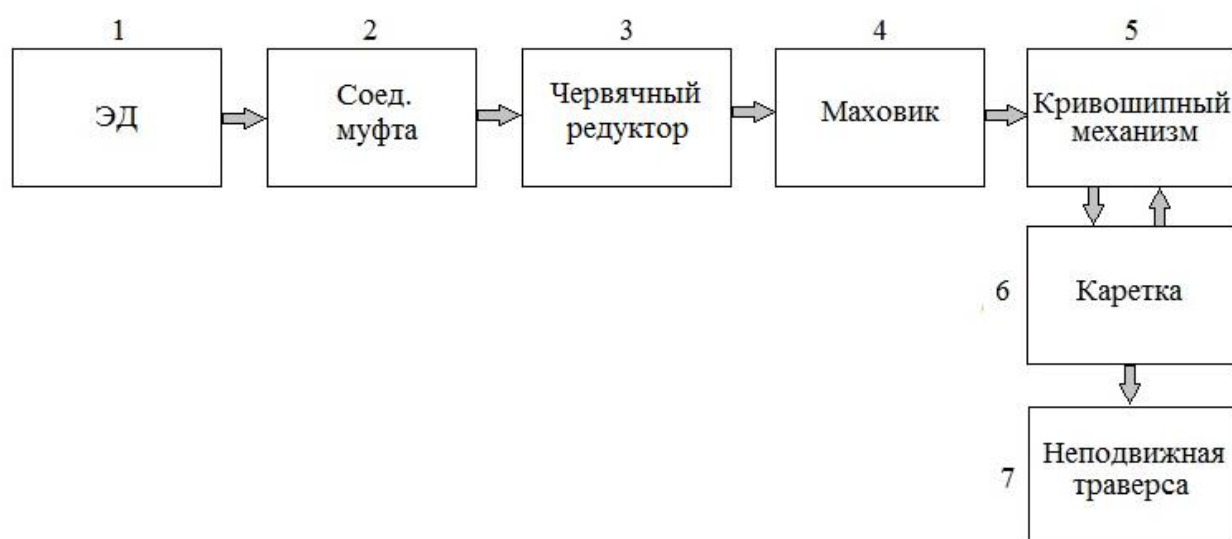


Рисунок 16 - Блок – схема экспериментальной установки

Приведенная блок-схема позволяет определить функциональную связь узлов и деталей установки.

4.1.2 Принцип работы установки

Электропривод с помощью соединительной муфты передает вращательный момент на входной вал червячного редуктора. Затем с выходного вала редуктора через маховик, закрепленный на нем вращательный момент, передается на кривошипно-шатунный механизм. Кривошипно-шатунный механизм преобразует вращательное движение маховика в поступательное движение каретки.

Маховик служит накопителем кинетической энергии, что позволяет применить электродвигатель небольшой мощности. На раме каретки закреплены четыре крючка, изготовленных из проволоки диаметром 3 мм. В продольном направлении движения каретки на фундаментной раме закреплена неподвижная траверса с четырьмя крючками. Крючки каретки и неподвижной траверсы служат для крепления испытываемых образцов, в частности текстильных рыболовных ниток и сетных полотен из них. Неподвижная траверса позволяет устанавливать заданную в эксперименте величину удлинения образцов, за счет передвижения ее по пазам направляющих фундаментной рамы. Фиксация неподвижной траверсы осуществляется болтами с барашковыми гайками. На каретке установлен барабан-шпуля, с помощью которого выбирается остаточное удлинение испытываемых образцов.

Каретка оснащена подвижными роликами, изготовленными из капролона, что позволяет снизить потери на трение, и как следствие уменьшить износ направляющих установки. Для подсчета количества циклов движения каретки на фундаментной раме установлен электромеханический счетчик, управление которым осуществляется кнопкой, закрепленной на фундаментной раме и управляемой специальным пружинным устройством, закрепленным на маховике. Частота циклов движения каретки регулируется частотомером, воздействующим на обмотки электродвигателя.

Для пуска и управления электродвигателем на установке имеется пульт. Амплитуда движения каретки регулируется эксцентриковым устройством, установленным на маховике в специальных пазах, что позволяет плавно изменять величину колебаний. Одновременно на установке можно исследовать четыре образца, что значительно сокращает время экспериментальных работ.

Техническая документация на экспериментальную установку приводится в Приложении Г.

4.1.3 Тактико-технические параметры экспериментальной установки

- Разрывное усилие до 30 кг;
- Скорость движения каретки (0-1,84) м/с;
- Диаметр маховика - 140 мм;
- Ориентировочный вес установки не более (20-25) кг;
- Габаритные размеры установки не более чем 1 м в высоту и 1,5 м в длину;
- Мощность приводного электродвигателя – не более 180 Вт;
- Напряжение – 220 В;
- Количество одновременно испытываемых образцов – 4 шт;
- Длина образца – 0,5 м.

4.2 Методика проведения экспериментальных исследований по оценке износостойкости рыболовных нитевидных материалов от воздействия циклических нагрузений

В предложенной методике регламентированы:

1. Отбор и экспертиза объектов исследования;
2. Выбор исследуемых факторов и диапазон их изменения;
3. Порядок проведения испытаний;
4. Контрольно-измерительная аппаратура и оборудование для проведения экспериментальных работ.

4.2.1 Отбор и подготовка образцов

В качестве образцов были отобраны нитки, изготовленные из одного вида сырья, одного способа производства - нитка ПА 187 текс×6, нитка ПА 187 текс×12.

Отбор и подготовка образцов проводилась по стандартной методике, описанной в главе 3.2.1. Достоверность полученных данных была подтверждена расчетом относительной погрешности измерения диаметра и разрывной нагрузки.

4.2.2 Выбор влияющих факторов

В качестве исследуемых факторов были выбраны:

- **диаметр образца** задан в диапазоне (1,8-2,5) мм. Диапазон данного фактора обоснован практическим опытом применения рыболовных ниток при постройке орудий рыболовства и возможностям разрывного оборудования;

- **количество циклов нагружения** задано в диапазоне (100-1000) циклов. Диапазон данного фактора выбран с учетом результатов обзора и анализа, проведенных в главе 1;

- **относительное удлинение образца** задано в диапазоне (25-50) % от разрывного удлинения. Данный диапазон выбран исходя из практических наблюдений, показавших, что безаварийная эксплуатация орудий лова обеспечивается при удлинении, не превышающем 50 % от разрывного, т.к. при превышении этого порога величина остаточной деформации превышает величины обратимой деформации и, как следствие, возникают необратимые изменения размеров ячеек и перекосов сетного полотна, и как следствие повреждения орудий лова.

4.2.2.1 Планирование экспериментов

Для оценки влияния влияющих факторов на износостойкость рыболовных нитевидных материалов от воздействия циклических нагрузений, а также с целью сокращения числа экспериментов и получения математической зависимости степени потери прочности от факторов реальных условий эксплуатации при циклических нагрузениях, нами был применен метод планирования экспериментов [16].

Для проведения экспериментальных работ была составлена матрица трехфакторного эксперимента на двух уровнях, который включал в себя 8 прямых опытов с различными сочетаниями факторов (таблица 5).

Для построения матрицы были приняты следующие обозначения влияющих факторов:

x1 - кодированное значение диаметра рыболовной полиамидной нитки, в диапазоне (1,8-2,5) мм;

x2 - кодированное значение количества циклов нагружения, в диапазоне (100-1000) циклов;

x3 - кодированное значение относительного удлинения, в диапазоне (25-50) %.

Расшифровка кода:

+1 - максимальное значение фактора в диапазоне изменения, заданного в кодированном виде;

-1 - минимальное значение фактора в диапазоне изменения, заданного в кодированном виде.

Таблица 5 – Матрица планирования трехфакторного эксперимента

№ опыта	Диаметр образца, $d(x_1)$		Количество циклов нагружения, $N_{цикл}(x_2)$		Относительное удлинение, $\Delta l(x_3)$	
	Код.	мм	Код.	Ед.	Код.	%
1	-1	1,8	-1	100	-1	25
2	+1	2,5	-1	100	-1	25
3	-1	1,8	+1	1000	-1	25
4	+1	2,5	+1	1000	-1	25
5	-1	1,8	-1	100	+1	50
6	+1	2,5	-1	100	+1	50
7	-1	1,8	+1	1000	+1	50
8	+1	2,5	+1	1000	+1	50

4.2.3 Порядок проведения испытаний

Для испытаний отбираются образцы, прошедшие экспертизу и соответствующие требованиям технической документации, действующей в сетеснастной отрасли на конкретный вид рыболовного материала.

Выдерживаются общие требования к проведению испытаний.

Первоначально определяется диаметр и структура каждого образца, затем на разрывных машинах - разрывная прочность и разрывное удлинение образцов. Измерения по каждому показателю каждого образца проводились по 10 раз, определялось среднее арифметическое значение, подсчитываются коэффициенты вариации и относительная погрешность измерения. Полученные результаты заносятся в таблицу.

После этого, на экспериментальной установке, с помощью эксцентрикового механизма задается соответствующая амплитуда циклов, величина которой соответствует 25 %, 50 % от разрывного удлинения для данного образца (как показывает практика при удлинении нитевидных материалов свыше 50 % наблюдается резкое увеличение остаточной деформации, приводящее к изменению геометрических характеристик образца). Образцы крепятся на крючки каретки и неподвижной траверсы,

причем каретка должна находиться в крайнем положении к неподвижной траверсе, что соответствует рабочей длине образца. Установка включается в работу и при достижении определенного заданного количества циклов останавливается, образцы снимаются, и определяется остаточная разрывная прочность исследуемых образцов на разрывной машине. Эксперимент проводится согласно со строками матрицы по 10 раз. Полученные первичные данные заносятся в таблицу.

С целью подтверждения достоверности, полученных данных в серии экспериментов, подсчитывается коэффициент вариации по каждому показателю, проводится расчет относительной погрешности измерений.

4.2.4 Контрольно-измерительная аппаратура и оборудование для проведения экспериментальных работ

При проведении экспериментальных работ, применяется:

- окулярный микроскоп, с ценой деления не ниже 0,01 мм (для измерения диаметра);
- мерное приспособление, описанное в РД 15-191-91 [6081] (для подготовки образцов);
- экспериментальная установка для испытания рыболовных нитевидных материалов на износостойкость от воздействия циклических нагрузений;
- разрывное оборудование (разрывные машины).

4.3 Результаты экспериментальных исследований

В соответствии с порядком проведения экспериментальных работ, на первом этапе исследования был определен диаметр, измерялась фактическая разрывная нагрузка и фактическое разрывное удлинение испытуемых образцов рыболовных ниток, подсчитывались коэффициенты вариации и относительная погрешность измерения (таблица 6, 7). Испытания

проводились по 10 раз, в таблицу заносились средние арифметические значения.

Таблица 6 – Расчетные данные по диаметру

Обозначение образцов	Среднее арифметическое диаметра, \bar{d} , мм	Коэффициент вариации по диаметру, C , %	Относительная погрешность измерения диаметра, ε_{di} , %
Нитка ПА 187 текс×6	1,8	0,014	0,95
Нитка ПА 187 текс×12	2,5	0,016	1,16

Таблица 7 – Расчетные данные по разрывной нагрузке и удлинению

Средние арифметические значения		Среднее квадратичное отклонение, δ_R , Н	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке C_R , %	Относительная погрешность измерения, ε_R , %	Относительное разрывное удлинение Δl , %
Диаметра \bar{d} , мм	Разрывной нагрузки \bar{R} , Н				
1,8	716,0	6,30	2,80	3,35	38,65
2,5	1405,0	9,13	0,98	0,70	49,58

Расчитанный коэффициент вариации, и относительная погрешность измерения разрывной нагрузки показали, что отклонение не превышает 3,5 %, что говорит об их адекватности.

На втором этапе были проведены опыты по условиям соответствующим каждой строке матрицы по 10 раз. Осредненные значения полученных экспериментальных данных приведены в таблице 8.

Для оценки износостойкости рыболовных нитевидных материалов был введен критерий - степень потери прочности (β), который определяется как отношение потери прочности к фактической первоначальной разрывной нагрузке:

$$\beta = \frac{R_{\phi} - R_{\text{ост}}}{R_{\phi}}, \quad (9)$$

где R_{ϕ} – фактическая первоначальная разрывная нагрузка, Н;

$R_{\text{ост}}$ – остаточная прочность образца, Н.

Таблица 8 – Остаточная прочность и степень потери прочности полиамидных ниток от влияющих факторов

№ опыта	Диаметр образца, d мм (x_1)		Количество циклов нагружения, $N_{цикл}$ (x_2)		Относительное удлинение, Δl % (x_3)		Остаточная прочность, $R_{ост}$, Н $R_{опыт}$	Степень потери прочности		Погрешность расчета %
	β_s	β_p								
1	-1	1,8	-1	100	-1	25	564	0,22	0,220	0
2	+1	2,5	-1	100	-1	25	910	0,35	0,352	-0,57
3	-1	1,8	+1	1000	-1	25	353	0,51	0,509	0,19
4	+1	2,5	+1	1000	-1	25	854	0,39	0,390	0
5	-1	1,8	-1	100	+1	50	457	0,37	0,374	-1,08
6	+1	2,5	-1	100	+1	50	897	0,36	0,359	0,28
7	-1	1,8	+1	1000	+1	50	186	0,74	0,740	0
8	+1	2,5	+1	1000	+1	50	761	0,46	0,460	0

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что:

- при увеличении диаметра в 1,4 раза, остаточная прочность рыболовной нитки увеличивается в среднем в 2,5 раза;

- при увеличении количества циклов нагружения в 10 раз, остаточная прочность рыболовной нитки снижается в среднем в 1,6 раз;

- при увеличении относительного удлинения в 2 раза, остаточная прочность рыболовной нитки снижается в среднем 1,35 раза;

В результате математической обработки полученных экспериментальных данных, были рассчитаны коэффициенты регрессии и получены математические зависимости остаточной прочности ($R_{ост}$) и степени потери прочности (β_p) полиамидной рыболовной нитки от следующих факторов: диаметр нитки, количество циклов нагружения и относительного удлинения, заданных в кодированном виде:

$$P_{\text{ост}} = 622,5 + 232,75(x_1) - 84(x_2) - 47,75(x_3) + 36,25(x_1 x_2) + 21(x_1 x_3) - 17,25(x_2 x_3). \quad (10)$$

$$\beta_p = 0,425 - 0,035(x_1) + 0,1(x_2) + 0,057(x_3) - 0,065(x_1 x_2) - 0,038(x_1 x_3) + 0,018(x_2 x_3) - 0,0025(x_1 x_2 x_3), \quad (11)$$

где x_1 - кодированное значение диаметра рыболовной полиамидной нитки, в диапазоне (1,8-2,5) мм;

x_2 - кодированное значение количества циклов нагружения, в диапазоне от 100 циклов до 1000 циклов;

x_3 - кодированное значение относительного удлинения, в диапазоне (25-75) %.

Сравнение экспериментальных и расчетных данных величины степени потери прочности от циклических нагружений доказывают адекватность полученной зависимости, т.к. погрешность не превышает 1,5 % (Таблица 8).

4.3.1 Анализ влияния диаметра d , количества циклов нагружения $N_{\text{цикл}}$, относительного удлинения Δl , на степень потери прочности β рыболовной нитки

Анализ полученной зависимости позволяет установить приоритет воздействия исследуемых факторов на степень потери прочности полиамидных рыболовных ниток при циклических нагружениях. Установлено, что, наибольшее влияние на степень потери прочности имеет количество циклов нагружения, меньшее значение имеет удлинение нитки, и не значительное влияние оказывает диаметр нитки.

Для уточнения степени влияния исследуемых факторов на степень потери прочности рыболовной полиамидной нитки был выполнен анализ их приоритетов.

Сведем степень потери прочности β и влияющие на нее параметры диаметр d , количество циклов нагружения $N_{\text{цикл}}$, относительное удлинение Δl в массив данных (Приложение Д).

Вычисляем в пакете MathCAD точечные оценки элементов матрицы коэффициентов парной корреляции [45,46].

По первой строке матрицы парной корреляции (12) наибольшее влияние на степень потери прочности β имеет количество циклов нагружения $N_{\text{цикл}}$ ($r_{1,3} = 0,695$, корреляция положительная); второй по влиянию фактор - относительное удлинение Δl ($r_{1,4} = 0,399$, корреляция положительная); наименьшее влияние оказывает диаметр d ($r_{1,2} = -0,243$, корреляция отрицательная)

$$r = \begin{pmatrix} 1 & -0.243 & 0.695 & 0.399 \\ -0.243 & 1 & 0 & 0 \\ 0.695 & 0 & 1 & 0 \\ 0.399 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (12)$$

Найдем для регрессии различного порядка значения среднего квадратичного отклонения S , средней относительной погрешности аппроксимации ε , коэффициент множественной корреляции R , коэффициент множественной детерминации R^2 :

- с учетом значений всех влияющих факторов (таблица 9);

- с учетом двух влияющих факторов из трех, отбросив наименее значимый фактор - диаметр d (таблица 10);

Таблица 9 – Характеристики регрессии различного порядка с учетом влияния трех факторов (d , $N_{\text{цикл}}$, Δl)

Порядок регрессии	Среднее квадратичное отклонение, S	Средняя относительная погрешность аппроксимации ε , %	Коэффициент детерминации, R^2
Первая степень	0,496	23,605	0,701
Вторая степень	0,021	4,277	0,988
Третья степень	0,020	4,244	0,988
Четвертая степень	0,020	4,272	0,988

Таблица 10 – Характеристики регрессии различного порядка с учетом влияния двух факторов ($N_{\text{цик}}$, Δl)

Порядок регрессии	Среднее квадратичное отклонение, S	Средняя относительная погрешность аппроксимации ε , %	Коэффициент детерминации, R^2
Первая степень	0,594	19,559	0,642
Вторая степень	0,569	18,480	0,657
Третья степень	0,569	18,602	0,657
Четвертая степень	0,569	18,725	0,657

Анализ полученных данных (таблица 9, 10), показывает, что:

- рассматривать модель выше второго порядка не имеет смысла, т.к. начиная со второй степени порядка регрессии коэффициент детерминации (R^2) и средняя относительная погрешность аппроксимации (ε) практически не изменяется;

- при регрессии второго порядка с учетом влияния трех факторов коэффициент детерминации $R^2 = 0,988$, это означает, что 98,8 % изменения степени потери прочности β описывается вариацией трех влияющих факторов (d , $N_{\text{цик}}$, Δl) и только оставшиеся 1,2 % описываются другими не учтенными факторами;

- отбросив наименее значимый фактор d , коэффициент детерминации регрессии резко снижается ($R^2 = 0,642$), это значит, что 64,2 % изменения степени износа объясняется вариацией двух факторов ($N_{\text{цик}}$, Δl), а 45,8 % изменения остается не учтенными, поэтому такой моделью пользоваться не рекомендуется.

Для выполнения расчетных действий с натурными значениями факторов по определению остаточной прочности и степени потери прочности рыболовной полиамидной нитки от воздействия циклических нагрузений необходимо воспользоваться формулами:

$$\begin{aligned} \text{Рост} = & 622,5 + 232,75 * \left(\frac{x_1 - 2,15}{0,35} \right) - 84 * \left(\frac{x_2 - 550}{450} \right) - 47,75 * \left(\frac{x_3 - 37,5}{12,5} \right) + \\ & + 36,25 * \left(\frac{(x_1 - 2,15) * (x_2 - 550)}{157,5} \right) + 21 * \left(\frac{(x_1 - 2,15) * (x_3 - 37,5)}{4,38} \right) - 17,25 * \left(\frac{(x_2 - 550) * (x_3 - 37,5)}{5625} \right) \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \beta = & 0,425 - 0,035 * \left(\frac{x_1 - 2,15}{0,35} \right) + 0,1 * \left(\frac{x_2 - 550}{450} \right) + 0,057 * \left(\frac{x_3 - 37,5}{12,5} \right) - 0,065 * \\ & \left(\frac{(x_1 - 2,15) * (x_2 - 550)}{157,5} \right) - 0,038 * \left(\frac{(x_1 - 2,15) * (x_3 - 37,5)}{4,38} \right) + 0,018 * \left(\frac{(x_2 - 550) * (x_3 - 37,5)}{5625} \right) \end{aligned} \quad (14)$$

где x_1 - численное значение диаметра рыболовной полиамидной нитки, в диапазоне (1,8-2,5) мм;

x_2 - численное значение количества циклов нагружения, в диапазоне от 100 до 1000 циклов;

x_3 - численное значение относительного удлинения, в диапазоне (25-75) %.

Выводы по главе 4

Предложенный метод и экспериментальное оборудование позволяет определить зависимости потери прочности и степени потери прочности рыболовных нитевидных материалов от влияющих факторов при циклических нагружениях.

Проведенный анализ значимости факторов показал следующие результаты:

- с увеличением количества циклов нагружения и относительного удлинения нагрузки степень потери прочности увеличивается;
- с увеличением диаметра образца при циклических нагружениях степень потери прочности снижается.

Наибольшее влияние на степень потери прочности рыболовной нитки оказывает количество циклов нагружения.

ГЛАВА 5 РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЫБОЛОВНЫХ НИТЕВИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ СОВМЕСТНОГО ДЕЙСТВИЯ АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА И ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЖЕНИЙ

Выполненные в работе исследования позволяют оценить износостойкость рыболовных нитевидных материалов от воздействия абразивного трения и циклических нагрузжений, однако на практике эти воздействия возникают одновременно, в связи с этим была поставлена задача - оценить износостойкость рыболовных нитевидных материалов от совместного воздействия абразивного трения и циклических нагрузжений [39].

5.1 Экспериментальное оборудование для проведения экспериментальных исследований по оценке износостойкости рыболовных нитевидных материалов от совместного действия абразивного износа и циклических нагрузжений

Экспериментальные работы по оценке износостойкости рыболовных нитевидных материалов от совместного действия абразивного износа и циклических нагрузжений проводились на экспериментальных установках, описанных в главах 3 и 4. Установки работали в синхронном режиме, что позволило исследовать образец при одинаковом количестве циклов истирания и циклических нагрузжений.

5.2 Методика проведения экспериментальных исследований по оценке износостойкости рыболовных нитевидных материалов от совместного действия абразивного износа и циклических нагрузжений

Методика включает в себя:

1. Отбор и экспертизу объектов исследования;
2. Выбор исследуемых факторов и диапазон их изменения;
3. Порядок проведения испытаний;

4. Контрольно-измерительную аппаратуру и оборудование для проведения экспериментальных работ.

5.2.1 Отбор и подготовка образцов

Объектами исследований были выбраны полиамидные рыболовные нитки ПА 187 текс×2 и ПА 187 текс×9 и сетные полоски, изготовленные из них с шагом ячеи 25 мм и 40 мм.

Отбор и подготовка образцов проводилась по стандартной методике, описанной в главе 3.2.1. Достоверность полученных данных была подтверждена расчетом относительной погрешности измерения диаметра и разрывной нагрузки.

5.2.2 Выбор влияющих факторов

С целью оценки совместного влияния абразивного износа и воздействия циклических нагрузок на износостойкость рыболовных нитевидных материалов выбраны следующие факторы: диаметр образца, шаг ячеи, шероховатость истирающей поверхности, количество циклов в процентном соотношении, относительное удлинение и состояние испытуемых образцов.

Характеристика влияющих факторов:

1. **Диаметр опытных образцов** задан в диапазоне (1,0-2,1) мм. Выбор диапазона обусловлен возможностями разрывной машины, необходимой для определения разрывной нагрузки и удлинения нитевидных материалов. Нитки таких диаметров наиболее часто применяются при постройке и ремонте орудий лова.

2. **Шероховатость поверхности** задана в диапазоне (46,2-150,0) мкм, что соответствует зернистости шлифшкурки Р320-Р100. Этот фактор характеризует состояние поверхностей трения, влияющих на степень абразивного износа нитевидных материалов. Такой диапазон соответствует шероховатости поверхностей, встречающихся при эксплуатации орудий лова (грунты, слип, промысловая палуба и т.д.).

3. **Количество циклов в процентном соотношении** задано в диапазоне (25-50) % от количества циклов, пройденных до полного разрушения образца. Этот фактор характеризует потерю прочности нитевидных материалов.

4. **Состояние испытываемых образцов.** Образцы подвергались исследованиям в сухом и мокром виде, т.к. орудия лова эксплуатируются в водной среде.

5. **Относительное удлинение.** Величина задается в диапазоне (25-50) % от разрывного удлинения. Этот фактор характеризует степень деформации образцов, подвергающихся циклическим нагрузкам. Задание такого диапазона также основано на предыдущих исследованиях.

6. **Шаг ячеи.** Заданный диапазон (25-40) мм. Выбор обусловлен диаметром образцов ниток из которых вывязаны сетные полоски и возможностями экспериментального оборудования. Этот фактор является основной технической характеристикой сетных полотен, измеряется как расстояние между одноименными точками двух соседних узлов в сетевидном материале, измеренное по вытянутой стороне ячеи.

5.2.2.1 Планирование экспериментов

Для оценки влияния вышерассмотренных факторов на износостойкость рыболовных сетных материалов, а также в целях оптимизации времени проведения экспериментальных исследований нами был применен метод планирования экспериментов.

Для проведения экспериментальных работ была составлена матрица четырехфакторного эксперимента на двух уровнях, который включал в себя 16 прямых опытов с различными сочетаниями факторов (таблица 11).

Для построения матрицы нами были приняты следующие обозначения влияющих факторов:

- x_1 - кодированное значение диаметра нитки, в диапазоне изменения (1,0-2,1) мм;

- x_2 - кодированное значение шероховатости поверхности, в диапазоне изменения (46,2-150) мкм;

- x_3 - кодированное значение относительного удлинения образца, в диапазоне изменения (25-50) % от разрывного удлинения;

- x_4 - кодированное значение циклов нагружения в процентном соотношении, в диапазоне изменения (25-50) % от полного износа.

Расшифровка кода:

+1 - максимальное значение фактора в диапазоне изменения, заданного в кодированном виде;

-1 - минимальное значение фактора в диапазоне изменения, заданного в кодированном виде.

Таблица 11 - Матрица планирования четырехфакторного эксперимента

№ опыта	Диаметр образца, $d (x_1)$		Шероховатость, $W (x_2)$		Относительное удлинение, $\Delta l (x_3)$		Количество циклов в процентном соотношении (x_4)	
	Код.	мм	Код.	мкм	Код.	%	Код.	%
1	-1	1,0	+1	150	+1	50	+1	50
2	-1	1,0	+1	150	-1	25	+1	50
3	-1	1,0	-1	46,2	-1	25	+1	50
4	-1	1,0	-1	46,2	+1	50	+1	50
5	+1	2,1	+1	150	+1	50	+1	50
6	+1	2,1	+1	150	-1	25	+1	50
7	+1	2,1	-1	46,2	-1	25	+1	50
8	+1	2,1	-1	46,2	+1	50	+1	50
9	-1	1,0	+1	150	+1	50	-1	25
10	-1	1,0	+1	150	-1	25	-1	25
11	-1	1,0	-1	46,2	-1	25	-1	25
12	-1	1,0	-1	46,2	+1	50	-1	25
13	+1	2,1	+1	150	+1	50	-1	25
14	+1	2,1	+1	150	-1	25	-1	25
15	+1	2,1	-1	46,2	-1	25	-1	25
16	+1	2,1	-1	46,2	+1	50	-1	25

5.2.3 Порядок проведения испытаний

Для испытаний отбираются образцы, прошедшие экспертизу и соответствующие требованиям нормативно-технической документации, действующей в сетеснастной отрасли на конкретный вид рыболовного материала.

Первоначально определяется разрывная прочность и разрывное удлинение образцов. По каждому виду испытаний было получено по 10 первичных значений. Для уплотнения первичной информации, определяется среднее арифметическое значение, подсчитываются коэффициенты вариации и относительная погрешность измерения. Полученные результаты заносятся в таблицы.

После определения разрывной нагрузки и удлинения определяется количество циклов до полного истирания образцов, при синхронном воздействии абразивного трения и циклических нагрузок. При разрыве одного из образцов экспериментальная установка автоматически останавливается.

Измерения проводятся по 10 раз, определяется среднее арифметическое значение и полученные результаты заносятся в таблицу 14.

Затем рассчитываются численные значения количества циклов трения, соответствующие 25 % и 50 % от количества циклов до полного истирания исследуемых образцов на поверхностях с различной шероховатостью, и амплитуды циклических нагружений (растяжений), соответствующей 25 % и 50 % от полного разрывного удлинения исследуемых образцов.

Второй этап экспериментальных исследований проводился в соответствии со строками матрицы планирования эксперимента, учитывающих различные сочетания исследуемых факторов.

Образцы закреплялись на экспериментальных установках, и при достижении 25 % и 50 % от количества циклов до полного истирания образца

при одновременном воздействии абразивного износа и циклических нагрузках подвергался испытанию на остаточную прочность

С целью подтверждения достоверности, полученных данных в серии экспериментов, подсчитывался коэффициент вариации по каждому показателю, проводился расчет относительной погрешности измерений.

Далее эксперименты проводятся со следующей группой образцов.

Опыты проводятся по 10 раз на каждую строку плана эксперимента, в таблицу заносятся средние арифметические значения (таблица 15).

5.2.4 Контрольно-измерительная аппаратура и оборудование для проведения экспериментальных работ

При проведении экспериментальных работ, применяется:

- окулярный микроскоп, с ценой деления не ниже 0,01 мм (для измерения диаметра);
- мерное приспособление, описанное в РД 15-191-91 [60] (для подготовки образцов);
- задействованные в синхронном режиме экспериментальная установка для испытания износостойкости рыболовных нитевидных материалов на абразивное трение, и установка для испытания износостойкости рыболовных нитевидных материалов на циклические нагружения;
- разрывное оборудование (разрывные машины).

5.3 Экспериментальные исследования

В результате выполненных экспериментальных работ, согласно описанному нами методу были получены экспериментальные данные по зависимости величины остаточной прочности и степени потери прочности рыболовных полиамидных ниток и сетных полосок, изготовленных из них от влияния факторов: диаметр образца, шероховатость истирающей поверхности, относительное удлинение, количество циклов нагружения.

5.3.1 Экспериментальные исследования рыболовных полиамидных ниток

В соответствии с порядком проведения испытаний, на первом этапе был определен диаметр, измерялась фактическая первоначальная разрывная нагрузка, разрывное удлинение испытуемых образцов рыболовных ниток, подсчитаны коэффициенты вариации и относительная погрешность измерений (таблица 12, 13). Измерялось количество циклов нагружения до полного истирания образцов (таблица 14). Все испытания проводились по 10 раз, в таблицу занесены средние арифметические значения.

Таблица 12 – Расчетные данные по диаметру

Обозначение образцов	Среднее арифметическое диаметра, \bar{d} , мм	Коэффициент вариации по диаметру, C , %	Относительная погрешность измерения диаметра, ε_{di} , %
Нитка ПА 187 текс×2	1,0	0,014	0,95
Нитка ПА 187 текс×9	2,1	0,011	0,76

Таблица 13 – Расчетные данные по разрывной нагрузке и удлинению

Средние значения		Среднее квадратичное отклонение, δ_R , Н	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке C_R , %	Относительная погрешность измерения, ε_R , %	Среднее арифметическое фактического разрывного удлинения, l , мм
диаметра \bar{d} , мм	Разрывной нагрузки \bar{R} , Н				
1,0	195,0	8,3	4,50	3,22	68,0
2,1	850,0	8,1	0,85	0,66	101,7

Таблица 14 – Количество циклов до полного истирания образцов

№ опыта	Диаметр образца, d мм		Шероховатость, W , мкм		Относительное удлинение образца, Δl , %		Среднее арифметическое количества циклов до полного истирания, $N_{цикл}$	Остаточная разрывная нагрузка P , Н
	-	+	-	+	-	+		
1	-	1,0	-	46,2	+	50	115	0
2	+	2,1	-	46,2	+	50	1747	0
3	-	1,0	+	150	+	50	53	0
4	+	2,1	+	150	+	50	850	0

На втором этапе проводились экспериментальные работы, в соответствии со строками матрицы планирования эксперимента, учитывающие различные сочетания факторов, в условиях совместного воздействия абразивного трения и циклических нагрузжений.

По формуле (9) определялась степень потери прочности образца β_3 по данным полученным экспериментальным путем.

Опыты проводились по 10 раз для каждой строки матрицы. Осредненные значения полученных экспериментальных данных приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Остаточная прочность и степень потери прочности нитки ПА 187 текс×2 и нитки ПА 187 текс×9 от совместного воздействия абразивного трения и циклических нагрузжений

№ опыта	Диаметр образца, d мм (x_1)		Шероховатость, W мкм (x_2)		Относительное удлинение, Δl % (x_3)		Количество циклов в процентном соотношении (x_4)		Остаточная разрывная нагрузка, Н, Р _{ост}	Степень потери прочности,		Погрешность расчета, %
	β_3	β_p										
1	-1	1,0	+1	150	+1	50	+1	50	80	0,59	0,591	-0,21
2	-1	1,0	+1	150	-1	25	+1	50	112	0,43	0,429	0,29
3	-1	1,0	-1	46,2	-1	25	+1	50	171	0,12	0,123	-2,08
4	-1	1,0	-1	46,2	+1	50	+1	50	160	0,18	0,178	1,39
5	+1	2,1	+1	150	+1	50	+1	50	221	0,74	0,741	-0,17
6	+1	2,1	+1	150	-1	25	+1	50	360	0,58	0,579	0,22
7	+1	2,1	-1	46,2	-1	25	+1	50	663	0,22	0,223	-1,14
8	+1	2,1	-1	46,2	+1	50	+1	50	318	0,63	0,628	0,4
9	-1	1,0	+1	150	+1	50	-1	25	121	0,38	0,379	0,33
10	-1	1,0	+1	150	-1	25	-1	25	150	0,23	0,231	-0,54
11	-1	1,0	-1	46,2	-1	25	-1	25	182	0,07	0,068	3,57
12	-1	1,0	-1	46,2	+1	50	-1	25	130	0,33	0,333	-0,76
13	+1	2,1	+1	150	+1	50	-1	25	420	0,51	0,509	0,25
14	+1	2,1	+1	150	-1	25	-1	25	573	0,33	0,331	-0,38
15	+1	2,1	-1	46,2	-1	25	-1	25	700	0,18	0,178	1,39
16	+1	2,1	-1	46,2	+1	50	-1	25	534	0,37	0,373	-0,68

На основе анализа данных, полученных в результате экспериментальных исследований по совместному воздействию абразивного износа и циклических нагрузений на остаточную прочность рыболовной полиамидной нитки можно сделать следующие выводы:

- при увеличении диаметра в 2,1 раза, остаточная прочность увеличивается в 3,8 раз;

- при увеличении шероховатости истирающей поверхности в 3,2 раза, остаточная прочность снижается в 1,2 раза;

- при увеличении относительного удлинения в 2 раза, остаточная прочность в среднем снижается в 1,5 раза;

- при увеличении количества циклов нагружения в 2 раза, остаточная прочность снижается на 10 %.

В результате математической обработки экспериментальных данных, были рассчитаны коэффициенты регрессии и получены математические зависимости остаточной прочности ($P_{ост}$) и степени потери прочности (β_p) полиамидной рыболовной нитки от следующих факторов: диаметр нитки, шероховатость истирающей поверхности, относительное удлинение и количество циклов нагружения, заданных в кодированном виде:

$$P_{ост} = 305,94 + 167,69(x_1) - 51,32(x_2) - 57,94(x_3) - 45,31(x_4) - 28,81(x_1 x_2) - 42,44(x_1 x_3) - 37,81(x_1 x_4) + 13,81(x_2 x_3) - 16,06(x_2 x_4) - 7,94(x_3 x_4) + 13,56(x_1 x_2 x_3) - 3,81(x_1 x_2 x_4) - 12,69(x_1 x_3 x_4) + 9,31(x_2 x_3 x_4) + 14,81(x_1 x_2 x_3 x_4) \quad (15)$$

$$\beta_p = 0,37 + 0,08(x_1) + 0,11(x_2) + 0,1(x_3) + 0,07(x_4) - 0,01(x_1 x_2) + 0,02(x_1 x_3) + 0,03(x_1 x_4) - 0,02(x_2 x_3) + 0,04(x_2 x_4) - 0,02(x_1 x_2 x_3) - 0,02(x_1 x_2 x_4) + 0,02(x_1 x_3 x_4) - 0,03(x_1 x_2 x_3 x_4), \quad (16)$$

где x_1 - кодированное значение диаметра нитки, в диапазоне изменения (1,0-2,1) мм;

x_2 - кодированное значение шероховатости поверхности, в диапазоне изменения (46,2-150) мкм;

x_3 - кодированное значение относительного удлинения образца, в диапазоне изменения (25-50) % от разрывного удлинения;

x_4 - кодированное значение циклов нагружения, в диапазоне изменения (25-50) % от полного износа.

Сравнение экспериментальных и расчетных данных величины степени потери прочности от совместного воздействия абразивного износа и циклических нагружений доказывают адекватность полученной зависимости, т.к. погрешность не превышает 3 % (таблица 15).

Для выполнения расчетных действий с натуральными значениями факторов необходимо перевести кодированные значения факторов к натуральным (x_i), и подставить полученные выражения в формулы 15,16

$$x_i = \frac{x_i - x_{i0}}{\Delta x_i}, \quad (17)$$

где x_i – значение фактора в натуральном виде;

x_{i0} – основной уровень

Δx_i – интервал варьирования

Для данной зависимости, численные значения факторов в натуральном виде можно представить, как:

$$x_1 = \frac{x_1 - 1,55}{0,55}; \quad x_2 = \frac{x_2 - 98,1}{51,9}; \quad x_3 = \frac{x_3 - 37,5}{12,5}; \quad x_4 = \frac{x_4 - 37,5}{12,5}$$

Полученные зависимости позволили предварительно установить приоритеты воздействия исследуемых факторов на степень потери прочности рыболовных полиамидных ниток в сухом состоянии.

Величина шероховатости поверхности и удлинения, оказывают близкие по значению и самые существенные влияния на степень потери прочности нитевидного материала. Величина диаметра и количества циклов нагружения имеют практически одинаковые значения влияния на степень потери прочности. Их влияние значительно меньше (в 1,5 раза) по сравнению со значением влияния величины удлинения и шероховатости поверхности.

Для уточнения степени влияния исследуемых факторов на степень потери прочности сухой рыболовной полиамидной нитки был выполнен анализ их приоритетов.

Сведем степень потери прочности β_p и влияющие на нее параметры диаметр образца d , шероховатость истирающей поверхности W , относительное удлинение Δl , количество циклов нагружения $N_{\text{цикл}}$ в массив данных (Приложение Е).

Вычисляем в пакете MathCAD точечные оценки элементов матрицы коэффициентов парной корреляции [45,46].

$$r = \begin{pmatrix} 1 & 0.399 & 0.549 & 0.51 & 0.354 \\ 0.399 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.549 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0.51 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0.354 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (18)$$

По первой строке матрицы парной корреляции (18) определяем, что наибольшее влияние на степень потери прочности β имеет шероховатость истирающей поверхности W ($r_{1,3} = 0,549$, корреляция положительная); второй по влиянию фактор - относительное удлинение Δl ($r_{1,4} = 0,51$, корреляция положительная); наименьшее влияние оказывает количество циклов нагружения $N_{\text{цикл}}$ ($r_{1,5} = 0,354$, корреляция положительная)

Найдем для регрессии различного порядка значения среднего квадратичного отклонения S , средней относительной погрешности аппроксимации ε , коэффициент множественной корреляции R , коэффициент множественной детерминации R^2 :

- с учетом значений всех влияющих факторов (таблица 16);
- с учетом трех влияющих факторов из четырех, отбросив наименее значимый фактор - количество циклов нагружения $N_{\text{цикл}}$ (таблица 17);
- с учетом двух влияющих факторов, отбросив влияющий фактор - диаметр образца d (таблица 18);

Таблица 16 – Характеристики регрессии различного порядка с учетом влияния четырех факторов (d , W , Δl , $N_{\text{цикл}}$)

Порядок регрессии	Среднее квадратичное отклонение, S	Средняя относительная погрешность аппроксимации ε , %	Коэффициент детерминации, R^2
Первая степень	0,912	70,132	0,846
Вторая степень	0,353	21,643	0,940
Третья степень	0,150	14,913	0,975
Четвертая степень	0,024	5,138	0,996

Таблица 17 – Характеристики регрессии различного порядка с учетом влияния трех факторов (d , W , Δl)

Порядок регрессии	Среднее квадратичное отклонение, S	Средняя относительная погрешность аппроксимации ε , %	Коэффициент детерминации, R^2
Первая степень	1,655	27,847	0,721
Вторая степень	1,531	27,202	0,742
Третья степень	1,492	25,346	0,748
Четвертая степень	1,492	25,428	0,748

Таблица 18 – Характеристики регрессии различного порядка с учетом влияния двух факторов (W , Δl)

Порядок регрессии	Среднее квадратичное отклонение, S	Средняя относительная погрешность аппроксимации ε , %	Коэффициент детерминации, R^2
Первая степень	2,601	36,133	0,561
Вторая степень	2,555	35,891	0,569
Третья степень	2,555	36,006	0,569
Четвертая степень	2,555	36,122	0,569

Анализ полученных данных (таблицы 16-18), показывает, что:

- рассматривать модель выше второго порядка не имеет смысла, т.к. начиная со второй степени порядка регрессии коэффициент детерминации (R^2) и средняя относительная погрешность аппроксимации (ε) практически не изменяется;

- при регрессии второго порядка с учетом влияния четырех факторов коэффициент детерминации $R^2 = 0,940$, это означает, что 94,0 % изменения степени потери прочности β описывается вариацией четырех влияющих факторов ($d, W, \Delta l, N_{\text{цикл}}$) и только оставшиеся 6 % описываются другими не учтенными факторами;

- отбросив наименее значимый фактор $N_{\text{цикл}}$, коэффициент детерминации регрессии снижается ($R^2 = 0,742$), это значит, что 74,2 % изменения степени износа объясняется вариацией трех факторов ($d, W, \Delta l$), а 25,8 % изменения остается не учтенными, поэтому такая модель не показывает высокой точности расчета;

- отбросив два значимых фактора ($N_{\text{цикл}}, d$) коэффициент детерминации регрессии резко снижается ($R^2 = 0,561$), это значит, что 56,1 % изменения степени износа объясняется вариацией двух факторов ($W, \Delta l$), а 43,9 % изменения остается не учтенными, поэтому такой моделью пользоваться не рекомендуется.

Аналогичные исследования были проведены для ниток в мокром виде (таблица 19). Порядок проведения экспериментов с нитевидными образцами в мокром виде идентичен порядку проведения экспериментов с образцами в сухом виде. При подготовке образцов к испытанию они предварительно выдерживались в соленом растворе (33 ‰) в течение 24 ч.

Таблица 19 – Остаточная прочность и степень потери прочности нитки ПА 187 текс×2 и нитки ПА 187 текс×9 в мокром виде от совместного воздействия абразивного трения и циклических нагружений.

№ опыта	Диаметр образца, d мм (x_1)		Шероховатость, W мкм (x_2)		Относительное удлинение, Δl % (x_3)		Количество циклов в процентном соотношении, $N_{\text{цикл}}$ (x_4)		Остаточная разрывная нагрузка, Н, $P_{\text{ост}}$	Степень потери прочности		Погрешность расчета, %
	-1	1,0	+1	150	+1	50	+1	50		$\beta_{\text{э}}$	$\beta_{\text{р}}$	
1	-1	1,0	+1	150	+1	50	+1	50	73	0,63	0,636	-0,89
2	-1	1,0	+1	150	-1	25	+1	50	96	0,51	0,504	1,10

Продолжение таблицы 19												
3	-1	1,0	-1	46,2	-1	25	+1	50	170	0,13	0,136	-4,33
4	-1	1,0	-1	46,2	+1	50	+1	50	155	0,21	0,204	2,68
5	+1	2,1	+1	150	+1	50	+1	50	150	0,82	0,826	-0,69
6	+1	2,1	+1	150	-1	25	+1	50	358	0,58	0,574	0,97
7	+1	2,1	-1	46,2	-1	25	+1	50	621	0,27	0,276	-2,08
8	+1	2,1	-1	46,2	+1	50	+1	50	263	0,69	0,684	0,82
9	-1	1,0	+1	150	+1	50	-1	25	106	0,46	0,466	-1,22
10	-1	1,0	+1	150	-1	25	-1	25	134	0,31	0,304	1,81
11	-1	1,0	-1	46,2	-1	25	-1	25	160	0,18	0,186	-3,12
12	-1	1,0	-1	46,2	+1	50	-1	25	141	0,28	0,274	2,01
13	+1	2,1	+1	150	+1	50	-1	25	380	0,55	0,556	-1,02
14	+1	2,1	+1	150	-1	25	-1	25	512	0,40	0,394	1,41
15	+1	2,1	-1	46,2	-1	25	-1	25	654	0,23	0,236	-2,45
16	+1	2,1	-1	46,2	+1	50	-1	25	528	0,38	0,374	1,48

Получены математические зависимости остаточной прочности ($P_{ост}$) и степени потери прочности (β_p) полиамидной рыболовной нитки в мокром виде от следующих факторов: диаметр нитки, шероховатость истирающей поверхности, относительное удлинение и количество циклов нагружения, заданных в кодированном виде:

$$P_{ост} = 281,31 + 151,34(x_1) - 55,19(x_2) - 56,81(x_3) - 45,56(x_4) - 28,06(x_1 x_2) - 46,19(x_1 x_3) - 39,69(x_1 x_4) + 7,94(x_2 x_3) - 11,31(x_2 x_4) - 18,69(x_3 x_4) + 10,06(x_1 x_2 x_3) + 0,56(x_1 x_2 x_4) - 19,81(x_1 x_3 x_4) + 9,81(x_2 x_3 x_4) + 9,69(x_1 x_2 x_3 x_4) \quad (19)$$

$$\beta_p = 0,41 + 0,08(x_1) + 0,12(x_2) + 0,09(x_3) + 0,07(x_4) - 0,02(x_1 x_2) + 0,03(x_1 x_3) + 0,03(x_1 x_4) + 0,04(x_2 x_4) + 0,02(x_3 x_4) - 0,02(x_1 x_2 x_3) - 0,02(x_1 x_2 x_4) + 0,03(x_1 x_3 x_4) - 0,01(x_2 x_3 x_4) - 0,01(x_1 x_2 x_3 x_4), \quad (20)$$

где x_1 - кодированное значение диаметра нитки, в диапазоне изменения (1,0-2,1) мм;

x_2 - кодированное значение шероховатости поверхности, в диапазоне изменения (46,2-150) мкм;

x_3 - кодированное значение относительного удлинения образца, в диапазоне изменения (25-50) % от максимального удлинения;

x_4 - кодированное значение циклов трения в процентном соотношении, в диапазоне изменения (25-50) % от полного износа.

Сравнение экспериментальных и расчетных данных величины степени потери прочности от совместного воздействия абразивного трения и циклических нагрузжений доказывают адекватность полученной зависимости, т.к. погрешность не превышает 5 % (таблица 19).

Анализируя полученные зависимости остаточной прочности и степени потери прочности полиамидной рыболовной нитки в сухом и мокром виде от исследуемых факторов, можно сделать вывод о том, что при изменении состояния с сухого на мокрое степень потери прочности рыболовных полиамидных ниток, увеличивается на 10 %.

Возрастание влияния шероховатости на потерю прочности при испытаниях с образцами в мокром виде объясняется двойственной молекулярной теорией И.В. Крагельского [26] и деформационно-адгезионной теорией Ф.П. Боудена [6], согласно которой, намокание нитевидного материала способствует увеличению коэффициента трения.

Аналогичным методом проводилась оценка степени влияния исследуемых факторов на степень потери прочности полиамидной рыболовной нитки в мокром виде, которая показала, что значимость влияния факторов для рыболовной полиамидной нитки в сухом и мокром состоянии идентичны.

5.3.2 Экспериментальные исследования сетных полосок

Были проведены исследования с сетными полосками, изготовленными из рыболовных полиамидных ниток ПА 187 текс×2 и ПА 187 текс×9 с шагом ячеи 25 мм и 40 мм.

Методика проведения экспериментальных исследований с сетными полосками аналогична методике проведения экспериментальных исследований с рыболовными нитками. При выборе влияющих факторов была произведена замена фактора-диаметр образца, на фактор-шаг ячеи.

Испытания проводились на образцах в мокром виде, что соответствует реальным условиям эксплуатации орудий рыболовства.

Таблица 20 - Фактическая разрывная нагрузка и разрывное удлинение сетных полосок

Обозначение образцов	Среднее арифметическое диаметра, d, мм	Шаг ячеи, а, мм	Среднее арифметическое фактических разрывных значений	
			нагрузки, Р, Н	удлинения, Δl , мм
Сетная полоска из нитки ПА 187 текс×2	1,0	25	358	65,0
		40	403	68,0
Сетная полоска из нитки ПА 187 текс×9	2,1	25	1198	96,0
		40	1408	101,0

Таблица 21 – Количество циклов до полного истирания испытуемых образцов сетных полосок (нитка ПА 187 текс×2)

Диаметр образца, d мм		Шероховатость, W, мкм		Относительное удлинение образца, Δl , %		Среднее арифметическое количества циклов до полного истирания, $N_{цик}$	Остаточная прочность Р, Н
-	25	-	46,2	+	50	29	0
+	40	-	46,2	+	50	26	0
-	25	+	150	+	50	24	0
+	40	+	150	+	50	20	0

Таблица 22 – Количество циклов до полного истирания испытуемых образцов сетных полосок (нитка ПА 187 текс×9)

Диаметр образца, d мм		Шероховатость, W, мкм		Относительное удлинение образца, Δl , %		Среднее арифметическое количества циклов до полного истирания, $N_{цик}$	Остаточная прочность Р, Н
-	25	-	46,2	+	50	167	0
+	40	-	46,2	+	50	146	0
-	25	+	150	+	50	109	0
+	40	+	150	+	50	90	0

Таблица 23 - Остаточная прочность и степень потери прочности сетных полосок от совместного воздействия абразивного трения и циклических нагрузений (нитка ПА 187 текс×2).

№ опыта	Шаг ячеек, а мм (x ₁)		Шероховатость, W мкм (x ₂)		Относительное удлинение, Δl % (x ₃)		Количество циклов в процентном соотношении (x ₄)		Остаточная прочность P _{ост} , Н	Степень потери прочности		Погрешность расчета, %
										β _э	β _р	
1	-1	25	+1	150	+1	50	+1	50	122	0,66	0,635	3,79
2	-1	25	+1	150	-1	25	+1	50	183	0,49	0,487	0,51
3	-1	25	-1	46,2	-1	25	+1	50	199	0,43	0,417	2,91
4	-1	25	-1	46,2	+1	50	+1	50	174	0,51	0,520	-1,96
5	+1	40	+1	150	+1	50	+1	50	141	0,65	0,665	-0,76
6	+1	40	+1	150	-1	25	+1	50	200	0,50	0,523	-4,5
7	+1	40	-1	46,2	-1	25	+1	50	218	0,45	0,448	0,56
8	+1	40	-1	46,2	+1	50	+1	50	182	0,55	0,555	-0,91
9	-1	25	+1	150	+1	50	-1	25	221	0,37	0,377	-2,03
10	-1	25	+1	150	-1	25	-1	25	257	0,26	0,270	-3,85
11	-1	25	-1	46,2	-1	25	-1	25	312	0,11	0,105	4,55
12	-1	25	-1	46,2	+1	50	-1	25	273	0,23	0,248	-7,61
13	+1	40	+1	150	+1	50	-1	25	231	0,43	0,408	5,23
14	+1	40	+1	150	-1	25	-1	25	280	0,30	0,305	-1,67
15	+1	40	-1	46,2	-1	25	-1	25	341	0,15	0,135	10
16	+1	40	-1	46,2	+1	50	-1	25	290	0,28	0,283	-0,89

Таблица 24 - Остаточная прочность и степень потери прочности сетных полосок от совместного воздействия абразивного трения и циклических нагрузений (нитка ПА 187 текс×9).

№ опыта	Шаг ячеек, а мм (x ₁)		Шероховатость, W мкм (x ₂)		Относительное удлинение, Δl % (x ₃)		Количество циклов в процентном соотношении (x ₄)		Остаточная прочность P _{ост} , Н	Степень потери прочности		Погрешность расчета, %
										β _э	β _р	
1	-1	25	+1	150	+1	50	+1	50	292	0,76	0,746	1,81
2	-1	25	+1	150	-1	25	+1	50	335	0,72	0,704	2,26
3	-1	25	-1	46,2	-1	25	+1	50	634	0,47	0,484	-2,93
4	-1	25	-1	46,2	+1	50	+1	50	365	0,70	0,706	-0,89
5	+1	40	+1	150	+1	50	+1	50	315	0,78	0,781	-0,16
6	+1	40	+1	150	-1	25	+1	50	362	0,74	0,739	0,17

Продолжение таблицы 24												
7	+1	40	-1	46,2	-1	25	+1	50	672	0,52	0,519	0,24
8	+1	40	-1	46,2	+1	50	+1	50	382	0,73	0,741	-1,54
9	-1	25	+1	150	+1	50	-1	25	682	0,43	0,429	0,29
10	-1	25	+1	150	-1	25	-1	25	832	0,31	0,331	-6,85
11	-1	25	-1	46,2	-1	25	-1	25	983	0,18	0,166	7,64
12	-1	25	-1	46,2	+1	50	-1	25	805	0,33	0,334	-1,14
13	+1	40	+1	150	+1	50	-1	25	776	0,45	0,464	-3,06
14	+1	40	+1	150	-1	25	-1	25	892	0,37	0,366	1,01
15	+1	40	-1	46,2	-1	25	-1	25	1123	0,20	0,201	-0,63
16	+1	40	-1	46,2	+1	50	-1	25	864	0,39	0,369	5,45

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что:

- увеличение шероховатости истирающей поверхности в 3 раза снижает прочность сетных полосок на 20 %;

- увеличение амплитуды растяжения в 2 раза приводит к снижению прочности сетных полосок на 15 %;

- с увеличением количества циклов нагружения при совместном воздействии факторов механического износа, прочность сетных полосок снижается на 50 %;

- сетные полоски с большим шагом ячеи имеют износостойкость ниже, чем сетные полоски с меньшим шагом ячеи.

Получены математические зависимости остаточной прочности ($P_{ост}$) и степени потери прочности (β_p) сетных полосок, изготовленных из рыболовной полиамидной нитки 187 текс×2 и 187 текс×9 в мокром виде от следующих факторов: шаг ячеи, шероховатость истирающей поверхности, относительное удлинение, количество циклов нагружения, заданных в кодированном виде:

Сетная полоска из рыболовной ПА нитки 187 текс×2

$$P_{ост} = 225,5 + 8,88(x_1) - 22,13(x_2) - 22,15(x_3) - 49,13(x_4) - 3,38(x_2 x_3) + 6,25(x_2 x_4) - 4(x_2 x_3 x_4) \quad (21)$$

$$\beta_p = 0,4 + 0,02(x_1) + 0,06(x_2) + 0,06(x_3) + 0,13(x_4) - 0,01(x_2 x_4) + 0,02(x_1 x_2 x_3) + 0,01(x_2 x_3 x_4), \quad (22)$$

Сетная полоска из рыболовной ПА нитки 187 текс×9

$$P_{\text{ост}} = 721,75 + 86,13(x_1) - 144,75(x_2) - 173,25(x_3) - 153,25(x_4) - 11,38(x_1 x_3) - 22,18(x_1 x_4) + 42(x_2 x_3) - 12,13(x_1 x_2 x_3) - 17,38(x_1 x_3 x_4) + 18,5(x_2 x_3 x_4) + 12,88(x_1 x_2 x_3 x_4), \quad (23)$$

$$\beta_p = 0,51 + 0,02(x_1) + 0,07(x_2) + 0,07(x_3) + 0,17(x_4) - 0,03(x_2 x_3) - 0,01(x_2 x_3 x_4), \quad (24)$$

где x_1 - кодированное значение шага ячеи, в диапазоне изменения (25-40) мм;

x_2 - кодированное значение шероховатости поверхности, в диапазоне изменения (46,2-150) мкм;

x_3 - кодированное значение относительного удлинения образца, в диапазоне изменения (25-50) % от разрывного удлинения;

x_4 - кодированное значение циклов трения в процентном соотношении, в диапазоне изменения (25-50) % от полного износа.

Сравнение экспериментальных данных с расчетными данными по полученным зависимостям, показало, что отклонение в среднем не превышает 5 %, что говорит об адекватности полученных зависимостей (таблица 23, 24).

Для выполнения расчетных действий с натуральными значениями факторов необходимо перевести кодированные значения факторов к натуральным (17), и подставить полученные выражения в формулы 21 – 24.

Для данных зависимостей натуральные значения факторов можно представить, как:

$$x_1 = \frac{x_1 - 32,5}{7,5}; \quad x_2 = \frac{x_2 - 98,1}{51,9}; \quad x_3 = \frac{x_3 - 37,5}{12,5}; \quad x_4 = \frac{x_4 - 37,5}{12,5}$$

Предварительный анализ полученных зависимостей показал, что наиболее значимым фактором при механическом износе сетных полосок является фактор - количество циклов нагружения (x_4), меньшее влияние оказывают близкие по значению факторы - циклические нагрузки (x_3) и

шероховатость поверхности (x_2), и наименее значимым является фактор - шаг ячей (x_1).

Для уточнения степени влияния исследуемых факторов на степень потери прочности сетной полоски из рыболовной полиамидной нитки 187 текс×2 был выполнен анализ их приоритетов (Приложение Ж).

Вычисляем в пакете MathCAD точечные оценки элементов матрицы коэффициентов парной корреляции [45,46].

$$r = \begin{pmatrix} 1 & 0.097 & 0.37 & 0.386 & 0.823 \\ 0.097 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.37 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0.386 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0.823 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (25)$$

По первой строке матрицы парной корреляции (25) наибольшее влияние на степень потери прочности β имеет количество циклов нагружения $N_{\text{цикл}}$ ($r_{1,5} = 0,823$, корреляция положительная); второй по влиянию фактор - относительное удлинение Δl ($r_{1,4} = 0,386$, корреляция положительная); наименьшее влияние оказывает шаг ячей образца a ($r_{1,2} = 0,097$, корреляция положительная)

Найдем для регрессии различного порядка значения среднего квадратичного отклонения S , средней относительной погрешности аппроксимации ε , коэффициент множественной корреляции R , коэффициент множественной детерминации R^2 :

- с учетом значений всех влияющих факторов (таблица 25);
- с учетом трех влияющих факторов из четырех, отбросив наименее значимый фактор - шаг ячей a (таблица 26);
- с учетом двух влияющих факторов, отбросив влияющий фактор – шероховатость истирающей поверхности W (таблица 27);

Таблица 25 – Характеристики регрессии различного порядка с учетом влияния четырех факторов (a , W , Δl , $N_{\text{цикл}}$)

Порядок регрессии	Среднее квадратичное отклонение, S	Средняя относительная погрешность аппроксимации ε , %	Коэффициент детерминации, R^2
Первая степень	0,114	8,561	0,972
Вторая степень	0,058	6,703	0,986
Третья степень	0,040	5,776	0,990
Четвертая степень	0,038	5,697	0,991

Таблица 26 – Характеристики регрессии различного порядка с учетом влияния трех факторов (W , Δl , $N_{\text{цикл}}$)

Порядок регрессии	Среднее квадратичное отклонение, S	Средняя относительная погрешность аппроксимации ε , %	Коэффициент детерминации, R^2
Первая степень	0,153	10,735	0,963
Вторая степень	0,110	9,803	0,973
Третья степень	0,096	9,431	0,977
Четвертая степень	0,096	9,461	0,977

Таблица 27 – Характеристики регрессии различного порядка с учетом влияния двух факторов (Δl , $N_{\text{цикл}}$)

Порядок регрессии	Среднее квадратичное отклонение, S	Средняя относительная погрешность аппроксимации ε , %	Коэффициент детерминации, R^2
Первая степень	0,717	23,878	0,826
Вторая степень	0,717	23,915	0,826
Третья степень	0,717	23,992	0,826
Четвертая степень	0,717	24,069	0,826

Анализ полученных данных (таблицы 25-27), показывает, что:

- рассматривать модель выше второго порядка не имеет смысла, т.к. начиная со второй степени порядка регрессии коэффициент детерминации (R^2) и средняя относительная погрешность аппроксимации (ε) практически не изменяется;

- при регрессии второго порядка с учетом влияния четырех факторов коэффициент детерминации $R^2 = 0,986$, это означает, что 98,6 % изменения

степени потери прочности β описывается вариацией четырех влияющих факторов (a , W , Δl , $N_{\text{цикл}}$) и только оставшиеся 1,4 % описываются другими не учтенными факторами;

- отбросив наименее значимый фактор (a), коэффициент детерминации регрессии незначительно снижается ($R^2 = 0,973$), это значит, что 97,3 % изменения степени износа объясняется вариацией трех факторов (W , Δl , $N_{\text{цикл}}$), и только 2,7 % изменения остается не учтенными, отсюда следует что учетом влияния данного фактора можно пренебречь;

- отбросив два значимых фактора (Δl , $N_{\text{цикл}}$) коэффициент детерминации регрессии снижается ($R^2 = 0,826$), это значит, что 82,6 % изменения степени износа объясняется вариацией двух факторов (W , Δl), а 17,4 % изменения остается не учтенными, поэтому такой моделью пользоваться не рекомендуется.

Аналогичным методом проводилась оценка степени влияния исследуемых факторов на степень потери прочности сетной полоски из полиамидной рыболовной нитки 187 текс×9, которая показала, что значимость влияния факторов идентична сетной полоске из полиамидной рыболовной нитки 187 текс×2.

Выводы по главе 5

Предложенный метод и экспериментальное оборудование позволяет определить зависимость потери прочности и степени потери прочности рыболовных нитевидных материалов от совместного воздействия абразивного трения и циклических нагрузений.

Проведенный анализ значимости факторов для рыболовных полиамидных ниток и сетных полосок, изготовленных из них показал, что степень потери прочности увеличивается:

- с увеличением количества циклов нагружения;
- с увеличением амплитуды циклического нагружения;

- с увеличением шероховатости истирающей поверхности.

Степень потери прочности снижается с увеличением диаметра нитки и шага ячеи сетной полоски.

Наибольшее влияние на степень потери прочности при механическом износе, образующимся при совместном воздействии абразивного трения и циклических нагрузений на рыболовные полиамидные нитки оказывает шероховатость истирающей поверхности, а на сетные полоски из них - количество циклов нагружения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для формирования цели и задач диссертационной работы был проведен обширный анализ отечественных и зарубежных исследований по методам, способам оценки износостойкости материалов и изделий.

В результате проведенного анализа было выявлено, что в сетеснастной и рыбной отраслях до настоящего времени вопрос по оценке износостойкости рыболовных материалов не был решен, что приводит к необоснованному выбору этих материалов при постройке орудий рыболовства, в свою очередь это сказывается на их работоспособности и долговечности.

Поставленные в диссертационной работе задачи были выполнены в полном объеме:

- сконструированы, изготовлены и оснащены контрольно-измерительной аппаратурой экспериментальные установки, для проведения исследований по определению величины износостойкости рыболовных нитевидных материалов от воздействия различных факторов механического износа, в частности на установку по исследованию износостойкости рыболовных нитевидных материалов получен патент РФ на полезную модель № 174834;

- впервые были разработаны методы экспериментальной оценки износостойкости рыболовных нитевидных материалов при абразивном трении, циклических нагружениях и их совместном воздействии, которые позволяют проводить оценку показателей износостойкости натуральных рыболовных материалов;

- по разработанным методам на экспериментальных установках был выполнен значительный объем экспериментальных исследований по определению и оценке износостойкости рыболовных нитевидных материалов.

По результатам выполненных экспериментальных исследований получены:

- графические и аналитические зависимости потери прочности рыболовных полиамидных ниток и сетных полосок из них от различных

обоснованно выбранных влияющих факторов (диаметр, шаг ячеи, шероховатость поверхности, состояние образцов и поверхностей) для условий абразивного износа;

- зависимости величины остаточной прочности и степени потери прочности рыболовных полиамидных ниток при циклических нагружениях от факторов: диаметр нитки, количество циклов нагружения, относительное удлинение;

- зависимости величины остаточной прочности и степени потери прочности рыболовных полиамидных ниток и сетных полосок, изготовленных из них при совместном воздействии абразивного трения и циклических нагружений от факторов: диаметра нитки, шероховатости поверхности, относительного удлинения, количества циклов нагружения

На основании полученных зависимостей сделаны следующие выводы:

- зависимость потери прочности рыболовной полиамидной нитки и сетных полосок из нее от исследуемых факторов носит линейный характер;

- рыболовные полиамидные нитки имеют сопротивление абразивному износу больше чем сетная полоска, изготовленная из нее;

- сетные полоски с большим шагом ячеи имеет более низкое сопротивление абразивному износу, чем сетные полоски с меньшим шагом ячеи; так увеличение шага ячеи в 3,5 раза приводит к увеличению износа в 1,5 раза;

- увеличение нагрузки на рыболовную полиамидную нитку в 4 раза (от 0,5 до 2,0 кг) уменьшает сопротивление абразивному износу в 3 раза;

- потеря прочности рыболовных ниток и полосок, изготовленных из них с увеличением шероховатости поверхности в 3 раза, в среднем увеличивается в 2,5 раза;

- увеличение диаметра рыболовной полиамидной нитки в 1,4 раза повышает остаточную прочность при циклических нагружениях на 10 %.

- увеличение количества циклов нагружения в 10 раз – снижает остаточную прочность в 10 раз.

- увеличение амплитуды удлинения в 2 раза снижает остаточную прочность на 20 %.

Проведена оценка значимости влияния исследуемых факторов на износостойкость рыболовных нитевидных материалов при:

- абразивном трении;
- циклических нагружениях;
- совместном воздействии абразивного трения и циклических нагружений.

При абразивном трении наибольшее влияние на потерю прочности рыболовных полиамидных ниток и сетных полосок из них оказывает приложенное усилие и шероховатость истирающей поверхности.

При циклических нагружениях на степень потери прочности рыболовных полиамидных ниток наибольшее влияние оказывают близкие по значению, величина шероховатости истирающей поверхности, и величина амплитуды удлинения.

При совместном воздействии абразивного трения и циклических нагружений наибольшее влияние на степень потери прочности:

- рыболовных полиамидных ниток оказывают близкие по значению - величина шероховатости истирающей поверхности и амплитуды удлинения;
- сетных полосок, изготовленных из рыболовных полиамидных ниток, оказывает количество циклов нагружения.

Впервые экспериментально были получены численные значения величины показателя сопротивления абразивному износу для рыболовных веревок из смесовых материалов, широко применяющихся в промышленном рыболовстве, что позволит более объективно оценивать применяемые материалы на стадии конструирования и изготовления орудий рыболовства.

Практические рекомендации.

Предложенные в работе методы позволяют ввести в нормативно-техническую документацию на рыболовные нитевидные материалы

показатель-сопротивление абразивному износу, что особенно актуально при применении рыболовных материалов, изготовленных из новых видов сырья и из смесовых волокон. Введение этой характеристики позволит проводить более качественный отбор рыболовных материалов на стадии проектирования орудий рыболовства и поможет предотвратить его преждевременный износ во время эксплуатации.

Результаты исследований в дальнейшем должны стать исходной базой для разработки нормативно-технической документации по определению фактического износа и продолжительности работы орудий рыболовства с учетом условий их эксплуатации.

Результаты экспериментальных исследований и экспериментальное оборудование применялись фирмой ООО ЛЦТ КОНЦЕПТ при входном контроле рыболовных нитевидных материалов, применяемых при постройке тралов, что подтверждается актом внедрения (Приложение К).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артоболовский И. И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1975. – 699 с.
2. Баранов Ю. Б. О методе расчета тяги фрикционных машин в рыбной промышленности: автореф. дисс. ... канд. техн. наук – Калининград, 1962. – 26 с.
3. Баранов Ю. Б. О тяге фрикционных выборочных машин / Труды НИКИМРП – ВНИРО. – Вып. 1, т. 1. – Л.: Изд-во ВНИРО, 1959. – С. 32 – 38.
4. Батурин В., Балдунчикс Ю., Справочник по сетестнастным материалам, промысловому снаряжению и эксплуатации промысловых судов. – Рига: Экобалтика, 2000. – 381 с.
5. Берг О. Я., Щербаков Е. Н., Писанко Г. Н. Высокопрочный бетон. – М.: Стройиздат, 1971. – 208 с.
6. Боуден Ф., Тейбор Д. Трение и смазка твердых тел. – М.: Машиностроение, 1968. – 543 с.
7. Войниканис-Мирский В.Н. Рыболовные материалы, сетные и такелажные работы. – М.: Агропромиздат, 1985. – 183 с.
8. Гиренко В. Н. Кошельковый лов сельди с океанских сейнеров. – Южно-Сахалинск: Южно-Сахалинское книжное изд-во, 1959. – 32 с.
9. Гиренко В. Н. Экспериментальные исследования и метод расчета тяговых усилий сильных блоков при различных режимах выборки кошелькового невода: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Владивосток, 1969. – 24 с.
10. Гороховский Г. А., Гелетуха Г.Н., Кравченко В. Г. Износ полимерных материалов // ФХММ – Львов: Национальная академия наук Украины, 1965. – 231 с.
11. ГОСТ 10878-70 Материалы текстильные. Линейная плотность в единицах текс и основной ряд номинальных линейных плотностей. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 5 с.

12. ГОСТ 12739-85 Полотна и изделия трикотажные. Метод определения устойчивости к истиранию. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 7 с.
13. Гукало Я. М. О нагрузках в пространственных сетных фигурах и на модели трала // Труды Калининградского технического института рыбной промышленности и хозяйства. – Т. 62. – Калининград: Изд-во КТИРПХ, 1977. – С. 109 – 115.
14. Гукало Я. М. Оценка эффективности использования прочности сетематериалов в орудиях лова // Рыбное хозяйство. – 1978, № 7. – С. 48 – 50.
15. Дерябина А. И. Разработка метода оценки и исследование деформации при циклическом сжатии объемных нетканых материалов для одежды: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – М., 2017. – 16 с.
16. Долин Г. М. Планирование экспериментов в промышленном рыболовстве: учеб. пособие. – Калининград: КГТУ, 1996. – 119 с.
17. Зеброва Е. М. Исследование процесса трения скольжения жгута дели во фрикционных рабочих органах рыбопромысловых механизмов: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Калининград, 2007. – 23 с.
18. Исследование канатно-веревочных изделий с повышенными физико-механическими показателями: научный отчет НИР (заключительный): 953 НИО / СЭКБ Промрыболовства: рук. Изнанкин Ю. А. – Калининград, 1972. – 152 с.
19. Изнанкин Ю. А. Основы конструирования сетных орудий лова: учебник. – Калининград: КГТУ, 1996. – 122 с.
20. Изнанкин Ю. А., Лисовой А. П. Учёт внутренних свойств рыболовных сетей в устройстве орудий лова: учеб. пособие. – Калининград: КТИРПХ, 1989. – 96 с.
21. Капица Г. П. Влияние волокнистого состава и строения тканей с содержанием модифицированного льняного волокна на их потребительские свойства: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – М., 2005. – 20 с.
22. Карпенко В. П., Торбан С. С. Механизация и автоматизация процессов промышленного рыболовства. – М.: Агропромиздат, 1990. – 464 с.

23. Кинасошвили, Р. С. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1975. – 216 с.
24. Кириллов В. М. Пути уменьшения износа капроновых кошельковых неводов при работе фрикционными роллами // Рыбное хозяйство. – 1970, № 6. – С. 13 – 18.
25. Козлова И. А. Применение теории прочностной надежности для разработки норм износа орудий лова: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – М., 2000. – 22 с.
26. Крагельский И. В. Трение и износ. – М.: Машиностроение, 1968. – 480 с.
27. Крагельский И. В., Добычин М. Н., Комбалов В. С. Основы расчетов на трение и износ. – М.: Машиностроение, 1977. – 526 с.
28. Кукин Г. Н., Соловьев А. Н., Кобляков А. И. Текстильное материаловедение. Текстильные полотна и изделия: учебн. для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1992. – 272 с.
29. Курапцев П. А. Исследование и совершенствование рабочих органов подвесных машин для выборки кошельковых неводов: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Калининград, 1969. – 25 с.
30. Курапцев П. А. Особенности работы машин для выборки орудий лова // Труды НИКИМРП. – Т. IV. – Л.: Изд-во ВНИРО, 1968. – С. 45 – 62.
31. Ломакина Л. М. Технологии постройки орудий лова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 207 с.
32. **Львова Е. Е.** Износостойкость нитевидных материалов // Межвуз. научн.-техн. конф. курсант. и студ. «День науки»: материалы. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2015. – С. 334 – 337.
33. **Львова Е.Е.** Экспериментальные исследования новых рыболовных материалов на абразивное трение/Е.Е. Львова, А.В. Суконнов// Известия Калининградского государственного технического университета. – 2015. – №39. – С. 41-46.

34. **Львова Е.Е.**, Суконнов А.В. К вопросу оценки износостойкости рыболовных нитей от циклических нагрузжений. // V Международный Балтийский морской форум. V Международная научная конференция «Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии»: материалы. - Калининград: Изд-во БГАРФ. - 2017 г. - С. 418-421

35. **Львова Е.Е.**, Суконнов А.В. Экспериментальная оценка прочностных характеристик рыболовных нитей от их геометрических параметров // Материалы VI международного Балтийского морского форума «Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии» / КГТУ. - 2018. - С. 373 - 378.

36. **Львова Е.Е.**, Суконнов А.В. Экспериментальное определение зависимости прочностных характеристик рыболовных монопнитей от их диаметра// Сборник материалов Материалы II Национальной заочной научно-технической конференции «Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации» Владивосток, Дальрыбвтуз, 2018. - С. 47 - 49.

37. **Львова Е.Е.**, Суконнов А.В., Суконнова Т.Е. Экспериментальные исследования процесса износа рыболовных нитей от абразивного трения// Рыбное хозяйство. №4. - 2017. - С. 106-108.

38. **Львова Е.Е.**, Суконнов А.В., Суконнова Т.Е. Экспериментальная установка для исследования влияния циклических нагрузжений на прочность текстильных рыболовных нитевидных материалов// Рыбное хозяйство. №4. - 2017. - С. 97-99.

39. **Львова Е.Е.**, Суконнов А.В., Розенштейн М.М., Суконнова Т.Е. Методика экспериментальной оценки износостойкости сетеснастных рыболовных материалов от факторов механического износа// Известия КГТУ. – 2020. – №56. – С. 48-60.

40. Мамцев Е. Н., Пахнов М. Н. Прочность канатов и механические свойства капроновых нитей // Рыбное хозяйство. – 1972, № 9. – С. 58 – 60.

41. Маняхин А. М. Защита стальных ваерных канатов рыболовных траулеров от интенсивного износа: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – М., 1981. – 28 с.

42. Махонь А. Н. Верификация методики многоцикловых испытаний текстильных материалов // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2013, № 24. – 9 с.

43. Мельников В. Н. Устройство орудий лова и технология добычи рыбы: учеб. пособие. – М.: Агропромиздат, 1991. – 384 с.

44. Мельников В. Н. Качество, надежность и работоспособность орудий промышленного рыболовства. – М.: Лёгкая и пищевая пром-сть, 1982. – 264 с.

45. Наумов В. А. Математическое моделирование: учеб.-метод. пособие. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. – 73 с.

46. Наумов В. А. Прикладная математика: учеб. пособие. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2014. – 144 с.

47. Пат. № 174834 РФ, МПК G01N 3/56 (2006.01). Установка для испытания износостойкости рыболовных нитевидных материалов / **Львова Е.Е.**, Суконнов В.А.– № 2017103995; заявл. 07.02.2017; опубл. 03.11.2017, Бюл. № 31.

48. Пат. № 2247356 РФ, МПК G01N 3/56 (2000.01). Способ экспресс-исследования износостойкости материалов нитепроводящих деталей при изнашивании скользящей нитью и устройство для его осуществления / Букалов Г. К., Хмелев Д. А., Дворский В. М. № 2003115675/28; заявл. 26.05.2003; опубл. 27.02.2005, Бюл. № 6.

49. Пат. № 25352 РФ, МПК G01N 3/56 (2000.01). Устройство для испытания материалов на трение и износ / Уразаков К. Р., Газаров А. Г., Валишин Ю. Г. и др. № 2002112927/20; заявл. 20.05.2002; опубл. 27.09.2002, Бюл. № 27.

50. Пат. № 4005 РФ, МПК G01N 3/56 (1995.01). Устройство для испытания материалов на трение и износ / Косорукова О. В., Кузнецова Г. В.,

Котов В. В., Дмитриев А. В. – № 96104833/20; заявл. 22.03.1996; опубл. 16.04.1997.

51. Пат. № 44825 РФ, МПК G01N 3/56 (2000.01). Машина для испытания материалов на трение и изнашивание / Аксенов В. А., Банул В. В., Попов Д. С. – № 2004133514/22; заявл. 15.11.2004; опубл. 27.03.2005, Бюл. №9

52. Пат. № 2531124 РФ, МПК G01N 3/56 (2006.01). Устройство для испытания материалов на трение и износ / Мешков В. В., Сутягин О. В., Мединцев С. В. – № 2013129644/28; заявл. 27.06.2013; опубл. 20.10.2014, Бюл. № 29.

53. Пат. № 2472133 РФ, МПК G01N 3/56 (2006.01). Установка для испытания материалов на трение / Лодус Е. В., Павлович А. А. – № 2011119183/28; заявл. 12.05.2011; опубл. 10.01.2013, Бюл. № 1.

54. Пат. № 2411499 РФ, МПК G01N 3/56 (2006.01). Установка для испытания материалов на трение / Лодус Е. В. – № 2009147979/28; заявл. 23.12.2009; опубл. 10.02.2011, Бюл. № 4.

55. Пат. № 2047162 РФ, МПК G01N 3/56 (1995.01). Устройство для испытания материалов на трение / Лодус Е. В. – № 5021498/28; заявл. 24.12.1991; опубл. 27.10.1995.

56. Погодаев Л. И., Шевченко П. А. Гидроабразивный и кавитационный износ судового оборудования. – Л.: Судостроение, 1984. – 264 с.

57. Полуляк С. И. Исследование тяговых свойств рабочих органов неводовыборочных машин методом тензометрии // Рыбное хозяйство. – 1966, № 8. – С. 38 – 40.

58. Полуляк С. И. Методика исследования процессов трения элементов сетного полотна о рабочие поверхности неводовыборочных машин // Рыбное хозяйство. – 1975, № 12. – С. 42 – 48.

59. Проников А. С. Надёжность машин. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.

60. РД 15-191-91 Руководящий документ по стандартизации. Материалы рыболовные из текстильных нитей. Методы испытаний. – Калининград: НПО Промрыболовства, 1991. – 68 с.

61. Розенштейн М. М., Суконнов А. В. Влияние угла обхвата и дуги трения на коэффициенты трения в трибопарах (элементы орудия рыболовства – фрикционные органы промысловых машин) // Рыбное хозяйство. – 2009, № 2. – С. 77 – 78.

62. Розенштейн М. М., Суконнов А. В. Исследование зависимости коэффициентов трения элементов орудий рыболовства и фрикционных органов промысловых машин от угла обхвата последних и дуги трения // Известия КГТУ. – 2007, №11. – С. 63-67.

63. Розенштейн М. М., Суконнов А. В. Исследование процесса трения скольжения во фрикционных рабочих органах промысловых машин: научный отчёт (заключительный): 05-21.2.1 / ФГОУ ВПО КГТУ: рук. Розенштейн М. М. – Калининград, 2005. – 125 с.

64. Розенштейн М. М., Суконнов А. В. Экспериментальная оценка износостойкости рыболовных материалов: научный отчёт (заключительный): 07-21.2.1 / ФГОУ ВПО КГТУ: рук. Розенштейн М. М. – Калининград, 2007. – 95 с.

65. Розенштейн М. М., Суконнов А. В. Исследование процесса трения скольжения фрикционных рабочих органов промысловых машин: научный отчёт (заключительный): 06-21.2.1 / ФГОУ ВПО КГТУ: рук. Розенштейн М. М., – Калининград, 2006. – 115 с.

66. Фридман А. Л. Совершенствование методов проектирования и эксплуатации техники промышленного рыболовства: научный отчет (промежуточный) / КТИРПиХ: рук. Фридман А. Л. – Т. 1. – Калининград, 1986. – 57 с.

67. Федоров С. В., Зеброва Е. М. Состояние статического трения жгута дели во фрикционных рабочих органах рыбопромысловых механизмов // Рыбное хозяйство. – 2007, № 2. – С. 85 – 88.

68. Шейнблит А. Е. Курсовое проектирование деталей машин: учеб. пособие. – Калининград: Янтар. сказ., 2002. – 454 с.
69. Abrasion resistance: considerations for textile specifiers. Association for contract textiles. [Электронный ресурс] // URL: http://contracttextiles.org/wp-content/uploads/2016/12/act_wp_synopsis_060211.pdf (дата обращения 25.03.2018).
70. Can Y. Effects of laundering process on abrasion and wrinkle resistance of cotton plain fabric / Can Y., Akaydin M. // *Tekstil ve Konfeksiyon*. – № 23 (1). – 2013. – P. 49–54.
71. Cayer-Barrioz J. Abrasive wear micromechanisms of oriented polymers / Cayer-Barrioz J., Mazuyer D., Kapsa P. et al. // *Polymer*. Т. 45, № 8. – 2004. – P. 2729–2736.
72. Klust, G. Netting materials for fishing gear – FAO, 1982. – 193 p.
73. Klust, G. Choice and use of synthetic fibres for fresh water fishery / Klust, G. // *Fischwirt*. – № 9. – 1959. – P. 221-234.
74. Mayer-Gall T. New method for damage assessment in Martindale abrasion testing / Mayer-Gall T., Gutmann J. S., Textor T. // *Melliand Int*. – № 1. – 2018. – P. 36-38.
75. Mayer-Gall T. Ausrüstung zur Verbesserung der Abrasionsbeständigkeit von textilen Flächengebilden: finishing for improving the abrasion resistance of textile fabrics / Mayer-Gall T., Textor T. and Gutmann J. S. // *DTNW-Mitteilung*. – № 108. – 2017. – 70 p.
76. Raheel M. Effect of abrasion on stress-strain properties of two polyester/cotton fabrics in low-level laboratory abrasion and wear trials. *Textile Research Journal*. – № 50. – 1980. – P. 381–386.
77. Shimozaki Y. On the resistance of fishing nets to wear and tear: 1. Resistance of trawler knot nets and knotless nets / Shimozaki Y., Utsumi H. // *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*. – № 41 (1).–1975.– P. 7-20

78. Škoc M. S., Pezelj E. Abrasion resistance of high performance fabrics. // Abrasion resistance of materials: ed. by M. Adamiak. – Rijeka: InTech, 2012. – P. 35 – 52.

79. Technical properties of available raw materials [Электронный ресурс] // URL: https://www.maximropes.com/home/tech_info/rope_material (дата обращения 23.05.2017).

80. U. Oxvig, U. Hansen. Fishing gears. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.fisheriescircle.com/files/Fiskericirklen/Fagbogor/PDFer/Fishing%20gears/Fishing%20gears%20кар-2.pdf> (дата обращения 13.09.2018).

81. Von Brandt A. Synthetic net materials for bottom and midwater trawls / Von Brandt A., Klust, G. // Modern fishing gear on the world, 3. Fish News (Books).–1971.– P. 318-327

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Патент РФ № 174834 УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЫБОЛОВНЫХ НИТЕВИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** (11) **174 834**⁽¹³⁾ **U1**

(51) МПК
G01N 3/56 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ФОРМУЛА ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

<p>(21)(22) Заявка: 2017103995, 07.02.2017</p> <p>(24) Дата начала отсчета срока действия патента: 07.02.2017</p> <p>Дата регистрации: 03.11.2017</p> <p>Приоритет(ы):</p> <p>(22) Дата подачи заявки: 07.02.2017</p> <p>(45) Опубликовано: 03.11.2017 Бюл. № 31</p> <p>Адрес для переписки: 236006, г.Калининград, ул. 9 Апреля, 10, кв. 36, Львова Е.Е.</p>	<p>(72) Автор(ы): Львова Екатерина Евгеньевна (RU), Суконнов Анатолий Владимирович (RU)</p> <p>(73) Патентообладатель(и): Львова Екатерина Евгеньевна (RU), Суконнов Анатолий Владимирович (RU)</p> <p>(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2247356 C1, 27.02.2005. SU 737812 A1, 30.05.1980. SU 86586 A1, 10.10.1950. US 9341555 B2, 17.05.2016.</p>
---	---

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЫБОЛОВНЫХ НИТЕВИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

(57) Формула полезной модели

1. Установка для испытания износостойкости рыболовных нитевидных материалов, включающая корпус, привод, подвижную платформу, смонтированную на корпусе с возможностью возвратно-поступательного перемещения по горизонтали, приспособление для смачивания исследуемых нитей, а также приспособления для крепления нитей, отличающаяся тем, что установка дополнительно снабжена счетчиком выполненных циклов, концевыми выключателями, кнопками пуска и аварийной остановки, верхняя поверхность подвижной платформы оснащена сменными абразивными полосами, а приспособление для смачивания исследуемой нити выполнено в виде капельницы, установленной над верхней поверхностью платформы.

2. Установка по п. 1, отличающаяся тем, что форма верхней поверхности подвижной платформы соответствует форме слипов большинства рыболовных судов.

RU 174834 U1

RU 174834 U1

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Эскизная документация на экспериментальную установку по определению износа рыболовных материалов

Перв. примен.	000-00-ТМИС			
Справ. N	<p>Установка предназначена для ускоренных испытаний различных материалов в виде нитей трением</p> <p>Настройка установки для конкретного вида осуществляется по методике, разработанной для настоящей установки.</p> <p>1. Все размеры для справок</p> <p>2. Перемычки заземления установить между рамой и приводом, а также между рамой и панелью управления сечением не менее 0.5 мм</p>			
Подп. и дата	21	Груз 0.3кг	4	
Взм. инв. №/Инь. N дубл.	19	Шайба 12 ГОСТ 11371-78	8	
Подп. и дата	18	Гайка M12 ГОСТ 5915-78	8	
Инь. № подл.	16	Гайка M6 ГОСТ 5915-78	12	
Подп. и дата	15	Шайба 6 ГОСТ 11371-78	12	
Инь. № подл.	14	Шайба 6H65Г ГОСТ 6401-70	12	
Подп. и дата	12	Болт M6x36 ГОСТ 7798-70	12	
Инь. № подл.	11	СИМТ-02-004 Рычаг	1	
Подп. и дата	9	СИМТ-01-006 Направляющая	2	
Инь. № подл.	7	СИМТ-05-000 Панель управления	1	
Подп. и дата	6	СИМТ-03-000 Каретка	1	
Инь. № подл.	5	СИМТ-02-000 Привод каретки	1	
Подп. и дата	4	СИМТ-01-040 Узел натяжения	1	
Инь. № подл.	3	СИМТ-01-030 испытуемого материала	1	
Подп. и дата	2	СИМТ-01-020-01 Узел крепления	1	
Инь. № подл.	1	СИМТ-01-020 Направляющая	1	
Подп. и дата	1	СИМТ-01-010 Направляющая	1	
Инь. № подл.	1	СИМТ-01-010 Рама Стенда	1	
Подп. и дата	Поз	Обозначение	Наименование	Кол-во Примечание

3. При установке на штатное место, раму заземлить проводом с сечением не менее 1 мм² к штатному заземлению в помещении

СИМТ-00-000								
Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата	Экспериментальная установка	Лит.	Масса	Масштаб
					определения износа рыболовных материалов	ПП		1:5
						Лист 1	Листов 2	
Н.контр.	Утв.				КГТУ			

Копировал
Формат А3

СИМТ-00-000

Перв. примен.

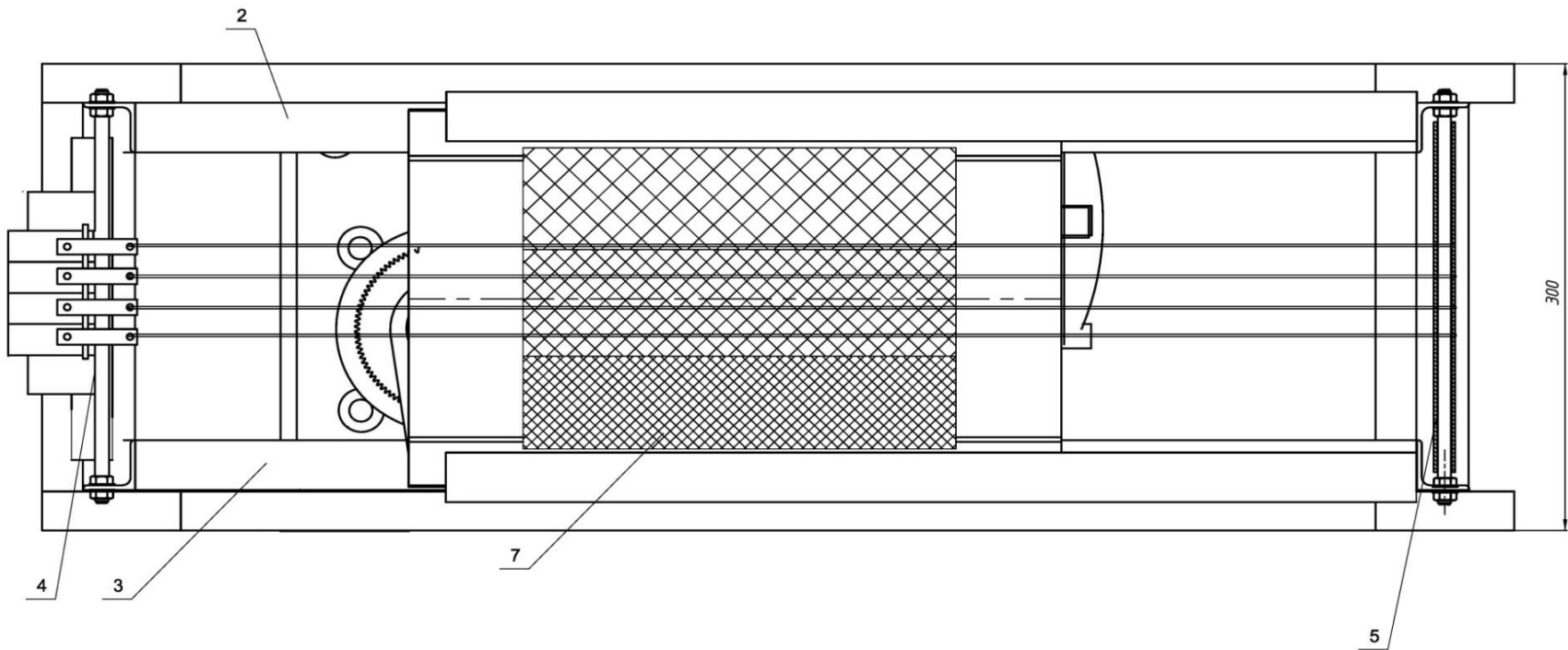
Справ. N

Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. N дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата

СИМТ-00-000

Лист
2

Копировал

Формат А3

СИМТ-01-010

Перв. примен.

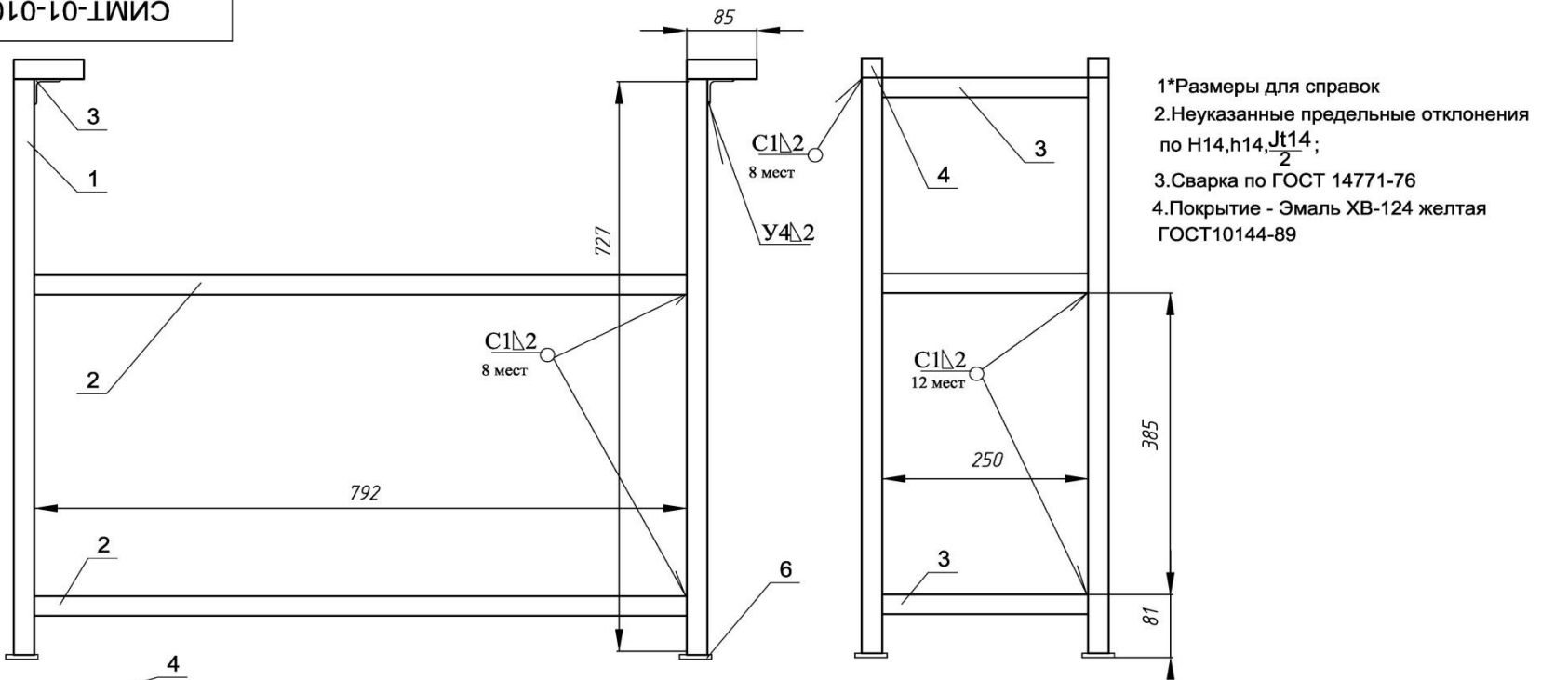
Справ. N

Подп. и дата

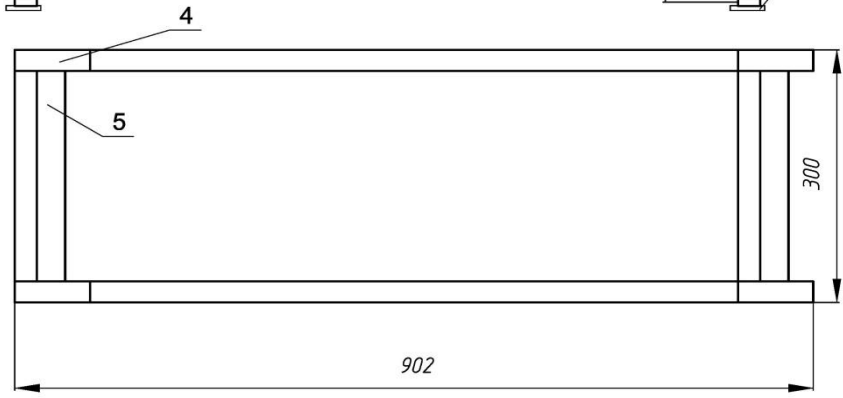
Взам. инв. № Инв. N дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



1*Размеры для справок
 2.Неуказанные предельные отклонения по Н14, h14, Jt14;
 3.Сварка по ГОСТ 14771-76
 4.Покрытие - Эмаль ХВ-124 желтая ГОСТ10144-89

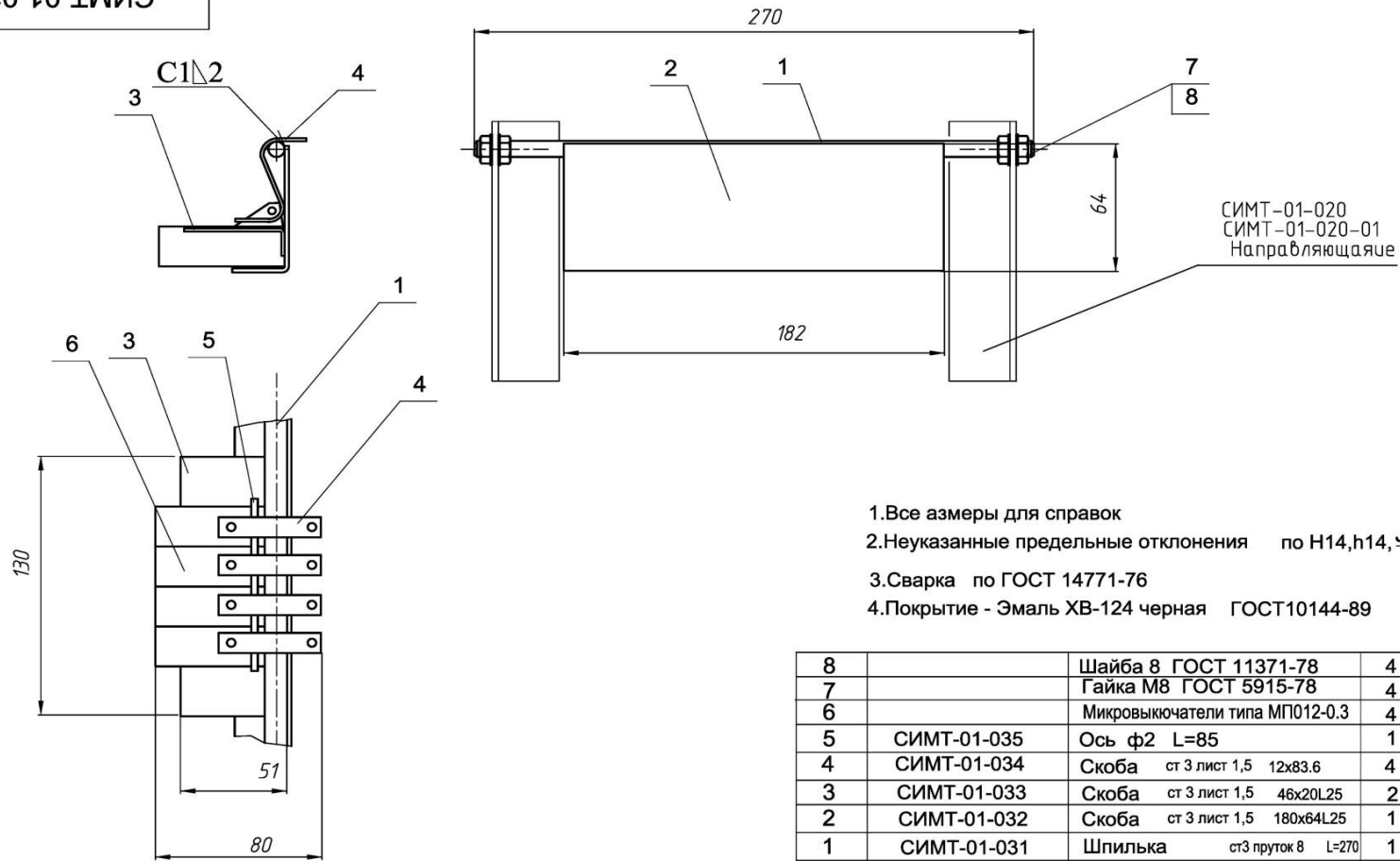


6	СИМТ-01-100	Опора в сборе	4	
5	СИМТ-01-005	Переключатель уголок 32x32x3 L=300	2	ГОСТ 8509-93
4	СИМТ-01-004	Упор Труба 25x25x2 L=85	4	ГОСТ 8639-82
3	СИМТ-01-003	Переключатель Труба 25x25x2 L=250	6	ГОСТ 8639-82
2	СИМТ-01-002	Переключатель Труба 25x25x2 L=792	4	ГОСТ 8639-82
1	СИМТ-01-001	Стойка Труба 25x25x2 L=727	4	ГОСТ 8639-82
Поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
СИМТ-01-010				
Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Львова			10.01.16
Пров.	Суконнов			10.01.16
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				
Рама стенда			Лит.	Масса
			Лит. 1	Масштаб 1:5
			Лист 1	Листов 1

Копировал

Формат А3

СИМТ-01-030



1. Все размеры для справок
2. Неуказанные предельные отклонения по Н14, h14, $\frac{Jt14}{2}$;
3. Сварка по ГОСТ 14771-76
4. Покрытие - Эмаль ХВ-124 черная ГОСТ10144-89

8		Шайба 8 ГОСТ 11371-78	4	
7		Гайка М8 ГОСТ 5915-78	4	
6		Микровыключатели типа МПО12-0.3	4	
5	СИМТ-01-035	Ось ф2 L=85	1	ГОСТ380-2005
4	СИМТ-01-034	Скоба ст 3 лист 1,5 12x83,6	4	ГОСТ380-2005 <small>либо по шаблону</small>
3	СИМТ-01-033	Скоба ст 3 лист 1,5 46x20L25	2	ГОСТ380-2005
2	СИМТ-01-032	Скоба ст 3 лист 1,5 180x64L25	1	ГОСТ380-2005
1	СИМТ-01-031	Шпилька ст3 пруток 8 L=270	1	ГОСТ380-2005
Поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
СИМТ-01-030				
Узел крепления испытываемого материала			Лит.	Масса
			Масштаб	1:2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Львова	<i>Львова</i>		10.01.16
Пров.	Суконнов	<i>Суконнов</i>		10.01.16
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				
			Лист 1	Листов 1
КГТУ				

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. N

Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. N дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

СИМТ-01-040

Перв. примен.

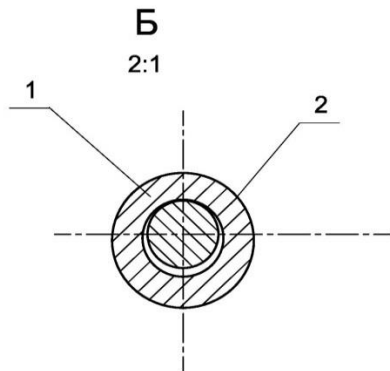
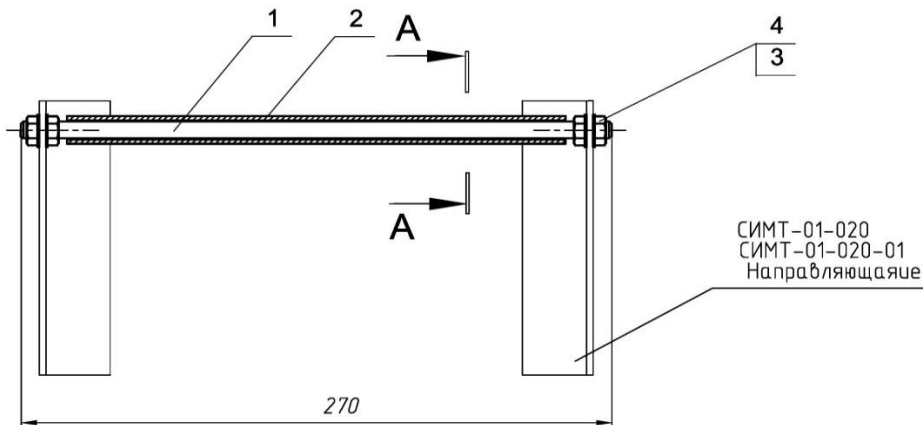
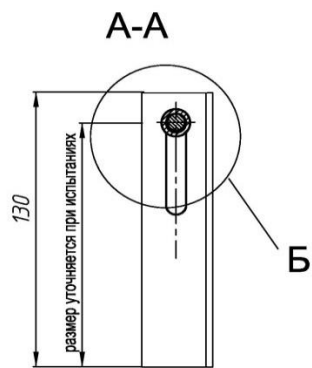
Справ. N

Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. N дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



- 1*Размеры для справок
- 2.Неуказанные предельные отклонения по Н14, h14, $\frac{Jt14}{2}$;
- 3.Покрытие - Эмаль ХВ-124 черная ГОСТ10144-89
- 4.Деталь поз. 2 покрытию не подлежит

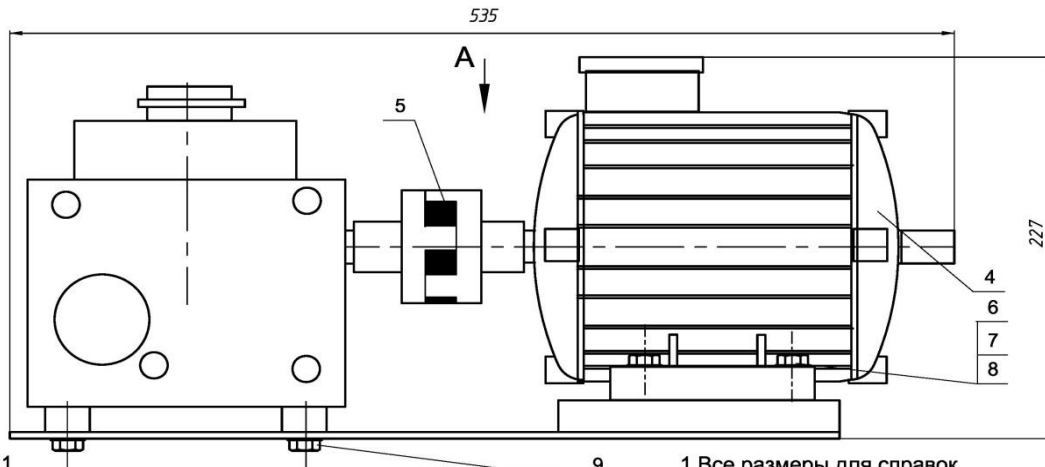
4		Шайба 8 ГОСТ 11371-78	4	
3		Гайка М8 ГОСТ 5915-78	4	
2	СИМТ-01-032	Трубка ст 3 ф13х2 L=225	1	ГОСТ380-2005
1	СИМТ-01-031	Шпилька ст3 пруток 8 L=270	1	ГОСТ380-2005
Поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
СИМТ-01-040				
Узел натяжения испытываемого материала			Лит.	Масса
			Масштаб	1:2
Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Львова	<i>Львова</i>		10.01.16
Пров.	Суконнов	<i>Суконнов</i>		10.01.16
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				
			Лист 1	Листов 1
КГТУ				

СИМТ-02-000

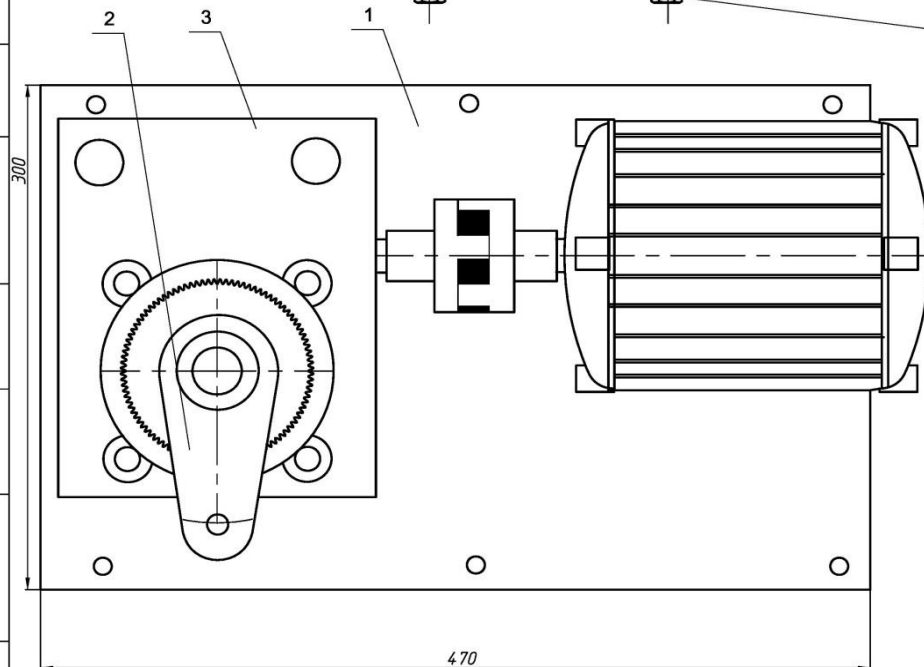
Перв. примен.

Справа N

A



Технические характеристики
 1. Мощность 0,32квт
 2. Частота колебаний 10-40 в мин



- 9 1 Все размеры для справок
- 10 2. Покрытие - Эмаль ХВ-124 желтая ГОСТ10144-89
- 11 3 Перемычки заземления установить между электродвигателем и основанием.

11	Шайба 16 ГОСТ 11371-78	4	
10	Шайба 16Н65Г ГОСТ 6401-70	4	
9	Болт М16х40 ГОСТ7798-70	4	
8	Шайба 12 ГОСТ 11371-78	4	
7	Шайба 12Н65Г ГОСТ 6401-70	4	
6	Болт М12х36 ГОСТ7798-70	4	
5	Муфта упругая 16-18-1-У3	1	ГОСТ14084-76
4	Электродвигатель N=0.3квт n=1500об мин	1	
3	Редуктор червячный ЧЧН63	1	i=32
2	СИМТ-02-020 Рычаг	1	
1	СИМТ-02-010 Основание	1	ст.3 б=4 300х470

Поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
СИМТ-02-000				
Привод каретки			Лит.	Масса
Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Львова	Л.П.		10.01.16
Пров.	Суконнов	С.		10.01.16
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				
			Лист 1	Листов 1
КГТУ				

Копировал

Формат А3

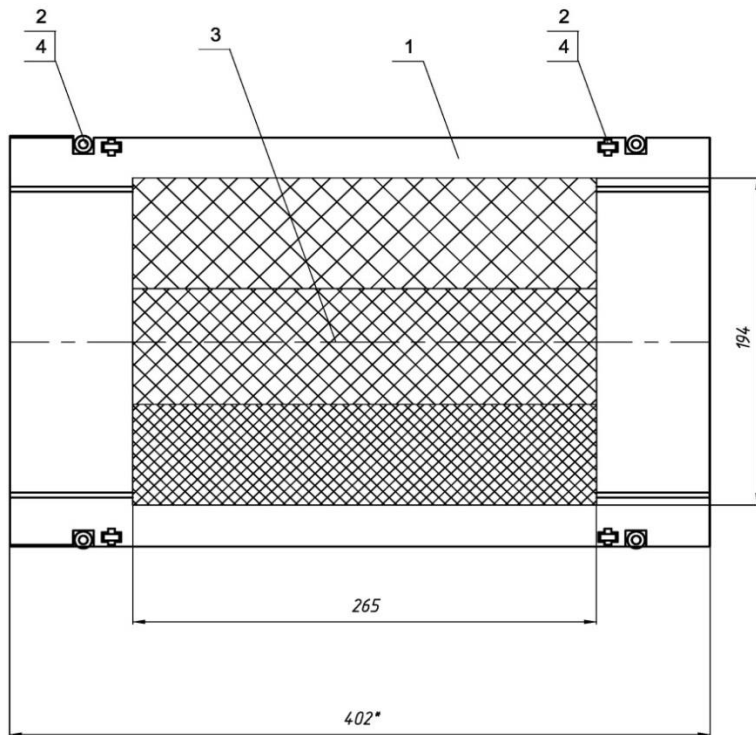
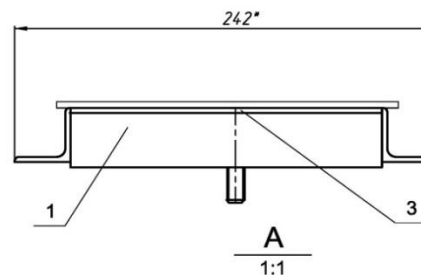
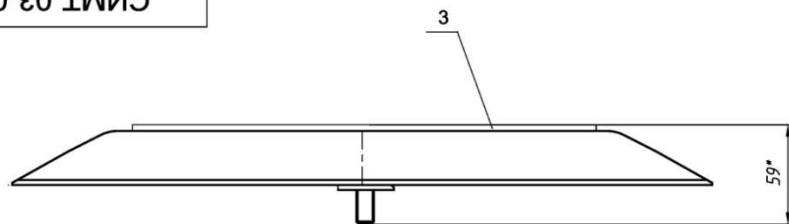
Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. N дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

000-03-000



- 1*Размеры для справок
- 2.Установку подшипников произвести по месту, используя пруток поз. 4
- 3.Крепление спецматериала поз.3 обеспечить клеями, позволяющими провести полноценные испытания.

4		Пруток ф 5	1	
3		Спецматериал обеспечения необходимого трения	1	См. материалы испытаний
2		Шарикоподшипник 618/4	8	
1	СИМТ-03-010	Каретка	1	
Поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
СИМТ-03-000				
Каретка в сборе			Лит.	Масса
			Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Львова			10.01.16
Пров.	Суконнов			10.01.16
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				
			Лист 1	Листов 1
КГТУ				

Перв. примен.

Справ. N

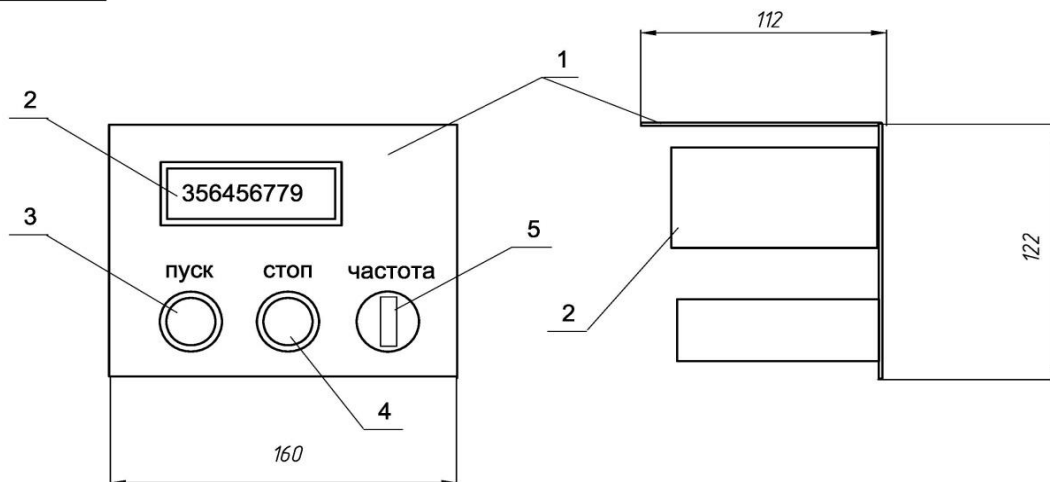
Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. N дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

СИМТ-05-000



- 1. Все размеры для справок
- 2. Покрытие панели - Эмаль ХВ-124 желтая ГОСТ10144-89

5		Потенциометр 2.2мом	1	
4		Кнопка КЕ21-021 стоп	1	
3		Кнопка КЕ21-006 пуск	1	
2		Индикатор счетчика импульсов	1	
1	СИМТ-01-031	Панель ст 3 лист 1,5 160x120x112	1	
Поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
СИМТ-05-000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Львова			10.01.16
Пров.	Суконнов			10.01.16
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				
Панель управления			Лит.	Масса
			Лист 1	Листов 1
			КГТУ	

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Страва. N

Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. N дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

СИМТ-00-000

Перв. примен.

Установка предназначена для ускоренных испытаний различных материалов в виде нитей трением
 Настройка установки для конкретного вида осуществляется по методике, разработанной для настоящей установки.

Справ.Н

1. Все размеры для справок
2. Перемычки заземления установить между рамой и приводом, а также между рамой и панелью управления сечением не менее 0.5 мм

21		Груз 0.3кг	4	
19		Шайба 12 ГОСТ 11371-78	8	
18		Гайка М12 ГОСТ 5915-78	8	
		Гайка М6 ГОСТ 5915-78	12	
16		Шайба 6 ГОСТ 11371-78	12	
15		Шайба 6Н65Г ГОСТ 6401-70	12	
14		Болт М6х36 ГОСТ7798-70	12	
12	СИМТ-02-004	Рычаг	1	
11	СИМТ-01-006	Направляющая	2	
9	СИМТ-05-000	Панель управления	1	
7	СИМТ-03-000	Каретка	1	
6	СИМТ-02-000	Привод каретки	1	
5	СИМТ-01-040	Узел натяжения		
		испытываемого материала	1	
4	СИМТ-01-030	Узел крепления		
		испытываемого материала	1	
3	СИМТ-01-020-01	Направляющая	1	
2	СИМТ-01-020	Направляющая	1	
1	СИМТ-01-010	Рама Стенда	1	
Поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание

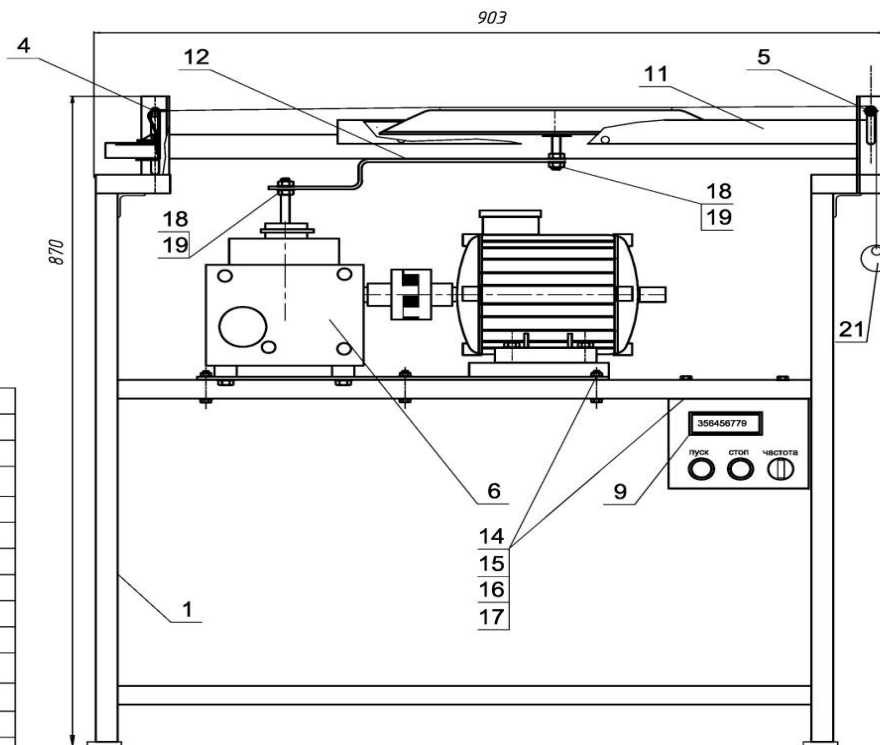
Подп. и дата

Взам. инв. №

Инва. №

Подп. и дата

Инва. № подл.



3. При установке на штатное место, раму заземлить проводом с сечением не менее 1 мм² к штатному заземлению в помещении

2

				СИМТ-00-000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Экспериментальная установка определения износа рыболовных материалов	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Львова	<i>Львова</i>	20.01.16		ПП		1:5
Пров.		Суконнов	<i>Суконнов</i>	20.01.16		Лист	1	Листов 2
Т.контр.						КГТУ		
Н.контр.								
Утв.								

Копировал

Формат А3

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Результаты испытаний рыболовных материалов при абразивном износе

Таблица 1- Нитка ПА 187 текс × 12 с первоначальной разрывной нагрузкой 1274 Н. Сухое трение.

Число циклов	% износа	Загрузка, кг	Остаточная разрывная прочность, Н	Поверхность
121	10	2	980	Шкура Р100
303	25		833	
605	50		480	
1211	100		0	
151	10	1,5	1048	
378	25		990	
756	50		588	
1513	100		0	
302	10	1	960	
755	25		676	
1510	50		490	
3021	100		0	
430	10	0,5	1048	
1074	25		1019	
2148	50		950	
4297	100		0	

Таблица 2 – Нитка ПА 187 текс × 12 с первоначальной разрывной нагрузкой 1274 Н. Мокрое трение (соленая вода).

Число циклов	% износа	Загрузка, кг	Остаточная разрывная прочность, Н	Поверхность
89	10	2	833	Шкура Р100
222	25		784	
445	50		490	
890	100		0	
130	10	1,5	872	
343	25		735	
648	50		490	
1295	100		0	
237	10	1	921	
592	25		686	
1185	50		441	
2370	100		0	
346	10	0,5	1039	
866	25		931	
1732	50		784	
3465	100		0	

Таблица 3- Сетная полоска ПА 187 текс × 12 – 70 мм. Сухое трение.
С первоначальной разрывной нагрузкой 1646 Н.

Число циклов	% износа	Загрузка, кг	Остаточная разрывная прочность, Н	Поверхность
94	10	2	1372	Шкура Р100
237	25		1127	
474	50		588	
948	100		0	
204	10	1,5	901	
509	25		686	
1019	50		637	
2038	100		0	
287	10	1	1186	
717	25		1078	
1435	50		705	
2870	100		0	
439	10	0,5	1558	
1098	25		1401	
2197	50		1215	
4395	100		0	

Таблица 4 - Сетная полоска ПА 187 текс × 12 – 70 мм. Мокрое трение.
С первоначальной разрывной нагрузкой 1646 Н.

Число циклов	% износа	Загрузка, кг	Остаточная разрывная прочность, Н	Поверхность
106	10	2	1156	Шкура Р100
265	25		980	
530	50		480	
1060	100		0	
193	10	1,5	1225	
347	25		1156	
694	50		657	
1389	100		0	
246	10	1	1127	
619	25		1039	
1238	50		931	
2468	100		0	
621	10	0,5	1205	
1553	25		1029	
3107	50		588	
6215	100		0	

Таблица 5- Сетная полоска ПА 187 текс × 12 – 20 мм. С первоначальной разрывной нагрузкой 1588 Н. Сухое трение.

Число циклов	% износа	Загрузка, кг	Остаточная разрывная прочность, Н	Поверхность
145	10	2	1176	Шкура Р100
363	25		784	
725	50		637	
1450	100		0	
264	10	1,5	970	
583	25		950	
1210	50		911	
2353	100		0	
308	10	1	1176	
770	25		1127	
1540	50		980	
3080	100		0	
447	10	0,5	1107	
1119	25		1029	
2238	50		882	
4476	100		0	

Таблица 6- Сетная полоска ПА 187 текс × 12 – 20 мм. С первоначальной разрывной нагрузкой 1588 Н. Мокрое трение.

Число циклов	% износа	Загрузка, кг	Остаточная разрывная прочность, Н	Поверхность
118	10	2	980	Шкура Р100
295	25		706	
590	50		539	
1180	100		0	
148	10	1,5	941	
369	25		637	
739	50		441	
1479	100		0	
254	10	1	932	
636	25		686	
1273	50		588	
2546	100		0	
420	10	0,5	1069	
1051	25		931	
2102	50		706	
4205	100		0	

Таблица 7- Нитка ПА 187 текс × 12 с первоначальной разрывной нагрузкой 1274 Н. Сухое трение.

Число циклов	% износа	Загрузка, кг	Остаточная разрывная прочность, Н	Поверхность
236	10	2	911	Шкура Р320
590	25		882	
1180	50		676	
2361	100		0	
307	10	1,5	1009	
768	25		951	
1536	50		833	
3071	100		0	
449	10	1	813	
1122	25		735	
2244	50		686	
4488	100		0	
619	10	0,5	965	
1547	25		617	
3095	50		617	
6189	100		0	

Таблица 8 - Сетная полоска ПА 187 текс × 12 – 70 мм. Сухое трение.

Число циклов	% износа	Загрузка, кг	Остаточная разрывная прочность, Н	Поверхность
129	10	2	1156	Шкура Р320
323	25		754	
645	50		686	
1290	100		0	
697	10	1,5	1186	
1743	25		999	
3486	50		411	
6972	100		0	
817	10	1	1205	
2042	25		1097	
4084	50		1029	
8168	100		0	
1637	10	0,5	1156	
4094	25		1078	
8187	50		1029	
16374	100		0	

Таблица 9 - Сетная полоска ПА 187 текс × 12 – 20 мм. Сухое трение.

Число циклов	% износа	Загрузка, кг	Остаточная разрывная прочность, Н	Поверхность
299	10	2	588	Шкура Р320
748	25		794	
1496	50		686	
2993	100		0	
467	10	1,5	1049	
1166	25		911	
2333	50		882	
4666	100		0	
582	10	1	931	
1455	25		882	
2909	50		833	
5819	100		0	
904	10	0,5	1019	
2261	25		652	
4522	50		598	
9045	100		0	

Таблица 10 – Нитка ПА 187 текс × 2 с первоначальной разрывной нагрузкой 212 Н. Мокрое трение (соленая вода).

Число циклов	% износа	Загрузка, кг	Остаточная разрывная прочность, Н	Поверхность
3	10	2	147	Шкура Р100
7	25		59	
15	50		29	
30	100		0	
5	10	1,5	127	
13	25		78	
27	50		49	
54	100		0	
12	10	1	127	
28	25		78	
57	50		59	
115	100		0	
38	10	0,5	127	
96	25		78	
193	50		59	
387	100		0	

Таблица 11- Сетная полоска ПА 187 текс × 2 – 20 мм. Сухое трение.

Число циклов	% износа	Загрузка, кг	Остаточная разрывная прочность, Н	Поверхность
4	10	2	304	Шкура Р100
10	25		88	
20	50		29	
40	100		0	
17	10	1,5	255	
43	25		127	
87	50		29	
173	100		0	
40	10	1	186	
100	25		157	
201	50		59	
403	100		0	
178	10	0,5	176	
294	25		78	
589	50		69	
1179	100		0	

Таблица 12- Сетная полоска ПА 187 текс × 2 – 70 мм. Сухое трение.

Число циклов	% износа	Загрузка, кг	Остаточная разрывная прочность, Н	Поверхность
7	10	2	225	Шкура Р100
17	25		157	
34	50		127	
68	100		0	
19	10	1,5	255	
47	25		157	
94	50		59	
188	100		0	
36	10	1	176	
89	25		49	
178	50		20	
355	100		0	
65	10	0,5	304	
163	25		127	
326	50		39	
651	100		0	

Таблица 13- Нитка ПА 187 текс × 2 с первоначальной разрывной нагрузкой 212 Н. Сухое трение.

Число циклов	% износа	Загрузка, кг	Остаточная разрывная прочность, Н	Поверхность
8	10	2	137	Шкура Р320
19	25		108	
38	50		39	
76	100		0	
16	10	1,5	127	
39	25		108	
78	50		69	
156	100		0	
32	10	1	118	
79	25		108	
158	50		59	
317	100		0	
42	10	0,5	137	
105	25		127	
210	50		98	
420	100		0	

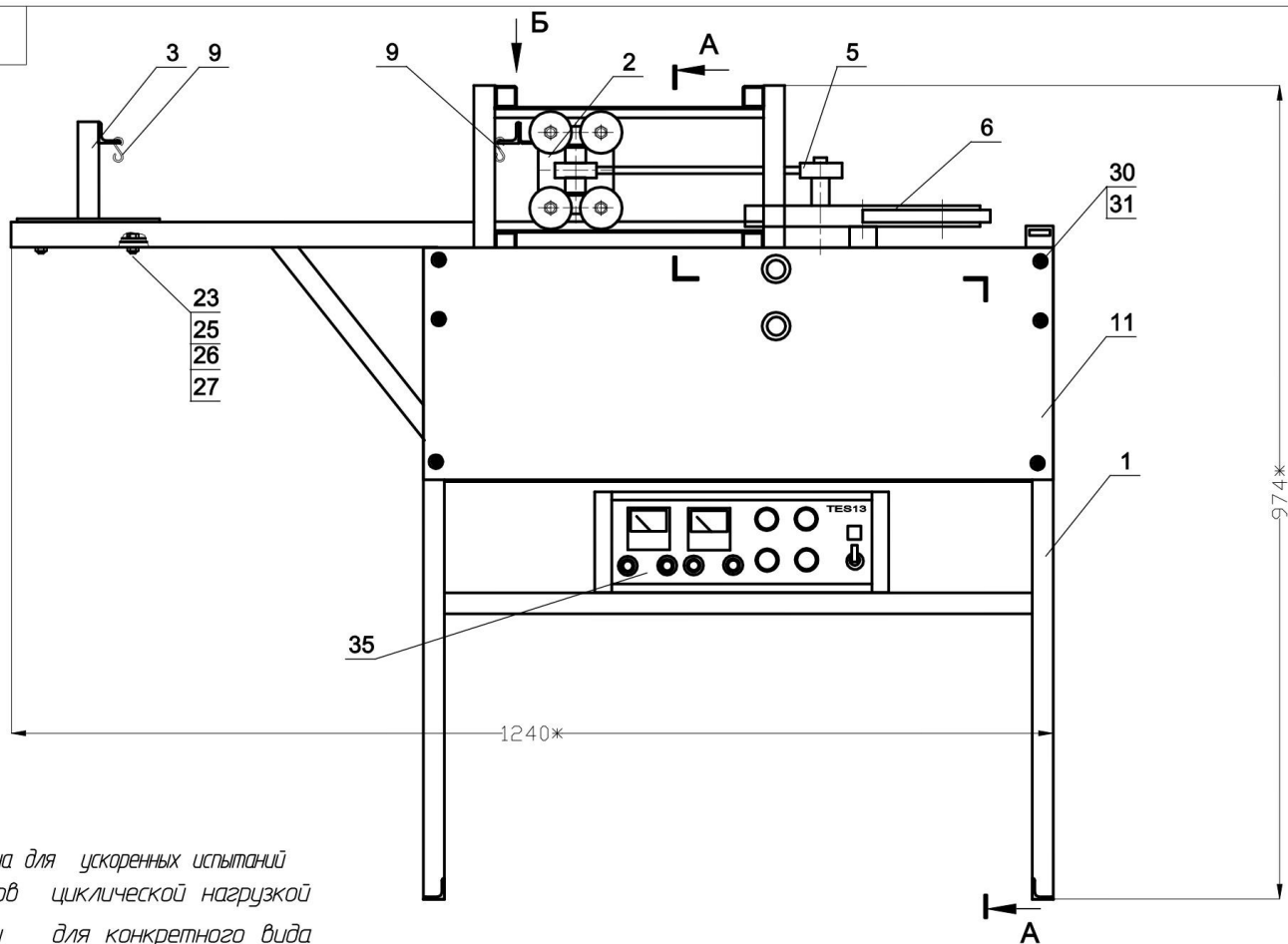
Таблица 14 - Сетная полоска ПА 187 текс × 2 – 70 мм. Сухое трение.

Число циклов	% износа	Загрузка, кг	Остаточная разрывная прочность, Н	Поверхность
19	10	2	137	Шкура Р320
47	25		127	
94	50		118	
187	100		0	
51	10	1,5	176	
128	25		157	
255	50		147	
511	100		0	
107	10	1	152	
268	25		147	
536	50		137	
1072	100		0	
226	10	0,5	148	
563	25		137	
1127	50		118	
2255	100		0	

Таблица 15 - Сетная полоска ПА 187 текс × 2 – 20 мм. Сухое трение.

Число циклов	% износа	Загрузка, кг	Остаточная разрывная прочность, Н	Поверхность
6	10	2	294	Шкура Р320
16	25		245	
32	50		157	
63	100		0	
48	10	1,5	245	
121	25		167	
242	50		152	
483	100		0	
59	10	1	275	
148	25		176	
296	50		147	
592	100		0	
210	10	0,5	265	
525	25		167	
1050	50		137	
2100	100		0	

СИМТ-00-000СБ



Установка предназначена для ускоренных испытаний различных материалов циклической нагрузкой. Настройка установки для конкретного вида осуществляется по методике, разработанной для настоящей установки.

1. Все размеры для справок
2. Перемычки заземления установить между рамой и приводом, а также между рамой и панелью управления сечением не менее 0.5 мм

Изм.				УИЦН-00-000СБ			Лит.	Масса	Масштаб			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Установка для испытаний материалов циклической нагрузкой			Лит.	Масса	Масштаб		
Разраб.	Львова										Лист 1	Листов 3
Пров.	Суконнов											
Т.контр.												
Н.контр.												
Утв.												

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. N

Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. N дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

СИМТ-00-000СБ

Перв. примен.

Справ. N

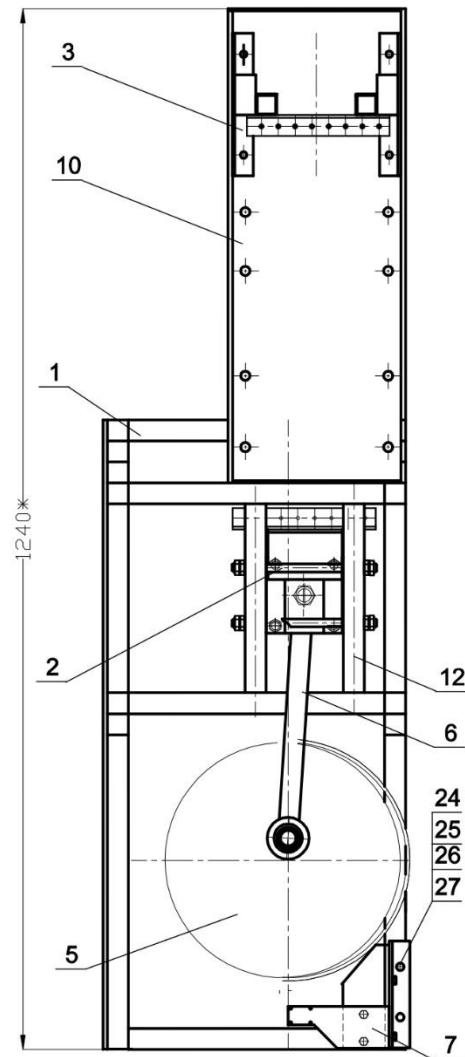
Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. N дубл.

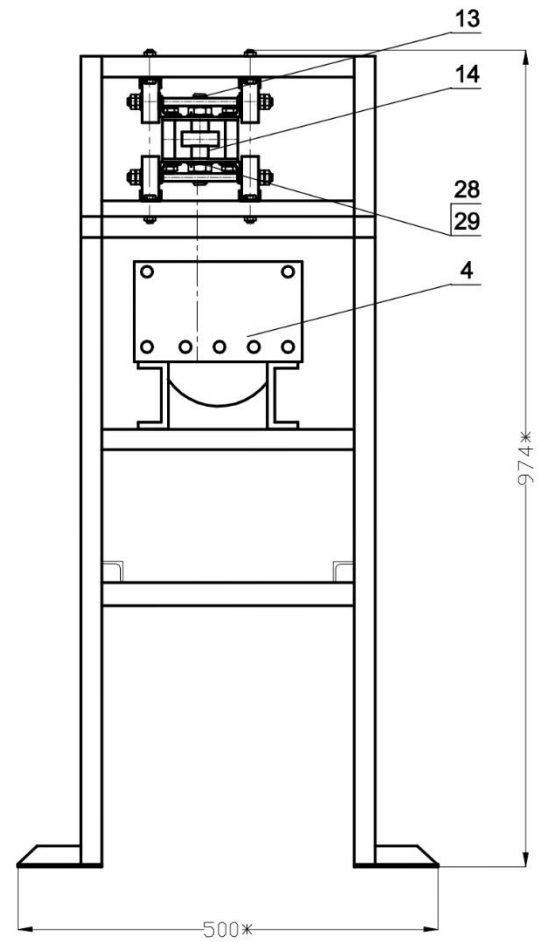
Подп. и дата

Инв. № подл.

Б повернута



A-A



Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата

УИЦН-00-000СБ

Лист
2

Копировал

Формат А3

СИМТ-00-000СБ

Перв. примен.

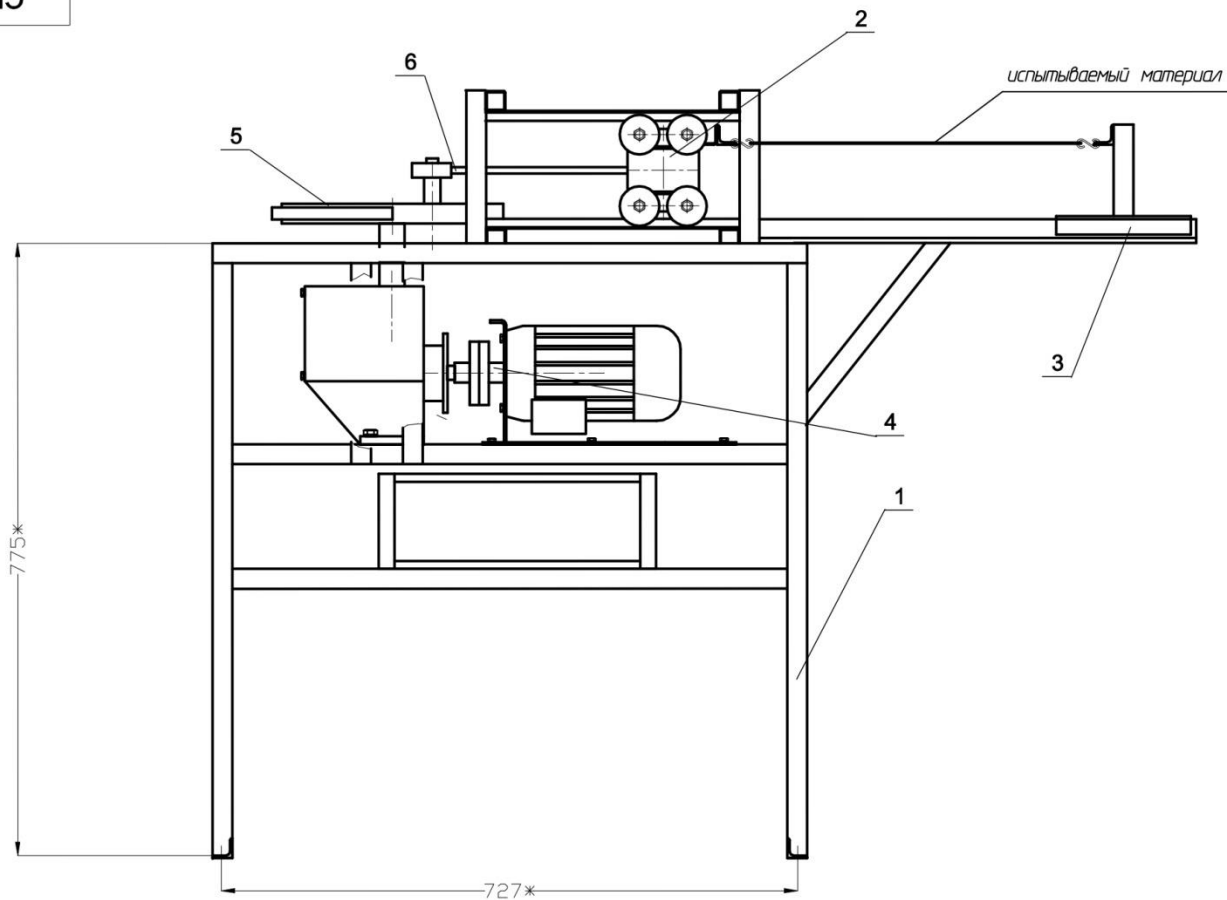
Справ. N

Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. N дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата

УИЦН-00-000СБ

Лист
3

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. N

Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. N дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

000-10-НПИА

1*Размеры для справок
 2.Неуказанные предельные отклонения по Н14, h14, Jt14;
 3.Сварка по ГОСТ 14771-76
 4.Покрытие - Эмаль ХВ-124 черная ГОСТ10144-89
 5.Отверстия для крепления рамы двигателя, редуктора выполнить по месту при монтаже.

Поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
14	УИЦН-01-015	Раскос уголок 25x25x3 L=290	2	ГОСТ 8509-93
13	УИЦН-01-014	Перекладина Труба 25x25x2 L=355	2	ГОСТ 8639-82
12	УИЦН-01-013	Опора уголок 25x25x3 L=100	4	ГОСТ 8509-93
11	УИЦН-01-012	Перекладина уголок 25x25x3 L=750	2	ГОСТ 8509-93
10	УИЦН-01-011	Перекладина уголок 25x25x3 L=300	2	ГОСТ 8509-93
9	УИЦН-01-009	Перекладина Труба 25x25x2 L=460	2	ГОСТ 8639-82
8	УИЦН-01-008	Перекладина Труба 25x25x2 L=150	2	ГОСТ 8639-82
7	УИЦН-01-007	Стойка Труба 25x25x2 L=200	4	ГОСТ 8639-82
6	УИЦН-01-006	Перекладина Труба 25x25x2 L=460	2	
5	УИЦН-01-005	Перекладина Труба 25x25x2 L=150	2	ГОСТ 8639-82
4	УИЦН-01-004	Перекладина Труба 25x25x2 L=40	2	ГОСТ 8639-82
3	УИЦН-01-003	Перекладина Труба 25x25x2 L=300	4	ГОСТ 8639-82
2	УИЦН-01-002	Стойка Труба 25x25x2 L=225	4	ГОСТ 8639-82
1	УИЦН-01-001	Стойка Труба 25x25x2 L=750	6	ГОСТ 8639-82

УИЦН-01-000

Рама установки

Лит.	Масса	Масштаб
ТП		1:5
Лист 1	Листов 2	

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата
		Львова	<i>Львова</i>	
		Суконнов	<i>Суконнов</i>	

Копировал Формат А3

000-10-НПИС

Перв. примен.

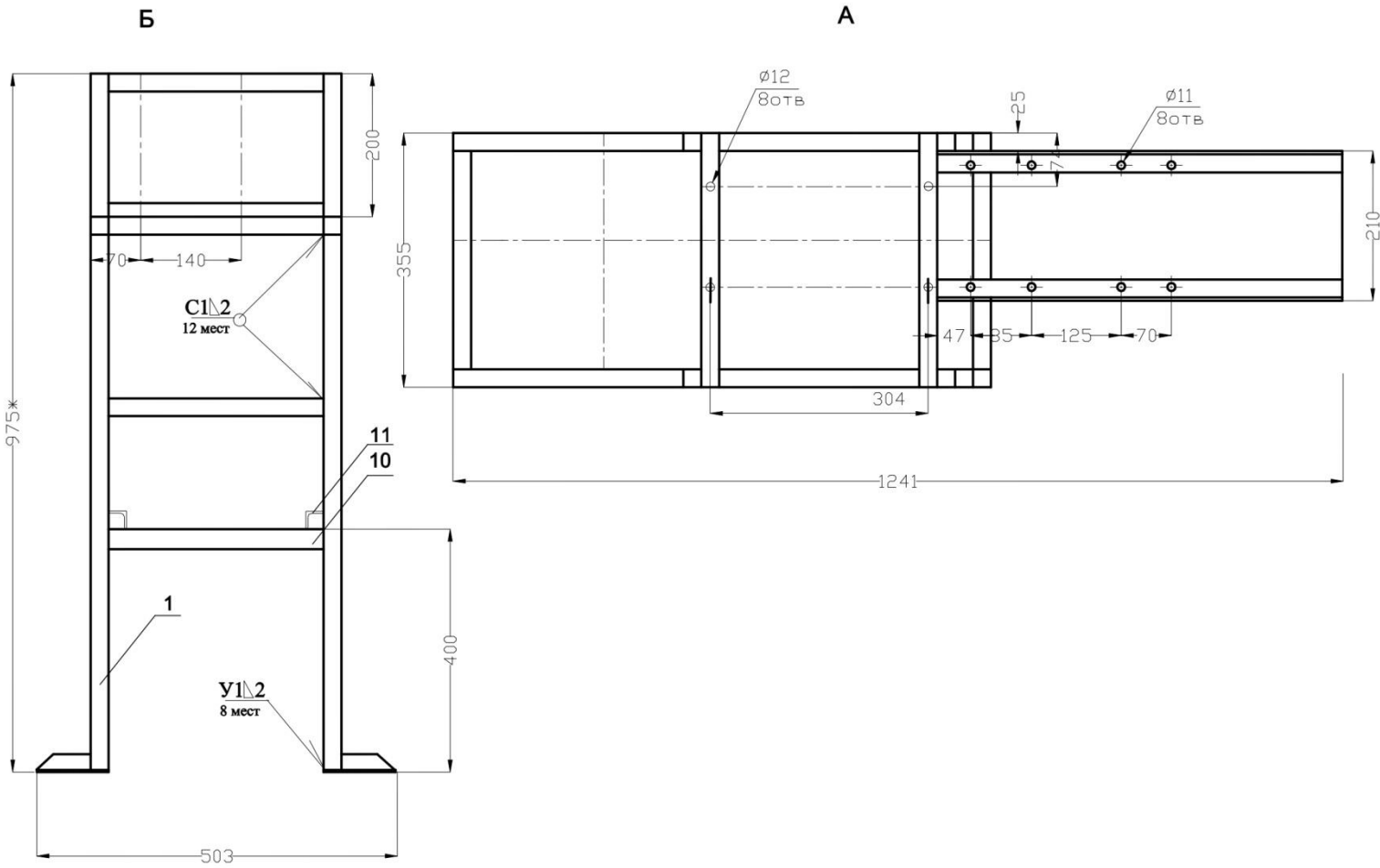
Справ. N

Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. N дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата

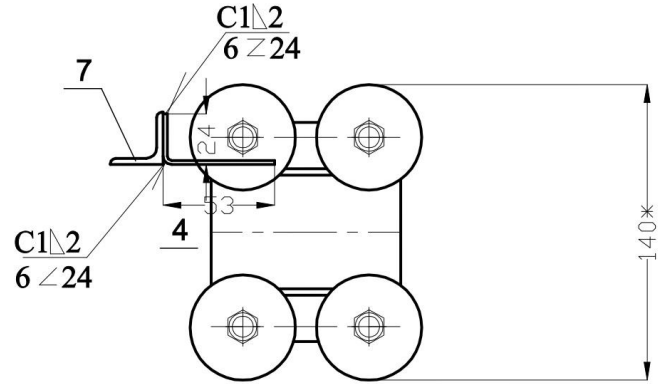
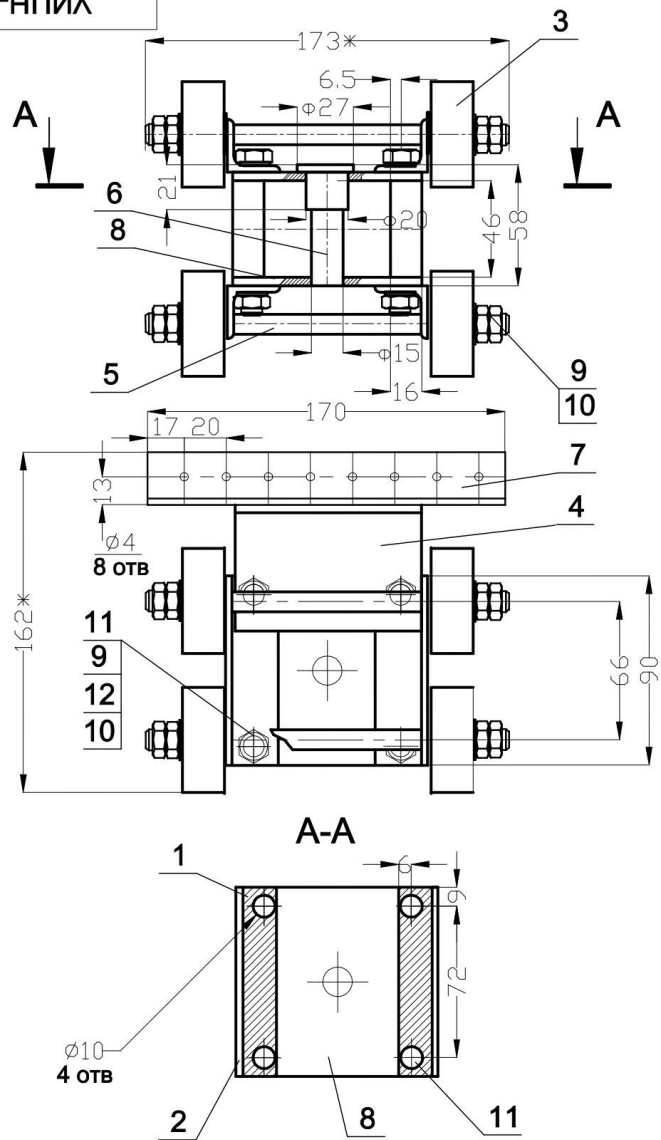
УИЦН-01-000

Копировал

Формат А3

Лист
2

000-20-НПик



- 1.*Размеры для справок
- 2.Неуказанные предельные отклонения по Н14, h14, $\frac{Jt14}{2}$;
- 3.Сварку деталей.поз.4 и поз.7 произвести до установки.
- 4.Сварка по ГОСТ 14771-76
- 5.Покрытие - Эмаль ХВ-124 черная ГОСТ10144-89

12		Шайба 10Н65Г ГОСТ 6402-70	8	
11		Болт М10х70 ГОСТ 7805-78	4	
10		Шайба 10 ГОСТ 11371-78	8	
9		Гайка М10 ГОСТ 5915-78	16	
8	УИЦН-02-006	Пластина ст 3 лист 4х 90х90	2	ГОСТ380-2005
7	УИЦН-02-007	Уголок уголок 25х25х3 L=170	1	
6	УИЦН-02-006	Ось ст 3 круг 20 L=70	1	
5	УИЦН-02-005	Ось	4	
4	УИЦН-02-004	Кронштейн ст 3 лист 2 12х76	1	ГОСТ380-2005
3	УИЦН-02-003	Ролик	8	
2	УИЦН-02-002	Уголок уголок 25х25х3 L=90	4	ГОСТ 8509-93
1	УИЦН-02-001	Корпус ст 3 лист 16х56х90	2	ГОСТ380-2005
Поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание

УИЦН-02-000

Изм.	Лист	И докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Львова			
Пров.	Суконнов			
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Каретка
в сборе

Лит.	Масса	Масштаб
Лист 1	Листов 1	1:2
КГТУ		

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. N

Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. N дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

000-04-000

Перв. примен.

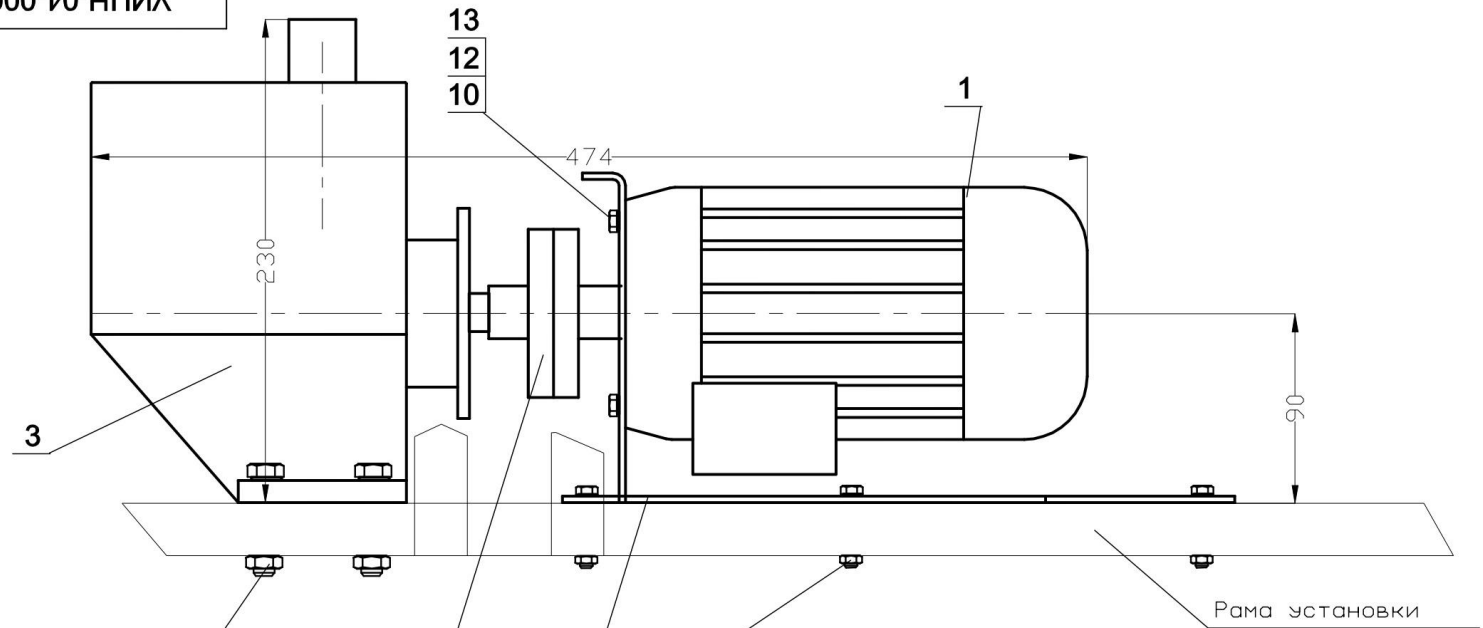
Справ. N

Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. N дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



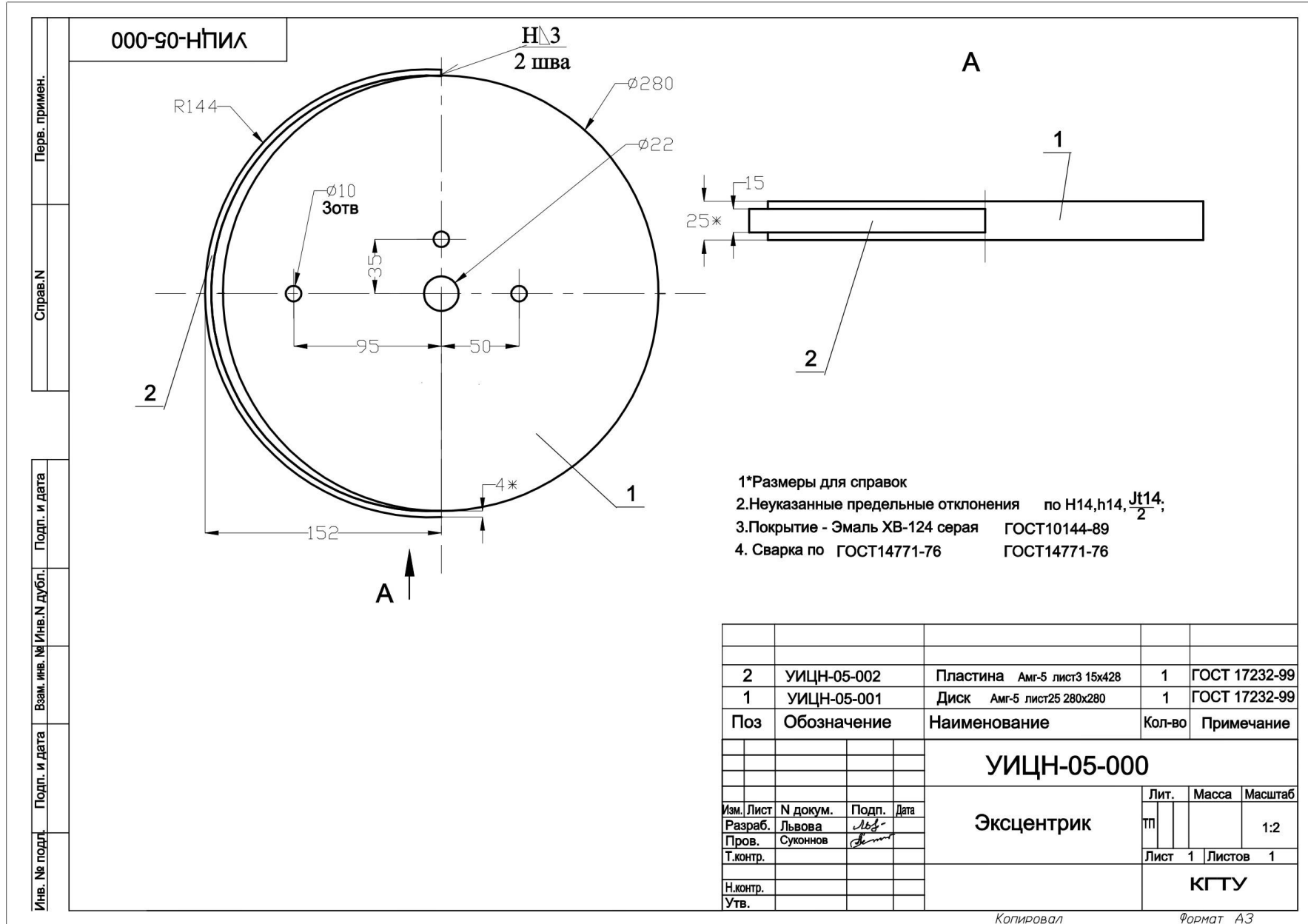
1 Все размеры для справок
2. Покрытие - Эмаль ХВ-124 серая ГОСТ10144-89

13	Болт М6х20 ГОСТ 7805-78	4
12	Шайба 6Н65Г ГОСТ 6402-70	10
11	Болт М6х35 ГОСТ 7805-78	6
10	Шайба 6 ГОСТ 11371-78	10
9	Гайка М6 ГОСТ 5915-78	6
8	Шайба 10Н65Г ГОСТ 6402-70	4
7	Болт М10х50 ГОСТ 7805-78	4
6	Шайба 10 ГОСТ 11371-78	4
5	Гайка М10 ГОСТ 5915-78	4

4	Муфта соединительная в сборе	1				
3	Редуктор червячный 32	1				
2	УИЦН-04-000	1				
1	Электродвигатель ЭП	1	0.18квт 1500об/мин			
Поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание		
УИЦН-04-000						
Привод			Лит.	Масса	Масштаб	
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб. Львова		<i>Львова</i>		Лит.	Масса	Масштаб
Пров. Суконнов		<i>Суконнов</i>		Лит.	Масса	Масштаб
Т.контр.				Лит.	Масса	Масштаб
Н.контр.				Лит.	Масса	Масштаб
Утв.				Лит.	Масса	Масштаб
			Лист 1	Листов 1		
КГТУ						

Копировал

Формат А3



000-90-НПИА

Перв. примен.

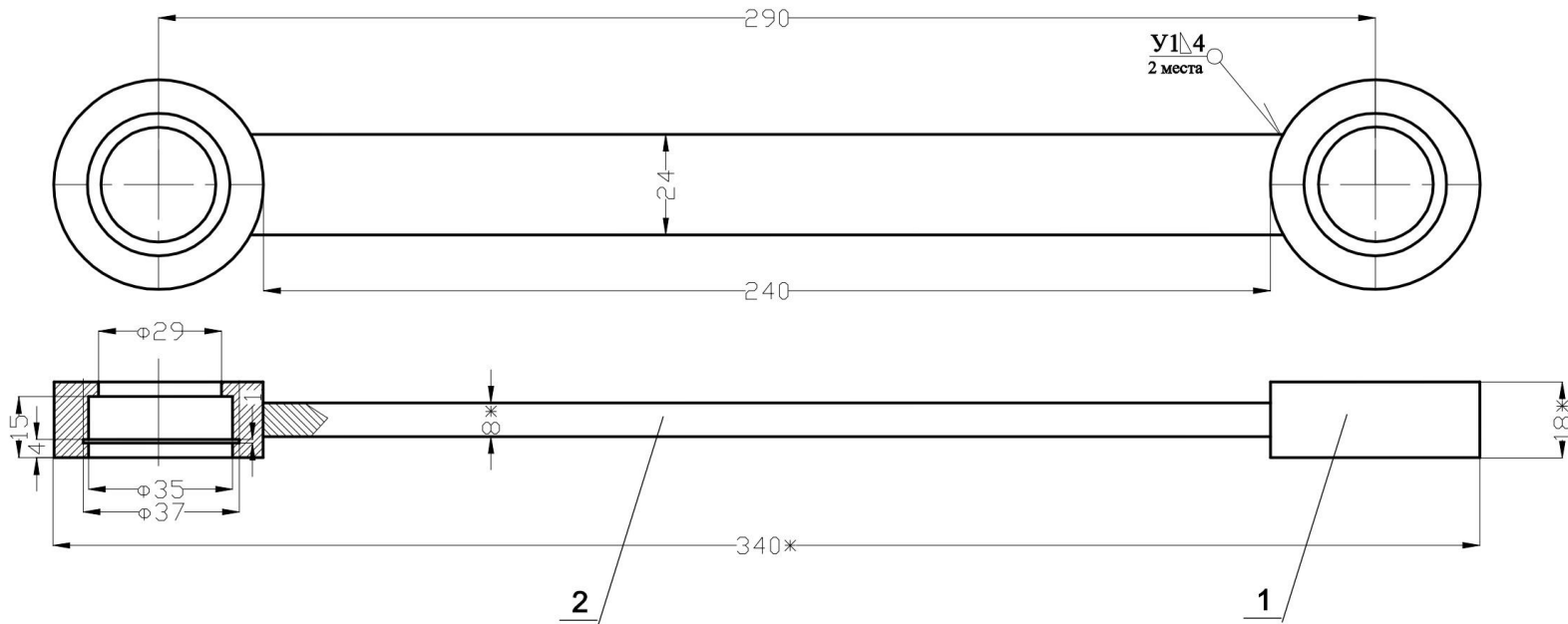
Справ. N

Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. N дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



- 1*Размер для справок
- 2. Неуказанные предельные отклонения по Н14, h14, $\frac{Jt14}{2}$;
- 3. Покрытие - Эмаль ХВ-124 красная ГОСТ10144-89

2	УИЦН-06-002	Пластина ст 3 лист 8 x24x240	1	ГОСТ380-2005
1	УИЦН-06-001	Втулка ст3, ф50x18	2	ГОСТ380-2005
Поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
УИЦН-06-000				
Рычаг			Лит.	Масса
			М	1:1
Изм. Лист			Лист	Листов
Разраб. Львова			1	1
Пров. Суконнов			КГТУ	
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Копировал

Формат А3

000-20-НПИА

Перв. примен.

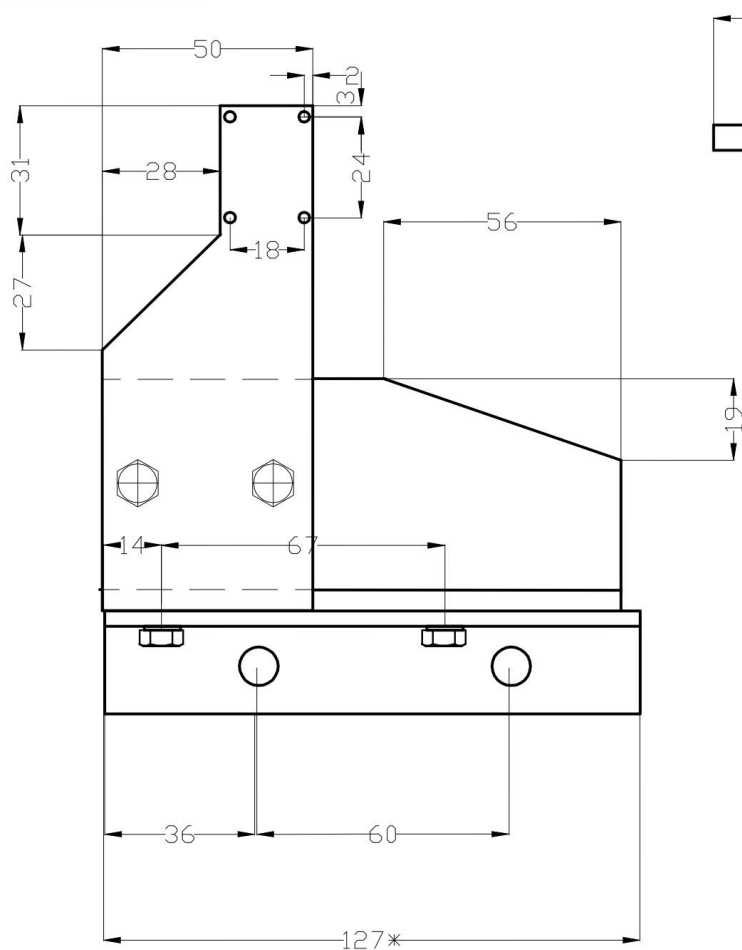
Справ. N

Подп. и дата

Взам. инв. № Инв. N дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.



- 1*Размеры для справок
 2. Неуказанные предельные отклонения по Н14, h14, Jt_{14} , $\frac{2}{2}$;
 3. Покрытие - Эмаль ХВ-124серая ГОСТ10144-89

8		Шайба 6Н65Г ГОСТ 6402-70		
7		Болт М6х22 ГОСТ 7805-78		
6		Шайба 6 ГОСТ 11371-78		
5		Гайка М6 ГОСТ 5915-78		
4				
3	УИЦН-07-003	Пластина АМГ5 лист6 х50х120	1	ГОСТ 17232-99
2	УИЦН-07-002	Уголок АМГ5 уголок 25х25х4 L=128	1	ГОСТ 17232-99
1	УИЦН-07-001	Уголок АМГ5 уголок 50х50х5 L=124	1	ГОСТ 17232-99
Поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
УИЦН-07-000				
Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Львова		<i>Львова</i>	
Пров.	Суконнов		<i>Суконнов</i>	
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				
Узел крепления датчика импульсов			Лит.	Масса
			Лист 1	Листов 1
			КГТУ	
			Масштаб	1:1

Копировал

Формат А3

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Результаты испытаний рыболовных материалов при циклических нагрузениях (растяжение)

Таблица Д.1 – Значения степени потери прочности β в зависимости от диаметра d , количества циклов нагружения $N_{\text{цикл}}$, относительного удлинения Δl

β	d	$N_{\text{цикл}}$	Δl
0,21	1,8	100	25
0,22	1,8	100	25
0,23	1,8	100	25
0,21	1,8	100	25
0,22	1,8	100	25
0,21	1,8	100	25
0,22	1,8	100	25
0,23	1,8	100	25
0,23	1,8	100	25
0,22	1,8	100	25
0,51	1,8	1000	25
0,52	1,8	1000	25
0,54	1,8	1000	25
0,51	1,8	1000	25
0,49	1,8	1000	25
0,53	1,8	1000	25
0,48	1,8	1000	25
0,51	1,8	1000	25
0,51	1,8	1000	25
0,5	1,8	1000	25
0,36	1,8	100	50
0,38	1,8	100	50
0,4	1,8	100	50
0,37	1,8	100	50
0,4	1,8	100	50
0,36	1,8	100	50
0,37	1,8	100	50
0,36	1,8	100	50
0,34	1,8	100	50
0,36	1,8	100	50
0,73	1,8	1000	50
0,76	1,8	1000	50
0,74	1,8	1000	50
0,74	1,8	1000	50
0,75	1,8	1000	50
0,73	1,8	1000	50
0,74	1,8	1000	50
0,74	1,8	1000	50

Продолжение таблицы Д.1

0,75	1,8	1000	50
0,72	1,8	1000	50
0,39	2,5	1000	25
0,37	2,5	1000	25
0,38	2,5	1000	25
0,41	2,5	1000	25
0,38	2,5	1000	25
0,41	2,5	1000	25
0,36	2,5	1000	25
0,39	2,5	1000	25
0,42	2,5	1000	25
0,39	2,5	1000	25
0,35	2,5	100	50
0,37	2,5	100	50
0,38	2,5	100	50
0,37	2,5	100	50
0,4	2,5	100	50
0,36	2,5	100	50
0,34	2,5	100	50
0,36	2,5	100	50
0,34	2,5	100	50
0,33	2,5	100	50
0,32	2,5	100	25
0,38	2,5	100	25
0,35	2,5	100	25
0,36	2,5	100	25
0,37	2,5	100	25
0,36	2,5	100	25
0,33	2,5	100	25
0,36	2,5	100	25
0,34	2,5	100	25
0,33	2,5	100	25
0,45	2,5	1000	50
0,48	2,5	1000	50
0,48	2,5	1000	50
0,46	2,5	1000	50
0,44	2,5	1000	50
0,46	2,5	1000	50
0,46	2,5	1000	50
0,47	2,5	1000	50
0,44	2,5	1000	50
0,46	2,5	1000	50

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Экспериментальные данные численных значений степени потери прочности рыболовных полиамидных ниток при механическом износе (абразивное трение, циклические нагружения)

Таблица Е.1 – Значения степени потери прочности β в зависимости от диаметра образца d , шероховатости истирающей поверхности W , относительного удлинения Δl , количества циклов нагружения $N_{\text{цикл}}$

β	d	W	Δl	$N_{\text{цикл}}$
0,58	1,0	150	50	50
0,57	1,0	150	50	50
0,59	1,0	150	50	50
0,60	1,0	150	50	50
0,60	1,0	150	50	50
0,59	1,0	150	50	50
0,58	1,0	150	50	50
0,61	1,0	150	50	50
0,59	1,0	150	50	50
0,59	1,0	150	50	50
0,42	1,0	150	25	50
0,42	1,0	150	25	50
0,43	1,0	150	25	50
0,44	1,0	150	25	50
0,43	1,0	150	25	50
0,45	1,0	150	25	50
0,42	1,0	150	25	50
0,45	1,0	150	25	50
0,41	1,0	150	25	50
0,43	1,0	150	25	50
0,13	1,0	46,2	25	50
0,11	1,0	46,2	25	50
0,14	1,0	46,2	25	50
0,10	1,0	46,2	25	50
0,12	1,0	46,2	25	50
0,13	1,0	46,2	25	50
0,10	1,0	46,2	25	50
0,12	1,0	46,2	25	50
0,13	1,0	46,2	25	50
0,12	1,0	46,2	25	50
0,18	1,0	46,2	50	50
0,19	1,0	46,2	50	50
0,20	1,0	46,2	50	50
0,18	1,0	46,2	50	50
0,17	1,0	46,2	50	50

Продолжение таблицы Е.1

0,19	1,0	46,2	50	50
0,16	1,0	46,2	50	50
0,19	1,0	46,2	50	50
0,17	1,0	46,2	50	50
0,17	1,0	46,2	50	50
0,37	1,0	150	50	25
0,36	1,0	150	50	25
0,38	1,0	150	50	25
0,39	1,0	150	50	25
0,38	1,0	150	50	25
0,39	1,0	150	50	25
0,39	1,0	150	50	25
0,38	1,0	150	50	25
0,37	1,0	150	50	25
0,39	1,0	150	50	25
0,23	1,0	150	25	25
0,25	1,0	150	25	25
0,22	1,0	150	25	25
0,23	1,0	150	25	25
0,23	1,0	150	25	25
0,20	1,0	150	25	25
0,24	1,0	150	25	25
0,25	1,0	150	25	25
0,22	1,0	150	25	25
0,23	1,0	150	25	25
0,07	1,0	46,2	25	25
0,07	1,0	46,2	25	25
0,08	1,0	46,2	25	25
0,07	1,0	46,2	25	25
0,06	1,0	46,2	25	25
0,08	1,0	46,2	25	25
0,07	1,0	46,2	25	25
0,07	1,0	46,2	25	25
0,06	1,0	46,2	25	25
0,07	1,0	46,2	25	25
0,31	1,0	46,2	50	25
0,34	1,0	46,2	50	25
0,32	1,0	46,2	50	25
0,32	1,0	46,2	50	25
0,34	1,0	46,2	50	25
0,35	1,0	46,2	50	25
0,33	1,0	46,2	50	25

Продолжение таблицы Е.1

0,32	1,0	46,2	50	25
0,34	1,0	46,2	50	25
0,33	1,0	46,2	50	25
0,75	2,1	150	50	50
0,75	2,1	150	50	50
0,74	2,1	150	50	50
0,74	2,1	150	50	50
0,73	2,1	150	50	50
0,73	2,1	150	50	50
0,75	2,1	150	50	50
0,74	2,1	150	50	50
0,75	2,1	150	50	50
0,72	2,1	150	50	50
0,59	2,1	150	25	50
0,58	2,1	150	25	50
0,58	2,1	150	25	50
0,59	2,1	150	25	50
0,57	2,1	150	25	50
0,56	2,1	150	25	50
0,58	2,1	150	25	50
0,59	2,1	150	25	50
0,56	2,1	150	25	50
0,6	2,1	150	25	50
0,22	2,1	46,2	25	50
0,23	2,1	46,2	25	50
0,21	2,1	46,2	25	50
0,22	2,1	46,2	25	50
0,21	2,1	46,2	25	50
0,21	2,1	46,2	25	50
0,22	2,1	46,2	25	50
0,23	2,1	46,2	25	50
0,23	2,1	46,2	25	50
0,22	2,1	46,2	25	50
0,62	2,1	46,2	50	50
0,64	2,1	46,2	50	50
0,66	2,1	46,2	50	50
0,63	2,1	46,2	50	50
0,63	2,1	46,2	50	50
0,61	2,1	46,2	50	50
0,63	2,1	46,2	50	50
0,62	2,1	46,2	50	50
0,64	2,1	46,2	50	50
0,62	2,1	46,2	50	50

Окончание таблицы Е.1

0,51	2,1	150	50	25
0,53	2,1	150	50	25
0,52	2,1	150	50	25
0,53	2,1	150	50	25
0,48	2,1	150	50	25
0,51	2,1	150	50	25
0,48	2,1	150	50	25
0,51	2,1	150	50	25
0,52	2,1	150	50	25
0,51	2,1	150	50	25
0,32	2,1	150	25	25
0,33	2,1	150	25	25
0,34	2,1	150	25	25
0,32	2,1	150	25	25
0,33	2,1	150	25	25
0,32	2,1	150	25	25
0,34	2,1	150	25	25
0,34	2,1	150	25	25
0,32	2,1	150	25	25
0,34	2,1	150	25	25
0,17	2,1	46,2	25	25
0,18	2,1	46,2	25	25
0,19	2,1	46,2	25	25
0,18	2,1	46,2	25	25
0,19	2,1	46,2	25	25
0,18	2,1	46,2	25	25
0,17	2,1	46,2	25	25
0,16	2,1	46,2	25	25
0,18	2,1	46,2	25	25
0,20	2,1	46,2	25	25
0,38	2,1	46,2	50	25
0,39	2,1	46,2	50	25
0,40	2,1	46,2	50	25
0,36	2,1	46,2	50	25
0,39	2,1	46,2	50	25
0,35	2,1	46,2	50	25
0,36	2,1	46,2	50	25
0,37	2,1	46,2	50	25
0,34	2,1	46,2	50	25
0,36	2,1	46,2	50	25

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Экспериментальные данные численных значений степени потери прочности сетных полосок из рыболовной полиамидной нитки при механическом износе (абразивное трение, циклические нагружения)

Таблица Ж.1 – Значения степени потери прочности β в зависимости от шага ячеи a , шероховатости истирающей поверхности W , относительного удлинения Δl , количества циклов нагружения $N_{\text{цикл}}$

β	a	W	Δl	$N_{\text{цикл}}$
0,68	25	150	50	50
0,66	25	150	50	50
0,65	25	150	50	50
0,64	25	150	50	50
0,65	25	150	50	50
0,67	25	150	50	50
0,67	25	150	50	50
0,66	25	150	50	50
0,66	25	150	50	50
0,66	25	150	50	50
0,49	25	150	25	50
0,51	25	150	25	50
0,48	25	150	25	50
0,51	25	150	25	50
0,49	25	150	25	50
0,49	25	150	25	50
0,48	25	150	25	50
0,47	25	150	25	50
0,46	25	150	25	50
0,52	25	150	25	50
0,44	25	46,2	25	50
0,41	25	46,2	25	50
0,43	25	46,2	25	50
0,42	25	46,2	25	50
0,44	25	46,2	25	50
0,41	25	46,2	25	50
0,39	25	46,2	25	50
0,46	25	46,2	25	50
0,47	25	46,2	25	50
0,43	25	46,2	25	50
0,51	25	46,2	50	50
0,53	25	46,2	50	50
0,53	25	46,2	50	50
0,52	25	46,2	50	50
0,49	25	46,2	50	50
0,52	25	46,2	50	50
0,47	25	46,2	50	50
0,52	25	46,2	50	50
0,51	25	46,2	50	50

Продолжение таблицы Ж.1

0,50	25	46,2	50	50
0,36	25	150	50	25
0,37	25	150	50	25
0,38	25	150	50	25
0,40	25	150	50	25
0,37	25	150	50	25
0,36	25	150	50	25
0,38	25	150	50	25
0,36	25	150	50	25
0,34	25	150	50	25
0,38	25	150	50	25
0,27	25	150	25	25
0,25	25	150	25	25
0,26	25	150	25	25
0,23	25	150	25	25
0,23	25	150	25	25
0,27	25	150	25	25
0,24	25	150	25	25
0,28	25	150	25	25
0,28	25	150	25	25
0,29	25	150	25	25
0,10	25	46,2	25	25
0,11	25	46,2	25	25
0,13	25	46,2	25	25
0,09	25	46,2	25	25
0,09	25	46,2	25	25
0,12	25	46,2	25	25
0,10	25	46,2	25	25
0,11	25	46,2	25	25
0,13	25	46,2	25	25
0,12	25	46,2	25	25
0,23	25	46,2	50	25
0,24	25	46,2	50	25
0,25	25	46,2	50	25
0,21	25	46,2	50	25
0,20	25	46,2	50	25
0,21	25	46,2	50	25
0,23	25	46,2	50	25
0,25	25	46,2	50	25
0,24	25	46,2	50	25
0,24	25	46,2	50	25
0,66	40	150	50	50
0,66	40	150	50	50
0,65	40	150	50	50
0,64	40	150	50	50
0,65	40	150	50	50

Продолжение таблицы Ж.1

0,63	40	150	50	50
0,66	40	150	50	50
0,64	40	150	50	50
0,65	40	150	50	50
0,66	40	150	50	50
0,49	40	150	25	50
0,51	40	150	25	50
0,51	40	150	25	50
0,52	40	150	25	50
0,49	40	150	25	50
0,51	40	150	25	50
0,49	40	150	25	50
0,49	40	150	25	50
0,51	40	150	25	50
0,48	40	150	25	50
0,46	40	46,2	25	50
0,44	40	46,2	25	50
0,47	40	46,2	25	50
0,45	40	46,2	25	50
0,44	40	46,2	25	50
0,42	40	46,2	25	50
0,43	40	46,2	25	50
0,46	40	46,2	25	50
0,47	40	46,2	25	50
0,46	40	46,2	25	50
0,54	40	46,2	50	50
0,55	40	46,2	50	50
0,57	40	46,2	50	50
0,55	40	46,2	50	50
0,53	40	46,2	50	50
0,57	40	46,2	50	50
0,55	40	46,2	50	50
0,53	40	46,2	50	50
0,55	40	46,2	50	50
0,56	40	46,2	50	50
0,43	40	150	50	25
0,44	40	150	50	25
0,41	40	150	50	25
0,44	40	150	50	25
0,43	40	150	50	25
0,42	40	150	50	25
0,43	40	150	50	25
0,44	40	150	50	25
0,42	40	150	50	25
0,44	40	150	50	25

Окончание таблицы Ж.1

0,28	40	150	25	25
0,31	40	150	25	25
0,32	40	150	25	25
0,31	40	150	25	25
0,30	40	150	25	25
0,30	40	150	25	25
0,31	40	150	25	25
0,29	40	150	25	25
0,30	40	150	25	25
0,28	40	150	25	25
0,16	40	46,2	25	25
0,14	40	46,2	25	25
0,14	40	46,2	25	25
0,15	40	46,2	25	25
0,14	40	46,2	25	25
0,15	40	46,2	25	25
0,16	40	46,2	25	25
0,13	40	46,2	25	25
0,16	40	46,2	25	25
0,17	40	46,2	25	25
0,27	40	46,2	50	25
0,28	40	46,2	50	25
0,28	40	46,2	50	25
0,26	40	46,2	50	25
0,25	40	46,2	50	25
0,28	40	46,2	50	25
0,30	40	46,2	50	25
0,31	40	46,2	50	25
0,28	40	46,2	50	25
0,29	40	46,2	50	25

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Акт внедрения результатов исследований кандидатской диссертации

Общество с ограниченной ответственностью
«КОНЦЕПТ ЛТД»

Почтовый адрес: 236004, г. Калининград обл., ул. Днепропетровская 13, офис 103
тел/факс (4012) 65-68-11, (4012) 63-24-76 E-MAIL: concept_ltd@kanet.ru
ИНН 3905008322/ 390601001
р/сч № 40702810377020000176, к/сч № 30101810900000000892
БИК 042748892 в Филиал Калининградский ОАО Банк ВТБ

Акт
о внедрении результатов научных исследований
Львовой Екатерины Евгеньевны
по износостойкости рыболовных материалов

Данный акт подтверждает, что экспериментальная установка для определения величины сопротивления абразивному износу рыболовных текстильных материалов и методика определения этой величины, используются в деятельности ООО «КОНЦЕПТ ЛТД» и имеют практическое значение при выборе рыболовных нитевидных материалов на стадии проектирования конструкций орудий лова для промышленной добычи гидробионтов.

Экспериментальная установка и методика определения величины сопротивления абразивному износу позволяют более качественно отбирать рыболовные нитевидные материалы, с учетом условий и режимов эксплуатации орудий промышленного рыболовства.

1 заместитель генерального директора
ООО «КОНЦЕПТ ЛТД»

Хизовец Г.Т.



ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Акт внедрения результатов исследований кандидатской диссертации

**Общество с ограниченной ответственностью
«КОНЦЕПТ ЛТД»**

Почтовый адрес: 236004, г. Калининград, ул. Днепропетровская 13, офис 103
тел/факс (4012) 65-68-11, (4012) 63-24-76 E-MAIL: concept_ltd@inbox.ru

ИНН 3905008322/ 390601001

р/сч № 40702810377020000176, к/сч № 30101810900000000892
БИК 042748892 в Филиал Калининградский ОАО Банк ВТБ

**Акт
внедрения результатов исследований кандидатской диссертации
Львовой Екатерины Евгеньевны**

Данный акт подтверждает, что экспериментальные установки и методы оценки износостойкости рыболовных нитевидных материалов от факторов механического износа были апробированы в производственных условиях на базе ООО «КОНЦЕПТ ЛТД».

Предложенные разработки применяются при выборе рыболовных нитевидных материалов на стадии конструирования и изготовления орудий промышленного рыболовства, что позволяет более качественно отбирать рыболовные нитевидные материалы, с учетом условий и режимов эксплуатации орудий промышленного рыболовства.

1-й заместитель генерального директора
ООО «КОНЦЕПТ ЛТД»



Кузьменков С.А.

ПРИЛОЖЕНИЕ М

Акт о внедрении результатов диссертационного исследования в учебный процесс

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Н.А. Кострикова

2020 г.



А К Т

о внедрении результатов диссертационного исследования в учебный процесс

Настоящий акт составлен об использовании в учебном процессе разработки экспериментальных установок и методов экспериментальной оценки износостойкости рыболовных нитевидных материалов от факторов механического износа

(наименование разработки, объекта внедрения)

выполненной по теме диссертационного исследования «Обоснование и разработка методов экспериментальной оценки износостойкости рыболовных нитевидных материалов от факторов механического износа»

Разработка использована в учебном процессе факультета промышленного рыболовства, кафедры промышленного рыболовства с 2018 года

(факультета/института, кафедры, время внедрения)

при подготовке лекционного материала и выполнении лабораторных работ по дисциплинам «Рыболовные материалы», «Технология постройки орудий рыболовства», «Проблемы современных рыболовных материалов»

по направлению подготовки (специальности) 35.03.09 Промышленное рыболовство, 35.04.08 Промышленное рыболовство

и позволяет повысить теоретический и практический уровень подготовки и реализовать компетентностный подход при реализации образовательных программ



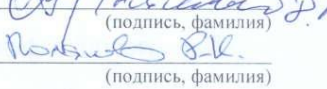

Описание объекта внедрения прилагается (на обороте) и является неотъемлемой частью Акта.

Декан факультета

Заведующий кафедрой

Начальник УОПиКОД

Начальник УНИД


(подпись, фамилия)

(подпись, фамилия)

(подпись, фамилия)

(подпись, фамилия)

Описание объекта внедрения

Экспериментальные установки и методы экспериментальной оценки износостойкости рыболовных нитевидных материалов от факторов механического износа

(наименование разработки)

1 Краткая характеристика объекта внедрения и его назначения.

Разработанные экспериментальные установки и методы экспериментальной оценки износостойкости рыболовных нитевидных материалов от факторов механического износа позволяют произвести численную оценку износостойкости рыболовных нитевидных материалов от воздействия механического износа, которая должна учитываться при выборе рыболовных материалов на стадии проектирования орудий рыболовства, применяемых при разработке новых конструкций орудий рыболовства, а также оценке работоспособности и долговечности орудий рыболовства с учетом условий их работы.

2 Разработчики: Львова Е.Е., аспирант кафедры промышленного рыболовства, Суконнов А.В., доцент кафедры промышленного рыболовства.

(фамилии, инициалы, должности и места работы разработчиков объекта внедрения)

3 Сотрудники, использующие разработку: Суконнова Т.Е., доцент кафедры промышленного рыболовства, Долин Г.М., профессор кафедры промышленного рыболовства

(фамилии, инициалы, должности сотрудников, использующих разработку в учебном процессе)

4 Начало использования объекта внедрения: сентябрь 2018 года.

5 Число студентов (аспирантов, докторантов), пользующихся разработкой бакалавров – 32 человека (группы 17-ПР, 18-ПР); магистрантов – 6 человек (группы 17-ПР/м, 18-ПР/м.)

6 Дата и номер протокола заседания кафедры, на котором разработка рекомендована к внедрению в учебный процесс по направлению подготовки (специальности) 25.09.2018 №2.

7 Реквизиты рабочей программы дисциплины, в которой имеется ссылка на разработку QD-6.2.2/РПД-20.(21.05) Рыболовные материалы, QD-6.2.2/РПД-20.(21.03) Технология постройки орудий рыболовства, QD-6.2.2 /РПД-20.(21.16) Проблемы современных рыболовных материалов.

Заведующий кафедрой

Разработчик/Разработчики


(подпись, фамилия)

(подпись, фамилия)

(подпись, фамилия)