

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу

Фетисовой Екатерины Анатольевны

«Технология дуговой сварки высокопрочных сталей с модификацией защитной газовой атмосферы галогенидным соединением»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 - Сварка, родственные процессы и технологии

Фетисова Екатерина Анатольевна, 1989 года рождения, в 2007 году окончила Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет» по специальности 1-36 01 06 «Оборудование и технология сварочного производства» с присвоением квалификации «инженер». В 2013 году окончила магистратуру Государственного учреждения высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет» по специальности 1-36 80 04 «Обработка конструкционных материалов в машиностроении». В 2022 году окончила аспирантуру Межгосударственного образовательного учреждения высшего образования «Белорусско-Российский университет» по специальности 05.02.10 «Сварка, родственные процессы и технологии», получив квалификацию исследователя. В настоящее время работает старшим преподавателем кафедры «Оборудование и технология сварочного производства» Межгосударственного образовательного учреждения высшего образования «Белорусско-Российский университет».

За высокие достижения в работе Фетисова Е. А. в 2022 и в 2023 гг. удостоена занесению на Доску почета Белорусско-Российского университета. По итогам 2023 г. является победителем ежегодного конкурса Белорусско-Российского университета на звание «Лучший молодой ученый университета» в категории сотрудников, не имеющих ученой степени. В 2013 году Фетисовой Е. А. присуждалась третья премия специального фонда Президента Республики Беларусь по социальной поддержке одаренных учащихся и студентов. В 2023 г. – Грамота Министерства образования Республики Беларусь. За время работы в Белорусско-Российском университете Фетисова Е. А. зарекомендовала себя как квалифицированный специалист и талантливый педагог. Пользуется заслуженным авторитетом среди студентов и коллег.

За время обучения в аспирантуре Фетисова Е.А. продемонстрировала высокие знания в области сварки и родственных технологий, проявила себя инициативным и ответственным исследователем, умеющим не только четко сформулировать цель и поставить необходимые для ее выполнения задачи, но и решить их, сформулировав на основе обобщения и анализа полученных данных новые научные результаты. В рамках диссертационной работы Фетисова Е.А. выполняла комплекс экспериментальных и теоретических исследований, занималась организационными вопросами планирования экспериментов и контактами с промышленными предприятиями.

Диссертация Фетисовой Е.А. на тему «Технология дуговой сварки высокопрочных сталей с модификацией защитной газовой атмосферы галогенидным соединением» направлена на повышение эксплуатационных свойств сварных соединений из низколегированных высокопрочных сталей, широко применяемых при изготовлении нагруженных металлоконструкций в машиностроительной отрасли, путем снижения количества диффузионного водорода в наплавленном металле и разработки новых подходов к управлению процессом сварки. Основная идея работы заключается в реализации механизма воздействия на технологические характеристики процесса через защитную газовую атмосферу путем введения в нее газообразных модификаторов на основе галогенидов. Это позволит не только связать

присутствующий в атмосфере дуги водород в нерастворимые в жидким металле соединения, но и существенно изменить технологические характеристики процесса плавления присадочной электродной проволоки.

Результаты исследований Фетисовой Е.А. опубликованы в 9 статьях, включенных в перечень научных изданий ВАК Республики Беларусь, 2 статьях, входящих в перечень изданий Web of Science, в 7 статьях и 34 тезисах докладов на международных научно-технических и научно-практических конференциях. Докладывались на международных научно-технических конференциях: V Всероссийской национальной конференции молодых учёных «Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований» (Российская Федерация, г. Комсомольск-на-Амуре, 2022); международной научно-практической конференции «Перспективные машиностроительные технологии» (Advanced Engineering) (Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, 2022); XIII международной научно-практической конференции «Инновации в машиностроении» (г. Барнаул, 2022); I международной научно-технической конференции «Актуальные вопросы и передовые технологии сварки в науке и промышленности» (г. Могилев, 2022); международной научно-технической конференции «Машиностроительные технологические системы» (METS-2023) (г. Ростов-на-Дону, 2023) и др.

Диссертационная работа имеет прямую практическую направленность и выполнялась в связи с потребностью производства в разработке решений по снижению склонности сварных соединений к образованию одного из наиболее опасных и недопустимых дефектов - холодных трещин. Работа выполнялась в тесном сотрудничестве с ОАО «БЕЛАЗ» (г. Жодино) и ОАО «БЕЛАЗ» «управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» - «Строммашина» (г. Могилев) при изготовлении элементов платформ самосвалов карьерной техники; заводом «Могилевтрансмаш» ОАО «МАЗ» управляющая компания холдинга «БЕЛАВТОМАЗ», при производстве сварных соединений «овоидных» стрел нового типа для автокранов МАЗ и др. Результаты работы внедрены в производство на ОАО «БЕЛАЗ» «Управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» - «Строммашина» (г. Могилев). Полученные результаты применимы для широкого круга материалов и производств, занимающихся выпуском продукции с применением высокопрочных сталей.

Диссертация Фетисовой Е.А. является законченной самостоятельной научной работой, содержащей новые подходы к управлению технологическими характеристиками и металлургическими процессами дуговой сварки в среде защитных газов и соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь.

На основании оценки научной и практической значимости результатов диссертации считаю, что Фетисова Е.А. заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 - Сварка, родственные процессы и технологии за получение следующих научно-исследовательских результатов:

- установленный механизм связывания водорода фтором, образующимся в высокотемпературной области дугового промежутка при сварке в результате диссоциации вводимого в состав защитной газовой смеси  $Ar + CO_2$  гексафторида серы ( $SF_6$ ), с формированием соединений  $NF$ , являющийся эффективным в температурном диапазоне максимальной растворимости  $N$  в стали;

- установленные закономерности характера плавления присадочной проволоки и формирования химического состава наплавленного металла от значений параметров режима сварки и состава защитной газовой среды ( $Ar + CO_2 + SF_6$ ), позволившие повысить частоту коротких замыканий дугового промежутка до 20 % по сравнению с

традиционной технологией сварки и наплавки в среде 82 % Ar + 18 % CO<sub>2</sub>, что благоприятно сказывается на стабильности процесса, а также приводит к снижению высокотемпературных потерь легирующих элементов в дуговом промежутке и росту массовой доли раскислителей (Mn и Si) в составе наплавленного металла в среднем на 30...32 % для Si и 8...10 % для Mn. В совокупности с предлагаемыми на основании проведенных исследований решениями, заключающимися в сварке и наплавке на пониженных значениях напряжения на дуге и возможным повышением окислительного потенциала защитной смеси за счет изменения соотношения между объемными долями Ar и CO<sub>2</sub>, это является эффективным механизмом сдерживания роста серы в наплавленном металле;

- установленные зависимости характеристик проплавления основного металла от значений параметров режима сварки и состава защитной газовой смеси при введении в нее SF<sub>6</sub>, свидетельствующие о более рациональном вводе тепловой энергии, снижении неравномерности значений твердости зоны термического влияния вблизи линии сплавления и повышении его ударной вязкости за счет сокращения ширины зоны закалочной структуры, что по совокупности полученных результатов в рамках поставленных задач позволило повысить эксплуатационные характеристики сварных соединений из низколегированных высокопрочных сталей, выполнив цель диссертационной работы.

Научный руководитель,  
заведующий кафедрой  
“Оборудование и технология сварочного производства”  
межгосударственного образовательного  
учреждения высшего образования  
“Белорусско-Российский университет”,  
кандидат технических наук, доцент



А.О. Коротеев

