

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

**Диссертационный совет:** Д 212.125.16

**Соискатель:** Люкс Дмитрий Игоревич

**Тема диссертации:** Исследование и разработка процесса и технологии стыковой сварки трубных переходников дугой низкого давления в поперечном магнитном поле

**Специальность:** 05.02.10 – Сварка, родственные процессы и технологии

**Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:**

на заседании 12 декабря 2018 года, протокол № 03/18, диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, по научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению она удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить **Люксу Дмитрию Игоревичу** ученую степень кандидата технических наук

**Присутствовали:**

Моисеев В.С. – председатель диссертационного совета;

Палтиевич А.Р. – ученый секретарь диссертационного совета;

Члены диссертационного совета: Батышев К.А., Галкин В.И., Ершов М.Ю., Коллеров М.Ю., Конкевич В.Ю., Крит Б.Л., Латыпов Р.А., Мамонов А.М., Напалков В.И., Петров А.П., Серов М.М., Смыков А.Ф., Соболев Я.А., Фролов В.А., Чумадин А.С., Шаталов Р.Л., Шелест А.Е.

Председатель диссертационного совета

В.С. Моисеев

Ученый секретарь

диссертационного совета

А.Р. Палтиевич



**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**  
**ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.16,**  
**СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО**  
**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ**  
**(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»**  
**МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,**  
**ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 12 декабря 2018 № 03/18

О присуждении Люксу Дмитрию Игоревичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата технических наук

Диссертация «Исследование и разработка процесса и технологии стыковой сварки трубных переходников дугой низкого давления в поперечном магнитном поле», по специальности 05.02.10 – «Сварка, родственные процессы и технологии» принята к защите 04 октября 2018 г., протокол № 02/18 диссертационным советом Д212.125.16, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства образования и науки Российской Федерации, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4, приказ о создании совета № 426/нк от 17.04.2018г.

Соискатель Люкс Дмитрий Игоревич, 1988 года рождения, в 2010 г. соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «МАТИ» – Российский государственный технологический университет имени К. Э. Циолковского, в 2013 году окончил очную аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, работает в должности ведущего инженера в ПАО «Московская объединенная энергетическая компания».

Диссертация выполнена на кафедре «Технологии и системы автоматизированного проектирования металлургических процессов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук Сидякин Виталий Александрович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», кафедра «Технологии и системы автоматизированного проектирования металлургических процессов», профессор.

Официальные оппоненты:

Люшинский Анатолий Владимирович - гражданин РФ, доктор технических наук, профессор, АО «Раменское приборостроительное конструкторское бюро», г. город Раменское, Московская область

Ходаков Дмитрий Вячеславович - гражданин РФ, кандидат технических наук, директор сварочно-технологического центра в ОАО «Научно производственное объединение Центральный научно-исследовательский институт технологии машиностроения (НПО «ЦНИИТМАШ»», г. Москва.

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация ФГУП «Научно производственное объединение технологии машиностроения» («НПО «Техномаш»», г. Москва в своем положительном заключении, главным научным сотрудником отделения технологии сварки и пайки, д.т.н. Бещекова В.Г. и утвержденном зам. ген. директора по научной работе Бараевым А.В., указала, что по научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению диссертационная работа соответствует требованиям п.п. 9 – 14 Положения о присуждении учёных степеней в редакции Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 – «Сварка, родственные процессы и технологии».

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 11 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ.

Опубликованные работы, выполнены диссертантом как единолично, так и в соавторстве, отражают результаты исследований и внедрений основных положений диссертации, полученных лично автором. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Сидякин В.А, Люкс Д.И. Стыковая сварка труб электрической дугой низкого давления в поперечном магнитном поле // Сварочное производство. 2014. № 7. С. 13-19.

2. Сидякин В.А, Люкс Д.И. Установка для стыковой сварки трубных переходников дугой низкого давления в поперечном магнитном поле и инверторным источником питания дуги // Технология машиностроения. 2015. № 2. 25-29.

3. Сидякин В.А, Люкс Д.И., Пономарев К.Е. Стыковая сварка дугой низкого давления трубного переходника из разнородных сплавов АМг3+ОТ4 диаметром 70 мм // Сварочное производство. 2015. № 3. С. 29-33.

4. V.A. Sidyakin & D.I. Lyuks. Butt welding of pipes with a low-pressure electric arc in a transverse magnetic field // Welding International. Volume 29, Issue 7, July 2015, pages 548-553.

5. V.A. Sidyakin, D.I. Lyuks & K.E. Ponomarev. Low-pressure arc butt welding of 70 mm diameter pipe adapters made of АМг3+ОТ4 dissimilar alloys // Welding International. Volume 30, Issue 3, March 2016, pages 232-235.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных Люксом Д.И. работах.

На автореферат поступило 14 отзывов от:

1)АО «Научно исследовательский институт точных приборов», за подписью нач. отд.54, к.т.н., доц. Бажанова А.В.

Замечания:

- Учитывая большие различия в величинах параметров теплофизических свойств сплавов АМгЗ и ОТ-4, из материалов автореферата не совсем понятно, по какой причине при изготовлении биметаллического переходника АМгЗ-ОТ4 вылет трубных заготовок из зажимов сварочной установки одинаковый (табл. 1).

- В тексте автореферата не указано, по какой методике и на каком оборудовании проводили испытания сварных образцов на герметичность (стр. 18).

2)АО «Научно-исследовательский и конструкторский институт монтажной технологии - Атомстрой», за подписью председателя бюро НТС, директора НИКИМТ, к.т.н. Попова В.С.

Замечания:

- В автореферате не отмечено наличие специфических свойств переходных сварных соединений алюминий-титан, получаемых по рассматриваемой технологии и, в частности, напряженно-деформированное состояние стыка разнородных металлов. В данном случае исключительно большая разница величин коэффициентов температурного расширения соединяемых металлов обуславливает при реализации рассматриваемого способа сварки возникновение знакопеременных («скалывающих») остаточных напряжений высокого уровня и градиента непосредственно в стыке после его охлаждения.

3)Российский университет транспорта (МИИТ), за подписью д.т.н., проф. каф. «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» Воронина Н.Н.

Замечания:

- Аббревиатура «ГОСТ» не используется без конкретного номера (стр. 6).

- «Труба-катод была выполнена из стали 12Х18Н10Т ...», а анод из какого материала? И почему на рисунке 1 катод и анод разного диаметра? (стр. 8).

- В тексте автореферата не приведены значения рабочих нагрузок при эксплуатации данных переходников, что не позволяет сравнить их с результатами испытаний полученных на образцах (стр. 18).

- В соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011 должно быть «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», а не «ОБЩИЕ ВЫВОДЫ» (стр. 19).

4)Издательский центр «Технология машиностроения», за подписью президента компании, д.т.н. Козакова В.А.

Замечания:

- В название диссертационной работы дополнить: «...Стыковой сварки трубных переходников из разнородных металлов дугой низкого давления...»;

- по тексту автореферата имеются грамматические ошибки;

- стр.5 Неравномерность нагрева торцевой поверхности трубы-катода, выраженная в относительной форме - отношением размаха температуры к её среднему значению (термин «размах» не соответствует по ГОСТу). Следует писать - отношением диапазона отклонений температуры к её среднему значению, ....

- ряд замечаний по стилистике изложения материала.

5)АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» - КБ «Салют», за подписью нач. отд. К235 Леонова Д.Н. и утв. зам. ген. конструктора Сорокиным В.А.

Замечания:

- В автореферате при описании технологического процесса не приведены операции подготовки трубных заготовок под сварку.

- В автореферате не указан весь диапазон толщин свариваемых трубных заготовок при котором возможно использовать поперечное магнитное поле.

6)АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» - РКЗ, за подписью гл. технолога Чупракова А.С. и гл. сварщика Капралова В.А.

Замечания:

- В автореферате не показаны преимущества постоянных магнитов над электромагнитами. Уточнить ориентацию постоянных магнитов.

- В автореферате не указаны предельные отклонения толщин стенок свариваемых трубных заготовок.

- В автореферате не обозначен полный перечень разнородных металлов участвующих в исследовании с обеспечением работоспособности с приложением статических и динамических нагрузок.

- Нет отражения сравнительных прочностных характеристик и характеристик связанных с повышением качества сварных соединений диаметром до 100 мм с заготовками изготовленными по ранее применяемой технологии.

7)ОАО «РСК «МиГ», за подписью нач. лаб. сварочных процессов, д.т.н., проф. Овчинникова В.В.

Замечания:

- В экспериментальной установке для создания поперечного магнитного поля использовался электромагнит. Из автореферата не ясно, почему автор при разработке опытного сварочного модуля вместо электромагнитов использовал постоянные дисковые магниты из неодима. Ведь электромагниты имеют существенное достоинство - позволяют изменять значение магнитной индукции в процессе нагрева деталей.

- Неодимовые магниты имеют ограниченную максимальную рабочую температуру (100-200 °С). При сварке в результате воздействия на них плазмы столба дуги магниты неизбежно будут нагреваться. Из реферата не ясно, какие меры предусмотрены для исключения перегрева магнитов.

- Из приведенной в реферате силовой электрической схемы питания дуги не ясно, каким образом осуществляется зажигание дугового разряда.

- В реферате недостаточно уделено внимания обоснованию выбора параметров режима сварки, например, длительности стадии нагрева заготовок.

8)АО «Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники им. Н.А. Доллежаля», за подписью нач. группы технологических исследований отд. по разработке сварных соединений элементов активных зон, к.т.н. Уварова А.А.

Замечания:

- Как правило, в разнородных сварных соединениях присутствует промежуточная переходная зона, имеющая отличную от основных металлов неоднородную микроструктуру. Наличие такой зоны указывает на факт образования неразъемного биметаллического соединения, а ее фазовый состав и размеры определяют механические свойства сварного соединения. В тексте работы упоминаются результаты материаловедческих исследований структуры сварных соединений сплава АМгЗ с титановым сплавом ОТ4, исходя из которых следует, что диффузия между соединяемыми материалами не произошла, либо имела незначительный характер, интерметаллиды в сварном шве отсутствуют. Поэтому отсутствует и промежуточная переходная зона. В связи с этим возникает вопрос о надежности изделий, полученных предложенным способом сварки, и об оптимальности режимов сварки.

9)АО «НПЦ газотурбиностроения «Салют», за подписью рук. приоритетного технологического направления «Технологии двигателестроения», дир. филиала «НИИД», д.т.н., проф. Гейкина В.А.

Замечания:

- В автореферате не показано влияние поперечного магнитного поля на зажигание дугового разряда при низком давлении газа.

- В таблице 1 в строках 2 и 3 вместо словосочетания «вылет трубы из зажима» корректнее указать «вылет трубы за пределы защитного экрана».

10) Рыбинский гос. авиационный технологический университет им. П.А. Соловьева, за подписью, д.т.н., проф. каф. «Материаловедение, литье и сварка» Изотова В.А.

Замечания:

- В автореферате не приведены данные об изменении режимов нагрева с применением магнитного поля и без него.

11) Липецкий гос. технический университет, за подписью, д.т.н., проф. каф. «Оборудование и процессы машиностроительного производства» Лебедева С.В.

Замечаний нет

12) Московский политехнический университет, за подписью проф. каф. «Оборудование и технологии сварочного производства», д.т.н., проф. Ластовири В.Н.

Замечания:

- Исследования, с разработкой методики и получением основных закономерностей, выполнены на трубах  $\varnothing 30 \times 2$  мм из стали 12Х18Н10Т, а разработка технологии - на трубных заготовках переходников  $\varnothing 70 \times 8$  мм из АМгЗ и ОТ4, что как минимум нелогично.

- Проведенные измерения и полученные зависимости представлены без оценки погрешностей экспериментальных данных.

- Из автореферата не ясно, возможно ли получить сварное соединение заготовок трубных переходников заявленным диаметром 100 мм.

13) Воронежский гос. технический университет, за подписью проф. каф. «Технологии сварочного производства и диагностики», д.т.н., проф. Пешкова В.В.

Замечаний нет

14) Московский автомобильно-дорожный гос. технический университет (МАДИ ТУ), за подписью проф. каф. «Детали машин и теория механизмов», д.т.н., проф. Карелиной М.Ю.

Замечания:

- Отсутствует практическое внедрение результатов исследования и разработок.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области данной диссертационной работы, подтвержденной наличием у них соответствующих публикаций, а также их согласием.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработан** новый способ сварки давлением – стыковая сварка труб с нагревом их торцов электрической дугой, горящей в зазоре между ними в инертной среде низкого давления в поперечном магнитном поле;

**разработана** экспериментальная установка, предназначенная для изучения движения катодных пятен и свойств электрической дуги низкого давления в поперечном магнитном поле;

**предложены** оригинальные методики фото- и киносъемки торцовой поверхности трубы катода, методика измерения скорости движения катодного пятна в поперечном магнитном поле и методика измерения распределения температуры на торцовой поверхности трубы-катода в момент выключения дугового разряда.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**доказана** возможность получения равномерного нагрева торцов трубных заготовок при наложении поперечного магнитного поля на дуговой разряд низкого давления вплоть до диаметра заготовок 100 мм;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы комплекс существующих базовых методов металлографического исследования структуры и механических свойств материалов, в том числе: методики металлографического и рентгеноструктурного анализа и механических испытаний;

**изложены** механизмы влияния поперечного магнитного поля на свойства электрической дуги низкого давления при стыковой сварке, установлено, что при индукции поперечного магнитного поля более 200 мТл значительно увеличивается напряжение дугового разряда, усложняется возбуждение разряда и снижается стабильность его горения; условия обеспечивающие формирование сварных соединений трубных заготовок АМгЗ+ОТ4 диаметром 70 мм по схеме сваркопайки, исключают образование хрупкой интерметаллидной прослойки в стыке соединений и обеспечивающие равнопрочность трубного переходника АМгЗ+ОТ4 с трубой из АМг; результаты исследований зависимости скорости движения катодного пятна от магнитной индукции поперечного магнитного поля, которая в интервале индукции  $B=0...200$  мТл выражается приближённо линейной зависимостью  $v=K \cdot B$ , где  $K$  – подвижность пятна, зависящая от природы металла

изучены условия обеспечения равномерного нагрева торцов трубных заготовок? В частности равномерный нагрев торца трубы-катода с относительным размахом температуры менее 10% может быть получен при условии:  $t > 300 \cdot \frac{\pi D}{KV}$ , где  $t$  – время нагрева,  $D$  – диаметр трубы,  $V$  – магнитная индукция,  $K$  – подвижность катодных пятен в магнитном поле;

проведена модернизация сварочной установки «Стык-3М» для стыковой сварки трубных переходников дугой низкого давления в поперечном магнитном поле, на основе научно-обоснованных результатов исследований.

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

разработаны и внедрены на предприятии ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина» опытная технология сварки трубных переходников диаметром 70 мм из сплавов АМгЗ + ОТ4;

разработаны способ стыковой сварки дугой низкого давления в поперечном магнитном поле, что позволило расширить диапазон диаметров свариваемых трубных заготовок переходников до 100 мм; новый источник питания дуги низкого давления, основанный на использовании ММА сварочных инверторов и специального преобразователя постоянного тока в переменный с частотой тока 0...50 Гц и силой тока 50...1500А;

определены оптимальные геометрические параметры трубных заготовок и тепловые режимы сварки трубного переходника АМгЗ+ОТ4 диаметром 70 мм для обеспечения формирования сварного соединения по схеме сваркопайки и его равнопрочности с трубой из АМгЗ;

создана опытная установка для стыковой сварки дугой низкого давления в поперечном магнитном поле трубных переходников из разнородных металлов, оснащённая сварочным модулем с вертикальным расположением зажимов для трубных заготовок и устройствами создания поперечного магнитного поля, инверторным источником питания дуги и системой компьютерного управления процессом сварки.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на современном сертифицированном оборудовании для измерения физических величин и параметров процесса сварки, для механических испытаний и металлографических исследований сварных соединений;

теория сформулирована на основании проверенных данных и согласуется с ранее опубликованными результатами проводимых исследований в рамках диссертационной работы;

идея базируется на анализе и обобщении теоретических и практических данных технологических процессов стыковой сварки дугой низкого давления, дуго-контактной сварки и стабилизации разрядов на катоде в вакууме;

использованы данные исследований проводимых ранее в области стыковой сварки дугой низкого давления разнородных металлов;



использованы современные методы экспериментальных исследований с применением микропроцессорной техники для автоматизации эксперимента и обработки его результатов.

Личный вклад соискателя состоит в: непосредственном и активном участии в формировании цели и задач исследования; участии в проведении научных экспериментов; апробации результатов исследования; разработке новых методик исследования; разработке новой схемы стыковой сварки дугой низкого давления в поперечном магнитном поле; анализе и обработке полученных результатов, их обобщении, формулировке рекомендаций и выводов по диссертации; подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой в результате выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технологические разработки процесса стыковой сварки дугой низкого давления в поперечном магнитном поле, внедрение которых имеет существенное значение для развития космической техники и ракетостроения.

Научная проблематика и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 05.02.10 – Сварка, родственные процессы и технологии в областях: п.1. - физико-химические процессы в сварочных источниках энергии - дуге, плазме, электронном, световом и лазерном луче; п.4. - технологические основы сварки плавлением и давлением; п.5. - тепловые процессы и деформации при сварке, пайке и наплавке; п.6. - системы стабилизации, программного управления и регулирования параметров технологии сварки и родственных процессов; п.7. - влияние конструктивных особенностей сварных соединений и технологии сварки на прочность, надежность и ресурс сварных конструкций; п.8. - оборудование для сварки, резки, пайки, наплавки, нанесения покрытий, склеивания.

На заседании 12 декабря 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Люксу Дмитрию Игоревичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 4 доктора наук по специальности 05.02.10 – «Сварка, родственные процессы и технологии», участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени - 19, против присуждения учёной степени - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель

Диссертационного совета



Моисеев Виктор Сергеевич

Ученый секретарь

диссертационного совета



Палтиевич Андрей Романович

12 декабря 2018

И.о. начальника отдела УДС МАИ

Т.А. Аникина


