К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ АБСОРБИРОВАННОЙ ФАЗЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ И СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ НА РАДИАЦИОННУЮ ОБСТАНОВКУ В ПОМЕЩЕНИЯХ

Dr. A.L. Kononovitch
Biophysics Institute
USSR Health Ministry

Moscow, USSR

ABSTRACT

This report gives a method for accounting dependence of radioactive contamination hazard on the function type of its distribution in the depth of material. The method is based on describing time dependence of distribution functions by Green's operators. The proposed procedure is simple enough and can be used by the personnel of dosimetric service which has not special mathematical training.

В ряде случаев основным фактором, определяющим опасность, которую представляют поверхности защитных покрытий и средств индивидуальной защиты, загрязненные радиоактивными веществами, является поступление этих веществ в воздух помещения. С этой точки зрения загрязнение, продиффундировавшее в глубь материалов, может считаться фиксированным. Но стечением времени, выделяясь на поверхности оно создает опасность рецидива загрязнения. Вероятность перехода абсорбированного вещества в адсорбированное состояние существенно зависит от того, как это вещество распределено в объеме покрытия. В данной работе предлагается способ количественного определения зависимости степени опасности абсорбированного загрязнения от вида функции его распределения по глубине материала.

Эта задача представляет особый интерес при работе с некоторыми альфа-излучателями. С аналогичными вопросами приходится встречаться, когда имеют дело с нерадиоактивными токсичными веществами, об-

ладающими высокой проницаемостью. Следует отметить, что функция распределения альфа-активных излучателей по глубине загрязненного объекта может быть измерена по спектру альфа-излучения у поверхности, причем исследуемая загрязненная поверхность не подвергается какой-либо специальной обработке и в процессе измерения не разрушается[1;2].

В данной работе использованы следующие определения. Под поверхностью понимается часть материала, доступная непосредственному воздействию моющих средств или контакту с воздухом помещения.

Считается, что токсичное вещество, сосредоточенное на поверхности или перешедшее с нее в воздух помещения, находится в опасном состоянии или опасной фазе. Токсичное вещество, недоступное непосредственному контакту с внешней средой, мы будем называть квазификсированным загрязнением.

Для оценки степени опасности требуется по заданному распределению квазификсированного вещества определить вероятность рецидива в течение времени t. В связи с прикладным характером задачи в данной работе использован приближенный полуэмпирический способ описания процесса, позволяющий на конечном этапе избежать громоздких вычислений.

Обозначим распределение квазификсированного загрязнения в начальный момент времени через $\rho_0(x)$, где x - пространственная координата, направленная вглубь загрязненного объекта. Пусть процессы массопереноса и обмена веществом между опасным и квазификсированным состоянием являются линейными. В этом случае зависимость функции распределения абсорбированного вещества от времени может быть представлена как результат действия оператора Грина на первоначальную функцию распределения.

Практически в результате измерения функция $\rho_0(x)$ получается в форме набора дискретных чисел, определяющих количество активного

активного вещества, сосредоточенное в различных слоях материала. Поэтому операторы записываются в матричной форме.

$$[\rho(t)] = [G] \times [\rho_0] \qquad (I)$$

Необходимо подчеркнуть, что матрица $[G]$ может быть получена непосредственным измерением или полуэмпирическим путем. В реальных условиях невозможно учесть все факторы, влияющие на перераспределение вещества в объеме материала и выделение его во внешнюю среду. Поэтому для оценки степени опасности используется оператор $[G]$, который описывает не реальное развитие абсорбированной фазы, а некоторый фиктивный критический процесс, а именно, при его построении полагают, что все неопределенные составляющие процесса протекают таким образом, что они максимально способствуют выделению вещества в опасную фазу. Аналогичным приемом можно учесть также и нелинейные процессы.

Количество токсичного вещества, перешедшего в опасное состояние, определяется разностью поверхностных плотностей квазификсированного загрязнения в начальный и заданный моменты времени. Оно находится суммированием всех компонент вектора $[\rho]$ (см. выражение (I) . Изменив порядок суммирования, результат можно представить в виде произведения двух векторов.

Окончательно: Если в начальный момент времени $t = 0$, в материале имеется квазификсированное вещество, распределенное по закону $[\rho_0]$, к моменту t в опасное состояние перейдет не более чем

$$Q = [R_{ec}(t)] \times [\rho_0] \qquad (2)$$

$$[R_{ec}(t)] = [1] - [N(t)],$$

где:

$$N_k(t) = \sum_i G_{ik}$$

$[I]$ - вектор, все компоненты которого равны I.

Следует подчеркнуть, что при умножении вектора начального распределения на вектор $[R_{ec}(t)]$ как правило требуется выполнить 5÷6 (не более I0) операций арифметического умножения с последующим

сложением результатов.

Необходимые значения $[R_{ec}(t)]$ получают заранее при изучении материала в лаборатории.

В качестве примера рассмотрим зависимость степени опасности, которую представляет токсичное загрязнение, от вида функции его распределения по глубине материала при условии, что процесс массопереноса в объеме материала подчиняется закону Фика, причем поток на поверхности стремится к бесконечности.

На рис.I показаны три графика функций распределения одного и того же количества токсичного вещества по глубине материала. Там же приведены величины, пропорциональные максимально возможной скорости перехода вещества в опасную фазу при соответствующем начальном распределении. Хорошо видно, что степень опасности, которую представляет токсичное вещество, существенно зависит от его распределения по глубине материала. В этой связи можно несколько уточнить формулировку задачи дезактивации по отношению к квазификсированному загрязнению. А именно, вместо удаления токсичного вещества, что как правило практически невозможно, достаточно изменить функцию распределения так, чтобы уменьшить вероятность перехода загрязнения в опасную фазу.

В качестве примера рассмотрим дезактивацию загрязненного материала, процесс переноса в котором подчиняется закону Фика. На рис. 2 показаны графики функций распределения токсичного вещества по глубине материала, получающихся при непрерывной длительной обработке сильным моющим средством. Зависимости получены расчетным путем. На том же рисунке дана таблица, в которой приведены полное количество загрязняющего вещества (столбец Q), оставшееся в материале к моменту времени t, величина, пропорциональная максимальной скорости перехода вещества в опасную фазу (столбец $\pi \frac{Q'}{Q_0}$). Видно, что в период времени от $t = 0{,}01$ до $t = 0{,}4$ степень опасно-

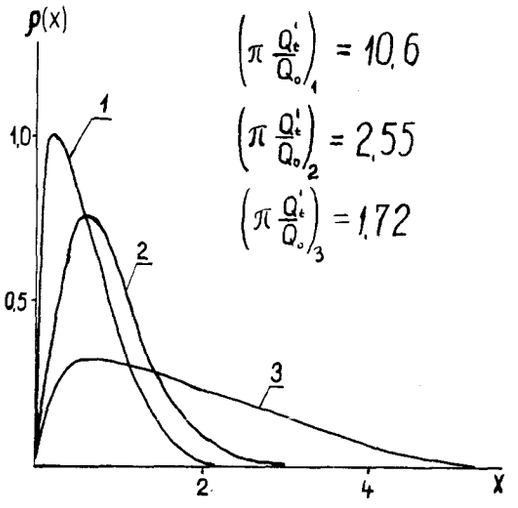
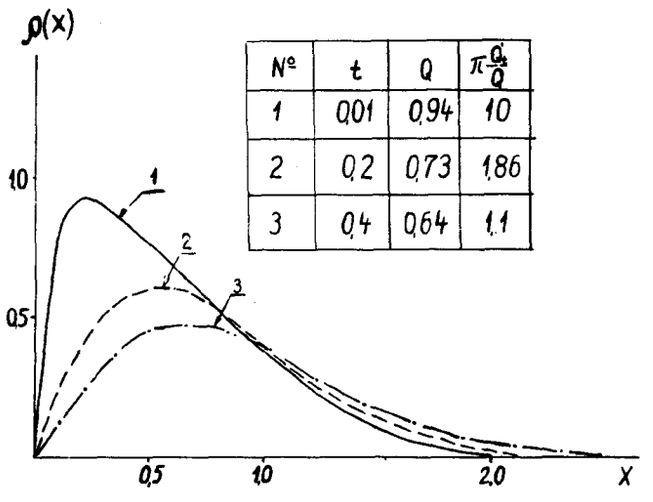


Рис. I. Зависимость степени опасности загрязнения от функции распределения вещества по глубине материала.
По оси абсцисс - глубина материала; по оси ординат - - плотность радиоактивного вещества.
Величина ($\pi \frac{Q_t'}{Q_0}$) - степень опасности для распределений вида I, 2 и 3.



№	t	Q	$\pi \frac{Q_t'}{Q}$
1	0,01	0,94	10
2	0,2	0,73	1,86
3	0,4	0,64	1,1

Рис.2. Изменение степени опасности загрязнения при дезактивации.
По оси абсцисс - глубина материала.
По оси ординат - плотность радиоактивного вещества.
Пояснения даны в тексте.

сти убывает в 9,I раза, и при этом удаляется только 30% загрязнения.

Применение формализма операторов Грина часто облегчает вычисление приближенных матриц $[G]$, а также упрощает синтез данных, если известны отдельные составляющие процесса. Например, при изучении эрозии материала в результате его истирания трудно провести эксперимент, учитывающий одновременно диффузию в объеме материала и разрушение его поверхности. Поэтому соответствующие данные удобнее получить в независимых опытах. Результирующая матрица Грина может быть найдена методом теории возмущения как оператор Грина для уравнения

$$\rho_t = H[\rho] - V\frac{\partial \rho}{\partial x},$$

где: H - оператор, учитывающий процесс массопереноса внутри материала. Как указывалось, его функция Грина предполагается известной;

V - скорость разрушения поверхности.

Получение конкретных алгебраических выражений выходит за рамки данного доклада.

В результате анализа при помощи таблиц $[R_{ec}(t)]$ можно количественно определить степень фиксации радиоактивного загрязнения поверхности, т.е. измерить, какая часть токсичного вещества представляет реальную опасность.

ЛИТЕРАТУРА

I. Sittkus A, Backheur K., Staub., 23. No 9, 419 (1963).

2. Кононович А.Л.,Боголапов Н.В.,Клочков В.Н.,Константинов И.Е. "Атомная энергия", т.33,вып.5 (I972).