

ЭЛЕКТРОИСКРОВОЕ ЛЕГИРОВАНИЕ ТИТАНА И ЕГО СПЛАВОВ

**Верхотуров А.Д., Гитлевич А.Е.⁽¹⁾, Михайлов В.В.⁽²⁾,
Коневцов Л.А.⁽³⁾, Михайлюк А.И.⁽²⁾**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт водных проблем и экологии ДВО РАН, Россия, г. Хабаровск,
680000, ул. Ким Ю Чена, 65, e-mail: Verhoturov36@mail.ru;

⁽¹⁾Signo erfinderclab "INNOTECH" e.v. Struthbachweg 19, Germany,
34127 Kassel Deutschland, e-mail: irark@yandex.ru;

⁽²⁾Институт прикладной физики АН Молдовы. Молдавия, MD 2028,
Кишинёв, Академическая, 5, e-mail: valentin.mihailov@gmail.com;

⁽³⁾Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт материаловедения ХНЦ ДВО РАН, Россия, 680042, г. Хабаровск,
ул. Тихоокеанская, 153, e-mail: konevts@narod.ru

Электроискровое легирование (ЭИЛ) титана и его сплавов представляет значительный научный и практический интерес. Первоначально ЭИЛ титана и его сплавов осуществлялось совместно сотрудниками института прикладной физики (ИПФ) Академии наук Молдавии, а затем в Институте материаловедения ХНЦ ДВО РАН.

Все эксперименты выполнялись на установках, разработанных и созданных в ИПФ. В качестве легирующих электродов использовались тугоплавкие металлы (Ti, V, Cr, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W), их карбиды, металлы группы железа (Fe, Co, Ni), а также Al, TiAl, NiAl, сплавы X20H80, T15K6, BK6M, стали 11X15P25M6AG2, W-Cr-Co.

Было показано, что энергия импульса разряда существенно влияет на формирование различных параметров поверхностного слоя. Оптимальные покрытия при ЭИЛ металлами и их карбидами были получены при использовании электродов Cr, Ta, Co, Ni, а также Cr₃C₂, Mo₂C, WC. Легированные слои, сформированные в атмосфере Ar, Ne и в вакууме имели меньше дефектов, чем при обработке на воздухе.

Установлено, что на процесс ЭИЛ титана и его сплавов с Al и Ni существенное влияние оказывает вид движения электрода: наиболее интенсивно процесс переноса материала анода на катод происходит при вращающемся легирующем электроде. При легировании электродом из алюминия в поверхностном слое обнаруживаются интерметаллиды Al₃Ti, AlTi₂, AlTi; при обработке никелем – TiNi₃, Ti₂Ni, TiNi.

Исследование эксплуатационных свойств показало, что при ЭИЛ Al жаростойкость повышается в 2-3 раза, а износостойкость покрытий становится значительно выше, чем поверхностей без покрытий. Особый интерес в этом отношении представляет полученный методом алюминотермии сплав W-Cr-Co.

ЭИЛ позволяет создавать на титане и его сплавах комбинированные покрытия. Так, образование дополнительного слоя Cu методом ЭИЛ толщиной 15-25 мкм на поверхностях покрытий, сформированных из твёрдого сплава BK6M и сплавов систем W-Cr-Co, W-Fe-Ti позволяет до 30 % повысить трибологические характеристики поверхностного слоя, как в условиях граничной смазки, так и при трении без смазки.

Нанесение на сплавы титана антифрикционных материалов на основе бронзы с подслоем из Cr, Mo, Nb, создающих барьерные слои для интерметаллидов Cu, обеспечивает сохранение фазового состава бронзы, и тем самым создание покрытия с высокими триботехническими свойствами, которые позволяют применять их в тяжело нагруженных узлах трения. Это даёт возможность существенно снизить вес узлов трения по сравнению со стальными (в 1,5-1,8 раза).

ЭИЛ титана никелем, палладием, графитом и некоторыми другими материалами позволяет формировать покрытия, которые имеют хорошие электрохимические характеристики и обладают высокой коррозионной устойчивостью в различных технологических средах, например, в речной и морской воде, хлоридно-щелочных средах, в серной кислоте.