

## Отзыв

научного консультанта на диссертационную работу

Малушина Николая Николаевича

«Физические основы комплексной технологии упрочнения теплостойких сплавов высокой твердости, сформированных плазмой в среде азота», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Выяснение физических основ технологии упрочнения теплостойких сплавов высокой твердости, сформированных плазмой в среде азота и применение дополнительных упрочняющих технологий (высокотемпературного отпуска, рекристаллизационного отжига, ультразвуковой обработки и процесса азотирования) является одной из важных задач современной физики конденсированного состояния, так как лежит в основе разработки и создания эффективных способов повышения служебных характеристик деталей машин и механизмов ответственного назначения. В диссертационной работе Малушина Николая Николаевича впервые установлено проявление эффекта повышенной пластичности («сверхпластичности») в наплавленных теплостойких сплавах в момент протекания мартенситного превращения и доказана возможность его применения для регулирования напряженного состояния в процессе многослойной наплавки.

Установлена физическая природа высоких эксплуатационных свойств наплавленного слоя, заключающаяся в формировании мелкозернистой структуры, содержащей твердый раствор  $\alpha$ -железа, карбиды и карбонитриды, в совершенстве наплавленного слоя (без трещин, пор и дефектов микроструктуры) и благоприятном напряженном состоянии.

Разработаны новые способы многослойной наплавки теплостойкими сплавами, основанные на применении низкотемпературного регулируемого термического цикла с использованием эффекта сверхпластичности, обеспечивающие получение наплавленного сплава в закаленном состоянии с низкой склонностью к образованию холодных трещин.

Наиболее интересными с точки зрения науки результатами являются: комплексное применение различных упрочняющих технологий, в работе Малушина Н.Н. показано, что физическую основу повышения твердости (52 – 57 HRC) обеспечивает плазменная наплавка теплостойкими сплавами высокой твердости в среде азота, дополнительное упрочнение (8 – 10 HRC) в основном происходит в процессе высокотемпературного отпуска, азотирование и ультразвуковая обработка увеличивают твердость наплавленного сплава на 1 – 2 HRC каждая.

Достоверность результатов диссертационной работы обеспечена корректностью постановки задач, применением современных теоретических и экспериментальных методов физики конденсированного состояния и критическим сопоставлением с результатами других авторов. Работа прошла апробацию на всероссийских и международных конференциях по физике конденсированного состояния и физического материаловедения. Она опубликована в 122 печатных работах, в том числе: в 13 статьях, включенных в международные базы цитирования Scopus и Web of Science, 29 статьях в журналах, входящих в Перечень, рекомендованный ВАК для публикации результатов диссертационных исследований, трех монографиях, двух ученых пособиях, а также в 15 охранных документах на объекты интеллектуальной собственности, остальные – в трудах всероссийских и международных конференций и других научных мероприятий.

Результаты диссертации Малушина Н.Н. полезны как для специалистов в области физики конденсированного состояния, так и для производителей. Работа, начатая соискателем, должна быть продолжена и развита в таких организациях как ИМЕТ РАН, ИФПМ СО РАН, ИМАШ РАН, ЦНИИЧермет, ТГАСУ, НИ ТПУ, НИ ТГУ, СибГИУ, АО «ЕВРАЗ – объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат», АО «ЕВРАЗ Нижне-Тагильский металлургический комбинат». Автореферат диссертации и опубликованные статьи и монографии полностью раскрывают содержание работы.

За время выполнения работы Малушин Н.Н. проявил себя как инициативный и высококвалифицированный исследователь в области физики конденсиро-

ванного состояния, физического материаловедения, Он являлся руководителем ряда хозяйственных и госбюджетных работ СибГИУ.

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 Н.Н. Малушин заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Согласен на включение моих персональных данных в аттестационное дело Малушина Н.Н. 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  
21.12.2021 г.

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