

## Отзыв

научного консультанта на диссертационную работу

Крюкова Романа Евгеньевича

«Физическая природа и закономерности формирования структуры, свойств стальных сварных соединений и электродуговых покрытий, получаемых с применением углеродфторсодержащих материалов», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

В настоящее время широкое распространение получили электродуговые способы, методы и технологии создания неразъемных соединений и покрытий металлов и сплавов. Опережающее развитие получило создание и применение для повышения долговечности и срока службы стальных деталей и изделий широкого многообразия новых сварочных материалов (в частности, углерод-, углеродфторсодержащих флюсов и добавок, а также порошковых проволок). Однако, в связи с высоким энергетическим воздействием электрической дуги, в металле неразъемных соединений, основе восстанавливаемой изношенной поверхности и электродуговом покрытии протекает сложный комплекс взаимосвязанных физических, физико-химических, теплофизических и металлургических явлений и процессов. Сопровождающиеся при этом изменения агрегатного состояния, микро- и макроструктуры, дислокационной субструктуры, химического и фазового состава металла требуют глубокого изучения и важны для формирования металлоизделий с высокой эксплуатационной стойкостью.

Диссертационная работа Крюкова Р.Е. посвящена актуальной научно-практической проблеме современной физики конденсированного состояния и физического материаловедения - установлению физической природы, механизмов формирования необходимых эксплуатационных свойств металла неразъемных соединений и электродуговых покрытий, работающих в особых условиях (экстремально низких или высоких температур, абразивного износа, интенсивных механических нагрузок и др.), формируемых с применением новых сварочных материалов.

Автор рассматривает проблему комплексно, что позволяет считать диссертационную работу важной как с точки зрения научной, так и практической значимости. Наиболее интересными с точки зрения науки результатами являются: обоснование механизмов и физической природы влияния углеродфторсодержащих материалов на свойства металла сварных швов и наплавленных слоев покрытий, полученных электродуговым способом: установленные и научно обоснованные закономерности влияния химического состава углеродфторсодержащих флюсовых материалов на макро- и микроструктуру, механические свойства стальных сварных швов и наплавленных слоев, полученных электродуговым способом; новые количественные данные и установленные закономерности и зависимости влияния химического состава электродуговых покрытий систем Fe-C-Si-Mn-Cr-V-Mo, Fe-C-Si-Mn-Cr-W-V, Fe-C-Si-Mn-Cr-Mo-V, Fe-C-Si-Mn-Ni-Mo-W-V и Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo-V на их твердость и абразивную износостойкость; установленные методами сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии законо-

мерности формирования структуры, фазового состава, дислокационной субструктуры и морфология поверхности разрушения сварных швов и наплавов из низкоуглеродистой стали, полученных с использованием углеродфторсодержащих материалов; установленные механизмы упрочнения (формированием мартенситной структуры при самозакалке, твердорастворное, зернограничное, частицами вторых фаз) электродуговых покрытий систем Fe-C-Si-Mn-Cr-V-Mo, Fe-C-Si-Mn-Cr-W-V, Fe-C-Si-Mn-Cr-Mo-V, Fe-C-Si-Mn-Ni-Mo-W-V и Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo-V, обеспечивающие повышение их износостойкости; разработанные физические основы промышленных технологий электродуговой сварки и наплавки, с применением углеродфторсодержащих материалов, на основе которых созданы новые сварочные флюсы и порошковые проволоки. Технологии сварки резервуаров для нефтепродуктов в северном исполнении, углеродфторсодержащие флюсы для сварки и наплавки; порошковые проволоки для наплавки изделий, эксплуатируемых при высоких температурах и в условиях высокого абразивного износа, наплавочные проволоки на основе принципов прямого легирования, наплавочные проволоки для ремонта горношахтного оборудования защищены патентами РФ.

Достоверность результатов диссертационной работы обеспечена представительным объемом экспериментальных данных, высокой степенью воспроизводимости результатов, использованием современных экспериментальных и теоретических методов современной физики конденсированного состояния и физического материаловедения, статистических методов обработки экспериментальных данных, а также эффективностью предложенных технических решений, подтвержденной результатами лабораторных и промышленных испытаний. Работа прошла апробацию на всероссийских и международных конференциях по физике конденсированного состояния и физического материаловедения. Она опубликована в 171 печатной работе, в том числе в 48 статьях в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов диссертаций, 32 статьях, индексируемых в изданиях Scopus и Web of Science, а также 2 монографиях. Нвизна предложенных технических решений защищена 20 патентами Российской Федерации.

Результаты, полученные в диссертационной работе Крюкова Р.Е., а также их анализ представляют интерес для специалистов в области физики конденсированного состояния целого ряда организаций. Среди них - Томский национальный исследовательский политехнический университет, Национальный исследовательский технологический университет «МиСИС», Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения РАН, Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина, Томский государственный архитектурно-строительный университет, Новосибирский государственный технический университет и др. Они хорошо известны широкому кругу исследователей и с интересом встречены специалистами-практиками, поскольку используются с положительным экономическим эффектом на ряде промышленных предприятий-производителей металлоизделий. Автореферат диссертации и опубликованные статьи и монографии полностью раскрывают содержание работы.

В настоящее время Крюков Р.Е. сформировался как высококвалифицированный специалист и исследователь в области создания неразъемных соединений и покрытий металлов и сплавов посредством электрической дуги и физических методов исследования их структуры и свойств, способный самостоятельно ставить и эффективно решать научные и производственные задачи. Автору за счет высокого уровня работоспособности, целеустремленности и ответственного отношения к делу, умение руководить коллективом исследователей позволили ему получить большой объем научных и практических результатов. Р.Е. Крюков являлся руководителем гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых – кандидатов наук (№МК-835.2017.8) и исполнителем грантов в рамках проектной части государственного задания Минобрнауки России (7.5021.2011 и №11.1531.2014/К), а также ответственным исполнителем по хоздоговорным работам с предприятиями Кемеровской области – Кузбасса.

В целом, диссертация является завершенным научным трудом, который по степени актуальности, новизне, достоверности, научной и практической значимости результатов удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Р.Е. Крюков заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Согласен на включение моих персональных данных в аттестационное дело Крюкова Р.Е. и их последующую обработку.

Научный консультант,  
заведующий кафедрой естественно-научных дисциплин им. профессора В.М. Финкеля федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»,

Заслуженный деятель науки РФ,  
доктор физ.-мат. наук (01.04.07 – физика конденсированного состояния), профессор  
27.04.2022

Громов  
Виктор Евгеньевич

Адрес: 654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42,  
ФГБОУ ВО СибГИУ,  
кафедра ЕНД им. В.М. Финкеля.  
Телефон: +7(3843) 46-22-77  
Факс: +7(3843) 46-57-92  
E-mail: gromov@physics.sibsiu.ru

Подпись В.Е. Громова удостоверяю,  
Начальник отдела кадров СибГИУ



Миронова  
Татьяна Анатольевна