

данным окисление нанослоистого порошка WS_2 происходит при $450\text{ }^\circ\text{C}$, при $600\text{ }^\circ\text{C}$ потеря массы образца составляет 1,6%, при $700\text{ }^\circ\text{C}$ – 4%.

Трибологические исследования проводили по методике «шар на диске». Нормальная нагрузка составляла 5 Н, длительность теста – 30 мин. Исходя из данных ДТА испытания проводили при $25\text{ }^\circ\text{C}$ и $400\text{ }^\circ\text{C}$. По данным теста нанослоистый дисульфид вольфрама продемонстрировал средний коэффициент трения равный 0,05 при $25\text{ }^\circ\text{C}$, при $400\text{ }^\circ\text{C}$ значение коэффициента трения незначительно увеличивается до 0,06. В тоже время характер кривой коэффициента трения при высокой температуре становится нестабильным. Согласно результатам бесконтактной профилометрии высокая температура на износ трущихся деталей с дисульфидом вольфрама влияет значительно: глубина трека износа в среднем составляет 0,4 мкм при $25\text{ }^\circ\text{C}$ и 2,7 мкм при $400\text{ }^\circ\text{C}$. Шероховатость дна трека износа при высокой температуре увеличивается на порядок. Указанные результаты профилометрии говорят о том, что увеличение износа вызвано, в первую очередь, изменениями поверхности тела трения при температуре, близкой к окислению нанослоистого WS_2 .

Работа выполнена в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России в 2009-2013 гг.» (ГК №П1042 от 31.05.2010г.)

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ МОЛИБДЕНА ИЗ РАСПЛАВОВ НА ОСНОВЕ $(Na-K)Cl_{экв}$

Камалов Р.В., Миниханов С.В., Половов И.Б., Ямщиков Л.Ф.

Уральский федеральный университет
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Солевые расплавы широко применяются для электролитического получения и рафинирования металлов, производство которых из водных сред сильно затруднено или невозможно. Так, расплавленные среды можно использовать в электрохимических технологиях получения редких тугоплавких металлов, например, молибдена. Особый практический интерес представляет разработка технологии получения молибдена высокой чистоты методом электролитического рафинирования из отходов производства молибденовых сплавов.

В настоящей работе нами исследованы процессы электролитического осаждения молибдена из расплавов на основе эквимольарной смеси хлоридов натрия и калия. Электролиз проводили на специально сконструированном укрупненном лабораторном электролизере, позволяющем осуществлять периодический съем

катодного осадка без нарушения инертной атмосферы внутри аппарата. Анодом служила сплетенная корзина из молибденовой проволоки, в которую загружали черновой металл чистотой 95 %. Молибденосодержащий электролит помещали в контейнер из стеклоуглерода, отделенный от корпуса электролизера непроводящей диафрагмой. С целью создания инертной атмосферы использовали аргон высокой чистоты и газоочистную систему, позволяющую исключить попадание влаги и воздуха в рабочую зону аппарата.

Для приготовления концентрированных молибденосодержащих электролитов нами разработан метод сухого хлорирования молибдена с улавливанием продуктов реакции солевым расплавом и дальнейшей выдержкой полученного электролита в контакте с металлом. Рабочие электролиты с концентрацией металла в расплаве 1-10 мас. % готовили разбавлением насыщенных по молибдену плавов смесью $(\text{Na-K})\text{Cl}_{\text{эв}}$.

В ходе экспериментов нами было изучено влияние параметров процесса электролиза на морфологию и качество катодных осадков молибдена. В качестве факторов, влияющих на электроосаждение металла, были выбраны следующие: концентрация молибдена в расплаве (интервал варьирования: 1-10 мас. %), катодная плотность тока ($50\text{-}250 \text{ мА/см}^2$) и температура проведения процесса ($700\text{-}850 \text{ }^\circ\text{C}$).

Полученные в ходе электролиза катодные продукты можно разделить на 3 типа: мелкодисперсные (порошки) крупностью до 20 мкм, сферолитные с размерами гранул до 1,5 мм и сплошные покрытия толщиной до 1 мм. Установлено, что при увеличении температуры и концентрации молибдена в расплаве крупность осадков возрастает. Повышение плотности тока ведет к уменьшению размера частиц и увеличению доли мелкой фракции (порошка). Наиболее крупные по гранулометрическому составу катодные осадки были получены в интервале температур от 800 до $850 \text{ }^\circ\text{C}$ при плотности тока $125\text{-}150 \text{ мА/см}^2$ и концентрации молибдена выше 4 мас. %. При низких плотностях тока ($50\text{-}100 \text{ мА/см}^2$) образовывались сплошные молибденовые покрытия с микротвердостью $230\text{-}250 \text{ кгс/мм}^2$. Наиболее высокая степень очистки молибдена (чистота 99,91%, микротвердость $190\text{-}220 \text{ кгс/мм}^2$) была достигнута при следующих параметрах электролиза: $i_k = 125 \text{ мА/см}^2$, $C_{\text{Mo}} = 4\text{-}5 \text{ мас. \%}$, $T = 800 \text{ }^\circ\text{C}$. Отмечена связь чистоты металла с его микротвердостью и гранулометрическим составом – наименьшим количеством примесей характеризуются наиболее крупные и менее твердые катодные осадки молибдена.

Работа выполнена при финансовой поддержке конкурса на проведение научных исследований аспирантами и молодыми учеными УрФУ.