

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ И ЭВОЛЮЦИИ им. А.Н. СЕВЕРЦОВА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИПЭЭ РАН)

119071, Москва, Ленинский проспект, дом 33  
Тел. 8 (495) 633-09-22, 8 (495) 954-28-21, 8 (495) 952-20-88  
Факс 8 (495) 954-55-34, e-mail: [admin@sevin.ru](mailto:admin@sevin.ru)  
[www.sevin.ru](http://www.sevin.ru)

23.08.2021 № 12510-24-04/84

На № \_\_\_\_\_

Ученому секретарю диссертационного  
совета 75.1.018.01, д.т.н., профессору  
Е.И. Хлусовой

**Отзыв на автореферат**  
**диссертации МУШНИКОВОЙ СВЕТЛАНЫ ЮРЬЕВНЫ**  
**«Соппротивление коррозионному растрескиванию и коррозионная стойкость в**  
**морских условиях высокопрочных азотсодержащих аустенитных сталей»**  
представленной на соискание ученой степени  
доктора технических наук

Применение нержавеющей сталей целесообразно во многих областях промышленности: обладая коррозионной стойкостью в агрессивных средах, современные стали отвечают требованиям и по повышенной механической прочности, что позволяет использовать их в ответственных нагруженных изделиях. Одним из удачных примеров высокопрочных нержавеющей сталей могут служить азотсодержащие аустенитные стали. Разработку данной группы материалов проводили коллективы отечественных и зарубежных ученых. Были предложены технологии их производства и обработки, изучены структура и основные механические свойства.

Известно, что использование нержавеющей сталей сопряжено с вероятностью возникновения и развития локальных видов коррозии, особенно при эксплуатации в морских тропических условиях. В то же время, несмотря на уникальную совокупность прочностных характеристик и технологичности высокопрочных азотсодержащих сталей, данных по коррозионной стойкости еще недостаточно для их успешного внедрения в качестве конструкционного материала, эксплуатируемого в условиях морской воды и атмосферы.

На основании вышеизложенного диссертационная работа Мушниковой С.Ю., направленная на выявление закономерностей влияния химического и структурно-фазового составов и способов упрочнения азотсодержащих аустенитных сталей на их коррозионную стойкость, является крайне актуальной и имеет большую практическую значимость. Кроме того, автором разработана методическая база, позволяющая определять комплекс характеристик коррозионной стойкости и коррозионно-механической прочности нержавеющей сталей.

|                                                    |             |
|----------------------------------------------------|-------------|
| НИЦ «Курчатовский институт»-<br>ЦНИИ КМ «Прометей» |             |
| Вх. № 2241                                         | в ДЕЛО      |
| 30.08.2021 г.                                      | № _____     |
| Осн. 3 л.                                          | подп. _____ |

В процессе выполнения работы диссертантом подробно исследованы структура и механические свойства азотсодержащих Cr-Mn-Ni-N-Mo-V-Nb аустенитных сталей, отличающихся вариативностью химического состава, а также качеством металла и способом упрочнения.

Выявлено критическое содержание углерода, а также определено отрицательное влияние высокой концентрации азота (при  $C \geq 0,06\%$ ), вызывающие склонность к межкристаллитной коррозии (МКК) азотсодержащих сталей. Предложен критерий стабилизации ниобием и ванадием, по которому может быть определено эффективное содержание элементов-стабилизаторов, сохраняющих стойкость к МКК и не снижающих ударную вязкость.

Исследована склонность к питтинговой коррозии (ПК) азотсодержащих сталей по двум разработанным методикам. Показано влияние химического и структурно-фазового состава на стойкость к ПК. Установлено, что полученные в лабораторных условиях значения скорости ПК коррелируют с результатами (максимальная глубина питтингов) натурных испытаний в Черном и Южно-Китайском морях.

Испытаниями на коррозионное растрескивание (КР) методом консольного изгиба и медленного одноосного растяжения (без внешней поляризации) показано, что азотсодержащие стали (кроме сталей с сенсibilизированной структурой) обладают высокой стойкостью к данному виду коррозии. В то же время, наложение катодной поляризации ( $E = -1,1$  В) усиливает склонность к КР при наличии в структуре  $\delta$ -феррита, нитридов, карбонитридов и дефектов, образующихся при холодной пластической деформации. Также выявлено, что азотсодержащие стали структурно чувствительны к КР при испытаниях на медленное растяжение в растворе 25%  $\text{CaCl}_2$  при повышенных температурах.

Установлено влияние химического и структурно-фазового состава различных зон сварных соединений азотсодержащих аустенитных сталей на стойкость к локальным видам коррозии. Рекомендовано ограничение содержания углерода в сварочных материалах, обоснованы требования по величине индекса питтингостойкости (PRE) металла шва в пределах  $1,4 < \text{PRE}_{\text{мет.шва}} - \text{PRE}_{\text{осн.мет.}} < 4,5$  и выполнение послесварочной термической обработки при температурах ниже  $600^\circ\text{C}$  для снятия остаточных сварочных напряжений и уменьшения деформации сварных конструкций.

Полученные новые данные по стойкости нержавеющих азотсодержащих сталей имеют большую научную значимость. Разработанные методики испытаний, а также рекомендации к структурно-фазовому составу азотсодержащих сталей позволят успешно применять данный материал под конкретные условия эксплуатации, исходя из требуемого уровня прочности, структурных состояний и основных технологических параметров производства.

К сожалению, в автореферате отсутствует информация о результатах исследования нержавеющих сталей с покрытиями, несмотря на то, что в п. 10 основных выводов по работе (стр. 47) в качестве разработанной рекомендации применительно к морским атмосферным условиям предлагается использование покрытий протекторного типа (на основе алюминия) при обязательном выполнении требований к получению качественного сплошного слоя и регулярному мониторингу его целостности при эксплуатации.

Указанное замечание не снижает научной ценности работы.

По теме диссертационной работы опубликовано 32 статьи в журналах, рекомендованных перечнем ВАК, получено 7 патентов РФ.

Карпов Валерий Анатольевич,  
доктор технических наук,  
старший научный сотрудник,  
заместитель директора Федерального  
государственного бюджетного учреждения  
науки Институт проблем экологии и  
эволюции им. А.Н. Северцова  
Российской академии наук,  
Москва, Ленинский проспект, д.33  
8-499-135-74-73, e-mail [wtc-karpov@rambler.ru](mailto:wtc-karpov@rambler.ru)

2021 г.  Карпов В.А.

