



## УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор АО «РусНИТИ»,  
доктор технических наук

  
И.Ю. Пышминцев  
« 29 » \_\_\_\_\_ 2021 г.



## Отзыв ведущей организации

на диссертацию Мазничевского Александра Николаевича  
«Изучение влияния кремния, азота и микролегирующих добавок  
бора и РЗМ на коррозионную стойкость и технологическую пластичность  
сталей аустенитного класса»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка  
металлов и сплавов»

## Актуальность темы диссертации

Межкристаллитная коррозия (МКК) является одной из наиболее острых проблем, возникающих при эксплуатации изделий из нержавеющей сталей, особенно работающих в контакте с сильноокислительными средами. Сложность обнаружения и избирательность воздействия МКК на некоторые участки металлических конструкций диктуют особые условия и требования, которым должны соответствовать, работающие в таких условиях, стали.

Поиск путей обеспечения повышенной коррозионной стойкости в сочетании с прочностными и другими технологическими и эксплуатационными свойствами по сей день является актуальной задачей. Существующие на сегодняшний день стали не всегда способны обеспечить растущие требования по сроку эксплуатации,



надежности или прочности изделий, используемых в атомной, химической и оборонной промышленности. Это обстоятельство делает **актуальным** проведение поисковых исследований как с целью разработки новых технологических приемов для улучшения свойств используемых в промышленности сталей, так и разработке новых марок стали, имеющих более высокий комплекс свойств.

### **Основное содержание диссертации**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов, библиографического списка из 154 наименований и одного приложения.

**Во введении** показана актуальность диссертационной работы и степень разработанности темы исследования, сформулирована цель и определены задачи диссертационного исследования, отражена научная новизна работы, теоретическая ценность и практическая значимость полученных результатов, приведены положения, выносимые на защиту, а также представлена информация об апробации результатов исследования и публикациях автора по теме диссертации.

**В первой главе** проведен анализ сложившейся в России конъюнктуры рынка в сегменте аустенитных коррозионностойких сталей. Показано, что несмотря на программы импортозамещения, реализующиеся в последние годы в Российской Федерации, объем производства аустенитных сталей за последние двадцать лет катастрофически снизился, а объем импортируемой стали вырос более чем в пять раз. Проведен анализ технической литературы по марочному сортаменту некоторых известных не легированных азотом, азотистых и высокоазотистых сталей. Показаны преимущества азота, как легирующего элемента, а также приведены известные методики для расчёта растворимости азота в зависимости от химического состава насыщаемой азотом стали и способы введения азота в сталь. Проанализировано влияние химического состава стали на сопротивление



металла различным типам коррозии и формирующиеся механические свойства в зависимости от выбранной системы легирования.

**Во второй главе** приведены основные методики и оборудование, использованные при выполнении диссертационного исследования.

**В третьей главе** обоснован выбор химического состава всех исследованных вариантов хромоникелевых и хромоникельмарганцевых сталей, а также выбранные варианты их легирования и микролегирования азотом, кремнием, бором и РЗМ.

**В четвертой главе** обсуждены полученные результаты о влиянии кремния, азота, бора и РЗМ на структуру, механические свойства, технологическую (горячую) пластичность, коррозионную стойкость к межкристаллитной коррозии и коррозионное растрескивание под напряжением.

**В выводах по работе** обобщены результаты выполненного исследования.

В целом рассмотренная диссертация представляет собой самостоятельную, законченную научно-квалификационную работу. Основные материалы опубликованы в 9 научных работах, которые полностью отражают основное содержание диссертации, из которых 5 статьи опубликованы в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень изданий ВАК, 5 статьей проиндексированы международной базой Scopus. По результатам проведенных исследований подана заявка № 2019125646 от 14.08.2019 г. и получен патент РФ № 2716922 (опубл. 17.03.2020 г.) на состав разработанной стали с азотом.

**Научную новизну** представляют следующие результаты диссертации:

- Проведены исследования влияния технологической примеси - кремния на стойкость аустенитных сталей к МКК. Предложено объяснение характера такого экстремального (с точкой экстремума порядка 1,00 мас. % Si) влияния кремния.
- Разработана и исследована новая коррозионностойкая аустенитная сталь с азотом 03X20N9Г3A0,30. Установлено снижение азотом технологической



пластичности стали по мере увеличения его концентрации в количествах до 0,30 мас. %, что обусловлено выделением нитридов по границам аустенитных зерен.

- Исследовано влияние микролегирования РЗМ и бором на свойства аустенитных хромоникелевых и хромоникельмарганцевых сталей, не легированных и легированных азотом.
- Установлена температурно-временная область возникновения склонности стали 03X20H9Г3А0,30 к межкристаллитной коррозии.
- Определены условия стойкости стали 03X20H9Г3А0,30 к коррозионному растрескиванию под напряжением в кипящем 42-% растворе  $MgCl_2$ , в сравнении с сталью 03X18H11.

**Теоретическая и практическая значимость** работы определяется следующими результатами исследования:

- Проведен анализ литературных данных, который выявил несоответствия в результатах различных научных групп о положительном, либо об отрицательном влиянии примесей кремния на свойства аустенитных нержавеющей сталей и, особенно, на их коррозионную стойкость.
- Разработан химический состав и технология изготовления азотистой коррозионностойкой стали 03X20H9Г3А0,30, не требующая специального оборудования для её производства в промышленных масштабах.
- Проведен оценочный расчёт в соответствии с методиками, описанными в ГОСТ 14249-89 и ГОСТ Р 52857.1-2007, который свидетельствует о значительном преимуществе предлагаемой стали в сравнении известными, в частности, 03X18H11.
- Подробно изучены условия возникновения межкристаллитной коррозии в нелегированных азотом хромоникелевых и азотистых хромоникельмарганцевых сталях. Показаны концентрационные, температурные



и временные зависимости возникновения склонности исследованных сталей к межкристаллитной коррозии в сильноокислительной среде.

- Изучено влияние малых добавок бора и РЗМ на механические, технологические свойства и коррозионную стойкость рассматриваемых сталей. Установлены предельные концентрации этих элементов, значительно улучшающих технологическую пластичность исследованных сталей, не ухудшая при этом их эксплуатационные свойства.

### **Достоверность полученных результатов**

Основные результаты исследования широко опубликованы в научных изданиях, в том числе пять статей опубликовано в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, также результаты исследований обсуждались на конференциях различного уровня, в том числе, международных.

Автореферат диссертации правильно отражает её основное содержание, научную новизну, выводы и другие ключевые моменты. Материалы диссертации соответствуют заявленному паспорту специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Полученные результаты отличаются научной новизной и практической значимостью. Достоверность полученных данных не вызывает сомнений в связи с использованием автором современного уровня техники, методов исследования и программного обеспечения, а также внедрением полученных в диссертации результатов.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В работе не проведены исследования стойкости к межкристаллитной коррозии сварных соединений из известных и предлагаемой сталей.
2. Недостаточно полно изучен механизм выявленного экстремального характера влияния кремния на склонность нержавеющей стали к МКК.



3. Не проведены исследования оценки стойкости к МКК электрохимическим методом (построение поляризационных кривых).

Отмеченные выше замечания не снижают ценности полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертации.

### **Заключение**

Ознакомление с содержанием и анализ результатов, изложенных Мазничевским А.Н. в диссертационной работе, позволяют сделать вывод, что представленная к защите работа является законченным научным исследованием. Результаты диссертации обладают научной новизной, теоретической и практической значимостью и вносят вклад в развитие теории и технологии термической обработки металлов и сплавов. Автореферат отражает содержание диссертации, ее основные результаты и выводы.

Таким образом, диссертация А.Н. Мазничевского является самостоятельной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, связанные с изучением стойкости к межкристаллитной коррозии, сопротивления пластической деформации, структуры и механических свойств сталей аустенитного класса, как не легированных, так и легированных азотом. Диссертация соответствует специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Диссертационная работа соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор, Александр Николаевич Мазничевский заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».



А К Ц И О Н Е Р Н О Е   О Б Щ Е С Т В О  
РУССКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ТРУБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Новороссийская ул., д. 30  
г. Челябинск, Россия, 454139  
Тел.: +7 (351) 225-02-22  
Факс: +7 (351) 734-70-60  
E-mail: [secretariat@rosniti.ru](mailto:secretariat@rosniti.ru)  
[www.tmk-group.ru](http://www.tmk-group.ru); [www.rosniti.ru](http://www.rosniti.ru)

Диссертационная работа, автореферат и отзыв обсуждены на заседании научно-технического совета Акционерного общества «Русский научно-исследовательский институт трубной промышленности» (протокол № 4 от 28 апреля 2021 года).

Заведующий лабораторией металловедения

и термической обработки,

кандидат технических наук

Варнак Ольга Васильевна

Адрес организации:

454139, Россия, г. Челябинск, ул. Новороссийская, д. 30,

Акционерное общество «Русский научно-исследовательский институт трубной промышленности»

Телефон: +7 (351) 225-02-22, доб. 8842

E-mail: [secretariat@rosniti.ru](mailto:secretariat@rosniti.ru)

«29» 04 2021 г.

Подпись и данные места работы О.В. Варнак заверяю:

Менеджер по персоналу  
АО «Русские сети»



М.Э. Машин