

## Отзыв

на автореферат диссертационной работы 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

Из современных наплавочных материалов, широко применяемых для упрочнения деталей машин и инструмента, работающих в условиях абразивного износа особый интерес представляют теплостойкие сплавы высокой твердости (быстрорежущие стали). Повышение качества и износостойкости деталей машин и механизмов путем нанесения поверхностного слоя из теплостойких сплавов, сформированного плазменной дугой в среде азоте, и разработка комплекса технических и технологических решений для дополнительного повышения твердости являются своевременными и актуальными с точки зрения современной физики конденсированного состояния.

Следует особо отметить оригинальный подход автора, заключающийся в применении эффекта повышенной пластичности в наплавленных теплостойких сплавах в момент протекания мартенситного превращения и применение его для регулирования напряженного состояния в процессе многослойной наплавки и предотвращения образования холодных трещин. Это позволило в процессе плазменной наплавки использовать низкотемпературный подогрев и получать наплавленный металл в закаленном состоянии и без трещин. Для повышения твердости и износостойкости наплавленных деталей Малушин Н.Н. в своей работе предлагает использовать комплекс технологий упрочнения, включающий плазменную наплавку, 3-4 х кратный высокотемпературный отпуск после наплавки, азотирование, ультразвуковую поверхностную упрочняющую обработку, рекристаллизационный отжиг в процессе эксплуатации изделия, восстановительную наплавку изношенного слоя.

К недостатку работы можно отнести следующее: автором показано, что введение азотированного феррохрома и титана в состав шихты увеличивает количество остаточного аустенита и карбонитридной фазы, что увеличивает твердость и износостойкость, однако это направление в диссертационной работе раскрыто недостаточно.

Теоретическая значимость полученных в работе Малушина Н.Н. данных заключается в разработке физических основ формирования структуры и свойств наплавленных в защитно – легирующей среде азота теплостойких сплавов, обладающих повышенной твердостью и износостойкостью. Достоинством работы Малушина Н.Н. является ее практическое использование на разных предприятиях страны, что



подтверждается актами внедрения и значительным экономическим эффектом.

Диссертационная работа по своим целям, задачам, основному содержанию, методам исследования и научной новизне соответствует паспорту специальности 01.04.07. – физика конденсированного состояния по пункту 6. Разработка экспериментальных методов изучения физических свойств и создание физических основ промышленной технологии получения материалов с определенными свойствами, и пункту 7. Технические и технологические приложения физики конденсированного состояния.

В целом, по новизне, научной и практической значимости, достоверности основных выводов и заключений диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор Малушин Николай Николаевич заслуживает присуждения искомой степени по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Выражаю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и дальнейшую их обработку.

Директор научно-исследовательского института прогрессивных технологий, профессор кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тольяттинский государственный университет» доктор физико-математических наук по специальности 01.04.07, профессор



Мерсон Дмитрий Львович

тел. 8(8482)539-169 E-mail: [d.merson@tltsu.ru](mailto:d.merson@tltsu.ru)  
445020, Самарская область, г. Тольятти,  
улица Белорусская, 14.



Подпись *Мерсона Д.Л.*  
**ЗАБЕРЯЮ**  
Начальник управления делами ТГУ  
*Д.В. Иванова*  
2022