ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/413

**УПРАВЛЕНИЕ СТРУКТУРОЙ И СВОЙСТВАМИ НАПЛАВЛЕННЫХ ПОКРЫТИЙ
МОДИФИЦИРОВАНИЕМ МЕЛКОРАЗМЕРНЫМИ КОМПОЗИЦИОННЫМИ
ПОРОШКАМИ РАСПЛАВА В РЕЖИМЕ НИЗКОЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИИ ТОКА***

Сараев Ю.Н., Безбородов В.П., Перовская М.В., Семенчук В.М.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

litsin@ispms.tsc.ru

Наплавка является экономичным и широко применяемым в промышленности методом восстановления деталей машин и механизмов, придания их рабочей поверхности износостойкости. Наиболее распространённые износостойкие наплавочные материалы включают сплавы с хромом, вольфрамом, бором, молибденом и т.д. Такие материалы: Fe-C-Cr; Fe-C-Mn; Fe-C-W; Fe-C-Cr-Mn; Fe-C-Cr-B; Fe-C-Cr-Ni; Fe-C-Mo; Fe-C-Cr-Mo; Fe-C-Cr-W; Fe-C-Cr-W-V; Fe-C-Cr-W-B и т.д. Для защиты от абразивного износа широко применяются сплавы с высоким содержанием карбидной фазы. Износостойкость этих наплавочных материалов сильно зависит от типа и количества карбидной фазы в сплавах. Чаще всего, упрочняющие фазы в таких наплавочных сплавах содержат карбиды, бориды и нитриды Fe, Cr; W; V, Ti, Mn, Mo и т.д., а также карбобориды и карбонитриды этих элементов. Процесс наплавки из-за различий величин вложений тепла и свойств электродных материалов оказывает специфическое влияние на свойства покрытий.

Свойства наплавленного металла снижаются из-за различных дефектов, которые возникают в процессе наплавки вследствие отклонений и действия остаточных и эксплуатационных напряжений. Эти факторы часто приводят к ускорению разрушению покрытий.

Современные способы наплавки позволяют регламентировать скорость охлаждения материала покрытий и управлять процессами их плавления и кристаллизации, формированием структуры и физико-механическими свойствами.

Важной задачей является исследование влияния технологических режимов наплавки на механические и эксплуатационные характеристики покрытий применением новых присадочных материалов, модифицирующих формируемый расплав, и импульсных процессов снижающих вложения тепла и структурную неоднородность металла.

В настоящее время уже почти исчерпаны все возможности увеличения прочности и износостойкости наплавленного металла. Дополнительные возможности появляются при создании новых композиционных порошков. Это позволяет получать композиции без существенных ограничений по составу и числу компонентов.

Целью данной работы являлось: Повышение свойств наплавленных покрытий применением импульсно-дуговых методов наплавки при модифицировании расплавляемого металла композиционными порошковыми материалами с микрокристаллической структурой.

Были проведены исследования наплавленных слоев, полученных наплавкой электродами Т590 на постоянном токе и на импульсном режиме. В работе были исследованы образцы из стали 09Г2С. Наплавка осуществлялась от источника питания ФЕБ-315 «МАГМА» с пультом «Пульс» для реализации импульсно-дугового процесса с модуляцией тока - на частотах 1-5 Гц. Смесь гранул порошков со связующим жидким стеклом наносили тонким слоем на покрытия электродов.

Изменение параметров процесса наплавки влияет на уровень легирования наплавленного металла.

В качестве модифицирующей смеси использовались порошковые модификаторы на основе дисперсных частиц карбидов, боридов и нитридов. Варьирование составов электродного материала позволяет изменять состав наплавленного металла, обладающего различными свойствами после наплавки. При наплавке на постоянном токе формируется крупнодендритная структура наплавленного металла покрытия, а при использовании импульсного режима - мелкодендритная структура (рисунок 1).

Секция 8. Сварка, родственные процессы и технологии для создания технических систем ответственного и специального назначения, в том числе для эксплуатации в экстремальных условиях и низких климатических температур Арктики и Крайнего Севера

Рисунок 1. Микроструктура наплавленного слоя покрытия, полученного электродами Т590 после наплавки: а) на постоянном токе, б) импульсно-дуговой.

Материал наплавленного покрытия имеет твердость 270-300 НВ, ЗТВ 210-230 НВ. При постоянном токе температура нагрева выше, что вызывает больший рост зерна. Температура в зоне действия источника тепла в процессе наплавки может превышать температуру плавления тугоплавких соединений. Это приводит к их растворению в расплаве ванны. При наплавке на постоянном токе зона с укрупненным размером зерна шире, чем при модуляции тока, что свидетельствует о более высоких вложениях тепла и длительности термическом воздействии горящей дуги.

Измельчение зерна является одним из способов повышения прочности покрытий. Металлографические исследования наплавленных покрытий выявили измельчение структурных составляющих материала после импульсной технологии в $\sim 1,5$ раза. Это объясняется особенностями импульсного режима наплавки с интенсивным перемешиванием расплава и образованием центров кристаллизации. При изменении режима наплавки меняются процесс расплавления материала и химическая однородность наплавленного слоя. На свойства покрытий оказывает влияние содержание сохранность упрочняющих фаз, размеры и их расположение в матричном материале.

Графики изменения микротвердости покрытий, наплавленных электродами Т590, представленные на рисунке 2, свидетельствуют о характере приведенных зависимостей.

Рисунок 2. Изменение микротвердости по глубине стальной основы и наплавленных покрытий: 1) на постоянном токе, 2) на импульсном режиме.

Таким образом, использование технологии импульсно-дуговой наплавки позволяет через программируемый ввод тепла в зону покрытия управлять процессами плавления и переноса каждой капли электродного металла и измельчать структуру металла покрытия и повышать его свойства. Покрытие, наплавленное на импульсном режиме, имеет более однородную структуру. Опробовано восстановление геометрических размеров изношенных изделий с применением импульсно-дуговой наплавки электродами, близкими по своим свойствам основного металла изделия, и последующее упрочнение поверхностного слоя восстановленных изделий электродами

Т590, обеспечивающих им повышение физико-механических свойств.

**Работа выполнена в соответствии с программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, проект III.23.2.1.*