

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. проректора по научной и инновационной деятельности

Ворожцов Александр Борисович

(подпись)

«27» _____ 2024 г.

Печать организации

ОТЗЫВ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» на диссертацию Шевчук Евгении Петровны «Формирование боридных упрочняющих покрытий с обширной диффузионной зоной на углеродистой стали», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 - Физика конденсированного состояния».

Актуальность избранной темы

Изыскание новых возможностей изменения комплекса физико-механических свойств металлов в заданном направлении является актуальной задачей современного материаловедения. Поэтому необходимость совершенствования существующих и создание новых методов обработки металлов для повышения их эксплуатационной стойкости, разработка методов интенсификации химико-термической обработки, а также применение новых составов борсодержащей шихты для упрочнения поверхностных слоев, в частности, применяемой в работе стали 20, является важным фактором.

Логичность структурного построения диссертации

Структура построения диссертации логически выстроена. Диссертация состоит из трех глав, каждая из которых содержит выводы.

Степень обоснованности выводов, их достоверность и новизна

Выводы по диссертации обоснованы и достоверны.

Достоверность полученных результатов подтверждается:

- воспроизводимостью полученных результатов на образцах из стали 20,
- использованием метода борирования в индукционной и муфельной печах, а также методом микродугового борирования с применением оригинального состава борсодержащих паст, содержащих различные сочетания компонентов порошка железа и борной кислоты,
- широкой апробацией основных научных результатов на международных научных конференциях,
- экспертизой опубликованных статей по теме диссертации в научных рецензируемых изданиях.

Практически все результаты, представленные в работе, являются новыми. К числу наиболее важных и принципиальных результатов, определяющих научную новизну, можно отнести следующие:

- разработан метод интенсификации диффузионных процессов при борировании стали 20 путем обработки индукционными токами при температуре 1000 °С обмазки из легкоразлагаемой борсодержащей шихты, обеспечивающий в течение 5, 10 и 15 минут

формирование диффузионной зоны размером 660-1000 мкм, содержащей преимущественно соединения FeB и Fe₂B, распределенных в α-матрице.

- показано, что распределение боридов железа в упрочненном поверхностном слое при формировании обширной диффузионной зоны осуществляется по схеме: FeB → Fe₂B → (α-фаза + B) → металл основы.

- при использовании шихты с добавкой жидкого стекла элементный анализ диффузионной зоны свидетельствует, что распределение бора имеет максимум в интервале 150-200 мкм, а максимум распределения кремния – около 600 мкм.

- установлено, что перенос бора в ходе формирования обширной диффузионной зоны при индукционном борировании обеспечивается аномальным диффузионным процессом, коэффициент диффузии бора составил $1,6 \cdot 10^{-9}$ м²/с, что на 2 порядка выше, чем при традиционном борировании.

- установлено, что наиболее оптимальный состав борсодержащей шихты содержит 25 % порошкового железа и 75 % борной кислоты (Fe-25% + H₃BO₃-75%), малые добавки аммиака и жидкого стекла увеличивают возможность образования боридов железа.

- показано, что в условиях индукционного воздействия формируется структура диффузионной зоны, содержащая высокопрочный слой боридов FeB или Fe₂B, толщиной 30,46-65,43 мкм, и композиционного слоя, состоящего из высокопластичной α-фазы матрицы, упрочненной боридными фазами.

- установлено, что введение в область микродугового воздействия борсодержащей шихты также сопровождается формированием обширной диффузионной зоны с преимущественным содержанием боридов Fe₃B с высокими механическими характеристиками. Микротвердость по сечению наплавка-матрица составила 3400-3700 МПа.

Ценность работы для науки и практики

В диссертационной работе Е.П. Шевчук установлено, что насыщение поверхностного слоя углеродистой стали при 1000 °С из шихты, содержащей легкоразлагаемую борную кислоту, в индукционной печи или в ходе микродугового борирования осуществляется за счет аномально высокого диффузионного массопереноса бора в металлическую матрицу, обеспечивающие формирования обширной диффузионной зоны величиной 900-1000 мкм. Распределение бора в диффузионной зоне примерно совпадает с распределением микротвердости.

Практическое значение результатов работы заключается в разработке наиболее оптимального состава шихты, состоящей из 25%Fe, 75%H₃BO₃, малые добавки аммиака, жидкого стекла и угля, позволяющей в течение 5 минут сформировать обширную диффузионную зону, насыщенную боридами железа.

Степень опубликованности результатов диссертации в научной печати

Результаты исследований Шевчук Е.П. нашли отражение в 22 публикациях, в том числе 11 статей в журналах, входящих в перечень ВАК, 1 статья в журнале, в индексируемом наукометрическими базами Web of Science и Scopus, 6 тезисов докладов на международных научных конференциях, 2 патента на изобретение.

Соответствие содержания автореферата диссертации

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученых степеней

Диссертационное исследование Шевчук Евгении Петровны является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение проблемы повышения эксплуатационной стойкости, упрочнения поверхностных слоев, в частности, применяемой в работе стали 20, разработан метод интенсификации химико-термической обработки с применением новых составов борсодержащей шихты. Работа соответствует критериям п. 9 положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 года № 335, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Замечания и вопросы по работе

1. В диссертационной работе употребляется терминология «высокопрочные бориды железа», что не является действительным для всех боридов железа.
2. В разделе 3 диссертационной работы приведены данные исследования микротвердости полученных материалов, при этом не приведены интервалы достоверности.
3. Из раздела 3 диссертационной работы не ясно чем обусловлен аномально высокий процесс массопереноса бора в поверхностном слое стали 20.
4. Некорректная формулировка вывода 6 (раздел Заключение) «... обширная диффузионная зона величиной 840 мкм с высокими механическими характеристиками наплавляемого слоя, величина которых на поверхности может достигать 3400-3700 МПа», не ясно о каком свойстве идет речь.
5. В работе встречаются грамматические и синтаксические ошибки, некорректно оформленные подписи к рисункам и таблицам.

Сделанные замечания носят частный характер и не затрагивают принципиальных положений и выводов диссертации, не снижают высокой оценки в целом.

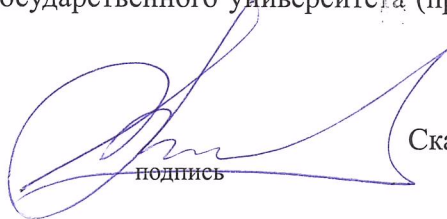
Заключение

Уровень актуальности, научной новизны, практической значимости, достоверности и обоснованности защищаемых положений диссертационной работы соответствует требованиям п.9 положения «О присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 42, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Автор работы Шевчук Евгения Петровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Диссертационная работа, автореферат и отзыв рассмотрены и обсуждены на объединенном семинаре научно-технического совета ДС 2.6.01 и лаборатории нанотехнологий металлургии физико-технического факультета ФГАОУ ВО Национального исследовательского Томского государственного университета (протокол № 29 от 19 марта 2024 г.).

Председатель НТС ДС 2.6.01
(кафедра, отдел, лаборатория)



подпись

Скачков Виктор Иванович

Доктор химических наук
(02.00.04 – Физическая химия, 05.17.02 – Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов), доцент
Зав. лабораторией нанотехнологий металлургии,

зам. председателя ДС 2.06.01
(кафедра, отдел, лаборатория)



подпись

Жуков Илья Александрович

Доктор технических наук
(2.6.17 Материаловедение)

Подпись В.И. Скачкова и И.А. Жукова удостоверяю
Ученый секретарь ученого совета
ФГАОУ ВО НИ ТГУ



Сазонтова Наталья Анатольевна

Сведения об организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», НИ ТГУ; 634050, Томск, пр. Ленина, 36; 8 (3822) 529-585; rector@tsu.ru; <https://www/tsu.ru>.