

ПЕРЕРАБОТКА КОМПЛЕКСНОГО ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ РЕДКИХ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ

Набиев К.Р., Корда М.П., Алексеев Е.И., Новиков Н.П.

Научный руководитель: канд. техн. наук Рюмин А.И., канд. техн. наук

Вострикова Н. М.

Сибирский федеральный университет

В физике и технике сильноточные диоды рассматривают как устройства для преобразования энергии мощных высоковольтных импульсов в кинетическую энергию сильноточного потока заряженных частиц. В состав их входят редкие металлы (вольфрам и молибден), а также свинец, олово, никель, серебро, медь. Поиск путей выделения металлических молибдена и вольфрама из вторичного сырья, в частности из сильноточных диодов является актуальным.

Целью работы являлось поиск путей разделения металлических подложек сильноточных диодов.

Сильноточные диоды представляет собой слоистую подложку, состоящую из металлических пластинок (вольфрам, молибден) соединённых спаем из никеля, серебра и кремния. На верхней пластинке припаянная медная чаша с напылением свинца, наполненная оловом (рис.1).



Рис.1. Сильноточные диоды

Учитывая физические свойства металлов, первая серия экспериментов была направлена на термическую обработку сильноточных диодов. При нагревании сильноточных диодов до 400 °С наблюдалось отделение припоя свинец - олово и частей из медных сплавов.

При нагревании диодов до температуры 800 °С происходило расслоение пластинок с отделением слоя кремния. Происходит разделение металлических пластинок из чистого вольфрама, молибдена и образование шлаков.

Вторая серия экспериментов была направлена на определение металлов, исходя из их плотности. Так, молибден ($\rho = 10,2 \text{ г/см}^3$) и вольфрам ($\rho = 19,3 \text{ г/см}^3$) относят к тугоплавким металлам, имеющих высокую плотность. Микрометром измерялась масса, объем металлических пластинок, рассчитывалась их плотность. Результаты измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Физические характеристики металлических пластинок из тугоплавких металлов

Образец	Масса, г	Объем, см ³	Плотность, г/см ³	Металл
1	21,18	2,07	10.2	молибден
2	27,08	1,4	19.3	вольфрам
3	35,21	1,8	19.3	вольфрам

Кроме того, полученные молибденовые и вольфрамовые пластинки были подвергнуты качественному анализу, с помощью капельного метода, описанного Л. М. Кульбергом в книге "Капельный анализ" [1, с. 153]. Молибден обнаруживался по образованию розового кольца при действии брома на поверхность пластинки в присутствии ксантогената калия ((C₂H₅O)₂CS₂K). Интенсивность окрашивания зависит от со-

держания молибдена. Наблюдалось интенсивное окрашивание, образовавшегося розового кольца, что соответствует содержанию в стали 3,45% молибдена (рис.2.а).



Рис.2. Результаты качественного определения Мо (а) и W (б) в пластинах высокоточных диодов

Вольфрам обнаруживали с помощью капельного метода [1, с. 157]. Суть метода заключалась в следующем: участок поверхности исследуемого объекта обрабатывается наждачной бумагой и немедленно наносится капля раствора соляной кислоты. Затем насыпается 15 мг растёртой в ступке смеси равных частей щавелевой кислоты ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) и надсернистого калия ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$). После перемешивания стеклянной палочкой смесь оставляют на полчаса. В присутствии вольфрама появляется

тёмная зеленовато-синевая кайма (рис.2. б).

Одним из наиболее распространенных методов разделения металлов является гидрометаллургический. В качестве растворителей чаще всего применяют азотную кислоту, смеси кислот.

Разделение молибденовых и вольфрамовых пластинок из высокоточных диодов проводили концентрированным раствором азотной кислоты (65 %) при нагревании (60 °С). В этих условиях происходило растворение молибденовой пластинки и пассивация вольфрамовой с образованием белого налета, соответствующего оксида вольфрама (VI). Из азотнокислого раствора молибден можно извлекать в форме молибденовой кислоты или парамолибдата аммония [2, с. 123].

В более разбавленных растворах азотной кислоты (30 - 40 %) растворение молибдена протекает значительно медленнее.

При погружении высокоточных диодов в раствор царской водки (HCl и HNO_3) при нагревании до 60 °С, наблюдалось бурное выделение NO_2 и окрашивание раствора в ярко зеленый цвет. При этом в раствор переходит никель, олово, медь. В нерастворимом остатке остается вольфрам и молибден и хлорид серебра.

Таким образом, разделение металлических пластинок из вольфрама и молибдена из высокоточных диодов можно осуществлять термическим способом, путем их нагревания до 800 °С. Распознавание молибденовой и вольфрамовой подложек можно проводить капельным методом или по их плотности.

Возможно применение гидрометаллургического способа разделения металлов в концентрированном растворе азотной кислоты с последующим выделением молибдена из раствора.

Литература

1. Кульберг Л.М., Альтерзон Г.С., Вельтман Р.П. Капельный анализ. – М.–Л., ГНТИ: Химическая литература, 1951.– 686 с.
2. Зеликман А.Н. Металлургия редких металлов М.: Металлургия, 1991. –432с.