

ОТЗЫВ

официального оппонента 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 работы. В последние годы добыча нефти и газа перемещается на шельф морей и океанов. Это предъявляет новые требования по прочности, хладостойкости и коррозионной стойкости трубных сталей. Поэтому работа Лаева К.А., направленная на разработку новых коррозионных экономнолегированных сталей для обсадных и насосно-компрессорных труб и методов их термической и термомеханической обработок является несомненно актуальной.

Содержание работы. Диссертация изложена на 142 страницах, состоит из введения, пяти глав, библиографического списка из 121 наименования, содержит 60 рисунков, 22 таблицы и приложение с актом внедрения результатов работы.

Во введении дано обоснование актуальности темы диссертации, сформулированы цели работы, научная новизна и практическая значимость проведенных исследований. Отмечается личный вклад автора и выносимые на защиту положения.

В первой главе приведены известные из литературы данные по применяемым в трубной промышленности сталям мартенситного класса с 13% хрома. Проанализирована их коррозионная стойкость и хладостойкость и фазовый состав. Отмечена повышенная коррозионная стойкость супер мартенситных сталей и современных марок сталей типа «супер-хром». Показано влияние легирующих элементов в этих сталях на структуру, свойства и фазовый состав. Далее в аналитическом обзоре приведен обзор работ по термической обработке сталей с 13% хрома и влиянию ВТМО на свойства сталей.

На основании проведенного анализа литературных и патентных источников сформулированы цели и задачи исследования.

Во второй главе описаны материалы и методики исследования. В работе подробно изучены как экспериментальные, так и промышленные стали. Описаны режимы их обработки. Диссертант использовал очень широкий круг методов изучения структуры и свойств сталей, что является несомненным достоинством работы. Особое внимание уделено методам оценки объемной и питтинговой коррозии.

В третьей главе приводится основной объем экспериментальных исследований высокохромистых сталей мартенситного класса. Следует подчеркнуть последовательность и логичность проведенных исследований, направленных на разработку оптимальных свойств сталей и рациональных режимов термической обработки. Для этого автору пришлось провести многочисленные исследования структуры и свойств широкого круга сталей при различных температурно-временных режимах термообработки. В частности, для всех исследуемых сталей показано как влияние режимов закалки, так и отпуска на весь комплекс свойств сталей. Особое внимание в работе уделено закалке из межкритического интервала температур и влиянию термообработки на хладостойкость стали. Показано, что дополнительное легирование сталей типа «супер-хром» никелем и молибденом существенно изменяет фазовый состав сталей. Также изучены стали с добавками титана, ниобия и ванадия. Обнаружено появление δ -феррита, которое существенно снижает хладостойкость стали.

В четвертой главе показано влияние ВТМО на свойства нержавеющей высокохромистых мартенситных сталей. Изучена горячая пластичность исследованных сталей, построены кривые упрочнения при высоких температурах. Показано, что ВТМО эффективно повышает ударную вязкость сталей, если в них развивается межзеренное разрушение. Это также приводит к существенному снижению склонности сталей к обратимой отпускной хрупкости.

В пятой главе приведены результаты промышленных испытаний. Показано, что разработанная сталь 15X13H2 после предложенных режимов термической обработки показала на образцах, вырезанных как из обсадных труб, так и муфтовых заготовок, высокий комплекс механических свойств, удовлетворяющих требованиям ТУ.

В результате на ПАО «СинТЗ» был выполнен заказ ПАО «Газпром» на изготовление опытно-промышленной партии труб объемом 250 тонн.

Достоверность результатов обеспечивается четкой формулировкой задач, широким выбором материалов, использованием современных методов исследования структуры и физико-механических свойств сталей после различных режимов термической и пластической обработок.

Научная новизна. На мой взгляд, новым в этой работе является следующее:

- Разработаны составы экономнолегированных коррозионностойких сталей, имеющих повышенную хладостойкость;
- Предложены методы термической (МКЗ) и термомеханической (ВТМО) обработок, повышающие комплекс механических свойств высокохромистых сталей.

Практическая значимость не вызывает сомнений, т.к. работа выполнялась по заказу ПАО «Трубная металлургическая компания» для конкретного сортамента труб для добычи нефти и газа. Результаты работы рекомендованы для применения на месторождениях ПАО «Газпром».

В целом диссертация написана грамотно, аккуратно оформлена, результаты опубликованы в 10 статьях, из них 5 статей, входящих в список ВАК, доложены на нескольких международных конференциях.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Вопросы и замечания по работе.

1. В диссертации много говорится о большом количестве карбонитридных и даже интерметаллидных фаз (G-фаза) в исследуемых сталях. Это подтверждают расчеты «Thermo-Calc». Однако экспериментально в работе обнаружен только карбид $M_{23}C_6$. Не ясно, каков фазовый состав сталей, как он меняется в процессе обработки. Особенно это касается сильных карбидообразующих элементов – V, Nb, Ni
2. При каких режимах термообработки указанные выше карбидообразующие элементы обеспечивают максимальное дисперсионное упрочнение?
3. Легирование практически любой стали титаном в количестве 0,2% приводит к резкому снижению ударной вязкости за счет выделения в жидкой фазе крупных карбонитридов титана. Зачем проводили такое легирование? Не ясно, к чему это привело.
4. В работе нагрев в межкритическом интервале температур иногда называют отпуском, это затрудняет понимание происходящих в сталях процессов.
5. Чем ниже температура деформации при ВТМО, тем больше упрочнение стали. Не ясно, почему при термо-механической обработке деформация при 900°C обеспечивает меньшее упрочнение.

Указанные замечания носят дискуссионный характер и не снижают общий высокий уровень работы.

Заключение. Диссертация К.А. Лаева «Влияние легирования и термической обработки на структуру и свойства коррозионностойких высокохромистых сталей мартенситного и супер мартенситного классов для изготовления труб нефтегазового сортамента» соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор

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

Официальный оппонент

доктор технических наук, профессор

М.А. Гервасьев
10.06.16

М.А. Гервасьев

Гервасьев Михаил Антонович

Доктор технических наук, профессор.

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт материаловедения и металлургии, заведующий кафедрой металловедения.

620002 Екатеринбург, Свердловская область, ул. Мира, 19

Тел. (+7) 9122455057

E-mail: gervasyev@mail.ru

Подпись Гервасьева М.А. завершено:

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
УРФУ
МОРОЗОВА В.А.

Морозова В.А.

