

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель генерального директора
по научной работе



К.Л. Косырев

2018 г.

ОТЗЫВ

**ведущей организации на диссертацию Феокистовой Марины Валерьевны
на тему: «Влияние химического состава и структурных факторов на коррозионную
стойкость низколегированных сталей в водных средах»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка
металлов и сплавов**

Диссертация Феокистовой Марины Валерьевны посвящена решению важной научно-технической проблемы – повышению коррозионной стойкости низколегированных сталей в нейтральных водных средах путем оптимизации химического состава и технологических режимов производства стали. Особую актуальность представляет решение данной проблемы для нефтепромысловых трубопроводов, транспортирующих кроме нефти высокоминерализованную пластовую воду, контакт с которой приводит к ускоренному развитию коррозионных процессов, повышенной аварийности таких трубопроводных систем из-за образования сквозных коррозионных повреждений. Это, в свою очередь, требует дорогостоящих ремонтов, вплоть до замены поврежденных участков трубопроводов, приводит к ухудшению экологической ситуации. Основная особенность поведения сталей в таких средах – возможность развития коррозионных процессов по электрохимическому механизму.

В отличие от высоколегированных коррозионностойких сталей, содержащих не менее 12% хрома, углеродистые и низколегированные стали подвергаются коррозии поскольку находятся в активном состоянии. В то же время скорость коррозии таких сталей определяется совокупностью химического состава, структурны и степенью загрязненности неметаллическими включениями.

Резкое повышение аварийности нефтепромысловых трубопроводов Западной Сибири в середине 90-х годов прошлого века было связано с повышенной загрязненностью сталей так называемыми коррозионно-активными неметаллическими

включениями (КАНВ), которые формировались в процессе обработки жидкой стали в ковше при неоптимальных технологических параметрах, в частности, из-за обработки сталей избыточным количеством присадок, содержащих кальций. Были разработаны технологии производства сталей, чистых по КАНВ. Использование труб из таких сталей привело к существенному снижению аварийности нефтепромысловых трубопроводов Западной Сибири. В то же время, практика показывает, что при обеспечении чистоты по КАНВ, существенное влияние на коррозионную стойкость стали могут оказать другие структурные факторы, в том числе химическим составом, оптимизацией которого можно добиться повышения коррозионной стойкости стали.

Исходя из этого разработка дополнительных требований к сталям и технологиям их производства для повышения коррозионной стойкости и ресурса эксплуатации нефтепромысловых трубопроводов и других видов оборудования и конструкций, эксплуатируемых в контакте с водными средами, весьма актуальна.

Для решения этой проблемы автором в диссертационной работе было исследовано влияние химического состава, структуры низколегированных сталей на их коррозионную стойкость в водных растворах и предложен способ повышения коррозионной стойкости.

Диссертационная работа изложена на 177 страницах и состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы (116 наименований). Стоит отметить, что главы со второй по пятую имеют собственные выводы, а заключением к первой главе служит постановка задачи.

В первой главе на основе обзора литературных данных автор выполнил обстоятельный анализ современных подходов к повышению коррозионной стойкости стальных изделий и оборудования, предназначенных для эксплуатации в водных средах, в том числе в условиях эмитирующих эксплуатацию нефтепромысловых трубопроводов, в морской воде и небольшом объеме при контакте с влажной атмосферой.

Показано, что сведения о влиянии химического состава и микроструктуры на коррозионную стойкость стали в водных средах весьма противоречивы. В частности, имеет место, наличие противоречий о влиянии на коррозионную стойкость низколегированных сталей содержания ряда легирующих элементов: хром, никель, медь и углерода. Что касается влияния на коррозионную стойкость микролегирующих элементов титана, ниобия, ванадия, которые участвуют в образовании выделений карбидных, нитридных, карбонитридных включений, то эта информация еще в большей степени ограничена. В то же время, микролегирование стали этими элементами является важной особенностью современного этапа развития металлургии, так как формирование указанных выделений отвечает за обеспечения определенного уровня прочностных

характеристик по механизмам измельчения зерна и дисперсионного твердения. На основе проведенного анализа были сформулированы цели и задачи работы

Во второй главе описаны материалы и методики исследования.

Было исследовано четыре основных типа сталей:

- Низкоуглеродистые (до 0,10% углерода) низколегированные стали лабораторной выплавки, на которых изучалось влияние легирующих элементов (Cr, Ni, Cu) и углерода на коррозионную стойкость;
- стали промышленного производства с содержанием углерода 0,10-0,145% без специального легирования хромом, никелем и медью, но с различным содержанием микролегирующих элементов на которых исследовалось их влияние на коррозионную стойкость, связанное, в частности, с формированием наноразмерных выделений избыточных фаз;
- стали с более высоким содержанием углерода (0,18% и более) лабораторной выплавки, на которых исследовали влияние микролегирования, а также содержания Cr, Cu на коррозионную стойкость стали
- низкоуглеродистые низколегированные стали промышленного производства, полученные с учетом разработанных рекомендаций по химическому составу и технологическими режимам (температурам горячей прокатки и скотки).

Следует отметить, что в исследованных сталях КАНВ на основе алюминатов кальция отсутствовали, что позволило оценить в чистом виде влияние на коррозионную стойкость химического состава и характеристик микроструктуры.

Из использованных в работе методик исследования «Методика определения коррозионной стойкости углеродистых и низколегированных сталей и изделий из них путем измерения плотности тока насыщения анодного растворения стали в коррозионной среде электрохимическим методом» представляется наиболее приемлемой для получения характеристик к коррозионной стойкости сталей, поскольку результаты данных испытаний являются наиболее корректные для решения поставленной в работе задачи по определению коррозионной стойкости материалов в принятых условиях.

Результатам испытаний по указанной методике образцов от нефтепромысловых трубопроводов Западной Сибири с известным сроком эксплуатации до образования сквозных коррозионных повреждений показали хорошую корреляцию между значением скорости коррозии (отношения толщины стенки к сроку безаварийной эксплуатации трубопроводов) и плотностью тока насыщения, являющегося критерием коррозионной стойкости при испытаниях по принятой методике. При снижении плотности тока насыщения наблюдается повышение срока эксплуатации и уменьшение скорости

