

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Меркушкина Евгения Анатольевича  
«Взаимосвязь состава и структуры аустенитных азотосодержащих сталей с коррозионными и механическими свойствами», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Разработка сталей с повышенным содержанием азота открыла новое перспективное направление в области материаловедения экономнолегированных высокопрочных коррозионностойких сталей – высокоазотистые аустенитные стали (ВАС). Сильное твердорастворное упрочнение аустенита и возможность снижения или исключения легирования никелем являются основными преимуществами повышенного содержания азота в нержавеющей сталях. Вопрос обеспечения высоких эксплуатационных свойств ВАС за счет химического состава и формирования оптимальной структуры различными методами обработки является далеко не решенным. Поэтому диссертационная работа Меркушкина Е.А., направленная на исследование путей повышения коррозионной стойкости и прочности безникелевых ВАС путем оптимизации химического состава, а также целенаправленного изменения структуры в результате термо- и деформационной обработки является своевременной и весьма актуальной.

В работе на основе анализа питтингостойкости 15 марок промышленных азотсодержащих (в том числе ВАС) сталей получена корреляционная зависимость потенциала питтинговой коррозии от химического состава стали. Установлен количественный критерий по содержанию углерода и азота в виде  $(C+N) > 0,5$  и  $C/N < 1/2$ , при выполнении которого сопротивление питтинговой коррозии повышается. Полученные результаты являются новыми и существенно значимыми с научной и практической точек зрения и особенно ценными в связи с наметившейся в мире тенденцией совместного легирования ВАС C+N, улучшающего свойства. В работе подробно исследована структура и склонность к питтинговой коррозии ВАС 06X18AG19M2 (немецкая сталь P900NMo) в зависимости от режима закалки, последующего старения, а также после мегапластической деформации методом равноканального углового прессования (РКУП). Выявлены новые нетривиальные закономерности по выделению фаз, прерывистому распаду аустенита, механизмам наноструктурирования стали в процессе РКУП, связи коррозионных и механических свойств со структурой стали. Показано, что наиболее высокую питтингостойкость ВАС обеспечивает структура аустенита с нанодисперсными выделениями нитрида CrN, наноструктурирование стали 06X18AG19M2 дает значительное повышение прочности без существенного снижения питтингостойкости при сохранении достаточной вязкости. Данные результаты также представляют существенное достоинство работы. Оптимизация режима термообработки стали 06X18AG19M2 позволила повысить на 30% эксплуатационную стойкость бандажных колец турбогенератора на предприятии ОАО «Уралэнергоремонт». Результаты работы использованы также в учебном процессе подготовки студентов материаловедческих специальностей.

Замечания по работе:

1. Один из основных результатов работы – установление критерия повышенной коррозионной стойкости сталей при совместном легировании углеродом и азотом:

суммарное содержание (C+N) выше 0,5 и соотношение концентраций C/N ниже 1/2. И он достоверно следует из проведенного в работе анализа. Однако в разделе Научная новизна автореферата читаем: «Определены соотношения концентраций углерода и азота в аустенитных коррозионностойких сталях, при которых сопротивление питтинговой коррозии повышается: (C+N)>0,5 %, C/N>1/2». Здесь по-видимому досадная опечатка.

2. На рис. 5 представлен политермический разрез расчетной равновесной фазовой диаграммы стали 06X18AG19M2. Но в экспериментальных исследованиях (просвечивающая электронная микроскопия) этой стали в различных состояниях автором были обнаружены такие фазы как моонитрид хрома CrN и нитрид молибдена Mo<sub>2</sub>N, которые отсутствуют в фазовой диаграмме. Чем автор мог бы объяснить появление этих вероятно неравновесных фаз?
3. Очевидно, что уравнение регрессии для граничного потенциала питтинговой коррозии  $E_b$  справедливо в определенном концентрационном интервале легирования. Следовало бы указать эти интервалы.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки представленной работы. Диссертация Меркушкина Е.А. выполнена на высоком научном уровне, содержит новизну по многим вопросам, представляет большой научный и практический интерес, является законченной научно-квалификационной работой, вносящей вклад в металловедение коррозионностойких сталей. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации и опубликованных работ. Диссертационная работа отвечает критериям п.п. 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Меркушкин Евгений Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Главный научный сотрудник  
отдела структурно-фазовых превращений  
ФГБУН Физико-технический институт УрО РАН,  
доктор физико-математических наук,  
старший научный сотрудник

  
Дорофеев Геннадий Алексеевич  
08 февраля 2017 г.

426000, Россия, г. Ижевск, ул. Кирова. 132, ФТИ УрО РАН, тел.: 7(341) 221-26-33; e-mail: gadorofeev@mail.ru

Подпись Дорофеева Г.А. заверяю:  
Ученый секретарь ФТИ УрО РАН,  
к.х.н.

  
О.Ю. Гончаров

