



УТВЕРЖДАЮ

Ректор Пермского государственного
национального исследовательского
университета

Макарихин И.Ю.

» _____ 2014 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБОУ ВПО Пермский государственный национальный исследовательский университет на диссертационную работу Костицыной Ирины Валерьевны «Коррозионная стойкость трубных сталей в агрессивных средах нефтяных и газовых месторождений», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия

Диссертационная работа Костицыной Ирины Валерьевны представляет собой исследование в области физической химии, связанное с решением научно-технической задачи – установлением закономерностей влияния химического состава и неметаллических включений на коррозионную стойкость углеродистых и низколегированных сталей.

Одной из важнейших задач, стоящих перед производителями металлоемкой трубной продукции является обеспечение коррозионной стойкости и, соответственно, повышение срока эксплуатации нефтепромыслового оборудования. Для решения этой задачи используют разработку и применение ингибиторов коррозии, защитных покрытий и др. Вместе с тем, актуальным является и производство металлоизделий в коррозионностойком исполнении. Для успешного реализации процесса необходимы достоверные сведения о влиянии целого комплекса внешних и внутренних факторов на коррозионную стойкость сталей в реальных

условиях их предполагаемой эксплуатации. Исходя из этого, **актуальность** диссертационной работы Костицыной И.В., посвященной анализу роли структурных и фазовых составляющих сталей на их склонность к коррозии в модельных средах нефтяных и газовых месторождений, не вызывает сомнений.

Научная значимость диссертационного исследования для развития физической химии заключается в термодинамическом анализе химической и электрохимической устойчивости низкоуглеродистых сплавов на основе железа и также фазовых составляющих неметаллических включений в широком диапазоне модельных сред и построении диаграмм электрохимических равновесий для изученных систем.

Результаты работы могут быть использованы при проведении научных исследований в Институте физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, Тамбовском, Воронежском, Удмуртском государственных университетах, Южном и Уральском федеральных университетах, Пермском национальном исследовательском университете, а также могут быть востребованы на предприятиях нефтегазового комплекса. Результаты работы также могут быть использованы в учебном процессе вышеперечисленных вузов и других вузов России при изложении соответствующих разделов курсов «Физическая химия», «Коррозия и защита металлов».

Практическая значимость диссертационной работы заключается в том, что разработаны технические требования к химическому составу стали для насосно-компрессорных труб, обеспечивающих их стойкость к локальной коррозии в агрессивных средах. Данные автором работы рекомендации нашли практическое применение на месторождениях ОАО «Роснефть-Томскнефть ВНК». В работе установлено, что содержание в сталях алюминатов кальция (неметаллических включений) не оказывает решающего влияния на развитие локальной коррозии.

Все основные результаты диссертационной работы, несомненно, отличаются **научной новизной**.

Структура диссертационной работы.

Диссертационная работа Костицыной И.В., выполненная в Челябинском государственном университете и в ОАО «Российский научно-исследовательский институт трубной промышленности» по содержанию и структуре отвечает требованиям, предъявляемым к научно-квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук. Она изложена на 147 страницах машинописного текста, содержит 48 рисунков, 11 таблиц, и состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы (104 наименования) и приложений.

Во **введении** автор аргументировано определяет цель и задачи работы, формулирует положения по актуальности, научной новизне и практической значимости работы.

В **первой главе** представлен анализ научной литературы, посвященной проблемам эксплуатационной надежности трубопроводов в условиях сероводородной и углекислотной коррозии, особенностям влияния химического состава на коррозионную стойкость сталей, применяемых для изготовления нефтепромыслового оборудования. Особое внимание уделено влиянию неметаллических включений на инициирование и развитие процессов локальной коррозии, а также такому внешнему фактору среды, как роли сульфат-редуцирующих бактерий в протекании коррозионного процесса. На основании литературного обзора определена актуальность, поставлены цель и задачи работы.

Во **второй главе** описаны исследуемые материалы и использованные методы исследования. Приведены химические составы исследованных сталей. Описаны методики количественной оценки содержания неметаллических включений. В работе использованы методы оптической и электронной микроскопии, энергодисперсионного микроанализа, рентгенофазового анализа, коррозионных испытаний, электрохимических

исследований. Изложена методика построения диаграмм электрохимических равновесий.

В **третьей главе** приведены результаты лабораторных испытаний по установлению влияния на коррозию сталей содержания хрома, температуры, давления, а также результаты термодинамического моделирования системы Fe-CO₂-H₂O. Установлено и объяснено явление уменьшения скорости коррозии стали 26ХМФА с ростом температуры испытаний. Показано, что увеличение содержания хрома с 1 до 5 % не приводит к существенному повышению стойкости стали к углекислотной коррозии, что объяснено лучшими защитными свойствами пленок продуктов коррозии на сталях с 1% хрома. Последнее согласуется с построенными диаграммами электрохимического равновесия системы Fe-CO₂-H₂O при высоких температурах.

В **четвертой главе** рассмотрены результаты термодинамического моделирования электрохимической устойчивости фазовых составляющих неметаллических включений, а также результаты лабораторных и промышленных испытаний по установлению роли неметаллических включений в коррозионном поведении исследованных сталей. Детально проанализированы диаграммы потенциал-рН систем алюминаты кальция- H₂S-H₂O, силикаты кальция- H₂S-H₂O, MnS- H₂S-H₂O, CaS- H₂O, MgS-H₂O. Согласно результатам термодинамического моделирования различные составляющие неметаллических включений способны разрушаться под действием нейтральной коррозионной среды в последовательности: MgS → CaS → MnS → алюминаты кальция → Al₂O₃. При этом скорости растворения сульфидов оказались намного выше, чем у металлической матрицы и оксидных фаз. Результатами испытаний было подтверждено, что вследствие большого содержания сульфидных включений малоуглеродистые стали (Ст3) оказались более подвержены локальной коррозии, нежели трубные стали 20С и 20КТ. Показано, что алюминаты

кальция не являются потенциально опасными в процессах развития локальной коррозии в сравнении с сульфидными включениями.

Пятая глава диссертации посвящена исследованию склонности железоуглеродистых сплавов к бактериальной коррозии. Согласно полученным в работе результатам, введение в агрессивную среду сульфатредуцирующих бактерий негативно сказывалось лишь на стали 32Г2, скорость коррозии которой превысили соответствующие показатели для сталей 15Х5М и 26ХМФА-2 в 10 раз. Показано, что процесс анодного растворения стали 15Х5М реализуется с меньшей скоростью, чем стали 26ХМФА-2, что объяснено в работе более высоким содержанием хрома и, соответственно, более высокой концентрацией хромита железа в шпинельной оксидной пленке, что придает ей более высокую пассивирующую способность.

На основании полученных экспериментальных данных автор делает ряд важных **выводов**, которые характеризуют **значимость диссертационной работы для науки и производства**. На основании выполненных исследований разработаны технические требования к химическому составу стали для насосно-компрессорных труб, обеспечивающему высокую стойкость к локальной коррозии. Ценность рекомендаций подтверждена результатами байпасных испытаний в производственных условиях.

Обоснованность и достоверность полученных в диссертационной работе результатов не вызывает сомнений, поскольку обосновывается системным подходом автора к исследованиям, применением современных экспериментальных и теоретических методик, а также согласованностью экспериментально полученных результатов с общетеоретическими представлениями и имеющимися литературными аналогами.

Результаты работы опубликованы в периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ (5 статей в журналах из списка ВАК), и докладывались на Международных и Всероссийских конференциях.

Содержание диссертации достаточно полно отражено в автореферате и в публикациях по теме диссертации.

При прочтении диссертационной работы возникли **следующие замечания:**

1. Название диссертации не вполне адекватно раскрывает ее содержание. Работу с таким названием следовало бы в большей степени отнести к специальности 05.17.03 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии. О существовании в диссертации термодинамических расчетов, позволяющих квалифицировать ее по специальности 02.00.04 – физическая химия, можно узнать лишь при прочтении работы. Из конкретных задач диссертации, сформулированных на с.5 работы, лишь одна полностью соответствует области исследований, указанных в паспорте специальности «Физическая химия».
2. Вызывает некоторое удивление то, что исследование коррозионно-электрохимических процессов методом поляризационных кривых ограничено в работе лишь двумя графиками в главе 5, посвященной бактериальной коррозии железоуглеродистых сплавов. При этом, автор мог бы уделить большее внимание обработке кривых и хотя бы определить плотность тока коррозии. Следовало бы провести поляризационные измерения с последующей обработкой кривых и анализом результатов и в других случаях (главы 3 и 4), поскольку термодинамическое моделирование изучаемых систем указывает лишь на принципиальную возможность коррозионных процессов, но не несет информации об их кинетике.
3. Работа не свободна от опечаток и неудачных выражений. Например, «разверстка потенциала» вместо «развертка» (с.61), «магнетит образует покрытие... покрытое...» (с.65), «анодная реакция протекает в меньшей степени» (с.109), «метод потенциодинамики» (с.116), «окисел», а не «оксид» (с.30).

Сделанные замечания не снижают положительного впечатления от работы. Обоснованность научных положений, выносимых на защиту, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, не вызывает сомнений.

По объему экспериментального материала, его актуальности и новизне, по значимости предложенных автором методических решений и по практическому значению работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным в п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а автор диссертационной работы, **Костицына Ирина Валерьевна**, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Отзыв составлен заведующим кафедрой физической химии Пермского государственного национального исследовательского университета, доктором химических наук, профессором Шеиным Анатолием Борисовичем, Адрес: 614990, Пермь, ул. Букирева, 15, Пермский государственный национальный исследовательский университет. Тел. (342)2396468, e-mail: ashein@psu.ru. Отзыв обсужден и утвержден на заседании кафедры физической химии химического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета, протокол № 5 от 8 декабря 2014 г.

Зав. кафедрой физической химии
Пермского государственного национального
исследовательского университета,
доктор химических наук, профессор

Шейн А.Б.



Шейн А.Б. секретарю
кафедры