

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»
(НИТУ «МИСиС»)

Ленинский проспект, 4, Москва, 119991
Тел. (495)955-00-32; Факс: (499)236-21-05
<http://www.misis.ru>
E-mail: kancela@misis.ru
ОКПО 02066500 ОГРН 1027739439749
ИНН/КПП 7706019535/ 770601001

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке и инновациям

НИТУ «МИСиС»

проф. Филонов М.Р.

2016 г.



№

На №

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС») на диссертацию Лаева Константина Анатольевича «Влияние легирования и термической обработки на структуру и свойства коррозионностойких высокохромистых сталей мартенситного и супер мартенситного классов для изготовления труб нефтегазового сортамента», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Актуальность темы диссертации

Коррозионностойкая сталь мартенситного класса типа 20Х13 получила широкое распространение в различных отраслях промышленности, в т.ч. для производства труб нефтяного сортамента, стойких к углекислотной коррозии. Однако, данная сталь обладает рядом недостатков, такими как низкая хладостойкость, а также ограниченные возможности достижения приемлемого комплекса свойств при повышении уровня прочности, которая в стандартном исполнении не превышает минимального гарантированного предела текучести 552 МПа. Для применения в сложных климатических условиях Российского Крайнего Севера и добычи углеводородов с больших глубин в настоящее время требуются трубы из коррозионностойкой высокохромистой стали мартенситного класса с гарантированным пределом

текучести не менее 655–758 МПа и необходимым запасом вязкости при температурах испытания вплоть до минус 60 °С.

Известно, что требуемые свойства могут быть достигнуты путем применения сталей так называемого «супер»-мартенситного класса, содержащих около 13 масс.% хрома и отличающихся низким содержанием углерода (не более 0,03–0,04 масс.%), высоким содержанием никеля (до 5,0–6,5 масс.%) и молибдена (до 2,0–2,5 масс.%), что определяет их очень высокую стоимость. В литературе отсутствуют данные о результатах создания и применения сталей с промежуточными между «классическими» и «супер мартенситными» составами, а также соответствующие им режимы термической обработки, позволяющие достичь одновременно заданный уровень прочности, так и необходимое сопротивление хрупкому разрушению при отрицательных температурах. Решение этих вопросов возможно на основе анализа закономерностей влияния изменения химического состава в исследуемом диапазоне на закономерности фазовых и структурных превращений при термической обработке и, соответственно, на комплекс механических и коррозионных свойств. Выявление данных закономерностей необходимо для освоения производства на территории РФ бесшовных труб из сталей с рациональным легированием.

Альтернативным методом упрочнения сталей, широко применяемым в металлургии, машиностроении и производстве сварных и бесшовных труб, является высокотемпературная термомеханическая обработка (ВТМО), заключающаяся в целенаправленном формировании микроструктуры деформированного аустенита путем пластической деформации в регламентированном интервале температур, что оказывает определяющее влияние на структуру и свойства после последующего ускоренного охлаждения. Однако, в настоящее время почти не встречаются работы, посвященные возможности применения данного вида обработки для повышения комплекса характеристик прочности, пластичности и вязкости сталей мартенситного класса, содержащих 13 % хрома.

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

В диссертационной работе показаны основные закономерности влияния легирования и термической обработки на структуру, механические и коррозионные свойства высокохромистых сталей как мартенситного, так и «супер»-мартенситного классов. Установлено, что при одновременном снижении содержания углерода до $\approx 0,15$ масс.% и повышении содержания никеля до $\approx 2,0$ масс.% становится возможным формирование дисперсной структуры реечного мартенсита, что после высокого отпуска позволяет существенно улучшить комплекс механических свойств по сравнению с достигаемым на стали типа 20X13.

Показано, что для значительного повышения ударной вязкости высокохромистых сталей мартенситного класса типа 20X13, 15X13H2, 10X13H2МФ при отрицательных температурах обычный режим термообработки, состоящий из закалки и отпуска следует дополнить промежуточной закалкой из межкритического интервала температур.

Установлен характер деформационного упрочнения в интервале температур от 900 до 1000 °С стали мартенситного класса марки 20X13, классической стали «супер»-мартенситного класса марки 02X13H4М, а также стали промежуточного класса марки 15X13H2. Показано, что для вышеприведенных марок стали при деформации в данном интервале температур с вытяжкой 30 % и последующей закалке на мартенсит с заключительным высоким отпуском наблюдаются общие закономерности влияния ВТМО на структуру и механические свойства, приводящие к повышению прочности и хладостойкости. Экспериментально показано, что ВТМО наиболее сильно ослабляет развитие обратимой отпускной хрупкости в стали 20X13, меняя характер разрушения в исследуемом диапазоне температур испытания.

Практическая значимость работы

На основе полученных данных, автором диссертационной работы

рекомендованы к опробованию конкретные составы сталей и соответствующие им режимы термической обработки для производства бесшовных труб разных заданных уровней прочности и вязкости. Разработанные рекомендации позволили впервые в РФ в промышленном масштабе организовать производство бесшовных труб нефтегазового сортамента из сталей, содержащих 13% хрома. Установленные закономерности влияния ВТМО на структуру и механические свойства коррозионностойких сталей мартенситного класса показывают возможность повышения прочности и вязкости металла труб при реализации данной технологической схемы на редуционно-растяжных станах.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Данные, полученные соискателем, могут быть использованы на ведущих предприятиях отрасли: ПАО «Синарский трубный завод», г. Каменск-Уральский, АО «Волжский трубный завод», г. Волжский и других предприятиях, производящих трубную продукцию из коррозионностойких сталей, содержащих 13 % хрома.

Замечания по диссертационной работе

По содержанию работы имеются следующие замечания:

1. В работе подробно исследованы взаимосвязи между составом, в первую очередь, содержанием углерода и никеля, режимами термической обработки и свойствами коррозионностойких высокохромистых сталей мартенситного и «супер»-мартенситного классов. Найдены конкретные варианты решения задачи получения трубной стали нужного качества.

Между тем, не сформулированы четкие количественные требования к структуре стали и средствам ее контроля, необходимые для обеспечения заданного комплекса механических свойств. Такое обобщение экспериментальных данных позволило бы оценить ограничения в варьировании технологических параметров в цикле производства стали и готовой продукции; необходимость применения и выбор системы

микролегирования; возможности коррекции состава и режимов обработок без существенного изменения производственного цикла.

2. В работе не обсуждаются вопросы текстуры и анизотропии свойств, хотя их влияние явно должно проявиться в свойствах после ТМО и повлиять на результаты рентгеновского фазового анализа.

3. Нуждаются в дополнительном уточнении приведенные в диссертации температуры A_{C1} сталей, так как наблюдаемые экспериментальные эффекты могут быть объяснены и другими процессами.

4. Реализуемая точность рентгеновских измерений периодов решетки и количества фаз явно ниже заявленной (с. 41 диссертации) и недостаточна для сделанных в работе утверждений об изменении состава твердого раствора и указанных изменений количества остаточного аустенита.

Заключение

1. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований показаны закономерности влияния легирования и термической обработки на структуру, фазовый состав, механические и коррозионные свойства высокохромистых сталей мартенситного и «супер»-мартенситного классов («супер-хром»).

Материалы и выводы диссертации достоверны. Автореферат и публикации по теме работы соответствуют основному содержанию диссертации.

По совокупности научных и практических результатов диссертационная работа является новым достижением в развитии научного направления и способствует решению задач по разработке составов и режимов термической обработки сталей на основе 13Cr для производства обсадных труб и насосно-компрессорных труб в зависимости от заданных требований.

2. Материалы диссертации удовлетворяют требованиям ВАК РФ, определенными п. 9, п. 10, п. 11, п. 13, п. 14 «Положения о присуждении

ученых степеней». Содержание работы соответствует профилю специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

3. Автор диссертации К.А. Лаев заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Доклад Лаева К.А. по теме диссертационной работы заслушан и обсужден на совместном научном семинаре кафедр Металловедения и физики прочности и Обработки металлов давлением НИТУ «МИСиС» 30 мая 2016 г.

Заведующий кафедрой Металловедения
и физики прочности НИТУ «МИСиС»,
профессор, доктор технических наук

Никулин С.А.

Россия, 119991, г. Москва, Ленинский пр, д. 4.
Телефон: 8 (495) 955-00-91,
e-mail: Nikulin@misis.ru.

Заведующий кафедрой Обработки
металлов давлением НИТУ «МИСиС»
профессор, доктор технических наук

Романцев Б.А.

Россия, 119991, г. Москва, Ленинский пр, д. 4.
Телефон: 8 (495) 638-45-73,
e-mail: boralr@yandex.ru.