

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 2.6.01.04
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

от «20» декабря 2024 г. № 20

о присуждении Попковой Дарье Сергеевне, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Особенности выделения интерметаллидных фаз в сплавах аустенитного класса, стойких в расплавах солей» по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов принята к защите диссертационным советом УрФУ 2.6.01.04 «05» ноября 2024 г. протокол № 16.

Соискатель, Попкова Дарья Сергеевна, 1987 года рождения, в 2009 году окончила ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности «Металловедение и термическая обработка металлов»;

в 2023 году окончила очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов (Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов);

работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории жаростойких и коррозионностойких сплавов на основе никеля и железа Института новых материалов и технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Диссертация выполнена на кафедре термообработки и физики металлов Института новых материалов и технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент, **Беликов**

Сергей Владимирович, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт новых материалов и технологий, кафедра термообработки и физики металлов, доцент.

Официальные оппоненты:

Барышев Евгений Евгеньевич – доктор технических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», кафедра безопасности жизнедеятельности, заведующий кафедрой;

Яковлева Ирина Леонидовна – доктор технических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, лаборатория физического металловедения, главный научный сотрудник;

Панов Дмитрий Олегович – кандидат технических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», лаборатория объемных наноструктурных материалов, старший научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 13 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 13 работ, из них 5 статей, опубликованных в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, включая 4 статьи в международной базе цитирования Scopus. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 3,52 п.л., авторский вклад – 2,74 п.л.

Основные публикации по теме диссертации:

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ

1. **Popkova D.S.** The effect of the selective laser melting mode on second phases precipitation in 316L steel during subsequent heat treatment // **D.S. Popkova**, I.M. Ruslanov, A.Y. Zhilyakov, S.V. Belikov // Dynamics of Technical Systems (DTS 2020) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, Vol. 1029, 2021, 012053, 0,45 п.л. / 0,40 п.л. (Scopus).

2. **Popkova D.S.** Identification of the second phases formed in VDM® alloy C-4 // **D.S. Popkova**, D.V. Pyrin, A.Y. Zhilyakov, S.V. Belikov // Dynamics of Technical Systems (DTS 2020) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, Vol. 1029 №1, 2021, 012055, 0,4 п.л. / 0,2 п.л. (Scopus).

3. **Popkova D.S.** Manufacturing of corrosion-resistant steel 316L using additive technologies as a way to increase its corrosion resistance // **D.S. Popkova**, A.Y. Zhilyakov, S.V. Belikov, A.V. Abramov, O.V. Bazhenov // E3S Web of Conferences Vol. 279, 2021, 01012, EEESTS-2021, 0,5 п.л. / 0,3 п.л. (Scopus).

4. **Popkova D.S.** Influence of the short-range and long-range order on the kinetics of the separation of intermetallic in the VDM® alloy C-4 // **D.S. Popkova**, M.A. Zhilyakova, E.D. Putinceva, E.V. Timoshina, A.Y. Zhilyakov, S.V. Belikov // Cite as: AIP Conference Proceedings, Vol. 2466, 2022, 060042, 0,5 п.л. / 0,4 п.л. (Scopus).

5. Пырин Д.В. Особенности структуры и разрушения сплава Inconel 718, изготовленного методом электронно-лучевого сплавления / А.Ю. Жилияков, Д.В. Пырин, Д.С. Попкова, М.А. Жилиякова, С.В. Беликов, Е.Н. Попова // Металловедение и термическая обработка металлов. 2024. № 5 (827). С. 49-56. 0,5 п.л. / 0,35 п.л.

На автореферат поступили отзывы:

1. **Потехина Бориса Алексеевича**, доктора технических наук, профессора кафедры технологических машин и технологий машиностроения ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург. Содержит вопрос, касающийся рисунка 5. По какой причине двойники отжига сформировались и почему морфология двойников зависит от температуры отжига? Могут ли эти двойники как-либо влиять на служебные свойства данного сплава?

2. **Юрченко Александра Николаевича**, кандидата технических наук, старшего преподавателя кафедры «Металловедение, термическая и лазерная обработка металлов», младшего научного сотрудника лаборатории методов создания и проектирования систем «Материал-технология-конструкция» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». Содержит замечания, касающиеся отсутствия в автореферате объяснения по выбору режимов изготовления образцов из сплавов аустенитного класса, а также объяснения по назначению конкретных режимов термической обработки; в автореферате на странице 15 написано, что

минимальная устойчивость сплава ХН62М составляет 120 минут при температуре 750°C, но по графику на рисунке 6 эта температура составляет 850 °С, а не 750 °С; наличия орфографических и пунктуационных ошибок.

3. **Мушниковой Светланы Юрьевны**, доктора технических наук, начальника сектора «Коррозионные испытания конструкционных сталей», и **Парменовой Ольги Николаевны**, кандидата технических наук, ведущего научного сотрудника ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» имени И.В. Горынина Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Санкт-Петербург. Содержит вопросы: 1) Являются ли коррозионные испытания в главе 3 стандартизованными, или применялись модельные среды и условия? 2) на стр. 15 температура устойчивости сплава ХН62М указана как 750 °С, но исходя из рисунка 6а, температура составляет 850°C; на стр. 19 – $\sigma_{0,2}$ названа пределом пропорциональности, а не - условный предел текучести.

4. **Литовченко Игоря Юрьевича**, доктора физико-математических наук, доцента, заведующего лабораторией материаловедения сплавов с памятью формы ФГБУН Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск. Содержит замечания по прогнозированию коррозионной стойкости нового отечественного коррозионностойкого сплава ХН62М, поскольку результаты коррозионного эксперимента этого сплава отсутствуют. 2. Не обоснован выбор аддитивных технологий для исследования коррозионной стойкости.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их широкой известностью своими достижениями и исследованиями в области металловедения коррозионностойких аустенитных сплавов, наличием публикаций в ведущих рецензируемых изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, в которой содержится

решение научно-технической задачи повышения коррозионной стойкости материалов на базе системы Ni-Cr-Mo, работающих в агрессивной среде солевых расплавов при повышенных температурах, имеющей значение для развития металловедения.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

- получены данные в виде изотермических диаграмм (температура-время) выделения упорядоченных и топологически плотноупакованных фаз в коррозионностойких сплавах аустенитного класса ХН62М и Hastelloy С4, для сплава ХН62М – впервые;

- доказано, что основной топологически плотноупакованной фазой является σ -фаза, а не Р-фаза;

- показано, что предварительная высокотемпературная обработка расплава ХН62М позволяет на порядок замедлить кинетику образования упорядоченной $Ni_2(Cr,Mo)$ -фазы при выдержке в интервале температур 600...800 °С.

Практическая значимость обусловлена возможностями применения данных результатов при оптимизации технологических режимов термической обработки и аддитивного производства продукции из коррозионностойких сплавов, а именно:

- разработанные параметры режима селективного лазерного спекания: мощность лазерного излучения, скорость сканирования, шаг сканирования, толщина насыпного слоя, обеспечивающих энергозатраты приблизительно 105 Дж/мм³, позволяют получить в стали 316L минимальное содержание равномерно распределенных частиц χ -фазы $\sim 2,5\%$, которое обеспечивает повышение коррозионной стойкости;

- изготовление стали 316L методом селективного лазерного спекания позволяет на 45% повысить стойкость к коррозии в расплаве эквимолярной смеси KCl-NaCl до температуры 750 °С;

- режим электронно-лучевого спекания позволяет получить в сплаве Inconel 718 близкую к псевдо-монокристаллической структуру с текстурой кристаллизации с преимущественной ориентировкой $\{100\}\langle 001\rangle$, необходимой для повышения коррозионной стойкости поверхностей оборудования, контактирующих с расплавом;

- эксплуатация сплава Hastelloy C4 при температуре 600 °С в течение длительного времени приводит к увеличению прочностных характеристик на 30% при сохранении пластических свойств, что связано с увеличением объемной доли упорядоченной фазы $Ni_2(Cr, Mo)$.

На заседании 20 декабря 2024 г. диссертационный совет УрФУ 2.6.01.04 принял решение присудить Попковой Д.С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 2.6.01.04 в количестве 19 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного
совета УрФУ 2.6.01.04

Попов Артемий Александрович

Ученый секретарь
диссертационного совета
УрФУ 2.6.01.04

Селиванова Ольга Владимировна

20.12.2024 г.