

По результатам исследований можно заключить, что в исследованном диапазоне изменения плотности теплового потока наблюдается монотонный рост теплового потока с увеличением температуры насыщения, который немного замедляется в области больших значений этого параметра. Критерийные уравнения (1), (2) удовлетворительно описывают данные о теплопередаче для областей пузырькового и переходного режимов кипения в шаровой засыпке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пономарев-Степной Н.Н., Кухаркин Н.Е., Хрулев А.А. и др. Перспективы применения микротвэлов в ВВЭР. — Атомная энергия, 1999, т. 86, вып. 6, с. 443—449.
2. Хлопкин Н.С., Двойнишников Е.А., Филиппов Г.А., Богоявленский Р.Г. Перспективы использования микротвэльного топлива для маневренной энергоустановки АТЭС АЭС с водопаровым корпусным ядерным реактором проточного типа. Тезисы Межд. семинара «Малая энергетика. Итоги и перспективы». 10—11 октября 2001 г. М., 2001. 119 с.

Поступило в Редакцию 27.09.02

УДК 539.12.08

ОЦЕНКА ДОЗЫ ПРИРОДНОГО ОБЛУЧЕНИЯ ПРИ РЕТРОСПЕКТИВНОЙ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ ДОЗИМЕТРИИ

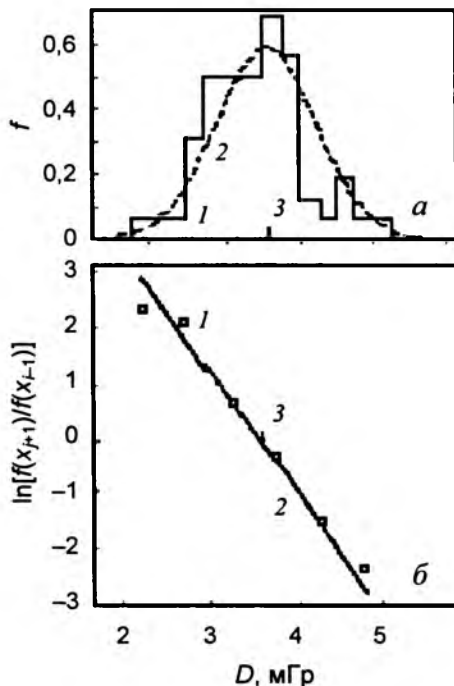
Орлов М.Ю., Степаненко В.Ф. (Мед. радиологический научный центр РАМН),
Хоши М., Такада Дж. (Научно-исследовательский институт ядерной медицины
и биологии Университета г. Хиросимы, Япония)

При разработке и использовании метода ретроспективной люминесцентной дозиметрии для измерения накопленной дозы облучения, например, на территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению после ядерных аварий, одна из проблем связана с определением дозы природного излучения, поглощенной в кристаллах кварца из керамических образцов или кирпичей за период между моментом измерения и последним высокотемпературным отжигом материала. В работах, посвященных ретроспективной люминесцентной дозиметрии, обычно определяется годовая фоновая доза. Как правило, этот период равен нескольким десятилетиям лет и определяется с относительно небольшой погрешностью (несколько процентов) по записанной в каких-либо документах истории здания или по другим источникам. Само по себе фоновое облучение кристаллов кварца обусловлено космическим излучением, β - и γ -излучением природных радионуклидов. Вклад α -излучения исключается при протравливании кристаллов кварца, извлеченных из образцов.

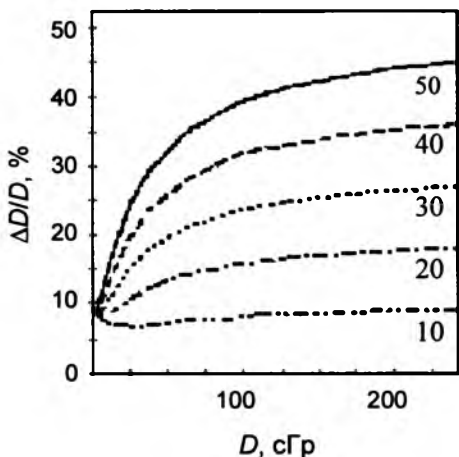
Годовая фоновая доза была оценена в работах [1—9] для образцов, отобранных в разных районах земного шара — шт. Невада, США, Семипалатинская обл., Казахстан, Хиросима и Нагасаки, Япония, Бавария, Германия, Брянская и Челябинская обл., Россия.

Как видно из рис. 1, все значения годовой фоновой дозы, измеренные на удаленных одна от другой территориях, принадлежат одной статистической вы-

Р и с. 1. Статистическое распределение измеренной фоновой годовой дозы, представленное в обычном (а) и специальном масштабе (б): 1 — измеренные значения [1—9]; 2 — нормальное распределение с $D_{cp} = 3,55$ мГр/год и стандартным отклонением 0,67; 3 — среднее значение, равное $3,55 \pm 0,08$ мГр/год ($N = 64$)



борке и их статистическое распределение описывается распределением Гаусса. Таким образом, примерно 70% всех измеренных значений попадают в интервал 2,87—4,23 мГр/год. Если некоторое число этих значений измеряется для образцов, отобранных в одной местности, вероятность обнаружить соответствующее среднее значение $D_{\text{ср}} = 3,55$ мГр/год в интервале $D_{\text{ср}} - 3\sigma_{\text{ср}} - D_{\text{ср}} + 3\sigma_{\text{ср}}$, т.е. в интервале 3,3—3,81 мГр/год примерно равна 99%. Поэтому можно утверждать, что, например, при оценке необходимой точности измерения с помощью метода ретроспективной люминесцентной дозиметрии дозы облучения населения в населенных пунктах в некоторых случаях можно пользоваться годовой фоновой дозой $3,55 \pm 0,25$ мГр/год, не проводя измерений. Это же значение можно использовать при датировке образцов в археологических исследованиях. Например, если использовать измеренную суммарную «археологическую» дозу [7] и полученную в настоящей работе годовую фоновую дозу, возраст исследуемого образца окажется равным 500 ± 50 лет, что удовлетворительно согласуется с результатом, полученным авторами работы [7] и равным 530 ± 29 лет.



Р и с. 2. Зависимость необходимой погрешности измерения суммарной дозы от погрешности $D_{\text{ф}}$ (цифры у кривых — заданная точность определения $D_{\text{ф}}$, %)

Оцененная здесь годовая фоновая доза позволяет также определять погрешность измерения суммарной дозы с помощью ретроспективной люминесцентной дозиметрии ($D_{\text{изм}}$), необходимую для получения значения аварийной дозы облучения ($D_{\text{ав}}$) с заданной точностью. Выражение для полной измеренной дозы имеет вид $D_{\text{изм}} = D_{\text{ав}} + D_{\text{ф}}T$, где T — возраст образца, год; $D_{\text{ф}}$ — годовая фоновая доза, год⁻¹. Для приведенных данных средний возраст $T = 61,3 \pm 3,2$ года. Используя полученное значение годовой фоновой дозы, можно оценить необходимую точность измерения суммарной дозы $D_{\text{изм}}$ для получения заданной погрешности $D_{\text{ав}}$ (рис. 2).

Естественно, что необходимая погрешность измерения должна зависеть от уровня измеряемой дозы и соотношения аварийной и фоновой дозы. Так, при необходимой погрешности точности $D_{\text{ав}}$ 20—30% $D_{\text{изм}}$ должна определяться с точностью 10—15% в диапазоне 15—20 сГр и 17—27% в диапазоне 140—160 сГр. В случаях, когда аварийная доза сравнима с фоновой, годовую фоновую дозу необходимо оценивать с помощью более точных методов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Maruyama T., Kumamoto Y., Noda Yu. Reassessment of gamma-ray doses in Hiroshima and Nagasaki. — J. Radiat. Res., 1988, v. 113, p. 1—14.
2. Hoshi M., Sawada Sh., Ichikawa Y. e.a. Thermoluminescence dosimetry of γ -rays from the Hiroshima atomic bomb at distances 1.91—2.05 km from the hypocenter. — Health Physics, 1989, v. 57, № 6, p. 1003—1008.
3. Haskel E., Bailiff I., Kenner G. e.a. Thermoluminescence measurements of gamma-ray doses attributable to fallout from the Nevada test site using building bricks as natural dosimeters. — Ibid., 1994, v. 66, № 4, p. 380—391.
4. Takada J., Hoshi M., Nagamoto Tsu. e.a. External doses of residents near Semipalatinsk nuclear test site. — J. Radiat. Res., 1999, v. 40, p. 337—344.
5. Bugrov N., Goksu H., Haskell E. e.a. Issues in the reconstruction of environmental doses on the basis of thermoluminescence measurements in the Techa riverside. — Health Phys., 1998, v. 75, № 6, p. 574—583.
6. Ichikawa Y., Nagamoto Tsu., Hoshi M., Kondo S. Thermoluminescence dosimetry of γ -rays from the Hiroshima atomic bomb at distances 1.27—1.46 km from the hypocenter. — Ibid., 1987, v. 52, № 4, p. 443—451.
7. Goksu H., Schwenk P. Thermoluminescence dating of terrazzo from monastery church of Tegernsee (Bavaria, Germany) using 210 °C TL-peak of quartz. — Radiat. Environ. Biophys., 1999, v. 39, p. 301—308.

8. Goksu H. Luminescence methods in retrospective dosimetry using porcelain. Effects of low-level radiation for residents near Semipalatinsk nuclear test site. — In: Proc. of the Second Hiroshima Intern. Symp., 1996, p. 251—260. Research Institute for Radiation Biology and Medicine, Hiroshima University, Hiroshima.
9. Dose reconstruction for populations in areas contaminated by Chernobyl fallout. IC15-CT96-0315 Final Report to European Commission. Eds. I. Bailiff, V.F. Stepanenko. Durham, UK: Environmental Research Center, University of Durham, 2001. p. 213.

Поступило в Редакцию 6.11.02

Рефераты статей

Продолжение. Начало см. на с. 406

УДК 543.544:546.718

Медведева И.Б., Кузнецова Н.А., Ровный С.И. Сорбция Тс(VII) волокнистыми сорбентами. — Атомная энергия, 2003, т. 94, вып. 5, с. 367—374.

Установлена возможность извлечения технеция из кислых сред волокнистым комплексобразующим сорбентом ПОЛИОРГС 35, содержащим гидразидиновые группы, и из нейтральных и азотно-кислых растворов сложного солевого состава (при концентрации нитрат-иона не более 10 г/л) сильноосновным анионом ПОЛИОРГС АВ-17 с четвертичными аммониевыми основаниями. Изучено влияние pH растворов на сорбцию технеция, показана зависимость сорбции от природы и концентрации солевого фона растворов, исследованы кинетика и механизм сорбции технеция волокнистыми сорбентами, возможность их десорбции и повторного использования в циклах сорбции-десорбции. Показана перспективность использования волокнистых сорбентов ПОЛИОРГС 35 и ПОЛИОРГС АВ-17 для извлечения технеция из высокоминерализованных вод (соле содержанием до 20 г/л). Рис. 5, табл. 4, список лит. 11 назв.

УДК 621.039.58.68+621.039.75.16

Косарева И.М., Савушкина М.К., Волин Ю.М., Кабакчи С.А., Ковалевич О.М., Ахунов В.Д., Борзунов А.И., Дьяков С.В., Короткевич В.М., Кудрявцев Е.Г., Лебедев В.А. Обоснование радиохимических характеристик жидких радиоактивных отходов, определяющих безопасный режим эксплуатации глубинных хранилищ. — Атомная энергия, 2003, т. 94, вып. 5, с. 374—383.

Обоснован качественный и количественный радиохимический состав жидких отходов, обеспечивающий продолжение безопасной эксплуатации глубинных хранилищ Горно-химического и Сибирского химического комбинатов. В ка-

честве критериев оценки, выполнение которых гарантирует локализацию отходов в отведенных границах пласта-хранилища, выбраны токсичность и температура в пласте с удаленными отходами. Сделан вывод, что нормативное ограничение должно накладываться на удельную активность долгоживущей группы радионуклидов — ^{90}Sr , ^{137}Cs , а не на суммарную удельную активность отходов, удаляемых в глубинное хранилище. При ограничении удельной активности ^{90}Sr , ^{137}Cs 37 ГБк/дм³ и общей удельной активности не более 185 ГБк/дм³ захороненных отходов радионуклидного состава, характерного для современного радиохимического производства, невозможно протекание в пласте-хранилище потенциально опасных радиационно- и термохимических процессов. Рекомендованное ограничение позволяет значительно сократить объем захораниваемых отходов, и следовательно, область их распространения в глубинном хранилище. Рис. 2, табл. 5, список лит. 14 назв.

УДК 621.039.31

Токиманцев В.И. Ограничения модели центробежного разделения бинарной смеси изотопов, основанной на приближенном разложении Гельмгольца. — Атомная энергия, 2003, т. 94, вып. 5, с. 383—391.

Критически проанализирован вариант метода усреднения по радиусу, основанный на приближенном разложении Гельмгольца. Показано, что в данном подходе предполагается радиальная однородность транзитных потоков, не учитываются вихревые течения, связанные с питанием, и радиальный конвективный перенос изотопа, при усреднении по радиусу полностью пренебрегают радиальным различием концентрации. В результате рассматриваемая модель неявно предполагает малость потока питания по сравнению с потоком циркуляции, не выходит за рамки точности классического метода усреднения по радиусу, и обе теории в области своего применения приводят к одинаковым количественным результатам. Рис. 1, список лит. 9 назв.