

ЛИТЕРАТУРА

1. G. Nicholls, G. Voss. Proc. of First. Nation. Part. Acc. Conf. Nucl. Sci. NS-12, No. 3, 836 (1965).
 2. U. Timm. Vorbundelung des DESY-Injektorsauf 500 Mnz. DESY-Notiz A.2.91, Hamburg, 1962.

3. H. Kumpfert. Jahresbericht 1968. Interner Bericht DESY, S1-69/3.
 4. С. К. Есин, М. Л. Петросян. «Изв. АН АрмССР. Физика», 3, 311 (1968).
 5. С. К. Есин, Г. Г. Матевосян, М. Л. Петросян. Труды Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц (октябрь 1968 г.). М., ВИНТИ, 1970, стр. 477.

Пространственное распределение интенсивности процесса ионизации вблизи плоской радиоактивной поверхности конечных размеров

А. С. РОЗЕНКРАНЦ, И. Е. ШИШКОВА

УДК 621.317.7

Пространственное распределение интенсивности процесса ионизации оказывает существенное влияние на вольт-амперные зависимости и электрическое поле вблизи радиоизотопного нейтронизатора статического электричества. Однако в литературе [1] приводятся результаты расчета пространственного распределения интенсивности ионизации только вблизи плоской неограниченной излучающей поверхности. Поскольку активный слой нейтронизатора имеет конечные размеры, представляет интерес учитывать это при расчете пространственного распределения интенсивности ионизации.

Как указывалось ранее [1], учет влияния края активного слоя осуществляется введением в подынтегральное выражение функции (15) (см. работу [1]) коэффициента $K(r)$, зависящего от формы активной поверхности. В соответствии с этим выражение (15) принимает вид

$$N_i = \frac{\tau}{2l_m d_a^*} \int_0^m \frac{\Delta N_\alpha r \cos \alpha K(r)}{r^2 + x^2} dr. \quad (1)$$

Здесь N_i — интенсивность процесса ионизации; τ — число α -частиц, возникающих в активном слое под единицей его поверхности за единицу времени; l_m — полная длина пробега в воздухе α -частиц, испускаемых

данным изотопом; d_a^* — относительная толщина активного слоя; x — кратчайшее расстояние от точки наблюдения до поверхности нейтронизатора; α — угол между траекторией частицы и нормалью к поверхности; r — радиус элементарной площадки, облучающей точку наблюдения; $\Delta N_\alpha = N_\alpha(x'_{\text{макс}}) - N_\alpha(x'_{\text{мин}})$, где x' — расстояние, оставшееся до конца пробега частицы; N_α — полное число ионизаций, совершаемых частицей на пути x' .

Рассмотрим определение функции $K(r)$ для ограниченной плоской поверхности. В этом случае при вычислении N_i по выражению (1) излучающий слой разбивают на кольцевые элементарные площадки, каждая из которых создает в точке наблюдения ионизацию dN_i . Такая площадка показана на рис. 1. Ее центр смещен на расстояние y от средней линии слоя, а радиус r значительно превышает половину b продольного размера слоя (продольным назовем размер покрытия $2b$ вдоль направления движения технологического материала).

Коэффициент $K(r)$ численно равен той части всей элементарной кольцевой площадки, которая лежит в пределах активной поверхности и облучает точку наблюдения. Поэтому он может быть определен как отношение суммы дуг окружности радиуса r , лежащих в пределах активной поверхности, ко всей длине этой окружности. Если заменить отношение дуг окружности отношением соответствующих им центральных углов, получим выражение

$$K(r) = \frac{2\pi - Q_1 - Q_2}{2\pi}, \quad (2)$$

где

$$Q_1 = 2 \arctg \frac{\sqrt{r^2 - (b-y)^2}}{b-y} \quad (\text{см. рис. 1, а, } \triangle OAB), \quad (3)$$

$$Q_2 = 2 \arctg \frac{\sqrt{r^2 - (b+y)^2}}{b+y} \quad (\text{см. там же, } \triangle OCD). \quad (4)$$

В тех случаях, когда $r < b + y$, угол Q_2 принимается равным нулю.

Следует отметить, что выражение (2) справедливо только тогда, когда центр элементарной кольцевой площадки лежит в пределах активного слоя, т. е. $y < b$. Если же точка наблюдения проектируется на поверх

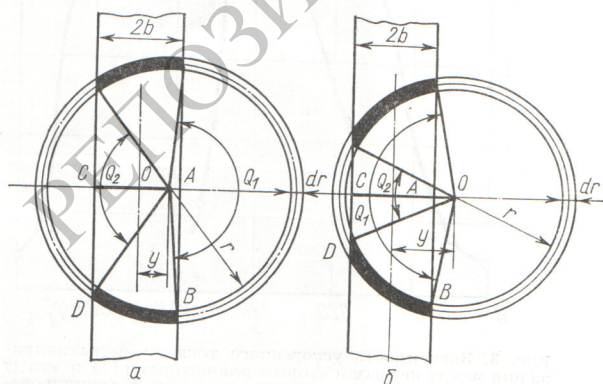


Рис. 1. К определению коэффициента $K(r)$

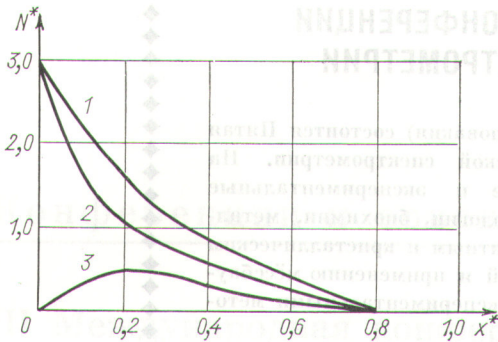


Рис. 2. Распределение относительной интенсивности ионизации вблизи радиоизотопного нейтрализатора статического электричества на разных расстояниях от его средней линии:

1 — $y^* = 0$ ($y^* = y/l_m$); 2 — $y^* = 0,34$; 3 — $y^* = 0,475$.

ность, не занятую излучающим слоем, или же на его край ($y \geq b$), то в пределах активного слоя оказывается часть кольцевой площадки, которая равна или меньше его половины (см. рис. 1, б). С учетом этого для $y \geq b$ получаем:

$$K(r) = \frac{Q_1 - Q_2}{2\pi} \quad (5)$$

(при $y = b$ $Q_1 = \pi$). Кроме того, надо иметь в виду, что при $r < (b - y)$ (вся элементарная площадка находится в пределах активного слоя) $K(r) = 1$, а при $r < (y - b)$ (вся площадка вне ионизирующего покрытия) $K(r) = 0$. Эти условия учтены алгоритмом расчета на ЦВМ.

Для выяснения влияния ограниченности активного слоя на пространственное распределение интенсивности ионизации вблизи плоской поверхности был проведен расчет распределения $N' = f(x^*)$ для различных расстояний от средней линии радиоактивного покрытия и за его пределами (переход к относительным единицам осуществлен аналогично описанному ранее [1]).

На рис. 2 представлены кривые $N^* = f(x^*)$ вблизи плоской поверхности, покрытой слоем Pu^{239} ($d_a^* = 0,3$; $d_{II}^* = 0,1$; $b = 0,34 l_m$). Из этих кривых следует, что интенсивность процесса ионизации вблизи плоской радиоактивной поверхности конечных размеров является функцией двух переменных (x^* , y^*), поэтому результаты расчета удобно представить в виде семейства линий равной интенсивности ионизации в системе координат x^* , y^* (рис. 3).

Семейство таких характеристик для слоя заданных параметров (материал радиоактивного покрытия, d_a^* , d_{II}^* , b) позволяет:

1. Определить форму и максимальную протяженность области активной ионизации в двух направлениях (по рис. 3, $x_m^* = 0,9$ при $y^* = 0$; $y_m = 1,06$ при $x^* = 0,395$);

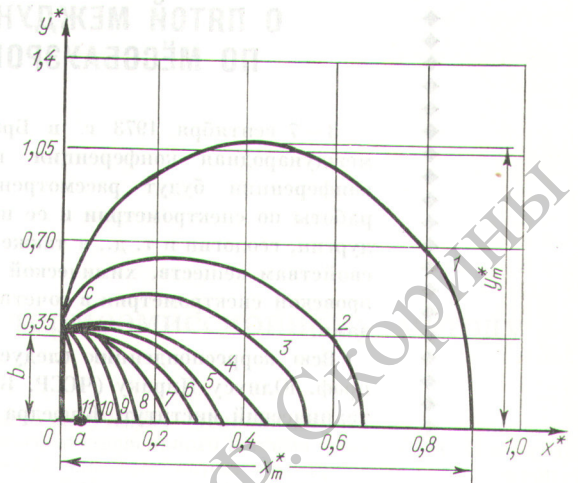


Рис. 3. Семейство линий равной интенсивности ионизации вблизи плоской ограниченной активной поверхности ($d_a^* = 0,3$; $d_{II}^* = 0,1$; $b = 0,34 l_m$), покрытой слоем Pu^{239} . Кривая 1 соответствует $N^* = 0$, для каждой следующей кривой значение N^* увеличивается на $\Delta N^* = 0,25$.

2. Оценить скорость изменения интенсивности ионизации в направлении, перпендикулярном к излучающей поверхности (по степени сближения построенных изолиний). На рис. 3 наибольшее изменение интенсивности ионизации происходит в точках с координатами $0 < x^* < 0,15$; $0,2 < y^* < 0,4$.

3. Выяснить влияние расстояния от точки наблюдения до края активного слоя на величину N^* . Например, при перемещении точки наблюдения с середины активного слоя за его край (переход из точки d в точку c) интенсивность ионизации уменьшается в пять раз ($N_a^* = 2,5$; $N_c^* = 0,5$).

Из сопоставления семейств линий равной интенсивности ионизации с разными значениями одного из параметров слоя (например, $d_a^* + d_{II}^*$) можно определить степень зависимости N^* в любой точке наблюдения от этого параметра.

Все эти сведения необходимы для уточненного расчета электрического поля и вольт-амперных характеристик радиоизотопных нейтрализаторов статического электричества.

Поступило в Редакцию 27/III 1972 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. С. Розенкранц. «Атомная энергия», 34, вып. 1 (1973).
2. Д. ж. Кэ й, Г. Лэ б и. Таблицы физических и химических постоянных. М., Физматгиз, 1962.