

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.435.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЮГО-
ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВА
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело №

решение диссертационного совета от 28.12.2023 г. №5.

О присуждении Поданову Вадиму Олеговичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка и исследование жаропрочных сплавов на основе диспергированных электроэрозией частиц сплава ЖС6У» по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов принята к защите 27.10.2023 года, протокол № 4, диссертационным советом 24.2.435.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94, приказ о создании диссертационного совета № 49/нк от 30.01.2019 года.

Соискатель, Поданов Вадим Олегович, 12.05.1996 года рождения, в 2020 году окончил Юго-Западный государственный университет с присуждением степени магистра по направлению подготовки «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». В 2023 году прошел курс профессиональной переподготовки по программе «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» в объеме 508 часов. В настоящее время обучается в очной аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-

Западный государственный университет» по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов. Диссертационная работа выполнена на кафедре технологии материалов и транспорта федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Агеев Евгений Викторович, профессор кафедры технологий материалов и транспорта федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет».

Официальные оппоненты:

Овчинников Виктор Васильевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой материаловедения ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», г. Москва;

Еремеева Жанна Владимировна – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»», г. Москва

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева», г. Рыбинск в своем положительном отзыве, подписанном доктором технических наук, заведующим кафедрой материаловедения, литья и сварки Шатульским Александром Анатольевичем и утвержденном проректором по науке и цифровой трансформации 21.11.2023 года к.т.н., доцентом Сутягиным Александром Николаевичем, указала, что диссертация Поданова Вадима Олеговича на тему «Разработка и исследование жаропрочных сплавов на основе диспергированных электроэрозией частиц сплава ЖС6У» является

законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научно-техническом уровне с использованием, как теоретического анализа, так и экспериментальных исследований. Она вносит заметный научный и практический вклад в развитие теории, технологии получения и методов исследования новых никелевых жаропрочных сплавов и направлена на решение важнейшей практической задачи снижения себестоимости и повышения качества современных никелевых жаропрочных сплавов. Диссертация отвечает требованиям п.9, п.10, п.11, п.12, п.13, п.14 «Положения о присуждении учёных степеней» (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года, № 842), а её автор Поданов Вадим Олегович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Соискатель имеет 73 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 37 работ, из них в рецензируемых научных изданиях 11.

Авторский вклад по публикациям составляет 5,2 печатных листа.

В диссертационной работе на соискание ученой степени кандидата технических наук отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации (оригинальность диссертации на основе проверки в системе «Антиплагиат.ВУЗ» составила 84,65 %).

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Агеев, Е.В. Микроструктура и элементный состав порошков, полученных в условиях электроэрозионной металлургии отходов жаропрочного никелевого сплава ЖС6У в воде / Е.В. Агеев, В.О. Поданов, А.Е. Агеева // Металлург. – 2022. – №5. – С. 72-77.

2. Агеев, Е.В. Размерные характеристики порошков, полученных электродиспергированием сплава ЖС6У в керосине / Е.В. Агеев, О.В.

Кругляков, В.О. Поданов // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Metallurgy. – 2022. – №7 (266). – С. 62-66.

3. Ageev, E.V. Исследование влияния среды диспергирования на свойства жаропрочных порошков, полученных из отходов сплава ЖСУ6 / Е. В. Ageev, В. И. Серебровский, В. О. Поданов, А. Е. Ageeva // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2022. – Т. 12. – №3. – С. 39-56.

4. Ageev, E.V. Оптимизация процесса изготовления жаропрочного никелевого сплава путем искрового плазменного спекания порошков, полученных электроэрозионным диспергированием отходов ЖС6У в воде / Е. В. Ageev, В.О. Поданов, А. Е. Ageeva // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2023. – № 4. – С. 170-174.

5. Ageev, E.V. Изучение микроструктуры, легирующих элементов и распределения фаз в образцах сплава ЖС6У, спеченных из порошков электроэрозионного диспергирования отходов / Е.В. Ageev, Е.В. Ageeva, В.О. Поданов М.И. Силенский // Электrometallurgy. – 2023. – № 4. – С. 34-38.

6. Ageev, E.V. Исследование микротвердости и износостойкости жаропрочных сплавов, полученных искровым плазменным спеканием электроэрозионных порошков сплава ЖС6У / Е.В. Ageev, О.В. Кругляков, В.О. Поданов // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Metallurgy. – 2023. – № 7 (278). – С. 30-35.

7. Ageev, E.V. Dimensional analysis of powders obtained by electroerosive dispersion of heat-resistant nickel alloy ZHS6U in water / E.V. Ageev, A.E. Gvozdev, E.A. Protopopov, V.O. Podanov, A.E. Ageeva // Chebyshevskii sbornik. – 2022. – Vol. 23. – No. 1. – Pp. 197–207.

8. Ageev, E.V. Microstructure and elemental composition of powders obtained under conditions of electroerosive metallurgy of heat-resistant nickel alloy ZHS6U wastes in water / E.V. Ageev, V.O. Podanov, A.E. Ageeva // Metallurgist. – Vol. 66. – Nos. 5-6. – Pp. 578-585.

9. Ageev, E.V. Mathematical optimization of the average particle size of powders obtained by electroerosive dispersion of heatresistant nickel alloy ZHS6U / E.V. Ageev, E.V. Ageeva, A.E. Gvozdev, E.A. Protopopov, V.O. Podanov //Chebyshevskiiisbornik. – 2022. – Vol. 23. – No. 3. – Pp. 178–193.

10. Ageeva, E.V. X-Ray Methods for Studying Powders Produced by Electrical Dispersion of the Waste Products of ZhS6U Heat-Resistant Nickel Alloy in Kerosene / E.V. Ageeva, E.V. Ageev, V.O. Podanov // Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques. – 2023. – Vol. 17. – No. 1. –Pp. 168–173.

11. Ageeva, E.V. Microstructure, Alloying Elements, and Phase Distribution in ZhS6U Alloy Samples Sintered from the Powders Fabricated by Electroerosion Dispersion of Waste / E.V. Ageeva, E.V. Ageeva, V.O. Podanov, M.I. Silenskii // Russian Metallurgy (Metally). –Vol. 2023. –No. 6. –Pp. 847–850.

На диссертацию и автореферат поступило 11 отзывов. Все отзывы положительные:

1. **Гуревич Леонид Моисеевич**, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Материаловедение и композиционные материалы» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет».

Замечание: В тексте автореферата отсутствует объяснение причин отклонения гранулометрического состава диспергированного электроэрозией в осветительном керосине порошка жаропрочного никелевого сплава ЖС6У (рисунок 2, 6) от нормального закона распределения, в частности, образование двух максимумов.

2. **Коновалов Сергей Валерьевич**, доктор технических наук, профессор, проректор по научной и инновационной деятельности ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет».

Шуберт Анна Владиславовна, аспирантка кафедры обработки металлов давлением и металловедения ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет, ЕВРАЗ ЗСМК.

Замечания:

1. Рисунки 1(6), 2(6) недостаточно читабельны, масштаб и четкость рисунков не позволяют качественно провести анализ информации.

2. Не обнаружена информация, чем обусловлен выбор энергодисперсионного анализатора рентгеновского излучения фирмы «EDAX». Есть анализаторы, которые обладают более высокими характеристиками и позволяют получить более точные результаты.

3. **Памфилов Евгений Анатольевич**, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Триботехническое материаловедение и технологии материалов» Брянского государственного технического университета.

Капустин Владимир Васильевич, кандидат технических наук, преподаватель кафедры «Триботехническое материаловедение и технологии материалов» Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный технический университет».

Замечания:

1. Выполнялись ли сравнительные исследования альтернативных способов измельчения металлоотходов?

2. Судя по автореферату, не вполне ясно подсчитывался ли экономический эффект результатов работы при промышленном её использовании, и какая методика использовалась?

4. **Протопопов Евгений Александрович**, кандидат технических наук, инженер-технолог ПАО «Императорский Тульский оружейный завод».

Замечание: 1. Представляется целесообразным более глубокое исследование физико-механических и эксплуатационных свойств изделий, полученных из новых жаропрочных сплавов в условиях, где применяются детали, изготовленные по промышленной технологии.

5. **Степанов Макар Степанович**, доктор технических наук, профессор кафедры «Управление качеством» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет».

Замечания:

1. Следовало более подробно описать в автореферате сущность метода электроэрозионного диспергирования, «эффекта плазмы искрового разряда», а не ограничиваться ссылками на соответствующие главы диссертации.

2. В автореферате приведены уравнения зависимости среднего размера электроэрозионных частиц от электрических параметров электродиспергирования, микротвердости заготовок новых жаропрочных сплавов от технологических параметров искрового плазменного сплавления, однако не указано, каким способом подтверждена адекватность полученных уравнений.

6. Чуманов Илья Валерьевич, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Техники и технологии производства материалов» филиала ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» в г. Златоусте.

Замечания:

1. В автореферате, не представлены данные о производительности измельчения металлоотходов электродиспергированием, а, следовательно, и не представляется оценить экономическую эффективность предложенного метода измельчения металлоотходов.

2. С. 13 автореферата, автор применяет полный факторный эксперимент, в котором реализуются все возможные, неповторяющиеся комбинации уровней факторов. Если число факторов равно X , а число уровней каждого из них равно S , то число комбинаций (опытов) N при ПФЭ будет $N = SX$. Исследуемая величина — микротвёрдость. Насколько объективно по одному параметру (микротвердость), при данном количестве опытов можно оценивать прочностные характеристики свойства сплава?

7. Булычев Всеволод Валериевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой колесных машин и прикладной механики ФГБОУ ВО КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Замечания:

1. Из текста автореферата не ясны причины выбора в качестве рабочих жидкостей дистиллированной воды и керосина осветительного.

2. При описании экспериментального исследования процесса искрового плазменного сплавления не ясно, о какой температуре (средней, максимальной в зоне действия искрового разряда) идет речь и как она регистрировалась.

8. Величко Сергей Анатольевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технического сервиса машин ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева», Институт механики и энергетики.

Замечания:

1. Из автореферата не ясно, чем обоснованы значения уровней варьирования факторов в табл. 1 (стр.10) и табл. 2 (стр.13).

2. Следует пояснить более конкретно вывод 6, где в промышленности может применяться новый сплав.

9. Голубев Иван Григорьевич, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом научно-информационного обеспечения инновационного развития АПК ФГБНУ «Росинформагротех».

Замечания:

1. В третьей главе следовало бы более информативно описать методы испытаний, а не ограничиваться отсылкой в подраздел «Методология и методы исследования» (стр. 9 автореферат).

2. В автореферате следовало бы показать основные положения методики расчета ожидаемого экономического эффекта от внедрения результатов исследования.

10. Дорохин Сергей Владимирович, доктор технических наук, доцент, декан автомобильного факультета ФГБОУ ВО «ВГЛУ им. Г.Ф. Морозова».

Замечания:

1. Из текста автореферата не ясно, в чем преимущества технологии искрового плазменного сплавления перед литьем?

2. Из текста автореферата не ясно, какова экономическая эффективность предложенных автором новых технологических решений?

11. Маленко Павел Игоревич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Сварка, литье, и технология конструкционных материалов» ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет».

Замечание: В качестве замечания можно выделить то, что в автореферате не показано, каким образом осуществляется обработка отходов сплава ЖС6У по удалению загрязнений, оксидов и других примесей.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а также наличием в ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева» диссертационного совета по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны технологические решения, позволяющие получать пригодные к промышленному применению жаропрочные никелевые сплавы содержащие никель, хром, молибден, титан, вольфрам и др. из отходов жаропрочного сплава ЖС6У с низкой себестоимостью, невысокими энергетическими затратами путем применения экологически чистой технологией электроэрозионного диспергирования и технологий их применения;

предложен перспективный метод получения беспористых сплавов, обладающих высокими физико-механическими свойствами;

доказана перспективность использования способа искрового плазменного сплавления для получения жаропрочных никелевых сплавов из порошковых материалов;

введено новое понятие новый жаропрочный никелевый сплав из диспергированных электроэрозией частиц сплава ЖС6У.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:
доказана технологичность получения порошковых материалов из отходов жаропрочных сплавов ЖС6У в дистиллированной воде и керосине, с невысокими энергетическими затратами путем применения технологии электроэрозионного диспергирования;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы существующие теоретические положения и технологические решения по созданию научных основ получения жаропрочных порошковых материалов и сплавов на их основе;

изложены факторы, влияющие на свойства диспергированных электроэрозией частиц жаропрочного никелевого сплава ЖС6У, а также на качество получаемых из них новых жаропрочных никелевых сплавов;

раскрыты новые пути решения проблемы переработки отходов жаропрочных никелевых сплавов марки ЖС6У и получения новых материалов;

изучены свойства новых жаропрочных никелевых сплавов, полученных из электроэрозионных частиц, изготовленных диспергированием отходов жаропрочного никелевого сплава ЖС6У;

проведено патентование способа получения жаропрочного сплава, отличающийся тем, что он получается искровым плазменным спеканием диспергированных электроэрозией частиц сплава ЖС6У при температуре 1400 °С, давлении 40 МПа и времени выдержки 10 мин. в воде дистиллированной (патент РФ 2807399).

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

разработан и внедрен в ООО «РУ46» г. Курск (акт внедрения от 16.05.2023г.) способ получения жаропрочного сплава, отличающийся тем, что он получается искровым плазменным спеканием диспергированных электроэрозией частиц сплава ЖС6У при температуре 1400 °С, давлении 40 МПа и времени выдержки 10 мин. в воде дистиллированной (патент РФ 2807399) и при температуре 1380 °С, давлении 40 МПа и времени выдержки 5 мин. в керосине осветительном (заявка на изобретение РФ 2023103776);

результаты исследований внедрены в образовательный процесс ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» г. Курск при изучении дисциплины «Теория и технологии новых материалов» (3 курс направления подготовки аспирантов 22.06.01 «Технологии материалов» направленность «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»)(акт внедрения от 17.05.2023 г.);

определены перспективы использования новых жаропрочных сплавов, полученных из диспергированных электроэрозией отходов жаропрочного никелевого сплава ЖС6У;

создана новая технология получения шихты для производства жаропрочных сплавов, содержащая частицы титана, никеля и молибдена, отличающаяся тем, что она содержит упомянутые частицы, полученные электроэрозией отходов сплава ЖС6У в дистиллированной воде (патент на изобретение РФ 2779730) и в керосине осветительном (патент на изобретение РФ 2784145).

представлены рекомендации по практическому применению новых жаропрочных сплавов, полученных искровым плазменным сплавлением на основе диспергированных электроэрозией частиц сплава ЖС6У в воде дистиллированной и керосине осветительном.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на основе общепринятых методов исследований, применения современных методов испытаний и сертифицированного металлографического оборудования;

теория построена на современных научных методах, апробации при обсуждении результатов диссертационной работы на международных научно-практических конференциях, что позволило обеспечить репрезентативность, доказательность и обоснованность разработанных положений и полученных результатов, которые согласуются с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на полученных автором новых знаниях, анализе и обобщении передового опыта в области получения жаропрочных никелевых сплавов из диспергированных частиц сплава ЖС6У;

использованы экспериментальные данные по получению новых жаропрочных никелевых сплавов и промышленно изготавливаемых;

установлены сравнительные характеристики физико-механических свойств между сплавами из диспергированных электроэрозией частиц в воде дистиллированной, изготовленным искровым плазменным спеканием при температуре 1400 °С, давлении 40 МПа и времени выдержки 10 мин., и сплавом ЖС6У, изготовленным промышленным способом, показавшие: в 7,7 раза меньший размер зерна; в 1,9 раза меньшую пористость; в 1,3 раза большую микротвердость; в 1,04 раза большую температуру плавления; в 1,1 раза больший предел длительной прочности. Также установлены сравнительные характеристики физико-механических свойств между сплавами из диспергированных электроэрозией частиц в керосине осветительном, изготовленным искровым плазменным спеканием при температуре 1380 °С, давлении 40 МПа и времени выдержки 5 мин., и сплавом ЖС6У, изготовленным промышленным способом, показавшие: в 8,1 раза меньший размер зерна; в 2,2 раза меньшую пористость; в 1,32 раза большую микротвердость; в 1,05 раза большую температуру плавления; в

1,23 раза больший предел длительной прочности.

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в постановке и решении важной научно-производственной задачи, на основе разработанных концепции исследования, идей и целей диссертационной работы. Автором лично выполнен весь объем экспериментальных исследований, обработка результатов и их анализ, выбран комплекс методик для аттестации электроэрозионных порошков и полученных спеченных образцов. Автор принимал непосредственное участие в разработанной методике проведения эксперимента.

Диссертация Поданова Вадима Олеговича на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена важная научно-практическая задача, направленная на исследование, разработку и апробацию новых жаропрочных сплавов, полученных искровым плазменным сплавлением электроэрозионных частиц сплава ЖС6У, имеющая важное значение для металловедения жаропрочных сплавов и развития страны в целом. Реновация высоколегированного сплава ЖС6У способствует ресурсосбережению, импортозамещению и обеспечению технологического суверенитета РФ.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: о необходимости проведения комплекса прочностных испытаний новых жаропрочных никелевых сплавов, в условиях, приближенных к эксплуатационным; о необходимости уточнить возможность применения электроэрозионных частиц, полученных из отходов жаропрочного никелевого сплава ЖС6У, в сфере аддитивных технологий.

Соискатель Поданов Вадим Олегович ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

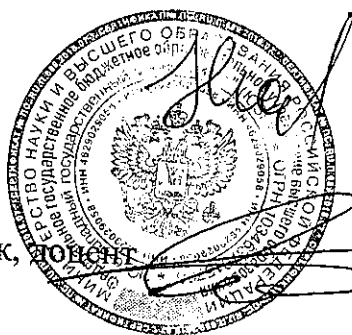
На заседании 28 декабря 2023 года диссертационный совет принял решение за разработку и внедрение новых технологических решений,

направленных на получение новых жаропрочных никелевых сплавов, пригодных к промышленному применению, на основе диспергированных электроэрозией частиц сплава ЖС6У, имеющих существенное значение для обеспечения технологического суверенитета РФ и развития страны в целом, присудить Поданову Вадиму Олеговичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

При проведении тайного голосования, диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 12 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали за – 13, против – 0.

Председатель
диссертационного совета,
доктор технических наук,
профессор

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук,



Колмыков Валерий Иванович

Алтухов Александр Юрьевич

28 декабря 2023 г.