

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Мушниковой Светланы Юрьевны**  
**«СОПРОТИВЛЕНИЕ КОРРОЗИОННОМУ РАСТРЕСКИВАНИЮ**  
**И КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ В МОРСКИХ УСЛОВИЯХ**  
**ВЫСОКОПРОЧНЫХ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ»,**  
представленной на соискание ученой степени **доктора технических наук**  
**по специальности 2.6.17 - Материаловедение (технические науки)**

Тема диссертации С.Ю. Мушниковой очень актуальна. Азотосодержащие аустенитные стали часто называют новым конструкционным материалом 21 века благодаря уникальным сочетаниям свойств – высокой прочности, коррозионной стойкости, стабильности аустенитной структуры, хорошим характеристикам пластичности и вязкости. В настоящее время изучены механизмы влияния азота на повышение коррозионной стойкости, их особенности для основных типов коррозионностойких сталей. В то же время оставались открытыми вопросы прогнозирования коррозионных свойств нержавеющей сталей аустенитного класса, легированных азотом, в зависимости от содержания азота, структурно-фазового состава металла и способа его упрочнения; в РФ ощущается отсутствие современного методического и нормативного обеспечения для определения комплекса характеристик коррозионной стойкости и коррозионно-механической прочности нержавеющей сталей, перспективных для применения в составе высоконагруженных сварных конструкций в морских условиях. Именно на решение этих актуальных вопросов направлена данная диссертационная работа.

Автором выполнен значительный по охвату материала и глубине его аналитической проработки обзор современного состояния исследований коррозионных свойств в морской воде нержавеющей азотсодержащих сталей аустенитного класса, упрочненных различными способами. С использованием современных методов исследований механических свойств, изучения структуры и фазового состава с привлечением методов термодинамического моделирования и исследований методом ПЭМ, а также анализа дифракционных картин обратно рассеянных электронов, на основе многочисленных систематических коррозионных исследований, в т.ч. по разработанным методикам диссертанткой решены все поставленные в работе задачи. Результаты работы достоверны, изложены в многочисленных статьях и публикациях в трудах конференций, представлены научной общественности на научных конференциях.

В диссертационной работе получены многочисленные интересные результаты, отличающиеся несомненной научной новизной и большой практической значимостью. С.Ю. Мушниковой разработаны научные основы прогнозирования коррозионных свойств нержавеющей сталей аустенитного класса, легированных азотом ( $\geq 0,30\% \text{N}$ ), в зависимости от способа упрочнения (закалка на твердый раствор аустенита, старение, холодная и теплая прокатка, высокотемпературная термомеханическая обработка). Установлены количественные закономерности влияния химического, фазового состава и морфологии структурных элементов Cr-Mn-Ni-N-Mo-Nb-V сталей аустенитного класса с твердорастворным упрочнением после закалки на их коррозионную стойкость.

|                                                   |        |
|---------------------------------------------------|--------|
| НИЦ «Курчатовский институт»<br>ЦНИИ КМ «Прометей» |        |
| Вх. № 2248                                        | в ДЕЛО |
| 01.09.2021 г.                                     | №      |
| Осн. 3 л.                                         | подп.  |

Выявлены особенности коррозионных свойств нержавеющей азотсодержащей аустенитной стали типа 04X20H6Г11М2АФБ в зависимости от структуры, сформированной при различных режимах: - высокотемпературной термомеханической обработки; - старения; - теплой прокатки; - холодной пластической деформацией без мартенситного превращения. Установлены механизмы и параметры сопротивляемости питтинговой коррозии и коррозионному растрескиванию, соответствующие различным соотношениям значений ударной вязкости и предела текучести на зависимостях  $KCV^{+20} = f(\sigma_{0,2})$ , построенных для разных способов упрочнения азотсодержащих хромомарганцевоникелевых сталей (закалка на твердый раствор, старение, холодная и теплая прокатка, высокотемпературная термомеханическая обработка). Установлено влияние ЭШП на коррозионную стойкость азотсодержащей стали типа 04X20H6Г11М2АФБ и выполнено ранжирование этой стали в различном структурно-фазовом состоянии по сопротивляемости сероводородному коррозионному растрескиванию под напряжением. Выявлены факторы, влияющие на коррозионную стойкость сварных соединений этой стали. Разработана методология коррозионных испытаний сталей и их сварных соединений, объединяющая лабораторные исследования и натурные стендовые испытания и обеспечивающая рациональный выбор высокопрочных нержавеющей сталей для применения в составе высоконагруженных сварных конструкций в морских условиях (по критериям коррозионной стойкости и сопротивляемости коррозионному растрескиванию) и прогнозирование появления локальной коррозии при эксплуатации сварных конструкций.

По итогам работы разработаны рекомендации к структурно-фазовому составу Cr-Mn-Ni-N-V-Nb сталей аустенитного класса для обеспечения высокой стойкости к коррозионному растрескиванию, межкристаллитной и питтинговой коррозии, дифференцированные по способу упрочнения стали и области эксплуатации в морских условиях. Другим важным практическим итогом работы, помимо рекомендаций, является комплекс из восьми методик коррозионных и коррозионно-механических испытаний, обеспечивающий надежную оценку коррозионных свойств нержавеющей сталей в морской воде и на основе исследований в лабораторных и натуральных условиях. Методики предназначены для использования при сдаточных и сертификационных испытаниях материалов конструкций морской техники.

Автореферат диссертации очень информативен, аккуратно оформлен.

По автореферату можно сделать замечания, не влияющие на общую высокую оценку представленной в нем работы:

- 1) Хотелось бы получить больше информации о стойкости аустенитных сталей с высокой концентрацией азота к водородному охрупчиванию, в т.ч. — в зависимости от концентрации азота.
- 2) Диссертант использовала в своей работе оценки индекса питтингостойкости на основе формулы PREN. Из автореферата не ясно, можно ли использовать на практике эквивалент с использованием иной формулы — MARC, включающей марганец и никель с отрицательным знаком.

Представленная в автореферате диссертационная работа Мушниковой С.Ю. вносит значительный вклад в российскую и мировую науку в области исследования коррозионной стойкости азотосодержащих аустенитных сталей, дает возможность при выборе подобного материала, условий его получения и обработки, а также условий эксплуатации, опереться на выявленные научные закономерности, предоставляет разработчикам новые достоверные и надежные методики испытаний таких сталей. Она является законченной научно-квалификационной работой, которая полностью удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, и соответствует паспорту специальности 2.6.17 - Материаловедение (технические науки). Автор диссертации – Мушникова Светлана Юрьевна – заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17 - Материаловедение (технические науки).

Я, Поварова Кира Борисовна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Главный научный сотрудник ИМЕТ РАН,  
доктор технических наук, профессор, Лауреат государственной премии СССР и премии Правительства РФ

Поварова Кира Борисовна

«23» 08 2021 г.

Подпись Поваровой К.Б. заверяю:  
Ученый секретарь ИМЕТ РАН,  
К.т.н.

Фомина Ольга Николаевна

Поварова Кира Борисовна,  
доктор технических наук по специальности 05.16.01: Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, профессор,  
главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ РАН)  
Адрес: Москва, 119334, Ленинский пр-т., 49  
тел.: +7 (499) 135-2060, imet@imet.ac.ru