

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 212.092.07 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 22 мая 2019 года № 2
о **присуждении** Абашкину Евгению Евгеньевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Комбинированное тепловое воздействие в качестве средства получения сварного соединения с повышенными прочностными свойствами» по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела» принята к защите 18 марта 2019, протокол № 5, диссертационным советом Д 212.092.07 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет, «КнАГТУ», 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, приказ Минобрнауки России от 24 июня 2016 г. № 787/нк.

Соискатель Абашкин Евгений Евгеньевич 1984 года рождения, в 2008 году окончил Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет» (ФГОУ ВПО «КнАГТУ») по специальности «Технологии и оборудование сварочного производства». В том же году был зачислен в очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИМиМ ДВО РАН), в 2011 году ее закончил. В настоящее время работает в должности младшего научного сотрудника в лаборатории «Проблем создания и обработки материалов и изделий» ИМиМ ДВО РАН, г. Комсомольск-на-Амуре.

Диссертация выполнена в лаборатории «Химических и фазовых превращений в материалах» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения и металлургии Дальневосточного

отделения Российской академии наук (ИМиМ ДВО РАН), г. Комсомольск-на-Амуре.

Научный руководитель - кандидат технических наук, доцент Жилин Сергей Геннадьевич (г. Комсомольск-на-Амуре, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук, ведущий научный сотрудник)

Научный консультант - член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор Буренин Анатолий Александрович (г. Комсомольск-на-Амуре, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук, главный научный сотрудник)

Официальные оппоненты:

Макиенко Виктор Михайлович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Транспортно-технологические комплексы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО ДВГУПС), г. Хабаровск

Фрейдин Александр Борисович, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией «Математических методов механики материалов» Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем машиноведения» Российской академии наук (ФГБУН ИПМаш РАН), г. Санкт-Петербург

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО ВГТУ), г. Воронеж в предоставила положительное заключение, подписанное Шитиковой М.В., доктором физико-математических наук, профессором, руководителем научного центра по фундаментальным исследованиям в области естественных и строительных наук ВГТУ и утвержденное доктором технических наук, профессором, проректором по научной работе Воронежского государственного

технического университета Дроздовым И.Г. Ведущая организация указала, что диссертация Абашкина Е.Е. «Комбинированное тепловое воздействие в качестве средства получения сварного соединения с повышенными прочностными свойствами» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой предложено новое решение актуальной задачи повышения эксплуатационной прочности при обеспечении низких значений остаточных деформаций в зоне термического влияния неразъёмного соединения металлоконструкции, которые достигаются благодаря комбинированному тепловому воздействию на зону стыка протяженных элементов, выполненных из углеродистых сталей на агрегате АДФ порошковой проволокой с алюмотермитным наполнителем. Содержание диссертации соответствует п.1 «Законы деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе природных, искусственных и вновь создаваемых», п.6 «Теория накопления повреждений, механика разрушения твердых тел и критерии прочности при сложных режимах нагружения» и п.9 «Экспериментальные методы исследования процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях» области исследования паспорта специальности 01.02.04 «механика деформируемого твердого тела». Диссертационная работа Абашкина Евгения Евгеньевича соответствует всем требованиям, установленным п. 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., и предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 - механика деформируемого твердого тела.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ по теме диссертации, из которых 6 работ в рецензируемых научных изданиях из списка ВАК, получен патент на изобретение. Непосредственно при участии автора, совместно с руководителем, осуществлена постановка проблемы, определен круг задач экспериментальных и теоретических исследований, а также разработана общая концепция работы. Автор лично принимал участие в оформлении печатных работ и подготовке докладов на мероприятиях различного уровня, внес значительный

вклад в апробацию работы. Представленные результаты исследований с последующим их обобщением, анализом, обработкой и интерпретацией выполнены автором самостоятельно, а также в соавторстве с сотрудниками ИМиМ ДВО РАН.

Наиболее значимые работы:

1. Abashkin, E.E. The Influence of Structure on Strength Properties of Casting Steel Obtained with the Use of Thermite Materials / O.N. Komarov, S.G. Zhilin, D.A. Potianikhin, V.V. Predein, E.E. Abashkin, A.A. Sosnin and A.V. Popov // AIP Conference Proceedings. – 1785, pp. 040027-1-040027-5 (2016).

2. Абашкин, Е.Е. Температурные напряжения пластины / Е. Е. Абашкин, М. Каинг, А. В. Ткачева // Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева Серия: Механика предельного состояния, 2016. – № 4 (30). – С. 24 – 32.

3. Абашкин, Е.Е. Влияние упаковки компонентов термитного наполнителя порошковой проволоки на процессы электродугового переплава / Е. Е. Абашкин, С. Г. Жилин, О. Н. Комаров // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2018. – Т. 1. – № 1 (33). – С. 96 – 104.

4. Абашкин, Е.Е. Условие пластичности максимальных приведенных касательных напряжений в качестве средства расчетов эволюции плоских напряженных состояний / Е.Е. Абашкин, А.В. Ткачева, Г.А. Щербатюк // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2018. – Т. 1. – № 2 (34) (33). – С. 51 – 62.

5. Абашкин, Е.Е Влияние теплового режима совместного электродугового и алюмотермического воздействия на формирование структуры и свойств наплавляемого металла / Е. Е. Абашкин, С. Г. Жилин, О. Н. Комаров, А. В. Ткачева // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2018. – Т. 20. – № 2. – С. 62-74.

6. Абашкин, Е.Е. Влияние теплового режима на напряженно-деформированное состояние элементов неразъемной металлоконструкции, полученной при электродуговом и алюмотермитном воздействиях / Е.Е. Абашкин, С.Г. Жилин, О.Н. Комаров, Н.А.Богданова // Вестник Чувашского

государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. – 2018. – № 3 (37). – С. 58 – 68.

7. Пат. № 2675876 РФ, МПК В23К35/368 Порошковая проволока / Абашкин Е.Е., Комаров О.Н., Жилин С.Г., Предеин В.В., Ткачёва А.В., Панченко Г.Л. ; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук. – заявл. 29.12.2017; опубл. 25.12.2018, Бюл. 36.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы (все положительные, указывается основное отражение замечаний):

Отзыв на диссертацию ведущей организации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет» (г. Воронеж), имеет основные замечания:

1. В работе встречается сокращение «АДФ», но нет расшифровки этого обозначения.

2. Имеются опечатки в нумерации рисунков на стр. 91, 133-137, что затрудняет чтение текста. В подписи к рис. 1.2 указаны позиции 1-6, а на самом рисунке они не показаны, и в тексте не описаны.

3. Не описано, как получены зависимости предела прочности при растяжении и предела текучести, приведенные на рис. 4.5 и 4.6.

4. Непонятно, из каких соображений выбирались значения ψ_* , ψ и γ постоянных в распределении отведения тепла от пластины при остывании.

5. В обзорной главе на стр. 21 и 27 приводится перечень имен отечественных и зарубежных ученых без ссылок на их труды.

6. Из 139 наименований процитированных источников только 15 выполнено зарубежными авторами, при этом большинство приведенных работ опубликовано в 90е годы. Автору следовало бы более тщательно сделать обзор современных зарубежных авторов по проблематике диссертационной работы.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Макиенко В. М. имеет основные замечания:

1. В диссертационной работе не приведена схема последовательности выполнения исследований влияния комбинированного теплового воздействия на прочностные свойства сварных соединений.

2. В научной новизне работы нет полного обоснования и пояснений полученных результатов исследований.

3. Не ясно, почему не требуется прокатка порошковой проволоки на основе алюмотермитного наполнителя.

4. В диссертации не приводится методика выбора компонентов наполнителя порошковой проволоки.

5. Нет технико-экономического обоснования выполненной работы.

6. В работе имеются неточности в маркировке сталей. Например, на страницах 87, 121 для качественной стали 45 указана маркировка Ст45.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Фрейдина А. Б. имеет основные замечания:

1. Замечания по представлению результатов работы. Автореферат в части введения содержит повторы, например, касающиеся остаточных напряжений (стр. 5). Есть стилистические огрехи. Например, «остаточные напряжения, размеры которых сравнимы с размерами всего тела» (с.45). Замечены сразу две опечатки в формуле (3.2) на стр. 74, «Дюамеля-Нейманы» на стр. 81.

2. На Рис. 4.5 показана зависимость предела прочности от мощности дуги и скорости перемещения электрода. Не ясно, как определялся – рассчитывался предел прочности. Такой же вопрос может быть задан о зависимости предела текучести на Рис. 4.6.

Отзыв на автореферат **Илларионова Ильи Егоровича**, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники Российской Федерации, заслуженного деятеля науки Чувашской Республики, профессора, заведующего кафедрой «Материаловедение и металлургические процессы» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова» содержит замечание:

К недостаткам следует отнести, отсутствие акта опытно-промышленных испытаний данного метода получения неразъемного соединения, после

проведения промышленного опробования разработанного метода в испытательном центре.

Отзыв на автореферат **Багмутова Вячеслава Петровича**, доктора технических наук, профессора, академика Академии инженерных наук РФ, заслуженного работника высшей школы РФ, профессора кафедры сопротивления материалов Волгоградского государственного технического университета и **Захарова Игоря Николаевича**, доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой сопротивления материалов Волгоградского государственного технического университета содержит следующие замечания:

1. Использование для измерения тепловой мощности процесса сварки устаревшей внесистемной единицы измерения (калорий) представляется неудачным,

2. Аналогичный эффект повторного теплового воздействия получают также и в традиционном способе АДФ с использованием проволок сплошного сечения за счет уменьшения погонной энергии сварки до 15 кДж/см и рациональной технологии раскладки валиков малого сечения в собранном под сварку соединении. Это обеспечивает бездефектный металл и увеличение доли областей рекристаллизованного металла в шве, в результате чего достигаются высокие механические свойства

Отзыв на автореферат **Ревуженко Александра Филипповича** доктора физико-математических наук, профессора, Заведующего лабораторией механики деформируемого твердого тела и сыпучих сред «Института горного дела им. Н.А. Чинакала» СО РАН и **Лаврикова Сергея Владимировича**, доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника, главного научного сотрудника лаборатории механики деформируемого твердого тела и сыпучих сред «Института горного дела им. Н.А. Чинакала» СО РАН замечаний не содержит.

Отзыв на автореферат **Мурашкина Евгения Валерьевича**, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника лаборатории моделирования в механике деформирования твердого тела Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН содержит следующие замечания:

1. Из автореферата не вполне ясно, как влияет каждый из элементов наполнителя электрода на конечные свойства соединения.

2. Как выбирались постоянные в законе теплоотдачи от пластины в окружающую среду.

Отзыв на автореферат **Буханько Анастасии Андреевны**, доктора физико-математических наук, доцента, профессора кафедры космического машиностроения имени генерального конструктора Д.И. Козлова «Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва» содержит следующие замечания:

1. В основном тексте (стр. 17) отмечено «... на протяжении длины ЗТВ, составляющей 19 мм», однако в выводе п. 5 сказано «... на протяжении длины зоны термического влияния, составляющей 20 мм». Так какова длина ЗТВ? Или 1 мм не влияет на полученные результаты.

2. Задача теплопроводности не представлена в явном виде: нет уравнения теплопроводности (из-за этого не понятна роль функции $\omega(x,t)$ в решении задачи); ничего не сказано про начальное условие задачи. Из текста автореферата не понятен физический смысл эмпирических постоянных (ψ_*, ψ, γ) . И на основе каких данных принимается такая зависимость: $\omega(x,t) = \psi \left(1 - \frac{\psi_*}{\psi} \exp(-\gamma x^2) \right) (T_0 - T)$. Это известный результат или полученный соискателем? Кроме того, задача теплопроводности ставится для полосы шириной $2S$ ($-S \leq x \leq S$), однако в тексте говорится, что ширина принимается одинаковой и равной S . Если границы полосы $-S \leq x \leq S$, то граничное условие, накладываемое при $x = 0$ некорректно.

3. На рисунке 9 «представлено распределение температуры в разные моменты времени», однако на рисунке эти моменты не отражены? Из текста автореферата непонятно, связаны ли эти моменты времени с временным интервалом, представленными на рис. 10

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты являются компетентными специалистами в исследуемой области, а ведущая организация широко известна достижениями специалистов, работающих в области науки, соответствующей тематике диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основе выполненных соискателем исследований:

разработана математическая модель термомодеформационных процессов, происходящих в основном материале сопрягаемых элементов при комбинированном тепловом воздействии на них за счет совмещения электродугового и алюмотермитного процессов;

предложено, в рамках разработанной математической модели, новое решение краевой задачи теории неустановившихся температурных напряжений, позволившие сделать выводы о влиянии на итоговые прочностные параметры сборки учета неоднородности в оттоке тепла от соединяемых элементов, упрочнения и вязкого сопротивления пластическому течению (особенно обратному) в процессе необратимого деформирования; рассчитаны уровень и распределение остаточных напряжений в зоне термического влияния шва, при этом такие значения нашли свое подтверждение в результате тщательных инструментальных измерений на опытных образцах;

доказано средствами математического моделирования, специальных экспериментов и инструментальных измерений возможность формирования неразъемной сборки элементов из углеродистых сталей с использованием комбинированного теплового воздействия на зону стыка таких элементов; установлены режимы такого воздействия, позволяющие формировать минимально возможный уровень остаточных напряжений и приемлемые итоговые прочностные параметры зоны термического влияния;

новые понятия не вводились.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана принципиальная необходимость учета в модели неустановившихся температурных напряжений, математически моделирующей процесс сборки, упругопластических свойств материалов, упрочнения и вязкого сопротивления их пластическому течению, так как именно данные условия необратимого деформирования формируют значения итоговых механических параметров (предел текучести и прочности, уровень остаточных напряжений, ударную вязкость и др.) соединения близкие к экспериментальным;

изложены результаты решения краевой задачи теории неустановившихся температурных напряжений в упругопластических телах при зависимости предела текучести и упругих модулей от температуры, показавшее существование

повторного (обратного) пластического течения, формирующего растягивающие напряжения в околошовной зоне; проведен сравнительный анализ рассчитанных значений прочностных параметров, сформированных процессом сборки, с их экспериментальными значениями, полученными посредством испытаний специально подготовленных опытных образцов;

раскрыты особенности влияния теплоизолирующих свойств флюса и шлака алюмотермитной реакции на тепловой обмен с окружающей средой, существенно определяющие размеры зоны термического влияния, уровень и распределение остаточных напряжений в металле сборки, формируемые значения предела прочности и пластичности;

изучены гранулометрические и химические особенности формирования состава наполнителя порошковой проволоки, оптимизирующие протекание процесса соединения и его результат;

проведена модернизация классического уравнения теплопроводности, включением в него эмпирической функции оттока тепла, учитывающей теплоизоляционные свойства флюса и шлака; модель упругопластического деформирования следует из соотношений Прандтля-Рейса, заменой закона Гука соотношениями Дюамеля-Неймана при модифицированном условии пластического течения Ишлинского-Ивлева, учитывающем вязкое сопротивление пластическому течению и упрочнение материала в данном процессе.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы современные методы и средства исследования структур и свойств получаемых образцов неразъемных соединений; механические испытания проводились на тестовой разрывной машине SHIMADZU AG-X plus; инструментальные измерения остаточных напряжений проводились на рентгеновском анализаторе RIGAKU MSF-3M; визуальный результат структур образцов получен при помощи сканирующего электронного растрового микроскопа ZEISS EVO LS10.

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

разработан метод получения неразъемного соединения, эффективность которого подтверждена актом промышленного опробования в Испытательном центре «ДВГУПС-Материал»;

определена перспективность использования алюмотермитного наполнителя в непрерывном электроде, выполненном в виде порошковой проволоки, для получения прочной сборки из углеродистых стальных элементов с низким уровнем остаточных напряжений зоны термического влияния;

создан и запатентован способ получения порошковой проволоки с алюмотермитным наполнителем, позволяющий использовать материалы и энергию экзотермической реакции;

представлены результаты расчетов и экспериментов, которые могут быть использованы для оптимизации процессов получения прочных неразъемных соединений с использованием электродуговой сварки под слоем флюса электродом в виде порошковой проволоки с алюмотермитным наполнителем.

Оценка достоверности результатов выявила:

для экспериментальных работ использовался комплекс современного аттестованного высокоточного оборудования и измерительных приборов; аналитические исследования выполнены с использованием современных методов механики деформируемых упругопластических тел и апробированных численных методов математической физики;

теория построена на методе численного исследования процессов наплавления, заключающемся в решении задачи теплопроводности и механической задачи, предполагающей материал пластины сплошным, деформируемым упругопластически; результаты расчетов согласуются с полученными соискателем и иными опубликованными экспериментальными данными, относящимися к теме диссертации;

идея базируется на теории неустановившихся температурных напряжений, а также на анализе известных данных по сварке и алюмотермии;

использованы современные методы сбора и обработки исходной информации, обеспечивающие достоверность результатов исследования.

Личный вклад автора. Непосредственно при участии автора, совместно с руководителем, осуществлена постановка проблемы, определен круг задач

экспериментальных и теоретических исследований, а также разработана общая концепция работы. Автор лично принимал участие в оформлении печатных работ и подготовке докладов на мероприятиях различного уровня, внес большой вклад в апробацию работы. Представленные результаты исследований с последующим их обобщением, анализом, обработкой и интерпретацией выполнены автором самостоятельно, а также в соавторстве с сотрудниками ИМиМ ДВО РАН

Заключение:

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу и отвечает требованиям, установленным пунктом 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На заседании 22.05.2019 г. диссертационный совет Д 212.092.07 принял решение присудить Абашкину Евгению Евгеньевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела за решение актуальной задачи повышения эксплуатационной прочности при обеспечении низких значений остаточных деформаций в зоне термического влияния неразъёмного соединения металлоконструкции, которые достигаются благодаря комбинированному тепловому воздействию на зону стыка протяженных элементов, выполненных из углеродистых сталей на агрегате АДФ порошковой проволокой с алюмотермитным наполнителем. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 8 докторов технических наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 30 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 20, против 1, недействительных бюллетеней 0.

Председатель



Дмитриев Эдуард Анатольевич

Учёный секретарь
диссертационного совета
22 мая 2019 года

Григорьева Анна Леонидовна