

По вопросам электростатической зарядки

Данная разработка имеет суровый недостаток, а именно – не указана ее цель. Пришлось напрягать память.

При подаче мишеней в камеру сгорания необходимо обеспечить совмещение в одной точке пространства-времени лазерных лучей и мишени. Можно управлять направлением лучей, можно управлять движением мишени. В данном случае рассматривалось предложение управлять движением заряженной мишени электромагнитными соленоидами или заряженными пластинами.

Разработка в рамках программы "Десант".

И.Моисеев, 31.03.2010

По вопросам электростатической зарядки.

I Эл-статическую зарядку объектов ограничивает следующие факторы:

1. Если зарядка производится в среде — эл-статическая прочность среды.
2. Ток холодной эмиссии в вакууме.
3. Прочность материала.
4. Возможности зарядующих устройств.

II Электрическая прочность диэлектриков:

газообразные	1,8 ÷ 7,8 кВ/мм	
жидкие	10 ÷ 20 кВ/мм	[1]
твердые	1 ÷ 40 кВ/мм	
тах	400 кВ/мм	[2]

III Ток холодной эмиссии в вакууме [2]

При низких температурах ток автоэлектронной эмиссии:

$$i_s = \frac{q_e}{2\pi h} \frac{\varphi_i^{1/2}}{\varphi_a \varphi^{1/2}} E^2 \exp\left(-\frac{\frac{8}{3} \frac{\pi}{h} \sqrt{2m_e} \varphi^3}{E}\right)$$

q_e — заряд электрона

h — постоянная Планка

E — напряженность поля у поверхности

m_e — масса электрона

$\varphi = \varphi_a - \varphi_i$ φ_a — полная работа выхода электронов
 $\varphi_i = (h^2/8\pi) \cdot n^{2/3} \approx 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ эВ}$

n — конц. свободных электронов в металле

МП17-01-Р(Р)[3] 12.09.77

И2 2В-001-1

М001

12.09.77

При очень больших напряженностях:

$$i_3 = 6,2 \cdot 10^{-6} \frac{\sqrt{\varphi_i}}{\varphi_a \sqrt{\varphi}} E^2 \exp\left(-\frac{6,25 \cdot 10^7 \varphi^{3/2}}{E}\right) \theta \quad \frac{A}{cm^2}$$

θ - вероятностная функция

$$y = \frac{\sqrt{\varphi_0 E}}{\varphi}$$

(Графиком можно пользоваться для расчетов)

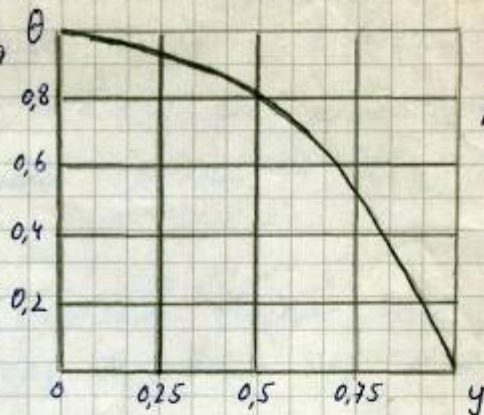


Рис 1

Практически предельная величина E для конструктивных элементов:

в случае автоэлектронной эмиссии 10^9 В/м

— " — автоионной эмиссии 10^{10} В/м

(Температура до $1000^\circ K$)

IV Прочность материала.

Заряженный шарик из диэлектрика.

Эл-статический заряд располагается равномерно по поверхности. Будем (для простоты расчета) считать что максимальные растягивающие напряжения равномерно распределены по экваториальному сегменту. Будем считать что заряды сосредоточены в центре полушарий как изображено на рис 2



$$F = \frac{(q/2)^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad [\sigma] = \frac{F}{S} \quad S = 4\pi r^2$$

$$[\sigma] = \frac{q^2}{64\pi^2\epsilon_0 r^4}$$

$$q = \sqrt{\frac{64\pi^2\epsilon_0 r^4 [\sigma]}{1}} \quad q = 8\pi r^2 \sqrt{\epsilon_0 [\sigma]}$$

V Возможности заряжающих устройств.

В 1969 г. создан тандемный генератор Ван-де-Граафа на потенциал $20 \cdot 10^6$ В. В проекте генератор на $30 \cdot 10^6$ В размерами $\Phi 11$ м и $l \approx 40$ м. [3]

В СССР используют эл.-статические генераторы с напряженностью по длине трубки 14 кВ/см , в США $24,4 \text{ кВ/см}$ [2]

Напряженность поля в зазоре достигает 140 кВ/см (СССР) газ $N_2 + CO_2 + SF_6$ $P = 8 \cdot 10^5$ Па

Разрабатываемые конструкции эл.-статических генераторов имеют массу 1000 кг на 1 МВт мощности

Выводы.

Пульс напряженности поля на поверхности микрон 10^9 В/м $q = 4\pi \epsilon_0 z^2 E = 4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{-4} \cdot 10^9 \approx 10^{-5} \text{ Кл}$

$$z = 10^{-2} \text{ м}$$

Из соображений прочности $[\sigma] = 100 \text{ кПа/мм}^2 \approx 10^7 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$

$$q = 8\pi z^2 \sqrt{\epsilon_0 [\sigma]} \approx 2 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$$

Массу заряжающих устройств оцениваю приблизительно в $100 - 200$ тонн.

Необходимо найти и изучить литературу по всем этим вопросам.

Литература

- 1) "Краткий справочник по физике" стр 138
- 2) "Внешние ресурсы и коммуникация" стр 158-163, 267-268, 334
- 3) "Над чем работают и думают физики" стр 152-164