

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

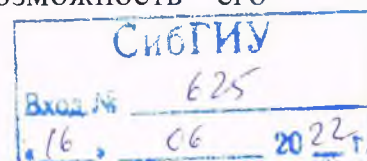
Одной из проблем машиностроения является задача повышения стойкости рабочих валков станов холодной прокатки, что необходимо для увеличения выпуска холоднокатаного листа. Анализ существующих способов упрочнения валков показывает, что использование плазменной наплавки нетоковедущей порошковой проволокой на обратной полярности в защитно - легирующей среде азота может стать одним из способов изготовления и упрочнения валков. Материал и технология изготовления рабочих валков станов холодной прокатки должны обеспечить высокую твердость активного слоя (62 – 64 HRC), достаточную его глубину и высокое качество поверхности после обработки, создание в валках благоприятного напряженного состояния.

Общеизвестно, что основной проблемой машиностроения является повышение эффективности и конкурентоспособности технологических процессов производства с обеспечением высоких эксплуатационных характеристик изделий. В этой связи **тема диссертации**, посвященная разработке физических основ комплексной технологии упрочнения теплостойких сплавов высокой твердости, сформированных плазмой в среде азота, **является актуальной и перспективной.**

Учитывая высокие требования, предъявляемые к валкам, автор в качестве наплавочного материала предложил использовать порошковые проволоки, обеспечивающие получение наплавленного материала типа теплостойких сталей высокой твердости. Для повышения твердости и износостойкости рабочего слоя предложено применять комплекс упрочняющих технологий: плазменную наплавку, термообработку после наплавки в виде высокотемпературного отпуска, азотирование, ультразвуковую поверхностную упрочняющую обработку, рекристаллизационный отжиг в процессе эксплуатации изделия, восстановительную наплавку изношенного слоя.

К основным научно - практическим результатам Малушина Н.Н. можно отнести следующие:

1. Разработаны физические основы комплексной технологии упрочнения теплостойких сплавов высокой твердости, сформированных плазмой в среде азота, что позволяет повысить их эксплуатационные свойства.
2. 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, что позволяет получать наплавленный материал в закаленном состоянии без трещин.

3. Установлено, что в наплавленных в азоте теплостойких сплавах основными фазами являются твердый раствор α -железа, карбиды и карбонитриды на основе железа, вольфрама, хрома, молибдена, алюминия.

4. Установлено, что физическую основу повышения твердости (52 – 57 HRC) обеспечивает плазменная наплавка теплостойкими сплавами высокой твердости в среде азота, а происходящее в процессе высокотемпературного отпуска дополнительное упрочнение (8 – 10 HRC), азотирование и ультразвуковая обработка увеличивают твердость наплавленного сплава на 1 – 2 HRC каждая.

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

6. Выявлено, что многослойная плазменная наплавка в азоте с регулируемым термическим циклом и наплавочные материалы на основе теплостойких сплавов высокой твердости позволяют получать качественный слой без трещин, пор и дефектов микроструктуры при высокой твердости поверхности (62 – 64 HRC).

7. Наплавленные детали показали увеличение стойкости в 1,5- 2,0 раза по сравнению с традиционно применяемыми, причем результаты исследований внедрены в производство со значительным экономическим эффектом. Это свидетельствует о высокой практической значимости результатов.

Результаты работы неоднократно докладывались на всероссийских и международных конференциях. По материалам диссертации опубликовано 122 работы, в том числе 29 в рецензируемых научных журналах, входящих в Перечень, рекомендованный ВАК РФ для публикации результатов диссертационных исследований, 13 в научных журналах, включенных в международные базы цитирования Scopus и Web of Science, в трех монографиях, двух учебных пособиях, а также в 15 охранных документах на объекты интеллектуальной собственности, остальные публикации – в трудах всероссийских и международных конференций и других научных мероприятий.

В диссертационной работе **использованы современные методы и методики** экспериментальных исследований, позволяющие установить структуры материалов и их поверхностных слоёв, а также механизмы их создания.

Полученные результаты, выводы и заключения имеют обоснованную **достоверность**. Полученные результаты, их анализ, выводы и заключения имеют несомненную научную **новизну**.

Диссертационное исследование по своим целям, задачам, 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 доктора технических наук по специальности **01.04.07 – физика конденсированного состояния**.

Выражаю свое согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени доктора технических наук Малушина Николая Николаевича и их дальнейшую обработку.



Потекаев Александр Иванович

Профессор, доктор физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния, профессор кафедры общей и экспериментальной физики Национального исследовательского Томского университета

Адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36.

Тел. +7(961) 887-9257

Подпись профессора А.И. Потекаева заверяю

10.06.2022 г.

