

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**  
**ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА**  
**99.2.039.02 (Д999.122.02)**

созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» и федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение объединенного диссертационного  
совета от 14.10.2022 г. № \_\_\_

О присуждении Масляковой Анастасии Алексеевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Влияние легирования и термической обработки на прочность и коррозионную стойкость сталей Fe-Mn-Si в CO<sub>2</sub>-содержащих нефтепромысловых средах» по специальности 2.6.17. Материаловедение принята к защите 27 июня 2022 г. (протокол заседания № 5), объединенным диссертационным советом 99.2.039.02 (Д 999.122.02), созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки Российской Федерации, 443100, Самара, Молодогвардейская 244, и федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Минобрнауки Российской Федерации, 443086, Самара, Московское шоссе, 34, приказ Минобрнауки Российской Федерации №45/нк от 30.01.2017 г.

Соискатель Маслякова Анастасия Алексеевна, 19.08.1993 года рождения, в 2017 году с отличием окончила очную магистратуру по направлению «Материаловедение и технологии новых материалов», в 2022 году окончила очную аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» по направлению «Технологии материалов», научная специальность «Материаловедение (машиностроение)». В период подготовки диссертации Маслякова А.А. с апреля 2018 года по март 2021 года работала в должности инженера в ООО «ИТ-Сервис». С августа 2021 года и по настоящий момент работает инженером-технологом на АО «ГК «Электрощит»-ТМ Самара» в отделе обработки металлов.

Диссертация выполнена на кафедре «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Амосов Александр Петрович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», кафедра «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы», заведующий кафедрой.

### **Официальные оппоненты:**

- Латыпов Олег Ренатович, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Уфимский государственный нефтяной технический университет», город Уфа, кафедра «Материаловедение и защита от коррозии», заместитель заведующего кафедрой, профессор.

- Петров Сергей Степанович, кандидат физико-математических наук, ООО «Научно-производственный центр «Самара», город Самара, аналитический отдел, начальник. дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет», город Пенза, в своем положительном отзыве, утвержденным Васиным Сергеем Михайловичем, д.э.н., профессором, проректором по научной работе и инновационной деятельности, подписанном Перелыгиным Юрием Петровичем, д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Химия», Кольчугиной Ириной Геннадиевной, к.т.н., доцентом, ученым секретарем кафедры «Химия», указала, что предложенная в работе экспериментальная усовершенствованная марка стали может служить материалом для производства бесшовных нефтепромысловых труб, работоспособных в CO<sub>2</sub>-содержащих средах. Химический состав и механические свойства экспериментальной стали соответствуют требованиям действующих методических указаний № П4-06 М-0111 ПАО «НК «Роснефть».

Заключение содержит следующие замечания: В 5 разделе указывается, что выплавка экспериментальной стали проводилась методом вакуумно-индукционного переплава в вакуумной печи в лабораторных условиях, что соответствует достаточно жестким требованиям по максимально допустимому содержанию газов и малым допускам к химическому составу. Будет ли возможность получения такого же точного химического состава при выплавке в заводских условиях? Во втором разделе для проведения сравнительного анализа коррозионной стойкости в CO<sub>2</sub>-содержащих нефтепромысловых средах с экспериментальной сталью усовершенствованного состава в качестве материала сравнения выбрана только одна сталь - 13ХФА. Стали марок 13ХФЧА, 08ХМФА, 08ХМФБЧА, 15Х5МФБЧ, также обладающие повышенной коррозионной стойкостью и прочностью, в качестве эталона не рассматривались; Не приведены результаты металлографического анализа экспериментальной стали после выплавки и прокатки.

**Соискатель имеет 7 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 7 работ**, из них 2 в изданиях, рекомендованных ВАК, 1 в изданиях, индексируемых базами данных Scopus и Web of Science.

### **Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:**

1. Кощеева (Маслякова), А. А. Влияние режимов термической обработки на стойкость стали 09Г2С в средах с повышенным значением CO<sub>2</sub> / А. А. Кощеева (Маслякова), В. А. Ревякин, А. В. Иоффе // Научно-технические проблемы машиностроения. – 2020. - № 2. - С. 3-9.

2. Кощеева (Маслякова), А. А. Влияние легирующих элементов Cr и V на коррозионную стойкость бесшовных нефтепромысловых труб из стали 13ХФА при эксплуатации в средах с повышенной концентрацией CO<sub>2</sub> / А. А. Кощеева (Маслякова) // Научно-технические проблемы машиностроения. – 2020. - № 5. – С. 33-41

3. Maslyakova, A. A. Recommendations for Increasing the Durability of Oilfield Pipes Working in Aggressive CO<sub>2</sub>-Containing Environment / A. A. Maslyakova, A.P. Amosov, T.V Tetyueva

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы официальных оппонентов.**

В отзыве официального оппонента **Латыпова О.Р.** указаны следующие основные вопросы и замечания: Отсутствуют данные о стойкости разработанного химического состава в  $H_2S$  – содержащих промышленных средах; Разработанную марку стали предлагается применять для бесшовных нефтепромысловых труб. Есть ли возможность ее применения для сварной трубной продукции? В 4 разделе в данных, предоставленных нефтяными компаниями, указаны значения обводненности, температуры транспортируемой среды, а также парциального давления, содержащихся в ней  $CO_2$  и  $H_2S$ . Были ли предоставлены данные о наличии в транспортируемой среде сульфатовосстанавливающих бактерий, и других микроорганизмов нефтяного биоценоза? Рассматривалось ли их возможное влияние на процесс протекания  $CO_2$  - коррозии исследуемой экспериментальной стали?

В отзыве официального оппонента **Петрова С.С.** сформулированы следующие замечания: Методика проведения коррозионных испытаний не оценивает влияние избыточного давления на скорость коррозии. Может ли оно повлиять на полученные результаты? В работе не отмечается влияние технологии изготовления, а именно термической обработки труб из разработанного химического состава стали на стоимость продукции. При исследовании коррозионной стойкости в  $CO_2$  – содержащей среде стали 09Г2Сн ее усовершенствованного состава в качестве сравнения в работе рассматривается только одна сталь – 13ХФА.

**На автореферат поступили 10 положительных отзывов от:** А.Н. Володченко, д.т.н., доцента, профессора кафедры теоретической и прикладной химии ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (г. Белгород); М.А. Юдакова, начальника отдела металлоконструкций и прочностных расчетов АО «Институт по проектированию и исследовательским работам в нефтяной промышленности «Гипровостокнефть» (г. Самара), В.В. Яценко, к.т.н., заместителя главного инженера – начальника управления проектных работ этого же института; А.С. Мазного, д.т.н., ведущего научного сотрудника Научно – исследовательского отдела структурной макрокинетики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Томский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук (г.Томск); Д.А. Захарова, к.т.н., начальника цеха порошковой металлургии АО «Волгабурмаш» (г.Самара); С. Я. Алибекова, д.т.н., профессора, заведующего кафедрой «Машиностроение и материаловедение» ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технический университет» (Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола); М. Х. Зиатдинова, д.т.н., ведущего научного сотрудника лаборатории высокоэнергетических материалов ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (г. Томск); Б. А. Потехина, д.т.н., профессора кафедры «Технологические машины и технологии машиностроения» ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» (г. Екатеринбург); А. А. Ситникова, д.т.н., профессора, директора производственного внедренческого комплекса прикладных исследований и разработок ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (г. Барнаул); Ю. Л. Крутского, к.т.н., доцента кафедры химии и химической технологии ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» (г. Новосибирск); А.Н. Емелюшина, д.т.н., профессора кафедры литейных процессов и материаловедения ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (г. Магнитогорск).

В замечаниях указано: В автореферате указано, что коррозионное разрушение стали 09Г2С начинается при парциальном давлении углекислого газа 6500-10400 Па. Проводились ли исследования на коррозионную устойчивость при более низких значения парциального давления углекислого газа? Как повлияет на себестоимость производство стали 09Г2С с системой легирования «Fe-Mn-Si» изменение технологии ее получения с целью повышения коррозионной стойкости в CO<sub>2</sub>-содержащих средах? В работе не отражен состав CO<sub>2</sub>-содержащей среды, применяемой для проведения испытаний образцов и условия проведения испытаний; экспериментальная сталь, полученная на базе углеродистой стали 09Г2С, отличается от «материнского» состава в значительной мере, что может служить основанием для рассуждения о разработке новой марки стали 06ГСЦ (маркировка предварительная) класса прочности не ниже К52; Рассмотрение использования экспериментальной стали как усовершенствованного аналога стали 09Г2С не закончено, в связи с отсутствием сравнения ударной вязкости при отрицательных температурах для данных сталей, широта применения которых обусловлена использованием в регионах с температурой до минус 60 °С; Нет единообразия в использовании знаков препинания «CO<sub>2</sub>-содержащих средах» и «CO<sub>2</sub> – содержащих средах»; Основной износ нефтепромысловых труб происходит по нижней образующей, что объясняется коррозионным разрушением. Есть ли абразивный износ и каков его вклад в динамику разрушения стенки трубы - в работе не обсуждается; В таблице 3 приведено сравнение характеристик экспериментальных сталей с разной термической обработкой. При этом не приведено сравнение с базовой сталь, которую не подвергали ни легированию, ни термическим обработкам. Также в Таблице 3 приведены множества значений твердости для каждой стали, почему не одно осредненное значение? 4 пункт в основных результатах и выводах. Утверждается, что имеется положительный синергетический эффект от одновременного изменения концентраций хрома, циркония, углерода и марганца. Однако в автореферате не приведено результатов сравнения экспериментальных сталей с разными комбинациями концентраций данных химических компонентов. Может ли быть такое, что весь позитивный эффект связан лишь с влиянием, например, циркония? Или все-таки имеется заявленная синергия? Из текста не совсем понятно, что означает класс прочности трубы К52; Каким методом определялась скорость коррозии исследуемых образцов? В Таблице 2 указано, содержание марганца в экспериментальной стали 0,4 %, а по ГОСТу допустимое значение 1,3-1,7 %. Получается довольно сильное отклонение по содержанию марганца от требований ГОСТ, хотя автор указывает на незначительные изменения химического состава экспериментальной стали по сравнению с составом марки 09Г2С; Представленная работа имеет ярко выраженную практическую направленность. Об этом свидетельствует, в частности, девять ссылок в автореферате на методические указания № П4-06 М-0111 ПАО «НК «Роснефть». Однако в чем суть требований этих указаний в автореферате не раскрыто; В автореферате не раскрыта роль циркония в повышении коррозионной стойкости металла и не описан механизм его влияния на свойства экспериментальной стали; Из текста не ясно, из каких соображений выбран режим термической обработки экспериментальной стали; На странице 9 указано, что материалы должны обладать достаточной коррозионной стойкостью в CO<sub>2</sub>-содержащих средах, не ясно, что значит достаточная коррозионная стойкость? В главе 4 для более точного анализа причин разрушения нефтепромысловых труб, представлены данные по составу транспортируемой среды, а в конце главы указано, что для корректного подбора

материала необходимо проводить анализ транспортируемой среды, не ясно как это понимать? Из текста автореферата не ясно, на основании каких методик и какого оборудования проводились испытания на коррозионную стойкость образцов в CO<sub>2</sub>-содержащих средах; Было бы целесообразно привести рекомендации по измененному режиму промышленной плавки такой стали (в частности, какие марки ферросплавов необходимо будет дополнительно использовать?); Интересным бы было провести в работе сравнительные испытания свариваемости предложенной и традиционной стали.

Все отзывы положительные, отмечают актуальность темы диссертации, научную новизну и практическую значимость основных положений работы, соответствие диссертационной работы Масляковой А.А. требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а её автор – Маслякова А.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их** высокой компетентностью в области разработки новых материалов, стойких в коррозионно-активных средах, а также, более конкретно, стальных труб, стойких в нефтяных CO<sub>2</sub>-содержащих средах, что подтверждается публикациями в научных изданиях в сфере исследования соискателя, а также наличием в ведущей организации диссертационного совета по данной научной специальности.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

- **разработан** усовершенствованный химический состав стали 09Г2С, удовлетворяющий требованиям действующих методических указаний №П4-06 М-0111 ПАО «НК «Роснефть», а также режимы термической обработки для производства бесшовных нефтепромысловых труб с повышенной стойкостью в CO<sub>2</sub>-содержащей среде;

- **предложен** комплексный подход повышения прочности и коррозионной стойкости стали 09Г2С в средах с повышенной концентрацией CO<sub>2</sub> путем усовершенствования ее химического состава и последующей термической обработки;

- **доказано**, что усовершенствование химического состава стали 09Г2С и дальнейшая ее термическая обработка положительно влияют на прочность и стойкость стали системы легирования «Fe-Mn-Si» к общей коррозии в CO<sub>2</sub>-содержащей среде;

- **введен** дополнительный легирующий элемент цирконий (0,02%), повышающий хладостойкость, прочность, коррозионную стойкость и являющийся хорошим раскислителем, обеспечивающим чистоту по неметаллическим включениям.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

- **доказана** на основе результатов лабораторного моделирования углекислотной коррозии возможность повышения стойкости стали системы легирования «Fe-Mn-Si»;

- применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** комплекс существующих литературных данных и собственных экспериментальных исследований способов повышения прочности и коррозионной стойкости широко используемой трубной стали;

- **установлен и изложен** способ повышения коррозионной стойкости стали 09Г2С в CO<sub>2</sub>-содержащей среде;

- **раскрыто и изучено** влияние легирующих элементов и термической обработки на прочность и коррозионную стойкость стали 09Г2С в CO<sub>2</sub>-содержащей среде;

- **проведена модернизация** химического состава базовой марки стали 09Г2С;
- **определено**, что незначительные добавки легирующих элементов в совокупности с термической обработкой способствуют повышению прочности и стойкости трубной стали 09Г2С в CO<sub>2</sub>-содержащей среде.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

- **разработаны и внедрены** в ООО «ИТ-Сервис» полученные в диссертации результаты влияния легирования и термической обработки на прочностные и коррозионные свойства трубной стали 09Г2С;

- **определено** влияние дополнительного легирования стали системы «Fe-Mn-Si» и различных режимов термической обработки на структуру и свойства нефтепромысловых труб;

- **созданы** рекомендации по применению бесшовных нефтепромысловых труб из предложенного химического состава;

- **выявлено**, что предложенная экспериментальная усовершенствованная марка стали может служить материалом для производства бесшовных нефтепромысловых труб, работоспособных в CO<sub>2</sub>-содержащих средах. Химический состав и механические свойства экспериментальной стали соответствуют требованиям действующих методических указаний № П4-06 М-0111 ПАО «НК «Роснефть»;

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

- **экспериментальные результаты** получены на современном научно-исследовательском оборудовании с использованием аттестованных методов и методик, с применением сертифицированного оборудования и современного программного обеспечения;

- **теория** влияния легирующих элементов на прочность и коррозионную стойкость стали подтверждена экспериментальными данными;

- **идея** базируется на подтвержденном использовании синергетического эффекта от одновременного незначительного изменения концентраций хрома, циркония, углерода и марганца в стали, приводящему к заметному повышению ее коррозионной стойкости;

- **использованы** современные методики сбора и обработки информации, представленные выборочные совокупности с обоснованием выбора объектов и методов исследования.

- **установлено** качественное и количественное совпадение полученных экспериментальных и теоретических результатов между собой и с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике.

**Личный вклад соискателя состоит в:** постановке целей и задач, разработке методологии исследования, интерпретации результатов и формулировке всех основных положений, определяющих научную новизну и практическую значимость работы. Основные эксперименты выполнены в творческих коллективах, что отражено в составе авторов опубликованных работ.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: 1) Не было пояснено, какая структура была после закалки? Какой бейнит – выраженный или не выраженный? Был ли остаточный аустенит? 2) Брали две температуры отпуска: 600 и 400

<sup>0</sup>С, а почему более низкую не брали? Пластичность после закалки 22 %, зачем нужно было отпуск делать?

Соискатель Маслякова А.А. ответила на высказанные в ходе заседания замечания и привела собственную аргументацию: 1) После закалки была феррито-бейнитная структура с выраженной бейнитной составляющей в виде однонаправленных реек или игл, чередующихся с небольшими прослойками остаточного аустенита. 2) Отпуск после закалки проводился для распада бейнита и превращения остаточного аустенита с образованием более благоприятной структуры с дисперсными карбидами, а также для снятия внутренних напряжений. Меньшие температуры отпуска не гарантировали таких превращений.

На заседании 14 октября 2022 года диссертационный совет принял решение присудить Масляковой Анастасии Алексеевне ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение за новые научно-обоснованные технологические решения в повышении коррозионной стойкости сталей системы легирования Fe-Mn-Si в CO<sub>2</sub>-содержащих нефтепромысловых средах, имеющие значение для развития страны.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 17, против 0.

Председатель диссертационного совета 99.2.039.02 (Д 99.2.039.02)  Клебанов Яков Мордухович

Секретарь диссертационного совета 99.2.039.02 (Д 99.2.039.02)  Луц Альфия Расимовна

14 октября 2022 г.

