

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.006.01

на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук,
Федеральное агентство научных организаций России,
по диссертации на соискание ученой степени кандидата (доктора) наук

аттестационное дело № 19
решение диссертационного совета от 03.03.2016 № 3/16

О присуждении Мурадян Саркису Ованесовичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Структура и свойства литейной коррозионностойкой стали, легированной азотом» по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» принята к защите 24 декабря 2015 г., протокол №3/15 диссертационным советом Д 002.006.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, ФАНО России, 119991, г. Москва, Ленинский пр. 49, приказ Миноборонынауки РФ №714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Мурадян Саркис Ованесович 1985 года рождения.

В 2007 г. соискатель окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный институт стали и сплавов (технологический университет)» по специальности черная металлургия. В 2011 г. окончил аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук. В настоящее время работает научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, ФАНО России.

Диссертация выполнена в лаборатории №7 конструкционных сталей и сплавов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, ФАНО России.

Научный руководитель доктор технических наук Костина Мария Владимировна, ведущий научный сотрудник лаборатории конструкционных сталей и сплавов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

1. Глезер Александр Маркович, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник кафедры физического материаловедения, Национальный исследовательский технологический университет "Московский институт сталей и сплавов";
2. Березовская Вера Владимировна, доктор технических наук, профессор кафедры металловедения, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» г. Москва в своем положительном заключении, подписанном начальником сектора лаборатории «Конструкционные и специальные стали» к.т.н. Тонышевой О.А., начальником научно-исследовательского отделения «Жаропрочные литейные и деформируемые сплавы и стали, защитные покрытия для деталей ГТД» к.т.н. Оспенниковой О.Г., заместителем генерального директора ФГУП «ВИАМ» к.т.н. Шевченко Ю.Н., указала, что работа выполнена на высоком методическом и экспериментальном уровне, отвечает требованиям пунктов 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 и паспорту специальности 05.16.01 - «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Соискатель имеет 39 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 27 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 7, опубликованных в трудах конференций – 18. По теме диссертации имеется 1 патент. Общий объем работ по теме диссертации составляет 4 печатных листа (авторский вклад 60%).

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. В.В. Назаратин. Исследование возможности применения новой высокоазотистой стали для производства литых заготовок // В.В. Назаратин, Л.Г. Ригина, М.В. Костина, С.О. Мурадян и др. // Литейное производство. - № 6. – 2009. – М. – с. 24-30.

2. М.В. Костина. Разработка новой литейной высококоррозионностойкой и высокопрочной аустенитной стали, легированной азотом. Часть 1. Анализ свойств известных коррозионностойких литейных сталей // М.В. Костина, О.А. Банных, С.О. Мурадян // Заготовительные производства в машиностроении. - №3. – 2011. – Москва. - с.31-38.

3. Костина М.В. Разработка новой литейной высококоррозионностойкой и высокопрочной аустенитной стали, легированной азотом. Часть 2. Исследование влияния легирования на композиционно-устойчивое содержание азота и фазовый состав после кристаллизации коррозионностойких сплавов Fe-Cr-Mn-Ni-Mo-V-Nb // Костина М.В., Ригина Л.Г., Банных О.А., Блинов В.М., Мурадян С.О. // Заготовительные производства в машиностроении. - №4. – 2011. – М. – с. 30-38.

4. М.В. Костина. Разработка новой литейной высококоррозионностойкой и высокопрочной аустенитной стали, легированной азотом. Часть 3. Структура и механические свойства новой литейной высокоазотистой коррозионностойкой Cr-Mn-Ni-Mo-N стали // М.В. Костина, О.А. Банных, В.М. Блинов, С.О. Мурадян, М.С. Хадыев // Заготовительные производства в машиностроении. - №9. – 2011. - М. - с. 39-45.

5. М.В. Костина. Исследование влияния термической обработки на структуру, фазовый состав и механические свойства новой литейной высокоазотистой коррозионностойкой Cr-Mn-Ni-Mo-N стали // М.В. Костина, С.О. Мурадян, А.А. Корнеев, В.В. Немов // Металлы. - №9. – 2011. - М. - с. 33-48.

6. А. С. Крапошин. Кооперативный механизм превращения σ -фаза \rightarrow феррит в нержавеющей стали 05X22AG15H8M2Ф и прокаливаемость сталей // А. С. Крапошин, А. И. Плохих, А. Л. Талис, М. В. Костина, С. О. Мурадян // МИТОМ. - №12. – 2013. - М. - с.3-6.

7. М.В. Костина. Статическая и циклическая прочность аустенитной коррозионностойкой литейной Cr-Ni-Mn-Mo-N стали // М.В. Костина, В.Ф. Терентьев, С.О. Мурадян, Д.В. Просвирнин // Металлы. - №3. – 2015. - М. - с. 34-44.

В положительном отзыве ведущей организации имеются следующие замечания:

1. Диссертантом показано, что сталь хладостойкая. Однако, имея в виду возможность службы литой арматуры и при повышенных температурах, следует отметить, что объем проведенных диссертантом экспериментов не позволяет сделать заключение о том, какова верхняя граница рекомендуемого температурного интервала эксплуатации стали. Желательно было бы провести испытания на длительную прочность при повышенных температурах.

2. Диссертанту следовало привлечь для уточнения температурных интервалов фазовых превращений в стали данные дилатометрии и дифференциального термического анализа.

3. Определенное методом оптической металлографии количество сигма-фазы неточное, поскольку при этом не учтены прослойки аустенита, нитриды.

4. Сталь проявила высокую коррозионную стойкость в хлоридных растворах при испытаниях на межкристаллитную коррозию и питтинговую коррозию. Однако, поскольку она рекомендуется как коррозионностойкий материал, в том числе литой арматуры в нефтегазовой промышленности, необходимы испытания на стойкость к сульфидному коррозионному растрескиванию под напряжением и стойкость к водородному растрескиванию, используя методы, принятыми в нефтегазовой отрасли.

От официального оппонента профессора, д.ф.-м.н. Глезера А.М. поступил положительный отзыв со следующими замечаниями:

1. В диссертации недостаточно четко описана методология выбора трех основных композиций литой аустенитной высокоазотистой стали, которые явились в основном предметом исследования в диссертационной работе.
2. Следует признать не совсем удачной формулировку основных выводов по работе, которые носят слишком фрагментарный характер и недостаточно структурированы.
3. По моему мнению, в работе следовало уделить больше внимания проблеме неблагоприятного распада матричной ГЦК-фазы в разработанной азотистой стали при повышенных температурах. Возможно, границу распада аустенитоподобной фазы можно было бы сдвинуть в область более высоких температур путем дополнительного оптимального легирования.
4. Учитывая то обстоятельство, что диссертационная работа была выполнена в ведущем материаловедческом центре России, хотелось бы видеть в тексте диссертации четкое определение таких используемых фундаментальных терминов как «сталь», «феррит» и «аустенит», имея в виду, что изученные в работе материалы не содержат сколь-нибудь заметное количество углерода.
5. Для более четкого понимания закономерностей фазообразования в изученных азотистых сталях следовало бы приводить состав сложнолегированных материалов не только в массовых, но и в атомных процентах.
6. Текст диссертации и автореферата содержит ряд недопустимых в материаловедческом исследовании чисто технологических терминов, таких, например, как «твердый металл» или «кристаллизация металла» и т.п. Можно указать также на ряд досадных опечаток. Например, в списке основных

публикаций по теме диссертации в пункте 6 неправильно указаны инициалы одного из соавторов статьи.

От официального оппонента д.т.н. Березовской В.В. поступил положительный отзыв со следующими замечаниями:

1. Не совсем понятно выражение «когерентные кристаллической решетке аустенита нитриды», используемое на стр. 59, 115 диссертации.
2. Нет пояснения к обозначениям а и б на рис. 55.
3. В списке литературы встречаются неполные библиографические описания ссылок и повторы, например, ссылки 15 и 114, 101 и 125.

На автореферат диссертации Мурадяна С.О. поступило 6 отзывов. Все отзывы положительные.

1. Отзыв начальника лаборатории ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей» д.т.н., доцента Цуканова В.В. содержит 3 замечания:

1) В автореферате (стр. 8) сделан вывод об отсутствии в России литейных аустенитных азотсодержащих сталей на основании информации, содержащейся в ГОСТе 977 1988 года выпуска, что не соответствует действительности.

2) На стр. 4 автореферата заявлено о повышении износоустойчивости более чем в 10 раз, но не сказано при каких условиях испытания эта характеристика получена: - какая пара трения, удельное давление, среда трения и т.д.

3) Там же сказано, что разработанная сталь после отжига является хладостойкой ($KCU = 2,3 \text{ МДж/м}^2$). Не ясно о каком отжиге может идти речь, только в конце реферата на стр. 15-17 упомянуты режимы гомогенизационного отжига при температурах $1100\div 1200 \text{ }^\circ\text{C}$ и длительностью от 0,5 часа до 8 часов. Термин «хладостойкость» для стали аустенитного класса обычно не применяется.

2. Отзыв старшего научного сотрудника института материаловедения АО «НПО «ЦНИИТМАШ» к.т.н. Медведева М.Г. содержит 4 замечания:

1) Возможно, в тексте автореферата необходимо было свести расчетные данные по химическому составу исследуемой стали к нормативным.

2) Присутствие в структуре стали выделившихся нитридов хрома (в том числе Cr_2N) может приводить к неоднородности механических свойств деталей в особенности большого сечения. В тексте автореферата не приведены сведения о возможности изготовления крупногабаритных изделий из исследуемой марки стали.

3) Не ясно за счет чего при идентичном содержании азота в пл. №1 и №2 и уменьшении в пл. №2 содержания хрома происходит увеличение объемной доли нитридов хрома в структуре.

4) При определении оптимального режима термообработки стали прототипа возможно следовало упомянуть о том, что данный режим обеспечивает максимально полное растворение избыточных фаз, избегая при этом деазотации.

3. Отзыв доцента кафедры металлургии стали и ферросплавов НИТУ «МИСиС», к.т.н. Котельникова Г.И. содержит 3 замечания:

1) В автореферате не пояснена роль ванадия, ниобия и бора, введенных в состав стали.

2) Нет сравнения свойств новой разработанной стали в литом и деформированном состоянии.

3) В автореферате для новой стали не приводится содержание кислорода и водорода, обсуждается только содержание азота.

4. Отзыв генерального директора ЗАО «Ижевский опытно-механический завод» Штейникова С.П. содержит 2 замечания:

1) В качестве прототипа новой литой стали используется деформируемая сталь 05X22AG15H8M2Ф. Однако диссертанту следовало более подробно осветить уровень механических и коррозионных свойств других, более экономно-легированных азотсодержащих сталей, и дать более глубокое обоснование сделанного выбора стали-прототипа.

2) В диссертационной работе слабо отражены технологические особенности получения отливок из разработанной стали, в том числе, не ясно, каково влияние антипригарного покрытия, какой вид литейных форм предпочтителен (металлический кокиль или формы из ХТС).

5. Отзыв сотрудника НИТУ «МИСиС» профессора, д.т.н. Свяжина А.Г. содержит 2 замечания:

1) Из автореферата не ясно, чем существенно отличается новая сталь №3 от прототипа №1, судя по таблице 1 только отсутствием бора и более высоким содержанием азота. Остальные элементы находятся в пределах технологического разброса.

2) В автореферате не указано, какая версия программы ThermoCalc использовалась при расчетах фазовых диаграмм. На рис. 2 для стали №1 при 1000-1150 °С равновесные фазы $\square + CrN$. Если считать по версии TCFe6, то при этих температурах получаем гексагональную фазу Cr_2N . Если же при расчетах специально введена фаза CrN , то в автореферате было бы полезно привести обоснование такого выбора.

6. Отзыв руководителя лаборатории механических свойств наноструктурных и жаропрочных материалов ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» д.физ.-мат. наук Кайбышева Р.О. замечаний не содержит.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетенцией, наличием публикаций и достижений в области металловедения и термической обработки металлов и сплавов, квалификацией, способностью определить актуальность, научную и практическую ценность представленной диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получен ряд оригинальных результатов, который добавляет и дополняет знания в области аустенитных коррозионно-стойких литейных сталей;

- проведено систематическое исследование, с использованием расчетных и экспериментальных данных, литейной аустенитной коррозионно-стойкой стали 21-22Cr-7-8Ni-14-16Mn-Mo-V (05X21AG15H8MФЛ, с содержанием азота ~0,5%) в различных структурных состояниях. Изучена макро- и микроструктура, фазовый состав, механические свойства при статическом, ударном и циклическом нагружении, коррозионная стойкость, износостойкость. Выявлены закономерности изменения структуры и фазового состава стали при варьировании: в пределах марочного состава феррито- и аустенитообразующих элементов; температуры и длительности гомогенизирующей термообработки.

- для литой стали 05X21AG15H8MФЛ изучена степень позитивного влияния увеличения концентрации азота на снижение объемной доли σ -фазы;

- получен новый конструкционный материал – литейная сталь 05X21AG15H8MФЛ–превосходящий по уровню механических свойств применяющиеся в РФ литейные аустенитные стали: по пределу текучести в ~2 раза, по ударной вязкости в ~4,5 раза, по твёрдости – на ~25%.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- авторпровел систематическое исследование, с использованием расчетных и экспериментальных данных, литейной аустенитной коррозионностойкой стали 21-22Cr-7-8%Ni-14-16Mn-Mo-V с содержанием азота ~0,5%;

- изучены особенности кристаллизации литейной аустенитной стали с ~0,5% N (определены температурно-временные параметры процесса кристаллизации, температуры ликвидус и солидус), структура, особенности её морфологии в сечениях различной толщины;

- изучена степень позитивного влияния увеличения концентрации азота на снижение объемной доли σ -фазы для новой аустенитной стали;

- выявлены закономерности влияния при варьировании (в пределах марочного состава) феррито- и аустенитообразующих элементов на структуру, фазовый состав и механические свойства новой литейной стали;

- в результате систематического исследования влияния температуры и длительности гомогенизирующих отжигов (при 1100, 1150 и 1200°C, в течение 3...480 мин) с последующим охлаждением в воде выявлены закономерности влияния температурно-временных параметров гомогенизирующего отжига на структуру, фазовый состав и механические свойства новой литейной стали;

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- Предложен состав новой литейной высокоазотистой стали 05X21AG15H8MФЛ (патент РФ № 2445397) и режимы её термической обработки, обеспечивающие при $-70 \div +350^\circ\text{C}$ высокую механическую прочность, пластичность и вязкость (в т.ч. при -70°C $K_{CU}^{-70} = 2,31 \text{ МДж/м}^2$), нечувствительностью к надрезам;

- Для литейных сталей изученного типа предложен комплексный подход предварительной расчётной оценки их фазового состава;

- На основании исследований сделаны рекомендации для деформируемых сталей по термической обработке и оптимизации химического состава (стали-прототипа и стали 04X20H6Г11М2АФБ. Рекомендации, успешно проверенные экспериментально, позволяют избежать в горячеканном и горячекованом металле появления частиц строчечного дельта-феррита, приводящего к растрескиванию при деформации;

- Теоретические и экспериментальные данные, полученные в настоящей работе, включены в курс лекций по дисциплинам «Новые металлические материалы», «Новые металлические материалы со спецсвойствами» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «МАТИ - Российский государственный технологический университет имени К.Э.Циолковского».

Оценка достоверности результатов выявила:

- автором выполнен большой объем экспериментов с использованием современных материаловедческих методов и методик;

- для экспериментальных работ использовано сертифицированное оборудование, показана воспроизводимость результатов исследований;
- теория согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации и отвечает представлениям о высокопрочных литейных аустенитных сталях;
- установлено совпадение авторских результатов экспериментов с результатами, представленными в различных источниках литературы по данной тематике;
- использованы современные методики сбора и обработки информации.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задач исследования, проведении основных экспериментов, получении исходных данных, обработке и интерпретации экспериментальных данных, подготовке основных публикаций по выполненной работе, а также участии в апробации результатов исследования.

Диссертация достигает поставленных целей, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, наличием огромного экспериментального объема систематических исследований, грамотной интерпретацией результатов, что подтверждается наличием четких взаимосвязанных выводов.

Диссертационная работа соответствует требованиям паспорта специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

На заседании 3 марта 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Мурадян С.О. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов», участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за - 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Д 002.060.01

Банних О.А.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Д 002.060.01

Блинов В.М.

3 марта 2016 г.



*Венкорутное подписи О.А. Банних
М. Блинов удовлетворено: О.А. Банних
М. Блинов*