

Л. И. КАЛАКУТСКИЙ

О ВЛИЯНИИ НЕСФЕРИЧНОСТИ НА ЗАРЯД АЭРОЗОЛЬНОЙ ЧАСТИЦЫ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ЗАРЯДОМ

Для определения дисперсного состава промышленных аэрозолей применяются приборы, основанные на измерении заряда частиц аэрозоля, полученного в электрическом поле с пространственным зарядом. Калибровка таких приборов осуществляется с помощью монодисперсных аэрозолей, имеющих сферические частицы определенного радиуса. Однако в реальных случаях аэрозольные частицы имеют несферическую форму. Такие частицы можно приближенно рассматривать как трехосные эллипсоиды с различными соотношениями осей. Для калибровки приборов удобно заменить эллипсоид на эквивалентную сферу с введением поправки на заряд, определяемой соотношением осей эллипсоида, т. е. несферичностью частицы.

Если характерный размер аэрозольной частицы a (радиус сферы, большая полуось эллипсоида) не превышает $0,1 \text{ мкм}$, то заряд частицы пропорционален величине a , если размер больше $2,0 \text{ мкм}$, заряд пропорционален величине a^2 , или площади поверхности частицы [1]. При равенстве радиуса сферы большой полуоси эллипсоида в первом случае, и равенстве площадей поверхности во втором случае, отношение заряда сферы к заряду эллипсоида есть функция только соотношения осей эллипсоида, т. е. несферичности частицы. Этим отношением удобно пользоваться при числении указанной выше поправки на заряд, обусловленной несферичностью аэрозольной частицы. В [2] величина N_a рассчитана для случая $a > 2,0 \text{ мкм}$. Целью настоящей работы является определение отношения заряда сферы к заряду эллипсоида при равенстве радиуса сферы большой полуоси эллипсоида, т. е. для случая $a < 0,1 \text{ мкм}$.

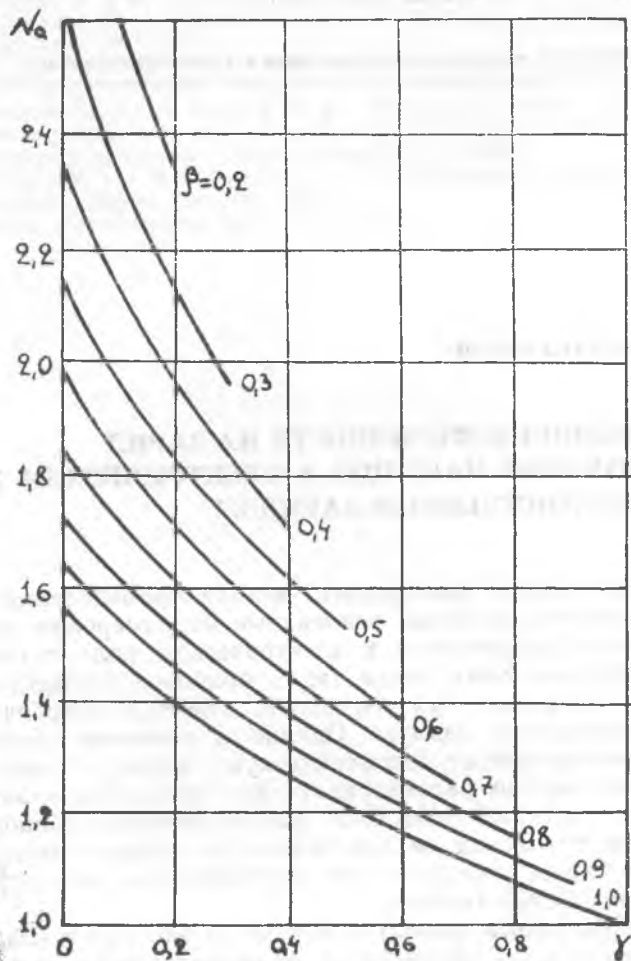


Рис. 1. Зависимость отношения заряда сферы к заряду эллипсоида N_a при равенстве радиуса сферы большой полуоси эллипсоида от соотношений осей γ, β ($\gamma = Va_T$, $\beta = \text{const}$)

Выражение для заряда малого эллипсоида с полуосями a , (где $a \geq b \geq c$) в электрическом поле с пространственным зарядом [1]:

$$Q_{\text{эл}} = a \frac{4\pi\epsilon_0 kT \sqrt{1-\gamma^2} A}{eF \left[\arcsin \sqrt{1-\gamma^2}; \sqrt{\frac{1-\beta^2}{1-\gamma^2}} \right]},$$

где $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\Phi}{\text{М}}$ — диэлектрическая постоянная,

$\kappa = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{дж}}{\text{град}}$ — постоянная Больцмана,

T — абсолютная температура,

$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ К}$ — заряд электрона,

$F \left[\arcsin \sqrt{1 - \gamma^2}; \sqrt{\frac{1 - \beta^2}{1 - \gamma^2}} \right]$ — эллиптический интеграл первого рода,

A — функция, определяемая из уравнения:

$$\frac{q_0}{e\kappa} [E_i(A) - e_n(A) - 0,5772] = n_0 t,$$

де: κ — подвижность ионов,

n_0 — концентрация ионов,

t — время зарядки.

Выражение для заряда малой сферы радиуса a в свою очередь может быть представлено в виде [1]:

$$Q_{\text{сф}} = a \frac{4\pi\epsilon_0 \kappa T A}{e}.$$

Искомое отношение заряда сферы к заряду эллипсоида выразится:

$$N_a = \frac{Q_{\text{сф}}}{Q_{\text{эл}}} = \frac{F \left[\arcsin \sqrt{1 - \gamma^2}; \sqrt{\frac{1 - \beta^2}{1 - \gamma^2}} \right]}{\gamma \sqrt{1 - \gamma^2}}.$$

На рис. 1 представлена графическая зависимость N_a от γ при различных значениях β . Из графика видно, что при неслишком больших отклонениях от сферичности $\gamma \geq 0,5$ заряд эллипсоида меньше заряда эквивалентной сферы, оставаясь с ним одного порядка, а при $\gamma \geq 0,9$ можно с точностью до 10% определять заряд эллипсоида как заряд эквивалентной сферы без введения поправки; при больших отклонениях от сферичности $\gamma < 0,2$ поправка на заряд может быть значительной и ее необходимо учитывать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирзабекян Г. З. Зарядка аэрозолей в поле коронного разряда. Сборник «Сильные электрические поля в технологических процессах», изд-во Энергия, Москва, 1969.

2. Пашин М. М. Заряд проводящего эллипсоида, находящегося в электрическом поле с объемным зарядом. Труды МЭИ, Техника высоких напряжений, вып. 64, 1965.