

$$a = \sqrt{\frac{6\pi D l}{V_0}} \quad (l - \text{длина цилиндра});$$

$$x_0 = \frac{N_0 \nu \tau}{1 + \frac{2\alpha N_0}{V_0 a^2} \left[\ln \left(1 + \frac{4}{3} a + \frac{1}{2} a^2 \right)^{1/2} + \frac{1}{1 + \frac{4}{3} a + \frac{1}{2} a^2} - 1 \right]};$$

2) для сферических ячеек:

$$y_0 = \left[\frac{N_0 \nu}{\frac{1}{a} + \frac{1}{V_0} \left(\frac{k}{1+bk} \right)^2} \right]^{1/2},$$

где k определяется из уравнения

$$\frac{1}{V k^2} = V \sqrt{V_0} + 1,82 V \sqrt{V D_1 k},$$

$$b = \frac{1,82 V D_1}{V \sqrt{V_0}}, \quad D_1 = \frac{3}{2} \pi D;$$

$$x_0 = \frac{N_0 \nu \tau}{1 + \frac{\alpha}{V_0} \left(\frac{k_1}{1+bk_1} \right)^2},$$

где $k_1 = \frac{V \sqrt{1+A} - 1}{b},$

$$A = 2bk + \frac{3}{2} b^2 k^2 + \frac{2}{5} b^3 k^3.$$

x_0 определено приближенно по среднему объему ячейки за время ее существования. Точность опреде-

ления концентраций x_0 и y_0 зависит от точности исходных данных. Полученные соотношения при прочих равных условиях позволяют охарактеризовать распределение ионов в облученной среде точнее, чем расчеты, проведенные на основе модели Маги [3].

Модель Маги применима только к цилиндрическим ячейкам, а лежащее в ее основе предположение о характере изменения объема ячейки не совсем строго соответствует теории диффузии.

Из полученных соотношений непосредственно следует, что относительная концентрация ионов фона растет с увеличением начального объема ячейки и интенсивности излучения. Это объясняет некоторые закономерности жидкостных ионизационных камер. Соотношения для определения концентраций x_0 и y_0 могут быть использованы при изучении радиационно-химических реакций и действия излучений на организм.

Поступило в Редакцию 12/I 1959 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. G. Jaffe. Ann. Physik, 42, 303 (1912).
2. D. Lea. Proc. Cambridge Philos. Soc., 30, 80 (1934).
3. Д. Л. Маги. Теория радиационной химии. Влияние плотности ионизации. Сб. «Радиационная химия». Изд-во иностр. лит., 1953, стр. 5.

Радиоактивность аэрозолей в здании синхроциклотрона Объединенного института ядерных исследований

В. П. Афанасьев

В работе [1] было показано, что воздух вблизи работающего синхроциклотрона ОИЯИ становится активным, причем активность наблюдается в течение нескольких минут после выключения ускорителя. Естественно предположить, что взвешенные в воздухе аэрозоли активируются пучком частиц высоких энергий. Настоящая работа была поставлена с целью выяснить степень радиационной опасности активных аэрозолей и по возможности изучить их изотопный состав.

Для отбора проб аэрозолей использовалась установка, состоящая из пылесоса, фильтра и счетчика, измерявшего объем проходившего через фильтр воздуха. Аналитический фильтр, помещенный на входе счетчика, представлял собой круг диаметром 28 мм, к которому с двух сторон приклеивались резиновые кольца для создания вакуумного уплотнения. Воздух начинали прокачивать либо сразу, либо через несколько часов после выключения ускорителя. Пробы аэрозолей отбирались в наиболее опасных местах. Активность фильтра измерялась через 2–5 мин после окончания прокачивания воздуха. Бета-излучение регистрировалось торцовым гейгеровским счетчиком со слюдяным окном

толщиной $\sim 5 \text{ мг/см}^2$. Толщина фильтра (без учета его марлевой основы) равна 3 мг/см^2 , расстояние от фильтра до чувствительного объема счетчика 15 мм. Значение относительного телесного угла ω при этом равно 0,06 [2].

Для определения доли аэрозолей r , не задерживаемых фильтром, проводились специальные измерения с двумя фильтрами, помещенными один над другим на входе счетчика. Обнаружено, что доля аэрозолей, не задерживаемых фильтром, составляет только 10%.

Определялся также максимальный коэффициент S самопоглощения β -частиц в фильтре. Для β -частиц, излучаемых аэрозолями, отобранными в помещении ускорителя, коэффициент самопоглощения S равен 0,98; для β -частиц аэрозолей, отобранных на открытом воздухе, — 0,85. Коэффициенты поглощения в слое воздуха K_1 и в окне счетчика K_2 соответственно равны 0,91 и 0,75.

В помещении ускорителя было взято 14 проб аэрозолей. Одновременно брались пробы вне помещения. Величина активности в помещении синхроциклотрона равна в среднем $84 \text{ имп/мин} \cdot \text{м}^2$, на открытом воздухе — $25 \text{ имп/мин} \cdot \text{м}^2$. Таким образом,

величина активности, обусловленная работой ускорителя, составляет в среднем $59 \text{ имп/мин} \cdot \text{м}^3$. Были измерены также периоды полураспада и оценена энергия β -частиц по поглощению в алюминии. Период полураспада и энергия естественных аэрозолей (пробы, взятые вне помещения ускорителя) оказались равными: $T=30 \text{ мин} \pm 50\%$ и $E_{\beta}=0,65 \text{ Мэв} \pm 40\%$ соответственно. Измерения констант радиоактивного распада аэрозолей, отобранных в помещении синхроциклотрона, дали следующие результаты: $T=14 \text{ ч} \pm 20\%$ и $E_{\beta}=1,25 \text{ Мэв} \pm 40\%$. Естественная радиоактивность аэрозоли обусловлена одним из продуктов распада радона, а именно $\text{Pb}^{214} (\text{RaB})$ [3].

На основании измерения констант излучения долгоживущих аэрозолей, обнаруженных в здании синхроциклотрона, а также исходя из состава веществ, расположенных вблизи ускорителя (массивная бетонная защита) и подвергающихся облучению частицами высоких энергий, можно предположить, что активность аэрозолей в помещении ускорителя обусловлена в основном изотопом Na^{24} .

Концентрация Na^{24} в воздухе рассчитывалась с помощью соотношения

$$C_{\text{Na}^{24}} = \frac{N}{3,7 \cdot 10^{10} 60 \omega \cdot S K r \cdot 10^3} \text{ кюри/л},$$

где N —число импульсов в 1 мин на 1 м^3 прокачанного воздуха; $3,7 \cdot 10^{10}$ —коэффициент перехода к единицам кюри; 10^3 —коэффициент перехода от кубических метров к литрам. Значения всех остальных поправочных коэффициентов приведены выше.

В расчетную формулу для общего случая должен входить поправочный множитель, учитывающий распад аэрозолей на фильтре за время прокачки. Однако в данной работе такой множитель не вводился по двум причинам: время прокачки было мало по сравнению с периодом полураспада Na^{24} , прокачка в помещении ускорителя и на открытом воздухе производилась в течение равного количества времени.

Подставляя в формулу численные значения, получим $C_{\text{Na}^{24}}=(5 \cdot 10^{-13} \pm 50\%) \text{ кюри/л}$, что составляет 0,001 предельно допустимой концентрации Na^{24} в воздухе.

Оценим концентрацию Pb^{214} в воздухе вне здания синхроциклотрона. Подставляя в приведенную формулу величины для этого случая, получим $C_{\text{Pb}^{214}}=10^{-13} \text{ кюри/л}$. Такое значение концентрации $\text{Pb}^{214} (\text{RaB})$ согласуется с данными, полученными в работе [4].

Выводы

Обнаружено, что в помещении синхроциклотрона при его работе образуются радиоактивные аэрозоли.

Предполагается, что активность аэрозолей в помещении ускорителя обусловлена изотопом Na^{24} . Концентрация Na^{24} равна $(5 \cdot 10^{-13} \pm 50\%) \text{ кюри/л}$, что составляет 0,001 предельно допустимой концентрации. Концентрация естественной активной аэрозоли $\text{Pb}^{214} (\text{RaB})$ в атмосферном воздухе равна 10^{-13} кюри/л .

В заключение автор благодарит М. М. Комочкова и В. Н. Мехедова за критические замечания и помощь при выполнении настоящей работы.

Поступило в Редакцию 10/I 1959 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. М. Комочков, В. Н. Мехедов. Атомная энергия, 4, № 5, 471 (1958).
2. Н. Г. Гусев. Справочник по радиоактивным излучениям. Медгиз, 1955.
3. В. И. Баранов. Радиометрия. Изд-во АН СССР, 1955.
4. С. Жэ х. Чехосл. физ. ж., 7, № 34, 33 (1957).

