

Федеральное агентство морского и речного транспорта РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Волжский государственный университет водного транспорта»

Отдел аспирантуры

Дисциплина: Методология диссертационного исследования

### **РЕФЕРАТ**

**«Разработка и обоснование технико-технологических решений повышения работоспособности шарнирных соединений дноуглубительной техники»**

**Научная специальность: 2.5.19. Технология судостроения, судоремонта и организация судостроительного производства**

Выполнил: Каразанов  
Кирилл Олегович

---

Согласовано: научный руководитель  
к.т.н., доцент Корнев А. Б.

---

Принял: Почкаева Ольга Вадимовна

Н. Новгород

2022 г.

## Содержание

1. Общая характеристика работы .....	3
1.1. Актуальность темы исследования .....	3
1.2. Объект и предмет исследования .....	4
1.3. Цели и задачи исследования .....	5
1.4. Научная новизна.....	5
1.5. Теоретическая и практическая значимость работы .....	6
1.6. Методология и методы исследования .....	6
1.7. Положения, выносимые на защиту .....	6
1.8. Степень достоверности и апробация результатов.....	6
2. Основное содержание работы.....	7
3. Заключение .....	8
Список литературы .....	9

## **1. Общая характеристика работы**

### **1.1. Актуальность темы исследования**

Предположительная тематика диссертационного исследования: «Разработка и обоснование технико-технологических решений повышения работоспособности шарнирных соединений дноуглубительной техники».

Согласно оценке состояния речного флота, отраженной в транспортной стратегии развития внутреннего водного транспорта Российской Федерации на период до 2030 года: «средний возраст грузового флота составляет 32 года, пассажирского – 33 года, судов, используемых на туристических маршрутах, – 41 год, при этом более 75 процентов самоходных грузовых судов и буксиров имеют возраст свыше 25 лет. За последние 5 лет выбытие грузового флота превышало ввод новых судов в 20 раз» [1]. За последние 10 лет состав дноуглубительного флота России сократился в 1,5 раза, причем его состояние сильно изношено. Ремонтные простои в течение навигационного периода составляют до 20% рабочего времени и существенно снижают эффективность работы земснарядов. Проектирование и изготовление нового флота из-за длительности процесса и его высокой стоимости в настоящее время затруднительно. Поэтому одной из основных задач является продление срока службы существующих дноуглубительных земснарядов. При такой тенденции особенно остро встает вопрос о повышении работоспособности имеющихся единиц техники и о повышении ресурса узлов машин при выполнении процедур судоремонта.

Судоремонт – это совокупность операций по восстановлению исправного состояния корпуса, механизмов, устройств, судовых систем, электронного оборудования и других элементов судна, осуществляемых на судоремонтных предприятиях [2]. Главная цель судоремонта заключается в устранении поломок и повреждений, полученных в результате естественного износа или аварии судов, а также в обеспечении надежного дальнейшего использования флота при минимальном расходе средств и времени [2]. Судоремонт отличается большим разнообразием методов восстановления свойств изношенных деталей, их формы и размеров. К наиболее традиционным относятся механическая обработка, сварка, наплавка, нанесение покрытий, деформирование, применение полимерных композиций, термическая и химико-термическая обработка [2].

Однако следует заметить, что для достижения высокой работоспособности восстановленной детали необходимо использовать сочетание верного выбора судоремонтных материалов и корректной процедуры восстановления. Также ведущую роль в процессе поддержания рабочего состояния единиц техники играет выбор между полной заменой и восстановлением узла, вышедшего из строя.

Некоторые современные исследования предлагают методики упрочнения, которые позволяют перейти от использования дорогостоящих деталей к изделиям из обычных сплавов для снижения затрат [3]. Вопрос о целесообразности применения подобной технологии обработки деталей остается открытым ввиду того, что значительная часть судоремонтных операций осуществляется «на месте». Также не раскрывается конечная стоимость технологии упрочнения, которая может оказаться сравнима с классической технологией изготовления узлов дноуглубительного флота. Высокий экономический эффект от замены дорогостоящей стали на обычную возможен при повсеместном распространении упомянутой технологии, что в настоящее время сомнительно.

В настоящее время существуют разработки в области повышения долговечности деталей черпаковой цепи дноуглубительных земснарядов, эксплуатирующихся в условиях абразивного изнашивания, ударных и динамических нагрузок [4]. Разработанные методики позволяют оценить износостойкость деталей с помощью стандартных механических свойств, а также устанавливают закономерности между износом материалов. Все перечисленное выше дает возможность назначить технологию изготовления деталей, но не включает в себя анализ целесообразности ремонта и вероятность решения о замене поврежденного узла.

Восстановление деталей аппаратов дноуглубительного флота нуждается в пристальном внимании, современном подходе, применении новых технологий и разработок из смежных областей. Поэтому является актуальной не только методика подбора материалов для процедур судоремонта и поддержания высокой работоспособности деталей, но и разработка технико-технологических решений повышения работоспособности шарнирных соединений дноуглубительного флота с учетом экономических, логистических и экологических факторов.

## **1.2. Объект и предмет исследования**

Область исследования соответствует паспорту специальности 2.5.19. «Технология судостроения, судоремонта и организация судостроительного производства» по пункту 2.5. «Совершенствование технологии выполнения работ и их организации при судоремонте. Повышение работоспособности и надежности механизмов, систем, оборудования и др.» [5].

Объектом исследования являются физико-химические процессы, влияющие на работоспособность судовых деталей после ремонтной сварки и наплавки. Предмет исследования рассматривается по пункту 1.15 «Методы восстановления элементов и узлов судовых систем и устройств. Обеспечение необходимого уровня их надежности. Способы повышения долговечности систем и устройств» [5].

### **1.3. Цели и задачи исследования**

Целью работы является повышение эксплуатационной надежности шарнирных соединений дноуглубительной техники за счет разработки и внедрения методики управления функциональными свойствами материалов при процедурах судоремонта.

Для достижения этой цели будет решаться ряд задач:

1. Выполнить анализ современного состояния технологий повышения работоспособности дноуглубительной техники.
2. Разработать и математически формализовать модель функциональных свойств поверхностного слоя в шарнирных соединениях черпаковых земснарядов.
3. Выполнить анализ структурных изменений основного и наплавленного металла детали после эксплуатации и процедур судоремонта, определить структуру и свойства металлографическими методиками на примере наплавки пальцев черпаковой цепи земснаряда.
4. Разработать алгоритм управления функциональными свойствами материалов и реализовать его в математической форме.
5. Разработать методику анализа целесообразности ремонта определенной детали с учетом материаловедческих, логистических, экологических и экономических факторов.
6. Обосновать практические возможности использования методики, перспективы и социально-экономический эффект от внедрения.

### **1.4. Научная новизна**

Автором предполагается разработать методику управления функциональными свойствами материалов при ремонтной сварке и наплавке с привязкой к существующим технологическим процессам и конкретным деталям в условиях предприятий, специализирующихся на судоремонте.

Предполагается разработать математические модели формирования и управления поверхностным слоем деталей. На основе этого планируется разработать алгоритм, позволяющий проектировать технологические процессы восстановительного ремонта с приданием функциональных поверхностных свойств восстановленным деталям. Применение этих алгоритмов в связке с существующими программными пакетами позволит не только визуализировать процессы управления структурой и свойствами поверхностных слоев восстанавливаемых деталей, но и упростит контроль таких зон металлографическими методами и методами неразрушающего контроля.

## **1.5. Теоретическая и практическая значимость работы**

Своевременное применение методики на стадии разработки технологического процесса позволит избежать чрезмерных затрат материалов в восстанавливаемых деталях. Это приведет к увеличению экономического эффекта не только при восстановлении деталей, но и при принятии решения о восстановлении или замене детали в целом.

## **1.6. Методология и методы исследования**

Для достижения цели диссертационного исследования предполагается использовать теоретико-эмпирические методы научного познания с предметным моделированием, металлографические методы и методы математического моделирования.

## **1.7. Положения, выносимые на защиту**

На защиту планируется вынести результаты:

1. Обобщенного опыта проанализированного современного состояния технологий восстановления деталей дноуглубительного флота;
2. Создания математической модели формирования функциональных свойств поверхностного слоя в восстановленных деталях дноуглубительного флота,
3. Разработанного алгоритма по управлению функциональными свойствами восстановленных деталей и область целесообразного применения этого алгоритма;
4. Проведенных экспериментальных исследований и выводов;
5. Разработанной методики анализа целесообразности ремонта определенной детали с учетом разнообразных факторов, ее доступность в применении и социально-экономический эффект от внедрения.

## **1.8. Степень достоверности и апробация результатов**

Степень достоверности результатов предполагается подтвердить математическими моделями, экспериментальными исследованиями, а также апробацией методики на реальных предприятиях, специализирующихся на судоремонте.

Результаты исследований планируется докладывать и обсуждать: на заседаниях кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», на всероссийских научно-производственных конференциях, опубликовывать в отраслевых журналах.

## 2. Основное содержание работы

Предполагается, что диссертационная работа будет состоять из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка и приложений.

Во введении планируется отразить актуальность выбранной темы решения задачи разработки методики управления функциональными свойствами материалов при процедурах судоремонта, дать краткое изложение цели и результатов работы.

Первая глава будет посвящена анализу современного состояния современного состояния технологий повышения работоспособности дноуглубительной техники. Для этого предполагается:

1. Провести аналитический обзор существующих технологий ремонта деталей дноуглубительной техники;
2. Проанализировать проблемы, возникающие при ремонте деталей судовых механизмов. Описать наружные и внутренние дефекты и структурные изменения в основном и наплавленном металле.
3. Рассмотреть существующие методики управления функциональными свойствами поверхностей восстанавливаемых деталей судовых механизмов при ремонте;
4. Описать обоснование актуальности задачи методики управления функциональными свойствами поверхностей восстанавливаемых деталей;
5. Утвердить цели и задачи исследования.

Вторую главу планируется посвятить теоретическим исследованиям и процедурам моделирования свойств поверхностного слоя в шарнирных соединениях черпаковых земснарядов. Вторая глава будет включать в себя:

1. Описание исследований образующегося поверхностного функционального слоя для различных способов восстановления поверхности деталей по металлографическим характеристикам наплавленного слоя и зоны термического влияния;
2. Описание исследований применимости структурно-энергетических критериев состояния сплавов на примере наплавки и последующей эксплуатации пальцев черпаковой цепи земснаряда. Для этого предполагается рассмотреть характерные износы и выбрать стратегию ремонта шарнирных соединений черпаковой цепи земснаряда. Также предполагается рассмотреть факторы, определяющие структуру и свойства поверхностного слоя деталей, и обосновать возможности активного управления ими;
3. Разработка математической модели регулирования функциональных свойств поверхностного слоя в деталях при процедурах судоремонта. Обзор основных допущений, граничных условий и области применения модели;

4. Разработка модели регулирования функциональных свойств в деталях судовых механизмов при процедурах судоремонта по полученным результатам.

В третьей главе планируется описать экспериментальные исследования процессов формирования функционального слоя в деталях судовых механизмов при судоремонте, их практическую обусловленность. Для этого предполагается:

1. Провести экспериментальные исследования математических моделей регулирования функциональных свойств поверхностного слоя в деталях при процедурах судоремонта;
2. Проанализировать результаты экспериментов и проверить адекватность моделей;
3. Сделать выводы по совокупности проведенных исследований.

В четвертой главе предполагается, что она будет включать в себя разработку и описание методики управления функциональными свойствами материалов при процедурах судоремонта. Планируется описать структуру модели и область целесообразного применения при использовании с учетом материаловедческих, логистических, экологических и экономических факторов. Будут даны рекомендации по практическому использованию и проанализированы результаты внедрения данной методики на судоремонтных предприятиях. Также планируется привести расчет социально-экономического эффекта от внедрения методики.

### **3. Заключение**

Поставленные в диссертационном исследовании задачи планируется решить теоретически, математически, проверить экспериментально и реализовать практически. Предполагается, что основные результаты исследований должны свестись к следующему:

1. Проведен анализ существующих технологических и производственных процессов при процедурах повышения работоспособности дноуглубительной техники;
2. Математически смоделированы процессы формирования функционального поверхностного слоя в деталях судовых механизмов при процедурах судоремонта;
3. Даны общие методические рекомендации по корректировке технологических процессов с учетом разработанной методики;
4. На основании исследований по разработке методики даны общие методические рекомендации для своевременного выявления зон с низкими функциональными свойствами физическими методами неразрушающего контроля;
5. Разработан алгоритм программного продукта, основанного на компьютерной модели и содержащего указания по корректировке технологического процесса, показанных на компьютерной модели напряжений.

## Список литературы

1. О стратегии развития внутреннего водного транспорта Российской Федерации на период до 2030 года. Распоряжение Правительства РФ от 29.02.2016 N 327-р
2. Морской портал для любителей и профессионалов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [sea-man.org/sudoremont](http://sea-man.org/sudoremont)
3. Я. В. Загорский, В. К. Загорский, И. В. Кусова. Повышение долговечности интенсивно изнашивающихся деталей дорожно-строительных машин // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2016. – №1 – С. 236–254
4. Д. Э. Бессмертный. Повышение работоспособности черпаковой цепи дноуглубительных земснарядов на основе выбора материалов при изготовлении сменно-запасных деталей в судоремонте. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Специальность: 05.08.04. Нижний Новгород. 2006 год
5. Портал Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации // Справочные материалы // Паспорта научных специальностей // Сайт <http://vak.minobrnauki.gov.ru>