

«УТВЕРЖДАЮ»

ВРИО директора

ФГБУН Института металлургии

Уральского отделения РАН,

к.т.н.

Ю.А. Чесноков

«21» декабря 2015 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Верхорубова Вадима Сергеевича «Изучение влияния плазменного оплавления на износостойкость металлизационных покрытий системы Fe-C-Cr-Ti-Al», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 – Сварка, родственные процессы и технологии

**Актуальность работы.** Наиболее важным фактором, ограничивающим ресурс работы деталей машин различного назначения является абразивный износ. Взаимодействие рабочей поверхности с абразивными частицами в процессе эксплуатации детали приводит к ускоренному изменению ее размеров и формы, следствием этого является выход оборудования из строя. Высокая производительность и низкая стоимость получаемых дуговой металлизацией покрытий обуславливают ее перспективность для решения данной проблемы. Напыленные из экономнолегированных порошковых проволок системы Fe-C-Cr-Ti-Al покрытия показали высокую износостойкость. Однако ламеллярно-пористая структура металлизационного покрытия обуславливает недостаточную стойкость против абразивных частиц, в сравнении с наплавленным металлом. Для решения этой проблемы применяются различные методы последующей обработки напыленных покрытий. Высокую эффективность для повышения абразивной износостойкости за счет изменения структуры покрытий показало оплавление высококонцентрированными

источниками нагрева. Однако влияние такой обработки изучено для ограниченного круга материалов, обладающих низкой температурой плавления.

Рассматриваемая работа посвящена исследованию влияния плазменного оплавления на износостойкость полученных дуговой металлизацией покрытий системы Fe-C-Cr-Ti-Al.

**Научная новизна.** В диссертационной работе Верхорубова В.С. получены следующие новые научные результаты:

- разработана модель распространения тепла в системе «неоднородное покрытие – сплошное тело», под воздействием плазменного источника нагрева, с учетом параметров режима плазменной обработки, а также влияния пористости и оксидных прослоек на теплофизические свойства покрытий;

- установлен характер зависимости геометрических размеров зоны оплавления от параметров режима плазменной обработки, а также влияние химического состава и неоднородности покрытий на их теплофизические характеристики;

- установлено, что износостойкость металлизационных покрытий после плазменного оплавления в 2 раза выше чем у наплавленных слоев того же состава, что связано с полным окислением алюминия и титана, способствующим образованию структуры мартенсита с упрочнением дисперсными карбидами хрома.

**Теоретическая и практическая значимость работы** обуславливается созданным на основе разработанной математической модели программным комплексом, позволяющим оценить влияние параметров режима плазменной обработки на структурные и геометрические параметры зоны оплавления в композиции «металлизационное покрытие – основа». Установлено влияние плазменного оплавления на структурные и физико-механические характеристики металлизационного покрытия системы Fe-C-Cr-Ti-Al. На основе полученных данных разработана технология плазменного оплавления металлизационных покрытий, по которой упрочнены опытные рабочие органы

почвообрабатывающих машин, успешно прошедшие эксплуатационные испытания.

**Достоверность** расчетов, выполненных по разработанной автором модели, подтверждается экспериментальными данными, полученными по верифицированным методикам и обладает достаточной точностью для оценки области рациональных параметров режима плазменной обработки. Достоверность лабораторных исследований полученных покрытий подтверждена на практике в ходе эксплуатационных испытаний.

### **Замечания по работе**

1. В разработанной математической модели процесса плазменного оплавления металлизационного покрытия рассмотрены тепловые процессы при единичном воздействии плазменной дуги и не учтено влияние последующих проходов.

2. Представлены результаты исследований износостойкости исключительно для рассматриваемого материала и нет сравнений с применяемыми для повышения износостойкости материалами.

3. Имеются мелкие опечатки.

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

### **Заключение**

Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне и содержит результаты, представляющие научную и практическую значимость в области создания износостойких покрытий. Полученные диссертантом результаты обоснованы и аргументированы. Основные положения работы освещены в 12 печатных работах, 4 из которых в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК.

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор Верхорубов Вадим Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 – Сварка, родственные процессы и технологии.

Диссертация обсуждена на заседании расширенного научного семинара лаборатории порошковых, композиционных и наноматериалов. Положительный отзыв на диссертационную работу Верхорубова В.С. от ИМЕТ УрО РАН в качестве ведущей организации одобрен на заседании Ученого совета (протокол № 16 от 18 декабря 2015 г.).

Заведующий лабораторией порошковых,  
композиционных и наноматериалов,  
доктор физико-математических наук,  
старший научный сотрудник  
Гельчинский Борис Рафаилович

Б.Р. Гельчинский

620016, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Амундсена, д. 101  
ФГБУН Институт металлургии Уральского отделения РАН  
Тел.: +7 (343) 267-91-24. Факс: +7 (343) 267-91-86.  
E-mail: imet.uran@gmail.com  
<http://imet-uran.ru>