



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

**ЦЕНТРАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ
БЮРО МОРСКОЙ ТЕХНИКИ**

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального
директора – главный инженер
АО «ЦКБ МТ «Рубин»,
доктор технических наук, доцент


«07» _____ 2021 г.
В.А. Фролов

НИЦ «Курчатовский институт»- ЦНИИ КМ «Прометей»		
ДОУ	Вх. № 2314	в ДЕЛО
	08.09.21 г.	№
	Осн. 4 л.	подп.
	Прил. л.	

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы
Мушниковой Светланы Юрьевны «Сопротивление коррозионному
растрескиванию и коррозионная стойкость в морских условиях
высокопрочных азотсодержащих аустенитных сталей» 2.6.17
«Материаловедение» (технические науки)

В настоящее время активно ведутся работы по проектированию морской техники различного назначения с применением материалов с повышенным уровнем прочности и новым для отечественного судостроения комплексом физико-химических свойств (сопротивлением воздействию экстремальных ледовых нагрузок, хладостойкостью, стойкостью к коррозионному изнашиванию и др.). К таким материалам относятся высокопрочные азотсодержащие аустенитные стали, разработка которых ведется в НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей». Коррозионные свойства указанных материалов существенно отличаются от судостроительных феррито-перлитных и мартенситных сталей, достаточно хорошо изученных и

широко применяемых при изготовлении изделий морской техники. Диссертационная работа Мушниковой С.Ю. посвящена решению актуальной задачи разработки научных основ прогнозирования коррозионных свойств нержавеющей сталей аустенитного класса, легированных азотом, и создания методического и нормативного обеспечения определения характеристик коррозионной стойкости и коррозионно-механической прочности.

Мушниковой С.Ю. проведен представительный объем испытаний аустенитных азотсодержащих сталей опытно-промышленных и экспериментальных плавок с различным содержанием легирующих элементов, в первую очередь с переменной концентрацией азота.

Научная новизна результатов, полученных автором диссертации, подтверждена патентами РФ и заключается в следующем:

1. Определено, что в отношении стойкости к межкристаллитной коррозии небольшое превышение количества углерода ($\geq 0,06 \%$) в азотсодержащей стали значительно опаснее увеличения концентрации азота до $0,50 \%$. Экспериментально обоснована формула расчета минимального количества элементов-стабилизаторов ниобия и ванадия, необходимых для связывания углерода и предотвращения межкристаллитной коррозии.

2. Установлено, что преимуществом по стойкости к питтинговой коррозии и коррозионному растрескиванию под напряжением обладают стали с твердорастворным упрочнением и чисто аустенитной структурой, полученные в результате высокотемпературной закалки в воду и имеющие предел текучести $380 - 600$ МПа. Формирование ферритной фазы при высоком содержании ферритообразующих элементов (хрома и молибдена) или недостаточном количестве аустенитизаторов (азота, никеля, марганца) снижает питтингостойкость, а также отрицательно влияет на сопротивляемость коррозионному растрескиванию при катодной поляризации. Изотермические выдержки изначально ферромагнитного металла в температурном интервале распада δ -феррита еще в большей степени интенсифицируют коррозионные процессы.

3. Показано, что в упрочненном состоянии лучший комплекс показателей устойчивости к коррозии характерен для азотсодержащей стали, полученной по технологии высокотемпературной термомеханической обработки после закалки с прокатного нагрева.

4. Установлено отрицательное влияние упрочняющей обработки азотсодержащей стали на коррозионные свойства при проведении прокатки и старения. При этом установлено, что снижение температуры термической или термомеханической обработки до 350 – 650 °С и сокращение времени нахождения в интервале температур выделения карбидов и нитридов уменьшает склонность к коррозии.

5. Установлены факторы, определяющие снижение сопротивляемости коррозионному воздействию морской воды, такие как: высокая концентрация углерода (0,09 – 0,12 % С) в сварном шве и значительная разница в легировании хромом, молибденом и азотом металла шва и основного металла.

Результаты диссертационной работы автора имеют важное практическое значение, а именно:

1. Автором разработана методология коррозионных испытаний сталей и их сварных соединений и выполнены лабораторные исследования и натурные стендовые испытания высоконагруженных сварных конструкций в морских условиях. На основании результатов научных исследований и экспериментов разработаны восемь методик коррозионных и коррозионно-механических испытаний;

2. На основе полученных данных внесены изменения в действующие технические условия на изготовление азотсодержащей аустенитной стали в части изменения химического состава и технологии изготовления, повышающие её коррозионные свойства.

Достоверность полученных автором результатов подтверждается экспериментальными исследованиями. При этом данные, полученные по итогам проведения длительных испытаний с полным погружением образцов в естественную морскую воду, можно отнести к несомненным преимуществам

работы. Методология коррозионных испытаний сталей и их сварных соединений введены и используются в работе ведущими металлургическими и судостроительными предприятиями, о чем есть соответствующие акты внедрения.

В качестве замечаний по автореферату следует отметить недостаточность информации:

1. По исследуемым в работе образцам сварных соединений азотсодержащей стали в части указаний о технологических режимах сварки и толщине применяемого листового проката.

2. О сравнении разработанных методик с зарубежными аналогами.

3. О влиянии на коррозионную стойкость азотсодержащих сталей и их сварных соединений мероприятий по снятию остаточных сварочных напряжений.

Сделанные замечания не снижают общий уровень и значимость проведенного исследования.

Судя по автореферату, представленная диссертационная работа «Соппротивление коррозионному растрескиванию и коррозионная стойкость в морских условиях высокопрочных азотсодержащих аустенитных сталей» соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждений ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013, № 842, а ее автор Мушникова Светлана Юрьевна заслуживает присуждения ей ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17 «Материаловедение» (технические науки).

Главный конструктор –
заместитель главного инженера



М.В. Макаров

Ученый секретарь НТС,
кандидат технических наук



С.В. Лозовский