

экспонента не очень заметно уменьшается, а при $L_a < 220 \text{ \AA}$ экспонента значительно возрастает.

Уравнения (1), (2) позволяют оценить зависимость размерных изменений углеродных материалов, характеризующихся определенной величиной диаметра кристаллитов, от условий облучения — дозы и температуры. Сопоставление результатов расчета и экспериментальных данных выполнено на основании исследований радиационной размерной стабильности образцов материала марки ГМЗ, полученных путем обработки при температурах 1300—3000° С.

Коэффициент термического расширения образцов изменялся в пределах примерно 15—20% (точность определения $\pm 0,3 \cdot 10^{-6} 1/\text{град}$), при этом степень совершенства значительно изменялась (см. таблицу).

Испытания проводили при температурах 140—650° С и нейтронных дозах облучения, достигавших $1,3 \cdot 10^{21} \text{ нейтр/см}^2$ ($E \geq 0,18 \text{ Мэв}$). При низких температурах, когда происходит гомогенное зарождение дефектов (в искусственных графитах до 300° С), изменения размеров по существу не зависят от степени совершенства материала, если температура его обработки превышает 1500° С: все образцы увеличиваются примерно одинаково (рис. 2). Отличительная особенность образцов после обработки при 1300° С — несколько бо́льшая величина роста при температуре облучения 140° С, причем уже при температуре облучения 200—250° С тот рост становится меньше среднего изменения раз-

меров образцов, обработанных при 1500—3000° С. С дальнейшим увеличением температуры облучения наблюдается усадка образцов, обработанных при более низких температурах.

Если температура облучения превышает 300° С, то изменения размеров существенно зависят от степени совершенства материала. При 600—650° С стабильными оказались материалы с трехмерным упорядочением кристаллической решетки, т. е. материалы, графитированные при температурах выше 2300° С.

Полученные экспериментальные результаты удовлетворительно согласуются с расчетами, выполненными в соответствии с предложенными в настоящей работе уравнениями.

Поступило в Редакцию 28/VI 1973 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Price J. Influence of microstructure on irradiation — Induced dimensional changes in annealed oriented pyrocarbons. Rep. NG-2. Gatlinburg, Tennessee, 1973.
2. Simmons J. e.a. 3rd Intern. Conf. on Peaceful Uses of Atomic Energy. Geneva, 1964, p. 163.
3. Simmons J. Proc. 3rd Conf. on Carbon, Oxford, Perg. Press, 1959, p. 559.

Спектры поглощения тонких пленок двуокиси циркония

ШАЛИМОВА Х. В., МАРГУЛОВА Т. Х., МАЛОВА Т. И., МАЛОВ М. М., КЛИМОВА С. М.

УДК 669.296:669.018.8

Сплавы циркония с ниобием являются основным конструкционным материалом активной зоны водоохлаждаемых реакторов. Поэтому разработка методов повышения коррозионной стойкости этих сплавов имеет большое значение. К таким методам относится обработка сплавов водными растворами комплексонов в процессе их термического или радиационно-термического разложения [1].

Для установления влияния комплексона на рост окисной пленки были исследованы спектры поглощения слоев, полученных окислением в воде и растворе комплексона сплава циркония с 1% ниобия, отожженного при температуре 580° С в течение 24 ч. Образцы окислялись в автоклавах из нержавеющей стали в обескислороженной деминерализованной воде и в водном растворе комплексона (трилон Б = 0,5 г/кг) при температуре 120° С (давление 3 кгс/см²) в течение 1,5 ч, затем температура повышалась до 300° С (давление 87 кгс/см²) и окисление продолжалось в течение 2; 5 и 10 ч. Пленки окислов отделялись от металлической подложки путем растворения металла в 10%-ном растворе брома в аммиаке при комнатной температуре [2] и закреплялись на кварцевой пластинке. Оптическое поглощение пленок исследовалось при комнатной температуре на спектрофотометре СФ-8 в диапазоне длин волн 0,2—2,5 мкм [2].

Толщина окисных пленок на сплаве циркония рассчитывалась по интерференционной картине, имеющей место в отражении. Коэффициент преломления принимали равным двум, а сдвигом фаз на границе пренебрегали, так как угол падения луча на образец был близок к нормальному [3, 4]. Расчет показал, что на образцах, окис-

ленных в водном растворе комплексона и в воде при температуре 300° С в течение 2 и 5 ч, образуются пленки толщиной 0,08—0,12 и 0,17—0,21 мкм соответственно.

Спектры поглощения окисных пленок циркония представлены на рисунке. Как оказалось, спектры поглощения для пленок окиси циркония, полученных в воде и в растворе комплексона при длительности обработки 5 ч, одинаковые (кривая 1). Спектр поглощения для пленки, полученной при обработке в водном растворе комплексона в течение 10 ч, соответствует кривой 2. На этом же рисунке дан спектр поглощения пленки окисла, нанесенного на кварцевую подложку методом ионно-плазменного распыления циркония в атмосфере кислорода с аргонем (кривая 3), причем этот спектр полностью соответствует спектру поглощения моноклиновой двуокиси циркония [2]. Ширина запрещенной зоны, определенная по пересечению с осью абсцисс прямой, касательной к кривой поглощения [5], равна 4,99 эв.

В спектре поглощения пленок окиси циркония, полученных в воде и в растворе комплексона (см. рисунок, кривые 1 и 2) наблюдается пять областей: I — от 200 до 225 нм; II — 225—235 нм; III — 235—255 нм; IV — 255—325 нм; V — 325—500 нм. В каждой области имеется точка перегиба; для области I она приходится на 5,82 эв (213 нм), для II — 5,41 эв (229 нм), для III — 4,99 эв (248,4 нм), для IV — 4,46 эв (278 нм) и для V — 3,1 эв (400 нм).

Область поглощения 200—225 нм окисной пленки циркония, полученной в воде и в растворе комплексона, согласуется со спектром поглощения моноклиновой дву-

окси гафния [5]. Этот факт, а также наличие гафния (в количестве 0,03—0,04%) в использованном сплаве циркония дают основание полагать, что эта область поглощения окисных пленок циркония определяется присутствием двуокси гафния, возможно твердого раствора окислов гафния и циркония.

На кривых поглощения окисных пленок циркония, полученных в воде и в растворе комплексона, отчетливо проявляется максимум, который приходится на 229 нм. Такая полоса поглощения характерна для очень тонких пленок двуокси циркония (300 Å), полученных окислением циркония в паре при температуре 500°С и давлении 1 кгс/см² [3]. Авторы указанной работы утверждают, что эта область поглощения определяется нестехиометрической окисью, находящейся в пленке ZrO₂. Однако правильнее это поглощение отнести к кубической двуокси циркония, которая, как известно [6], возникает в сплаве циркония на первых стадиях его окисления.

Область поглощения 235—255 нм пленок окиси циркония, полученных в воде и в растворе комплексона, соответствует длинноволновой области поглощения для слоя, напыленного ионно-плазменным методом (см. рисунок), что дает основание рассматривать эту область как связанную с поглощением моноклинной двуокиси циркония.

Тонкие пленки окиси ниобия, полученные анодированием, характеризуются поглощением в области длин волн менее 350 нм [7]. Исследованные нами образцы сплава циркония содержали 1% ниобия. Поэтому область поглощения 255—325 нм для тонких пленок двуокси циркония, полученных в воде и в растворе комплексона, можно отнести к поглощению окиси ниобия, возможно твердому раствору окислов ниобия и циркония при ширине запрещенной зоны 4,46 эв.

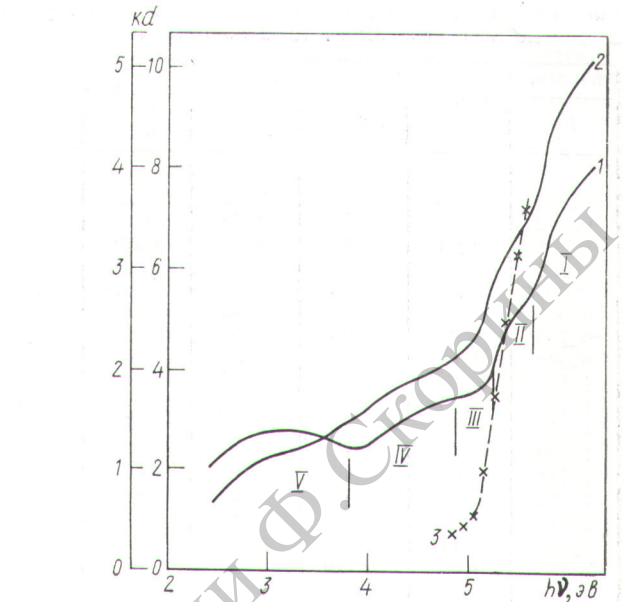
Область поглощения 325—500 нм пленок окиси циркония, полученных в воде и в растворе комплексона, следует отнести к поглощению окисью хрома, так как при исследовании этих пленок на MAP-1 установлено присутствие в них хрома, что связано с использованием автоклава из нержавеющей стали.

Поступило в Редакцию 29/VI 1973 г.
В окончательной редакции 3/II 1974 г.

О перспективах изучения гамма-поля горных пород и почв на поверхности земли с использованием полупроводниковых детекторов

ИОНОВ В. А., КАЗАКОВ Ю. Е., НАЗАРОВ И. М., ПАТРАКЕЕВ С. И., СОРОКИН В. Н., ФРИДМАН Ш. Д.

В настоящей работе рассмотрена возможность полупроводниковой γ -спектрометрии на основании анализа результатов как модельных измерений, имитирующих объемные и пленочные источники, так и натуральных измерений радиоактивности почв [1]. Измерения проводились коаксиальным Ge(Li)-детектором объемом 56 см³, установленным в экране с углом полураствора 70°. Импульсы регистрировались 800-канальным амплитудным анализатором. Энергетическое разрешение детектора при измерении точечным источником, который помещался вплотную к кожуху детектора на расстоянии 100 м от поверхности последнего, на линии 1,33 Мэв ⁶⁰Со составляло 4,8 кэв; отношение фотопика к комптоновскому пику—12.



Спектры поглощения пленок, полученных окислением сплава циркония с 1% ниобия в воде и в растворе комплексона при длительности окисления 5 и 10 ч, а также напыленных ионно-плазменным методом (правая шкала для кривой 3).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маргулова Т. Х., Рябова Л. В., Малова Т. И. «Теплоэнергетика», 1973, № 7, с. 83.
2. Salomon R. e.a. «J. Chem. Phys.», 1960, v. 32, p. 310.
3. Wilkins N. «Corr. Sci.», 1965, v. 5, p. 3.
4. Wilkins N. «Corr. Sci.», 1964, v. 4, p. 17.
5. Bendoraitis J., Salomon R. «J. Phys. Chem.», 1965, v. 69, p. 3666.
6. Саркисов Э. С. и др. «Атомная энергия», 1958, т. 5, с. 550.
7. Graven W. e.a. «J. Chem. Phys.», 1961, v. 33, p. 954.

УДК 550.835

При измерениях γ -поля объемных источников «кажущееся» разрешение детектора несколько ухудшается за счет влияния рассеянного излучения [1].

Для моделирования самолетных γ -спектральных определений объемные и пленочные источники перекрывались алюминиевыми листами толщиной 3,8 и 7,3 г/см², что соответствует высотам самолета $H=30$ и 57 м [2].

В табл. 1 для большой группы монохроматических составляющих уранового семейства, четко проявляющихся на приборных спектрах, для $H=0$ приведены скорости счета в фотопиках n_0^U , а также скорости счета мешающих излучений (подставки) в области фотопиков,