

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ВОЛЬФРАМСОДЕРЖАЩИХ ТВЁРДЫХ СПЛАВОВ ЭЛЕКТРОИСКРОВЫМ ЛЕГИРОВАНИЕМ ТУГОПЛАВКИМИ МАТЕРИАЛАМИ И ИХ БОРИДАМИ

Верхотуров А.Д., Подчерняева И.А.⁽¹⁾, Коневцов Л.А.⁽²⁾,

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

⁽¹⁾Институт проблем материаловедения Национальной академии наук Украины, 340000, Украина, 03142, Киев, ул. Кржижановского, 3, e-mail: panavic@ipms.kiev.ua

⁽²⁾Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт материаловедения ХНЦ ДВО РАН, Россия, 680042, г.Хабаровск, ул.Тихоокеанская, 153, e-mail: konevts@narod.ru

Повышение работоспособности вольфрам-содержащих инструментальных материалов за счёт использования различных технологий поверхностного упрочнения нашло широкое отражение в литературе. Однако в литературе отсутствуют систематические сведения об использовании для этих целей метода электроискрового легирования (ЭИЛ), хотя он представляет значительный научный и практический интерес, особенно в условиях индивидуального и мелкосерийного, переналаживаемого производства. Разработаны методологические положения, определены методики исследования материалов электродов при ЭИЛ с использованием широкого комплекса современных физических методов: рентгено-структурного, микрорентгеноспектрального, гранулометрического, фазового анализов состава материалов. В качестве упрочняемых образцов использовались вольфрамсодержащие твёрдые сплавы (ВТС) трёх систем: ВК, ТК, ТТ. ЭИЛ осуществлялось на механизированной установке “ЭЛФА-541” и с ручным вибратором “ИММЭИ-01-2А”, “Элитрон-22”, “Корона-1101”. Изучалось формирование легированного слоя (ЛС), его физико-химические и эксплуатационные свойства. Предварительно была разработана методология процесса на базе концептуальной основы создания функциональных материалов, вытекающей из парадигмы Г.В.Самсонова “состав-технология-структура-свойства”. Для оценки эффективности процесса ЭИЛ предложено использовать критерий $\gamma_{\text{ф}}$, учитывающий как критерий формирования ЛС ($\gamma_{\text{ЛС}}$), так и эффективность процесса ЭИЛ $\gamma_{\text{ЭИЛ}}$, учитывающий также энергетические затраты. Установлены основные закономерности формирования ЛС на ВТС, при этом при ЭИЛ металлами, боридами и сплавами наблюдается положительные значения

привеса катода, при повышении длительности легирования повышается толщина ЛС, шероховатость поверхности и уменьшается коэффициент переноса, который снижается с повышением содержания TiC в ВТС. При ЭИЛ (Ti или Ta)/ВТС происходит постепенное заполнение поверхности катода продуктами эрозии материала анода и формирование ЛС. При ЭИЛ с $T \leq 5$ мин/см² в поверхностном слое образуется шпинель CoTiO_3 , а также WC_{1-x} , $\beta\text{-W}$. Кроме контактного и бес-контактного электро-массопереноса на поверхности катода происходит распыление материала (в паровой фазе с образованием наноксидного слоя) осаждающихся паров CoO и TiO_2 . Даже при значительном ($T \geq 5-7$ мин/см²) удельном времени легирования наблюдаются участки контактного переноса вещества на катод. С повышением в происходит постепенное выравнивание фазового и химического состава ЛС. При значительном времени легирования ($T \geq 7$ мин/см²) наблюдается образование нитридов легирующего электрода (TiN , TaN , WN). При ЭИЛ ВТС значительно повышается их жаростойкость. По данным РФА ЭИЛ покрытие, например системы Al/BK8 , представляет сложную композиционную нитридно-алюминооксидную керамику, включающую WN и WC , Al_2O_3 и $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, при этом состав покрытия меняется с изменением температуры – Al_2O_4 , Al_{12}W , AlWO_3 , при нагревании свыше 700 °С в ЛС образуются фазы WC , WN и $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$. Установлено, что в пределах исследованных режимов метод ЭИЛ позволяет повысить на 20-40 % стойкость ВТС при точении стали 45 по параметрам износа задней грани, режущей кромки резца и размерной стойкости. Для характеристики формирования ЛС предложен ряд критериев, которые позволяют оценить эффективность процесса ЭИЛ.