

Рис. 2. Распределение осколков деления по диаметру образца. (Двойные точки на рисунке — контрольные измерения.)

и устанавливается в механизм перемещения (образец изготавливается в горячей камере и по транспортеру подается в бокс). Распределение осколков деления измеряется координатным методом по всей площади шлифа. Результаты измерений обрабатываются по обычной методике — строятся кривые распределения тех или иных радиоактивных изотопов по диаметру твэла.

Для иллюстрации возможностей методики приведем данные, полученные на образце твэла диаметром 6 мм с оболочкой из нержавеющей стали и с горючим в виде таблеток из UC. Толщина образца 1 мм. Температура в центре твэла в процессе облучения доходила до 1200°С, на оболочке — до 600°С. Твэл облучался до выгорания ~6%, выдержка после облучения до момента измерения составляла ~1 год.

Исследуемый образец сканировался по всей площади через 0,5 мм с цилиндрическим коллиматором диаметром 1 мм. Измерялся γ -спектр осколков деления в диапазоне энергий 400—800 кэВ. На рис. 2, показывающем распределение осколков деления по диаметру образца, заметна тенденция обеднения центра твэла изотопами Cs¹³⁷ и Cs¹³⁴. По площади шлифа наблюдается асимметричность распределения Cs¹³⁷ (рис. 3).

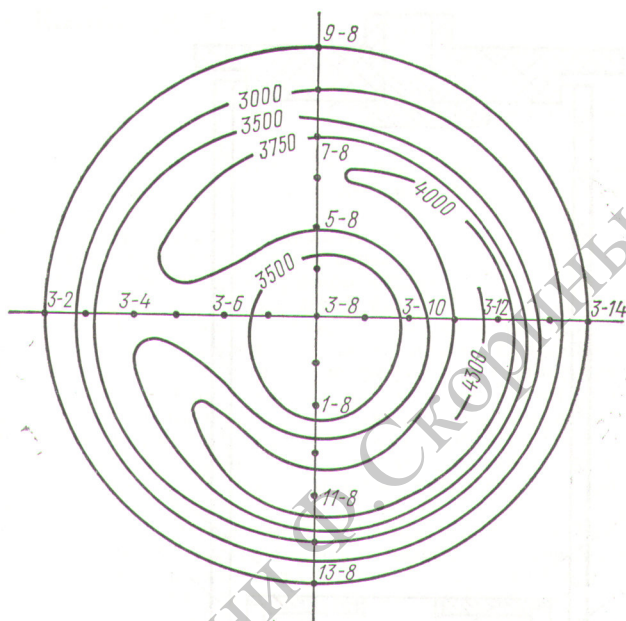


Рис. 3. Распределение Cs¹³⁷ по площади образца.

Полученные результаты подтвердили работоспособность установки: время экспозиции составляет около 15 мин, наблюдается хорошая повторяемость результатов и приемлемая точность механизма перемещения. Дальнейшее усовершенствование установки состоит в уменьшении входного отверстия конического коллиматора до 0,1 мм и применении коаксиальных Ge(Li)-детекторов с большей эффективностью регистрации γ -излучения.

Поступило в Редакцию 1/VI 1971 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Report AERE, R-5149, 1966.
2. Н. Камогама *et al.* (Япония). III Женевская конференция (1964), доклад № P/430.

Катодно-вакуумное травление урана на установке ВУП-2К

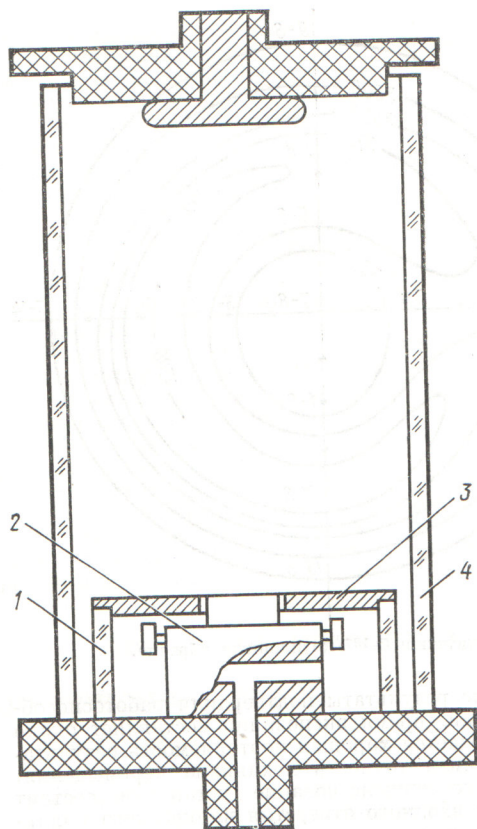
Д. М. СКОРОВ, А. И. ДАШКОВСКИЙ, В. В. ВОЛКОВ, Б. А. КАЛИН

УДК 621.039.542.32

Применение катодно-вакуумного травления для выяснения структуры материалов обусловлено некоторыми его преимуществами по сравнению с химическим и электролитическим травлением: благодаря этому методу возможно травление любых металлов и многофазных сплавов в широком интервале температур, а также после облучения; при травлении сохраняется форма включений, что важно, например, для электронномикроскопического исследования сплавов; в выявленной при травлении структуре отсутствуют ложные фазы и т. д. [1—9]. Имеются серийные отечественные установки типа УВР, ИТР, ВУП и т. п., которые позволяют производить катодно-вакуумное травление металлов, в том числе и урана. Однако применение установок, например ВУП-2К, для травления урана связано с неко-

торыми трудностями конструктивного и методического характера. В частности, нами установлено, что конструкция разрядной камеры не позволяет подобрать устойчивый режим работы с малой плотностью тока: разряд был крайне неустойчив и не фокусировался точно на образце, в процессе травления образцы разогревались. Наблюдалось их окисление и появление на поверхности образца ямок травления. Происходило также интенсивное распыление материала столба образцов.

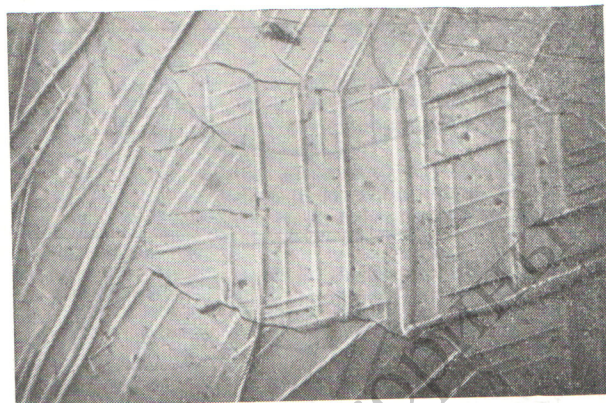
Для устранения этих недостатков в разрядной камере concentрично основному цилиндру был установлен дополнительный внутренний стеклянный цилиндр 1 (рис. 1) диаметром 66 мм и высотой 28 мм. В результате этого удалось отработать устойчивый режим катодно-вакуумного травления урана аргоном или криптоном



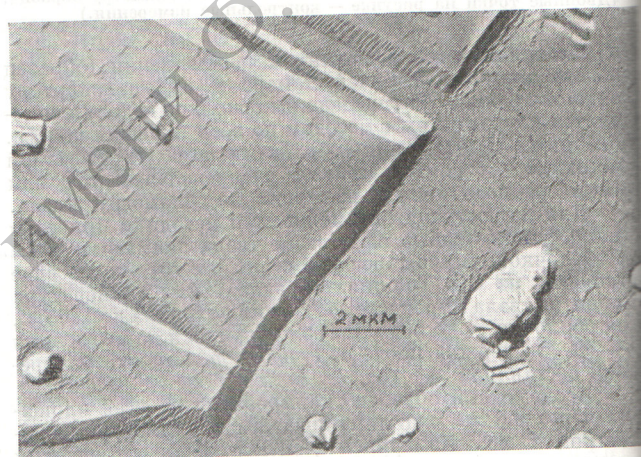
Р и с. 1. Схема разрядной камеры.

напряжение 5,0 кВ, ток 1—3 мА, время травления 30—60 мин, давление в объеме колпака около 10^{-4} мм рт. ст. С целью уменьшения распыления алюминиевого столика 2 на внутренний цилиндр устанавливался тefлоновый диск 3 с отверстием под образец или столик покрывался фольгой из ниобия. Охлаждение столика жидким азотом позволяет поддерживать его температуру ниже 0°C , что исключает заметный нагрев образца и сокращает время травления в несколько раз. Окончание травления устанавливалось по потемнению наружного стеклянного цилиндра 4 разрядной камеры. Герметичность соединений системы, подающей газ из стандартного баллона к натекателю под давлением 1,5—2,5 ат, и тщательное обезгаживание колпака и разрядной камеры установки позволили исключить окисление урана в процессе травления. Типичный вид микроструктуры урана после оптимального катодно-вакуумного травления представлен на рис. 2. Более продолжительное травление образцов не выявляет каких-либо новых деталей структуры, а сопровождается растравливанием границ зерен, двойников и т. п.

Ценность катодно-вакуумного травления особенно наглядно проявляется при электронномикроскопическом исследовании структуры урана (рис. 3). Приведенные методические и конструктивные рекоменда-



Р и с. 2. Структура урана после катодно-вакуумного травления (косой свет, 440°).



Р и с. 3. Электронномикроскопический снимок угольной реплики, снятой с поверхности травленного урана.

дации по катодно-вакуумному травлению на установке ВУП-2К актуальны и для некоторых сплавов урана.

Поступило в Редакцию 7/VI 1971 г.
В окончательной редакции 2/XII 1971 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. В. Плешивцев. Катодное распыление. М., Атомиздат, 1968.
2. D. Armstrong, P. Madsen, E. Sykes. J. Nucl. Mat., 2, 127 (1959).
3. T. Padden, F. Cain. USAEC Report WAPD-83 (Del.), Westinghouse Atomic Power Division, 1953.
4. T. Padden, F. Cain. Metal Progress, 66, 108 (1954).
5. T. Bierlein. USAEC Report HW-32676, Hanford Atomic Products Operation, 1954.
6. T. Bierlein. Ibid Report HW-34390, 1955.
7. T. Bierlein, J. Morgan, G. Mallet. Ibid Report HW-42184 (Rev.), 1956.
8. J. Newkirk, W. Martin. G. E. Research Lab. Memo MC-24, 1957.
9. T. Bierlein, B. Mastel (США). II Женевская конференция (1958), доклад № 1855.