

Рис. 1. Фрагменты рентгенограмм продуктов азотирования ФСА, 10% маршалита и предварительно азотированного порошка (добавка предварительно азотированного: а – 10%, б – 20%, в – 28,5%, д – 30%; 1 – β -SiAlON, 2 – α -Fe, 3 – Fe_xSi_y)

Список литературы

1. Low I.M. // *Ceramic matrix composites. Microstructure, Properties and applications*. Woodhead publishing limited: Cambridge England, 2006. – P. 596.
2. Болгару К.А. Дисс. ... канд. техн. наук. – Томск: Томский политехнический университет, 2015. – 142 с.
3. Болгару К.А., Верецагин В.И., Регер А.А., Скворцова Л.Н. // *Синтез сиалона и нитридных фаз на основе ферросиликаолюминия с добавками маршалита в режиме горения*, 2020. – №11. – С. 34–37.

НАНЕСЕНИЕ ВОЛЬФРАМОВЫХ ПОКРЫТИЙ НА МОЛИБДЕНОВУЮ ПОДЛОЖКУ

И.И. Рудых

Научный руководитель – к.т.н., доцент ОЯТЦ Ф.А. Ворошилов

ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, iir4@tpu.ru

Изготовление тугоплавких металлических покрытий, обладающих высокой температурой плавления, прочностью, а также коррозионной стойкостью в агрессивных средах на сегодняшний день является актуальной проблемой. Металлом, соответствующим вышеперечисленным требованиям, является вольфрам.

В связи с развитием атомной энергетики и использованием ядерного топлива важное значение приобретают методы прямого термоэмиссионного преобразования ядерной энергии в электрическую, так как они позволяют осуществить наиболее экономичный способ преобразования энергии с помощью реакторных термоэмиссионных преобразователей, далее по тексту ТЭП.

В этих установках молибден, а также вольфрам используются для изготовления катодов и коллекторов ТЭП, которые работают длительное время в парах цезия.

Для получения более высокой работы выхода электронов молибденовых катодов ядерных ТЭП на них наносят тонкие ориентированные вольфрамовые покрытия с кристаллографической текстурой, к которым предъявляются важнейшие требования: хорошая адгезия в течение всего ресурса работы аппарата, т.е. более 10000 часов при температуре около 1900 °С, а также

сохранение высокой работы выхода электронов, более 4,9 эВ.

Существуют различные методы, позволяющие осуществить нанесение вольфрама на поверхность деталей: осаждение из газовой фазы, напыление плазменной горелкой и электролиз из расплавленных солей [1].

Выполнение работы

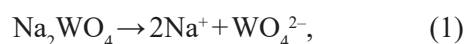
В данной работе рассмотрен способ получения вольфрамового покрытия, толщиной до 100 мкм, на молибденовой подложке электроосаждением из расплавленных солей.

Для проведения экспериментов были использованы поливольфрамат аммония, далее по тексту ПВА, и натрий вольфрамовокислый 2-водный, оба реактива соответствовали квалификации «ЧДА».

В кристаллической структуре $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, присутствовала вода, являющаяся примесью для процесса электролитического осаждения. Экспериментально, при помощи дифференциально термического анализа, было установлено, что при 250 °С происходит полное удаление воды из структуры реактива. Используя полученную информацию, было произведено прокаливание натрия вольфрамовокислого 2-водного в муфельной печи при 250 °С в течение 4 часов. Также термическому воздействию, в течение 5 часов, был подвергнут ПВА, температура процесса – 600 °С. В результате эксперимента был получен триоксид вольфрама, необходимый для получения электролита. В качестве электролита для проведения процесса электро-

литического осаждения вольфрама выступала смесь Na_2WO_4 и WO_3 , в массовом соотношении 10 : 1, соответственно [2].

Для осуществления процесса электролитического осаждения вольфрама был спроектирован электролизер периодического действия. В качестве катода выступал молибденовый стержень, стеклографитовый тигель по совместительству являлся и анодом, и емкостью для загрузки электролита. Электролиз расплава солей проводился под атмосферой аргона при температуре 800 °С. При данных условиях процесса происходит диссоциация Na_2WO_4 в соответствии с уравнением (1):



Образующийся катион натрия под воздействием электрического тока восстанавливается до металла и взаимодействует с триоксидом вольфрама. В результате взаимодействия натрия вытесняет вольфрам из оксида, и высвобожденный вольфрам выделяется на катоде. На аноде выделяется, образующийся в результате реакции замещения, кислород [3].

В ходе проведения данной работы были приобретены практические навыки, позволяющие проводить электроосаждение тугоплавких металлов из расплавов солей. При электролизе смеси натрия вольфрамового кислого и триоксида вольфрама удалось получить вольфрамовое покрытие на молибдене толщиной слоя 70 мкм. Полученные результаты опытов послужат основой для проведения электролитического осаждения вольфрама на трубчатую основу.

Список литературы

1. Емельянов В.С. Молибден в ядерной энергетике. – Москва: Атомиздат, 1977. – 160 с.
2. Молчанов А.М. Электроосаждение вольфрама из расплавленных солей. – Екатеринбург: АНО УЦАО, 2014. – 160 с.
3. Кобяков В.П. // Журнал технической физики, 2002. – №72. – №10. – С. 107–113.