

ОТЗЫВ
официального оппонента **Латыпова Олега Ренатовича** на диссертационную работу
Масляковой Анастасии Алексеевны «Влияние легирования и термической обработки на
прочность и коррозионную стойкость сталей Fe-Mn-Si в CO₂-содержащих
нефтепромысловых средах», представленной на соискание степени кандидата
технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

АКТУАЛЬНОСТЬ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Большинство нефтяных месторождений России характеризуются высокой коррозионной активностью добываемых нефтепромысловых сред. Высокая агрессивность сред связана с повышенной концентрацией в них CO₂, H₂S, хлоридов, а также биозараженностью. Эксплуатация нефтепромыслового оборудования, в частности, трубопроводов, в данных средах приводит к коррозионному разрушению металлических конструкций. В связи с этим, актуальной является проблема разработки и выбора материалов для производства труб, обладающих достаточной коррозионной стойкостью.

В настоящее время одной из широко используемых марок сталей для производства бесшовных нефтепромысловых труб, является сталь 09Г2С с системой легирования «Fe - Mn - Si», основными преимуществами которой являются повышенные параметры хладостойкости и прочности, а также низкая себестоимость, по сравнению с легированными хромсодержащими марками стали. К основным недостаткам стали 09Г2С стоит отнести ее низкую коррозионную стойкость в CO₂-содержащих средах.

Поскольку в настоящее время ПАО «НК «Роснефть» является лидером Российской нефтедобывающей отрасли, актуальным является разработка перспективного химического состава, соответствующего требованиям действующих методических указаний № П4-06 М-0111 этой компании, для производства бесшовных нефтепромысловых труб, стойких в CO₂-содержащих средах.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Рукопись диссертации Масляковой А. А. состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 129 наименований, приложений. Общий объем работы составляет 121 страница. Диссертация написана четким грамотным языком, иллюстрации хорошо дополняют и поясняют текст. Замечаний по оформлению нет.

Во введении кратко изложены основные проблемы коррозионного разрушения нефтепромыслового оборудования, обоснована актуальность темы исследования, приведены цель, задачи, предмет, объект исследования, научная новизна в соответствии с паспортом специальности 2.6.17, приведены выносимые на защиту положения, практическая значимость работы, указаны сведения о реализации, апробации, публикациях и личном вкладе автора.

В первой главе рассмотрены основные виды коррозионного разрушения металла нефтепромысловых труб в процессе эксплуатации и основные способы их защиты.

Установлено, что CO₂-коррозия является одним из основных видов коррозии нефтяного оборудования. Отмечено, что одним из способов защиты металла труб в CO₂-содержащих средах является применение коррозионностойких марок сталей для их производства. Показано, что наибольшую стойкость в условиях углекислотной коррозии имеют низколегированные хромованадиевые стали, однако их применение для производства нефтепромысловых труб может быть ограничено в связи с их высокой стоимостью из-за повышенного содержания хрома и других дорогостоящих легирующих элементов.

Отмечено, что в настоящее время широко распространенным материалом для производства нефтепромысловых труб являются стали с системой легирования «Fe-Mn-Si» - например 09Г2С, 17Г1С. Данный материал соответствует требованиям действующих методических указаний №П4-06 М-0111 ПАО «НК «Роснефть», а также обладает необходимым уровнем механических характеристик, однако характеризуются низкой коррозионной стойкостью в СО₂ – содержащий средах.

Результаты анализа литературных данных свидетельствуют о необходимости в разработке новых марок стали, соответствующих требованиям методических указаний №П4-06 М-0111 ПАО «НК «Роснефть», которые будут иметь достаточную коррозионную стойкость в СО₂-содержащих средах.

Во второй главе описаны методология, методы исследования и характеристики объектов исследования, используемых в диссертационной работе. В качестве объектов исследования использовались стали марок – 09Г2С и 13ХФА. Для проведения исследований привлечены следующие качественные и количественные методы: металлографический анализ, включающий световую и растровую электронную микроскопию; рентгеноструктурный фазовый анализ; локальный энергодисперсионный химический анализ; гравиметрический анализ; анализ морфологии продуктов коррозии; анализ продуктов коррозии в характеристическом рентгеновском излучении; измерение механических свойств металла, определение прокаливаемости, испытание на стойкость к углекислотной коррозии.

Третья глава посвящена анализу нормативно-технической документации и материалов, применяемых в настоящее время нефтяными компаниями для производства бесшовных нефтепромысловых труб.

Отмечается, что в настоящее время не существует стандартных методов выбора материала труб, стойкого к другим видам коррозии, характерным для нефтепромысловых сред, таким как язвенная коррозия в СО₂ и Н₂S, микробиологическая коррозия, коррозионно-эрзационный износ и др.

Четвертая глава посвящена исследованию основных причин и механизмов разрушения нефтепромысловых труб из широко применяемых марок сталей 09Г2С и 13ХФА в условиях эксплуатации.

Для более точного анализа причин разрушения в работе предоставлены данные по составу транспортируемой среды, содержащие значения парциального давления углекислого газа.

Показано, что характер коррозионного разрушения нефтепромысловых труб из сталей 09Г2С и 13ХФА идентичен, идет преимущественно по нижней образующей с образованием глубоких борозд и сквозных язв, что характерно для углекислотной коррозии.

Отмечается, что коррозионное разрушение начинается при значительно более низком парциальном давлении углекислого газа 6500 – 10400 Па, по сравнению с парциальным давлением 50000 Па, указанным в действующих методических указаниях №П4-06 М-0111.

В пятой главе рассмотрена возможность повышения коррозионной стойкости в средах с повышенной концентрацией СО₂ базовой стали 09Г2С путем изменения химического состава данной марки и последующей ее термической обработки.

Обоснован и предложен усовершенствованный химический состав экспериментальной стали, произведена ее выплавка, подобран режим термической обработки, а также проведена оценка ее коррозионной стойкости в модельной СО₂-содержащей среде.

В ходе исследования установлено:

1 Минимальные значения скорости коррозии соответствуют образцам из стали 13ХФА. Данная сталь характеризуется пониженным содержанием углерода (0,06 масс %) и повышенной концентрацией хрома (0,7 масс %). В составе стали наблюдается низкая концентрация марганца (0,4 масс %).

2 Скорость коррозии экспериментальной стали ниже, чем у базовой стали системы легирования «Fe-Mn-Si» 09Г2С.

3 Незначительные добавки хрома (0,4 масс %) и циркония (0,02 масс %), а также снижение концентрации углерода (до 0,06 масс %) и марганца (до 0,4 масс %) оказало положительное влияние на стойкость стали системы легирования «Fe-Mn-Si» к общей коррозии в CO₂-содержащей среде.

4 Температура выдержки при отпуске, после закалки с охлаждением в воду, оказывает влияние на стойкость экспериментальной стали к общей коррозии в CO₂-содержащей среде. Минимальная скорость коррозии наблюдается после отпуска при 400 °C. После данного режима термической обработки усовершенствованной экспериментальной стали скорость ее коррозии стала на 12-17 % меньше, чем у базовой стали 09Г2С.

В заключении приведены основные научные и практические результаты работы.

В приложении представлен акт внедрения результатов диссертационной работы.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ НАУЧНОЙ НОВИЗНЫ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИИ

В диссертационной работе автором получены следующие новые научные результаты:

1 Установлено, что причиной развития язвенных поражений трубной стали системы легирования «Fe-Mn-Si» является углекислотная коррозия даже при низком парциальном давлении CO₂.

2 Предложено применение комплексного легирования стали, которое за счет синергетического эффекта позволяет заменить дорогостоящие легирующие элементы, снизить ее себестоимость, повысить механические и коррозионные свойства.

3 Установлено, что незначительные добавки хрома (0,4 масс %) и циркония (0,02 масс %), а также снижение концентрации углерода (до 0,06 масс %) и марганца (до 0,4 масс %) для сталей системы легирования «Fe-Mn-Si» позволяют получить материалы со стойкостью к общей коррозии в CO₂-содержащей среде на уровне материалов с содержанием Cr ~ 1% (системы легирования «Fe-Cr-V»). На основе этих результатов обоснован усовершенствованный марочный состав стали 09Г2С с повышенной коррозионной стойкостью в CO₂-содержащей среде.

4 Показано, что стойкость к общей коррозии в CO₂-содержащей среде зависит также от вида термической обработки трубной стали. Осуществлен выбор оптимального вида термической обработки стали усовершенствованного марочного состава, обеспечивающего сталь необходимыми прочностными и коррозионными характеристиками.

СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ И ДОСТОВЕРНОСТИ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ, РЕКОМЕНДАЦИЙ, ЗАКЛЮЧЕНИЙ И ВЫВОДОВ

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов, сформулированных в диссертационной работе, обеспечены корректной постановкой цели и задач исследований, применением аттестованных методик исследований и проведением экспериментов на современном оборудовании. В ходе выполнения диссертационной работы был выполнен достаточный объем теоретических и экспериментальных исследований, обеспечивающий высокую достоверность результатов. Экспериментальные

результаты имеют удовлетворительную сходимость с теоретическими данными, не противоречат исследованиям других авторов.

СООТВЕТСТВИЕ РАБОТЫ ТРЕБОВАНИЯМ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫМ К ДИССЕРТАЦИЯМ И ПАСПОРТУ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Полученные результаты в работе Масляковой А.А. соответствуют научным положениям диссертации. Положения и результаты диссертации обладают научной новизной и практической значимостью. Публикации имеют высокий уровень и полностью отражают основное содержание диссертации.

Тема и содержание диссертационной работы соответствуют паспорту специальности 2.6.17. Материаловедение (06.16.09 – Материаловедение (по отраслям)) по пунктам 1, 3 и 9:

1 Теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий.

3 Разработка научных основ выбора материалов с заданными свойствами применительно к конкретным условиям изготовления и эксплуатации изделий и конструкций.

9 Разработка способов повышения коррозионной стойкости материалов в различных условиях эксплуатации.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На основании результатов проведенных исследований предложен усовершенствованный марочный состав стали 09Г2С, соответствующий требованиям действующих методических указаний №П4-06 М-0111 ПАО «НК «Роснефть», для производства бесшовных нефтепромысловых труб с повышенной стойкостью в СО₂-содержащих средах.

Для предложенного усовершенствованного марочного состава стали рассмотрены варианты режимов термической обработки и выбран оптимальный режим для производства бесшовных нефтепромысловых труб с повышенной стойкостью в СО₂-содержащей среде.

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на международных и всероссийских конференциях: 3-я Международная научно-техническая конференция «Коррозия в нефтяной и газовой промышленности» (Самара, 2018); 4-ая Международная научно-техническая конференция «Коррозия в нефтяной и газовой промышленности» (Самара, 2019); 4-ая Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Молодежь и системная модернизация страны» (Курск, 2019); 4-ая Международная научно-практическая конференция «Современные материалы, техника и технологии» (Курск, 2020); 2-я Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция «Современные проблемы материаловедения» (Липецк, 2021); 16-я Международная научно-техническая конференция «Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации» (Курск, 2021); Международная научно-техническая конференция «International conference on Industrial Engineering» (Сочи, 2021).

ВОПРОСЫ И ЗАМЕЧАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ

1 Отсутствуют данные о стойкости разработанного химического состава в H₂S – содержащих промысловых средах.

2 Разработанную марку стали предлагается применять для бесшовных нефтепромысловых труб. Есть ли возможность ее применения для сварной трубной продукции?

3 В 4 разделе в данных, предоставленных нефтяными компаниями, указаны значения обводненности, температуры транспортируемой среды, а также парциального давления, содержащихся в ней CO₂ и H₂S. Были ли предоставлены данные о наличии в транспортируемой среде сульфатосстанавливающих бактерий, и других микроорганизмов нефтяного биоценоза? Рассматривалось ли их возможное влияние на процесс протекания CO₂-коррозии исследуемой экспериментальной стали?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отмеченные отдельные замечания существенно не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, не снижают ее научной и практической ценности.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы и достаточно полно отражает его.

Диссертационная работа Масляковой А.А. полностью соответствует требованиям в том числе п. 9, предъявляемых к кандидатским диссертациям, изложенными в «Положении о присуждении ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения повышения коррозионной стойкости оборудования, эксплуатируемого в CO₂-содержащих нефтепромысловых средах, а ее автор – *Маслякова Анастасия Алексеевна* – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Даю согласие на обработку моих персональных данных.

Официальный оппонент,

доктор технических наук, доцент,

профессор кафедры

«Материаловедение и защита от коррозии»

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет»

Специальность, по которой

защищена диссертация: 05.02.13 Машины, агрегаты
и процессы (нефтегазовая отрасль)

Адрес почтовый и электронный: 450064, г. Уфа,

Республика Башкортостан,

Россия, ул. Космонавтов, д. 1,

+7 (347) 242-03-70, E-mail: o.r.lata@yandex.ru

Латыпов Олег Ренатович

1.09.2022г.

Подпись заверяю:

Начальник отдела по работе с персо-

Дадаян Ольга Анатольевна

