



Акционерное общество
«АДМИРАЛТЕЙСКИЕ ВЕРФИ»
(АО «АДМИРАЛТЕЙСКИЕ ВЕРФИ»)

наб. реки Фонтанки, 203, Санкт-Петербург, 190121
тел.(812)494-79-43, факс(812)571-13-71; info@ashipyards.com
ИНН/КПП 7839395419/997450001 ОКПО 07521952 ОГРН 1089848054339

№ 99-200/1583 от 21.09.2021
на № _____

Утверждаю
Генеральный директор, к.т.н.



А.С.Бузаков

2021г.

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)

Достоинства аустенитных нержавеющей сталей хорошо известны судостроителям: они используются для ответственных изделий судового машиностроения и палубного оборудования, требующего коррозионностойкого исполнения. Это – трубопроводы и трубопроводная арматура, гребные винты, теплообменники, контейнеры, опреснительные установки, крыльевые и рулевые устройства, мачты, трапы, обтекатели гидроакустических станций и др. Высокая хладостойкость в сочетании с коррозионной стойкостью также гарантирует их широкое применение для изготовления рефрижераторных установок, цистерн, грузовых трюмов и технологического оборудования при строительстве морозильных рыболовных траулеров, ледоколов и судов специального назначения. Учитывая, с одной стороны, длительный планируемый срок эксплуатации судов и, с другой стороны, сильную коррозионную активность морской воды и морской атмосферы, выбор нержавеющей стали и технологии ее производства относятся к



Certified by
Russian Register



НИИ «Курчатовский институт» ЦНИИ КМ «Прометей»	
ГОСТ РВ 0015-002	в ДЕЛО
№ <u>2462</u>	№ _____
20 <u>21</u> г.	л. <u>41</u>

первоочередным задачам. В связи с этим, рассматриваемая диссертационная работа, направленная на решение важной проблемы – обеспечение высокой коррозионной стойкости и коррозионно-механической прочности нержавеющей высокопрочной азотсодержащей стали, создаваемой в НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей» – безусловно актуальна.

В автореферате сформулированы цели и задачи исследования, изложено краткое содержание и основные выводы диссертационной работы, отражена практическая значимость и научная новизна.

При разработке комплексной системы прогнозирования коррозионных свойств нержавеющей азотсодержащих сталей, в зависимости от концентрации легирующих элементов, структурно-фазового состава металла и способа упрочнения, диссертант не ограничилась изучением исключительно только основного металла. Учитывая реальные условия эксплуатации кораблей и судов, где в большинстве случаев металлические материалы применяются в составе сварных конструкций, выполнен большой комплекс исследований металла сварных соединений.

Установлено, что коррозионная стойкость сварных соединений азотсодержащей стали определяется рядом факторов:

- высокой концентрацией углерода (0,09–0,12 %C) в сварочном шве в сочетании с большой толщиной свариваемого проката, что вызывает повышение склонности металла шва к питтинговой и межкристаллитной коррозии;
- значительной разницей в легировании металла шва и основного металла ($\Delta PRE = PRE_{мет. шва} - PRE_{осн. мет.} \geq 4,5$) и частичным распадом δ -феррита при использовании аустенитно-ферритных сварочных материалов, что способствует развитию гальванической коррозии и сосредоточению питтингов по линии сплавления;
- снижением индекса питтингостойкости $PRE = \%Cr + 3,3 \cdot \%Mo + 16 \cdot \%N$ из-за обеднения твердого раствора хромом и азотом при выделении карбидов и нитридов, следствием которого является питтинговая коррозия на участке распада аустенита в зоне термического влияния.

На основании коррозионных испытаний сварных соединений листового проката азотсодержащей стали, выполненных в том числе в АО «Адмиралтейские верфи»: с применением ручной дуговой сварки покрытыми электродами, автоматической сварки под флюсом и полуавтоматической сварки в защитном газе порошковой и сплошной проволокой, разработаны следующие рекомендации:

- при сварке нержавеющей азотсодержащей стали необходимо введение более жестких требований по ограничению содержания углерода ($C \leq 0,06\%$) в сварочных материалах, чем для аустенитных швов низколегированных

судостроительных сталей, в особенности при сварке толстолистового проката (40 мм и более);

- требуется соблюдение разницы значений индекса питтингостойкости $1,4 < PRE_{мет.шва} - PRE_{осн.мет.} < 4,5$ или выполнение облицовки сварных швов сварочными материалами, менее легированными хромом, молибденом и азотом;
- целесообразно совершенствование технологий сварки для снижения структурной неоднородности на участке распада аустенита в ЗТВ;
- обязательное проведение послесварочной аустенитизации сварных соединений, полученных при лазерной и электронно-лучевой сварке и других особо ответственных изделий;
- ограничение температуры (менее 600°C) послесварочной термической обработки, направленной на снижение уровня остаточных сварочных напряжений и уменьшение деформации сварных конструкций.

В целом по результатам работы показана реальная возможность фактически на базе одной марки нержавеющей азотсодержащей стали типа 04X20H6Г11М2АФБ получать высокопрочные материалы, упрочненные с помощью различных способов термической и термомеханической обработки (закалкой, старением, холодной и теплой прокаткой, высокотемпературной термомеханической обработкой). При совместной эксплуатации таких материалов в морской воде (без электроразъединений) в составе высоконагруженных сварных конструкций и изделий судового машиностроения единый химический состав, высокие значения характеристик стойкости к питтинговой коррозии и коррозионному растрескиванию и равные значения потенциала коррозии исключают контактную (гальваническую) коррозию.

Основные результаты работы опубликованы в научной периодической печати и доложены на конференциях.

Вместе с тем известно, что для сварки нержавеющей аустенитных сталей характерны технологические проблемы: образование горячих трещин и возрастание остаточных напряжений и деформаций сварных изделий. Следует уточнить, как могут повлиять указанные дефекты на коррозионную стойкость в морских условиях.

Замечание не ставит под сомнение достоверность, полезность достигнутых автором результатов и обоснованность сделанных выводов.

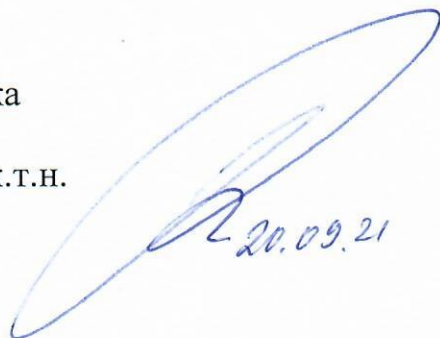
Представленная диссертационная работа в полном объеме отвечает требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013г. № 842, (в редакции от 01.10.2018, Постановление Правительства РФ № 1168). Её автор

Мушникова Светлана Юрьевна заслуживает присуждения ей ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17 Материаловедение (технические науки).

Заместитель начальника

Инженерного центра, к.т.н.

В.А.Рогозин

A large, stylized handwritten signature in blue ink, followed by the date "20.09.21" written in a smaller, more legible script.