

УДК 534.342.666.1

Использование абсорбционных характеристик кварцевого стекла для дозиметрии гамма-излучения

АБДУКАДЫРОВА И. Х.

Известно, что под воздействием ионизирующего излучения большинство кварцевых стекол окрашивается, в видимой области спектра появляется широкая полоса с максимумом при длине волны $\lambda \sim 540$ нм. Набор различ-

ных пластинок такого стекла авторы подвергли воздействию определенной дозы γ -излучения ^{60}Co и затем регистрировали поглощение при $\lambda = 540$ нм (табл. 1).

Установлено, что стекла КГС и КСП практически не окрашиваются и остаются прозрачными в видимой части спектра. Вероятно, эти марки стекол обладают значительной радиационной устойчивостью благодаря высокой чистоте исходного продукта.

Стекла КВ и КСП характеризуются значительной чувствительностью к γ -излучению и почти линейной зависимостью окрашивания от дозы облучения до 10^6 Гр. Дальнейший рост поглощенной дозы приводит к снижению скорости накопления центра окраски. Наличие значительной примеси натрия и алюминия ($2 \cdot 10^{-3}$ мас.%) в использованных образцах и характер дозных зависимостей, на наш взгляд, подтверждают одну из предложенных ранее моделей центра окраски 540 нм: дырка, захваченная замещающим алюминием, с расположенным рядом щелочным ионом.

Значения устойчивости оптической плотности полосы поглощения, генерированной излучением в образце марки КВ, при различных внешних факторах приведены в табл. 2. Данные табл. 2 свидетельствуют о хорошей воспроизводимости показаний системы при повторных измерениях, отсутствии фединга, температурного и мощностного эффектов в рассматриваемых пределах (относительная погрешность $\sim 3\%$) и о возможности многократного применения одного образца с помощью термического отжига при 720–770 К радиационно-индуцированной окраски.

Аналогичные исследования по снятию дозных зависимостей оптического поглощения марок стекла КИ, КВ, КУ, КГС, КСП, КСП в области наведенной полосы 215 нм, при воздействии γ -излучения, а также изучение остальных рабочих характеристик (влияние мощности дозы, температуры, пост-эффекта, оптической подсветки) позволяют надеяться на возможность разработки дозиметра на основе стекла КИ, КВ, КСП, КУ до 10^6 Гр. При этом выбор рабочей волны 215 нм, как нам представляется, может быть более перспективным ввиду его связи со структурным дефектом (E_1 -центром).

В целях практического использования данной разработки опытные образцы были испытаны на реакторе ВВР-СМ ИЯФ АН УзССР. Пластины стекла КИ и КВ разной толщины ($1 \div 10$) мм размещали в отдельных узлах технологической части первого контура и выдерживали при различных режимах эксплуатации (мощность аппарата варьировали в пределах 5–10 МВт, число циклов 1, 3, 4). Оптическую плотность регистрировали при $\lambda = 215, 540$ нм, затем по калибровочной кривой определяли искомую поглощенную дозу: $4 \cdot 10^4$; $1 \cdot 10^5$; $2 \cdot 10^5$ и $1.2 \cdot 10^5$; $2.4 \cdot 10^5$ Гр по данным глюкозного дозиметра ДОГ-25/200. Таким образом, была оценена возможность практического применения кварцевого стекла для получения дозиметрической информации в необслуживаемом районе реактора, а также при материаловедческих испытаниях радиационных уплотнителей.

На основании изложенного и корреляции показаний двух систем (твердотельной и жидкостной) можно заключить, что рекомендуемая система перспективна для регистрации дозы γ -излучения в диапазоне 10^3 – $7 \cdot 10^5$ Гр. В дальнейшем исследование будет продолжено в целях расширения интервала доз путем применения других марок стекла и пиков поглощения (например 245,300 нм) и уточнения градуировочных кривых, особенно при $\lambda = 215, 245$ в случае смеси реакторных излучений.

Поступило в Редакцию 29.09.80

Таблица 1

Изменение оптического поглощения облученных образцов кварцевого стекла различных марок

Марка стекла	Толщина, мм	Доза облучения, Гр				
		10^3	10^4	10^5	$3 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^7$
КВ	3	0,6	1,0	1,4	1,9	—
КСП	1	0,10	0,24	0,38	0,53	0,54
КГС	2	0,07	0,08	0,08	0,10	0,05
КСП	1	0,07	0,10	0,09	0,10	0,08

Таблица 2

Устойчивость оптической плотности при облучении дозой 10^4 Гр

Номер измерения	Параметр						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1,09	1,10	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98
2	1,10	1,02	0,94	0,96	0,95	0,96	0,99
3	0,94	1,08	1,06	0,95	0,97	0,99	1,00
4	1,06	1,09	1,09	0,94	0,90	1,00	0,97
5	0,99	1,05	0,98	0,93	0,86	0,94	—
Среднее значение	1,06	1,07	1,02	0,96	0,93	0,97	0,99
Погрешность	0,96	0,94	0,98	2,08	2,15	1,03	2,02

Условия эксперимента

Параметр	Номер измерения				
	1	2	3	4	5
1. Пост-эффект	1	2	3	4	5
2. Многократность использования образца	1	2	3	4	5
3. Время хранения, ч	0,5	2	12	24	960
4. Время подсветки, мин	10	15	30	45	60
5. Температура хранения, К	310	450	470	560	630
6. Температура облучения, К	300	340	390	410	440
7. Мощность дозы облучения, Р/с	20	80	1000	4000	