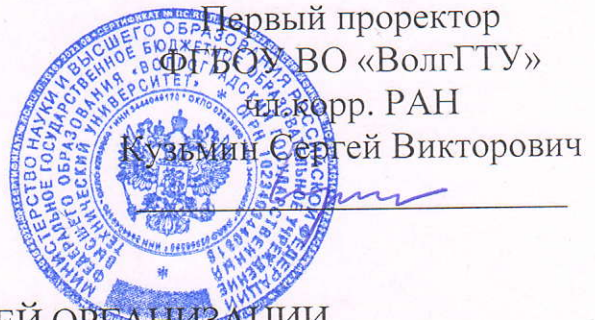


УТВЕРЖДАЮ



Первый проректор
ФГБОУ ВО «ВолГТУ»

ил. корр. РАН

Кузьмин Сергей Викторович

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Ускова Дмитрия Петровича
«Повышение эксплуатационных свойств высокопрочных
комплекснолегированных сталей для обсадных труб в хладостойком и
коррозионно-стойком исполнениях»
на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности
2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Развитие и освоение новых месторождений углеводородов, залегающих в сложных условиях добычи, обуславливает повышение требований к качеству металлоизделий (обсадные колонны и насосно-компрессорные трубы), используемых для скважинного оборудования. Сложные условия добычи и эксплуатации скважин, содержащих в значительных количествах сероводород и углекислый газ наряду с другими компонентами, требует от сталей для обсадных труб наряду с высокой прочностью и пластичностью повышенных характеристик по хладостойкости при температуре минус 60°C и стойкостью к сульфидному коррозионному растрескиванию.

Достижение заданных эксплуатационных свойств определяется в первую очередь химическим составом сталей, их схемой легирования и окончательной микроструктурой, получаемой на окончательных этапах производства обсадных труб термической обработкой.

В настоящее время разработаны общие подходы введения химических элементов при получении сталей для обсадных труб, при этом традиционно используемые среднеуглеродистые хромомолибденовые стали после термической обработки, не позволяют обеспечить высокую хладостойкость и коррозионную стойкость. Помимо хрома и молибдена в сталь добавляют микролегирующие элементы (ванадий и ниобий), что приводит к измельчению зерна аустенита и образованию мелкодисперсной однородной структуры, обладающей минимальной плотностью дислокаций с субмикроскопическими карбидами типа MeC. При этом нет единого мнения о пределах содержания и наборе микролегирующих элементов для трубных сталей, используемых для

скважинного оборудования. Специально подобранный химический состав и режимы окончательной термической обработки обсадных труб являются наиболее эффективными методами достижения высокого уровня механических и физико-химических свойств.

Таким образом представленная диссертационная работа, посвященная оценке влияния различных вариантов химического состава стали на механические свойства, хладостойкость и коррозионную стойкость обсадных труб в агрессивных средах является актуальной.

Актуальность работы обусловлена высокой научной и практической значимостью проблемы получения бесшовных труб для обсадных колонн при освоении месторождений с так называемыми «кислыми» средами. Обсадные трубы обеспечивают надежное крепление нефтяных и газовых скважин при их строительстве и эксплуатации.

Научная новизна рассматриваемой работы заключается в следующем:

- показано положительное влияние молибдена на стойкость высокопрочных трубных сталей к сульфидному коррозионному растрескиванию под напряжением за счет повышения устойчивости переохлажденного аустенита с формированием преимущественно мартенситной структуры при закалке и замедления роста карбидов типа Me_3C при отпуске, что позволяет проводить его максимально близко к температуре A_{c1} с достижением заданной прочности при низкой плотности дислокаций, снижая чувствительность к водородному охрупчиванию;

- установлено необходимое количество молибдена для легирования трубных сталей с пределом текучести более 758 МПа в хладостойком до температур эксплуатации минус 60 °С исполнении (0,30÷0,35 мас.%) и в коррозионно-стойком исполнении с пороговым напряжением 85 % от минимально нормируемого предела текучести в водном растворе, насыщенном сероводородом, (0,70÷0,80 мас.%)

- определено влияние микролегирующих добавок на микроструктуру и свойства среднеуглеродистых хромомолибденовых сталей после улучшающей термообработки, при этом ниобий в количестве 0,02÷0,03 мас.% позволяет получить наследственное аустенитное зерно не более 12 мкм и повысить стойкость к разрушению как при пониженных температурах, так и в средах, насыщенных сероводородом, а ванадий в количестве 0,03-0,05 мас.% способствует повышению прочности, но снижает ударную вязкость;

- показано, что требуемая стойкость к сульфидному растрескиванию под напряжением достигается в сталях, легированных 0,70÷0,80 мас.% молибдена, с 0,02÷0,04 мас.% ниобия и 0,03-0,05 мас.% ванадия благодаря формированию после закалки с температур $A_{c3}+(50 - 60)$ °С и отпуска при температурах 680 –

700 °С с продолжительностью не менее 1,5 часа мелкодисперсной однородной микроструктуры, обладающей минимальной плотностью дислокаций, с субмикронными частицами цементита, легированного молибденом и хромом, и наноразмерными специальными карбидами на основе ниобия и ванадия.

Практическая значимость работы заключается в том, что определен рациональный химический состав сталей и режим термической обработки обсадных труб в хладостойком (категория прочности Q125) и коррозионностойком (категория прочности С110) исполнениях. Результаты работы использованы при разработке стандарта СТО ТМК 56601056-0022-2011 (ред.3) «Трубы стальные бесшовные для нефтяной и газовой промышленности и общего назначения». Использование предложенного состава позволило достичь снижение себестоимости изготовления одной тонны трубной заготовки на 4976 руб/т (на 13,5 %). Практическая значимость результатов работы подтверждена справкой о внедрении (использовании) в условиях АО «ВТЗ» г. Волжский.

Полученные в работе результаты можно рекомендовать и для других предприятий, производящих близкую по сортаменту продукцию.

Положительно оценивая рассматриваемую работу в целом, по её содержанию можно сделать следующие замечания.

1. В литературном обзоре при анализе опыта производства обсадных труб (раздел 1.4), приводятся только данные российского дивизиона группы компаний ТМК.

2. Непонятны критерии выбора пределов содержания легирующих элементов в экспериментальных марках сталей (Мо 0,15 – 0,70 %; V 0,001 – 0,043 %; Nb 0,003 – 0,033 %).

3. В исследованиях сталей легированных по схемам Cr – Мо; Cr – Мо – V; Cr – Мо – Nb содержание Мо, достигает максимум 0,53 %. При этом в стали 26ХМФБА-2 содержание Мо увеличивают до 0,70 %. Почему не 0,65 % как в базовой марке?

4. В работе мало внимания уделяется влиянию металлургического качества (ликвация вредных примесей и их соединений) на коррозионную стойкость и комплекс механических свойств.

5. Эффект от внедрения стали марки 26ХМФБ – 2 не посчитан.

Указанные замечания не затрагивают основных научных результатов, полученных в рассматриваемой работе, и не снижают её общей положительной оценки.

Диссертация написана технически грамотным языком, оформлена в соответствии с общепринятыми нормами. Автореферат диссертации соответствует её содержанию.

Основные положения диссертации достаточно полно изложены в публикациях в 4 рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК. 4 публикации представлены в наукометрических базах Scopus и WoS. По результатам работы сделано пять докладов на международных и Всероссийской конференциях.

Общее заключение

Представленная диссертация является законченной научно квалификационной работой, в которой на основании теоретических и экспериментальных исследований представлены научные и технические решения позволяющие получить стали для обсадных труб в хладостойком и коррозионностойком исполнениях. Диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013г. №842. Автор диссертации Усков Дмитрий Петрович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Диссертация и отзыв на неё рассмотрен на расширенном заседании кафедры «Технология материалов».

Присутствовали на заседании кафедры 17 человек. Результаты голосования: «за» - 17 человек, «против» - нет, «воздержавшихся» - нет. Протокол №5 от 26 февраля 2024 года.

Заведующий кафедрой
«Технология материалов»
кандидат технических наук, доцент

Руцкий Дмитрий Владимирович

27.02.24

Учёный секретарь кафедры
«Технология материалов»
доктор технических наук, профессор

Зюбан Николай Александрович

400005, г. Волгоград, проспект им. В.И. Ленина, д. 28.
тел. (8442) 24-81-58
E-mail: drutskii@vstu.ru



27.02.24

Подпись: Д.В. Зюбан Н.А.
ДОСТОВЕРНО
ИЛИ
7 февраля 2024
Нач. общего отдела (подпись)