

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ α -АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ НА ПОВЕРХНОСТИ

Хорохорин Д.М.¹, Еремеев Р.С.¹, Балачков М.М.²

Научный руководитель: Хан В.А.², д.т.н.

¹ФЯО ФГУП «Горно-химический комбинат» 662970, г. Железногорск, ул. Ленина 53,
e-mail: atomlink@mcc.krasnoyarsk.su

²Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина,30
E-mail: dmh1@tpu.ru

Известно, что пробег в воздухе β -частиц, испускаемых радионуклидом ^{90}Sr ($E=545$ кэВ) составляет около 1,2 м. Поэтому зарегистрировать ^{90}Sr на стационарном турникете относительно легко - детекторы не требуют близкого расположения к контролируемой поверхности. Ниже приведен вид стационарной автоматизированной установки контроля загрязнения человека, выполненной в виде стойки с блоками детектирования β -частиц на контролируемых участках тела.



С радионуклидами, излучающими преимущественно α -частицы, например ^{239}Pu и ^{241}Am , дело обстоит иначе. Пробег α -частицы (при $E=4$ МэВ) в воздухе составляет около 2,5 см, что требует очень близкого расположения детектора к измеряемой поверхности. Также следует учитывать, что у существующих сцинтилляционных детекторов α -частиц примерно половина α -частиц не долетает до сцинтиллятора, т.к. поглощаются в пленке, препятствующей попаданию света на сцинтиллятор и ФЭУ. Это требует увеличения времени экспонирования для набора достаточной статистики. В результате создание установки автоматического контроля загрязнения кожи человека радионуклидом ^{239}Pu затруднено.

Распад ^{239}Pu происходит по двум направлениям: α -распад и спонтанное деление (вероятность спонтанного деление $3,1 \cdot 10^{-10}$ %). При α -распаде образуется ^{235}U . Энергия испускаемых α -частиц и их вероятности приведены в таблице.

E, МэВ	5,105	5,144	5,156
вероятность, %	11,94	17,11	70,77

Длина пробега α -частиц в воздухе при 760 мм рт.ст. и температуре 15°C зависит от энергии α -частиц и определяется по формуле: $R_v = 0,316 \cdot E_a^{3/2}$. Таким образом, оценка длины пробега дает величину R_v (5,1 МэВ) = $0,316 \cdot 5,1^{3/2} = 3,63$ см.

Величину пробега α -частицы в веществе можно определить, если известен пробег в воздухе:

$$R = R_0 \frac{\rho_0}{\rho} \sqrt{\frac{A}{A_0}},$$

где R – пробег α -частицы в веществе; R_0 - пробег α -частицы в воздухе; ρ , A – плотность и атомный вес вещества; для воздуха $\rho_0 = 1,29$ г/л и $A_0 = 14,4$.

Известно, что пробег α -частицы максимален в газах, у которых минимальна плотность и максимальна атомная масса. Например, пробег α -частиц в водороде и гелии равен 13,7 см и 9,8 см соответственно.

Для создания стационарной установки для контроля загрязненности кожи человека α -активными радионуклидами предлагается отказаться от защитной пленки сцинтиллятора и ФЭУ в стандартном детекторе. Также необходимо использовать газовую среду, в которой пробег α -частицы значительно больше. Это позволит увеличить расстояние между детектором и контролируемой поверхностью. Поэтому возможно создание автоматизированной системы контроля загрязнения кожи человека α -излучающими нуклидами. При этом возникает задача герметизации замкнутого объема с гелием от атмосферы при контроле уровня загрязнения поверхности руки. Пути решения этой задачи обсуждаются в докладе.