

$$+ 6 \sum_{k=2}^{\infty} (-\beta)^k \frac{k^2 - 3k - 2}{k(k+1)(k+2)(k+3)} \Big]; \quad (9)$$

$$\sigma_s(\beta) = \frac{1}{1+\beta} \left[\frac{2\beta(\beta^2-2)}{3(1+\beta)^2} + \frac{8}{3} - 8 \sum_{k=2}^{\infty} \frac{(-\beta)^k}{(k+2)(k+3)} \right]; \quad (10)$$

$$\sigma_a(\beta) = \frac{1}{1+\beta} \left[\frac{\beta(\beta^2+3\beta+4)}{3(1+\beta)^2} + 2 \sum_{k=2}^{\infty} (-\beta)^k \frac{7k^2-5k-6}{k(k+1)(k+2)(k+3)} \right]. \quad (11)$$

Ряды в выражениях (9), (10), (11) сходятся при $\beta \ll 1$. Вычислительные преимущества разложений (9), (10), (11) по сравнению с (5), (6), (7) проиллюстрируем на примере (9). Ограничиваясь двумя членами ряда в (9), получаем приближенную формулу:

$$\sigma(\beta) \approx \frac{1}{1+\beta} \left(\frac{\beta^2}{1+\beta} + \frac{8}{3} - \frac{1}{5} \beta^2 + \frac{1}{30} \beta^3 \right). \quad (12)$$

Ошибки δ вычисления $\sigma(\beta)$ по формуле (12) приведены в таблице.

Как следует из таблицы, ошибки вычисления σ в области $\beta \leq 1$ невелики и уменьшаются с убыванием

Зависимость точности приближенной формулы (12) от энергии

β	Энергия, кэв	δ , %
0,2	51,1	0,0005
0,4	102,2	0,006
0,6	153,3	0,02
0,8	204,4	0,04
1	255,5	0,05

энергии. Имеет практический смысл последовательное использование формул (1) и (12) при статистическом моделировании «замедления» γ -квантов, что позволит получить экономию машинного времени.

Отметим, что формулой (12) можно пользоваться в более широком интервале энергий. При $\beta > 1$ ряд в (9) является расходящимся, однако частичные суммы ряда могут служить хорошим приближением для вычисления соответствующей функции в определенном интервале изменения β : так, ошибка вычисления σ с помощью (12) при $\beta = 2$ составляет 0,6%; можно рекомендовать применение формулы (12) в области энергий $\beta \leq 2$.

Поступило в Редакцию 18/V 1972 г.

Калориметрическая дозиметрия и методика облучения при исследовании радиационной стойкости нефтяных масел на ускорителе электронов

СТУКИН А. Д., ШОР Г. И.

Исследования проводились на ускорителе электронов, смонтированном на основе рентгеновского аппарата РУП-400-5(РУП-3) [1] с трубкой ВПВ-400. Анодное зеркало трубки было заменено фланцем с диафрагмой из алюминиевой фольги (диаметр 40 мм и толщина ~2 мм), которая обеспечивает выход пучка ускоренных электронов на облучаемый образец. Ускоряющее напряжение регулировалось в пределах 20—400 кВ; максимальный ток выведенного пучка электронов составлял около 500 мкА (при больших токах происходит перфорация фольги).

Пробег электронов малых энергий (0,3—0,4 МэВ) в органических веществах составляет около 1 мм, а толщина слоя облучаемого масла, количество которого должно быть достаточным для проведения последующих анализов, было значительно больше. Кроме того, в поперечном сечении пучка интенсивность электронов резко уменьшается от центра к краям [2], причем форма этого распределения точно не известна. Поэтому для равномерного облучения масла перемешивался весь объем образца.

В процессе интенсивного и равномерного перемешивания существуют благоприятные условия теплопередачи от нагревающегося под действием излучения поверхностного слоя масла всему объему образца. Это обстоятельство позволяет применять для дозиметрии электронного пучка метод адиабатической калори-

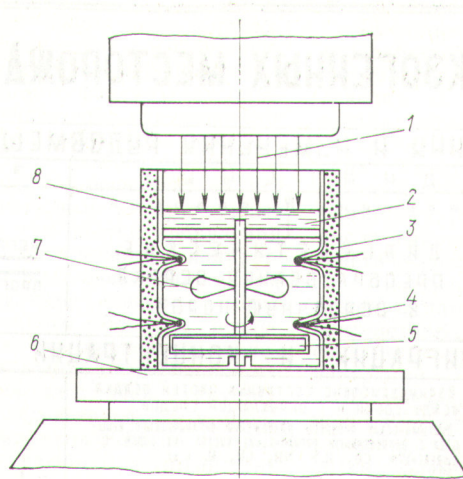
метрии [3] с использованием в качестве датчиков самих облучаемых масел [4].

Дозиметрию и облучение в зависимости от природы исследуемого образца и требуемых условий облучения проводили в кюветах двух типов.

Кювета (рис. 1) представляет собой стеклянный сосуд емкостью около 50 см³, в который заливается облучаемое масло. В сосуде укреплены четырехлопастная мешалка, приводимая в движение вращающимся магнитом (прибор ММ-2), для этого она снабжена запаянным в стекло стальным брусом. На боковой поверхности сосуда имеются углубления для четырех термомпар. При этом верхние и нижние углубления расположены во взаимно перпендикулярных вертикальных плоскостях. Для уменьшения тепловых потерь кювета покрыта слоем асбеста.

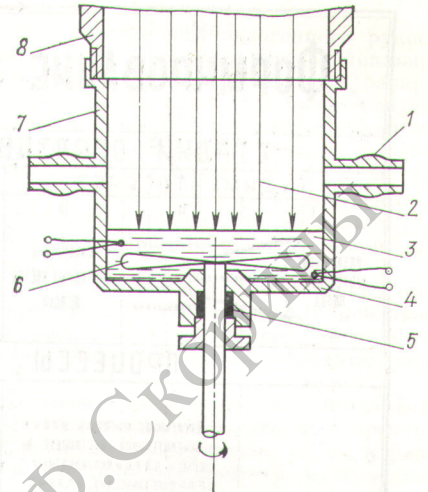
При облучении образцов, имеющих большую вязкость, использовалась кювета (рис. 2) с механическим приводом на мешалку. Кювета представляет собой сосуд из нержавеющей стали диаметром 65 мм и высотой 50 мм; сосуд навинчивается на фланец выходного окошка ускорителя. Через дно сосуда проходит вал, на одном конце которого укреплен многолопастная мешалка, а другой с помощью эбонитовой муфты соединен с валом миниатюрного электромотора РД-09 (~3 оборот/сек). Две термомпары введены в сосуд через герметические уплотнения, электрически изолирующие

УДК 539.12.08:621.384.658



Р и с. 1. Кювета с магнитной мешалкой:

1 — поток электронов; 2 — облучаемый образец; 3 — асбестовая теплоизоляция; 4 — термомпары; 5 — стальной брусок, запаянный в стекло; 6 — магнитная мешалка; 7 — мешалка; 8 — стеклянный сосуд.



Р и с. 2. Кювета с механическим приводом на мешалку:

1 — патрубки; 2 — поток электронов; 3 — облучаемый образец; 4 — термомпары; 5 — сальниковое уплотнение; 6 — мешалка; 7 — сосуд из нержавеющей стали; 8 — фланец выходного окошка ускорителя.

их от стенок сосуда. На боковой поверхности сосуда имеются два патрубка, позволяющие создавать нужную газовую среду, осуществлять эвакуирование воздуха или отбирать газы, выделяющиеся при радиолитизе. Для поддержания в процессе облучения температуры образца на заданном уровне на корпус сосуда надевается рубашка из жести, которая подключается к термостату.

Под действием пучка электронов облучаемое масло нагревается. При этом температура T образца в течение некоторого времени $0 < t \leq \tau$ ($t = 0$ — начало облучения) будет возрастать по линейному закону независимо от температуры окружающей среды. Так как скорость нагрева dT/dt на линейном участке определяется лишь мощностью дозы P и теплоемкостью C облучаемого вещества, то

$$P = C(dT/dt) \quad (1)$$

Скорость повышения температуры образца регистрируется с помощью микроамперметра М95 и термомпар, включенных в компенсационную схему. Мощность дозы рассчитывается по формуле

$$P = C \left(\frac{dT}{dT} \cdot \frac{dI}{dt} \right)_0 \quad (2)$$

Константа $dT/dI = K$ определяется с помощью лабораторного термостата [4]. Значение ее зависит от вида, типа включения и числа использованных термомпар.

Окончательно выражение для расчета мощности поглощенной дозы имеет вид

$$P = 1,5 \cdot 10^3 K C (dI/dt)_0 \text{ Мрад/ч}, \quad (3)$$

где величина K выражена в град/мкА, C — в кал/(г·град) и dI/dt — в мкА/сек.

Поступило в Редакцию 30/1 1973 г

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марголин Д. М., Васильев Л. А. В сб.: Проблемы физической химии. Вып. 3. М., Госхимиздат, 1963, с. 134.
2. Васильев Л. А., Дмитриев Л. А. Там же, с. 140.
3. Фивейский М. Б., Лазуркин Ю. С., Мокульский М. А. «Атомная энергия», 1960, т. 9, с. 321.
4. Заславский Ю. С., Стукин А. Д., Шор Г. И. «Химия и технология топлив и масел», 1964, № 10, с. 44.

О стадийности формирования уранового и редкометалльного оруденения в осадочных породах

ДАНЧЕВ В. И.

Процессы формирования повышенных концентраций урана и ряда других элементов (германий, бериллий, молибден, ванадий, селен, редкие земли и пр.) в экзогенных условиях еще недостаточно изучены, хотя эта проблема имеет большое значение в выявлении закономерностей пространственного размещения весьма

важных в практическом отношении полезных ископаемых.

Различия в миграционной способности урана и сопутствующих ему элементов определяют разнообразие форм их концентраций (сорбционные формы, металлоорганические комплексы, минеральные выделения),

УДК 553.495:553.068