

## ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ В ДІЕЛЕКТРИКАХ ТА ЇХ ПОРОЖНИНАХ

*Черняєв О.Т., Івашина Ю.К.*  
Херсонський державний університет

Діелектрики широко використовуються в електро- та радіотехнічних пристроях, тому визначення електричного поля всередині діелектриків та порожнин, що знаходяться в них, має важливе практичне та методичне значення.

Розрахунок поля в діелектриках базується на розвиненій теорії електромагнітних явищ і давно відомий [1].

Зупинимось на визначенні електричного поля в порожнинах різної форми. Діелектрик вноситься в електростатичне поле.

Визначимо поле всередині плоско паралельної щілини. Розглянемо два випадки орієнтації щілини.

а) щілина орієнтована паралельно полю (рис. 1а)

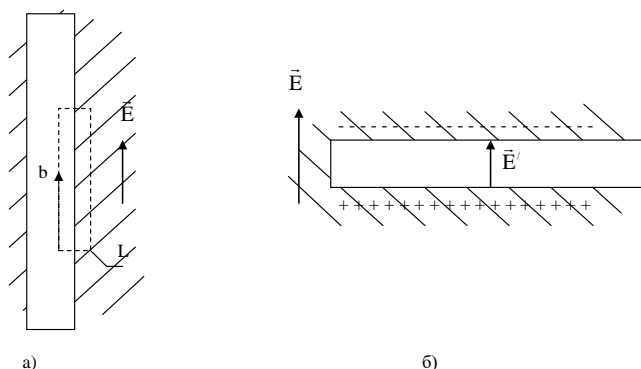


Рис. 1. Поле всередині плоскої щілини в діелектрику

Відомо, що в потенціальному полі  $\text{rot } \vec{E} = 0$ , а циркуляція вектора  $\vec{E}$  по контуру  $L$ , сторони якого паралельні щілині:

$$\oint_L \vec{E} d\vec{l} = 0 \tag{1}$$

Із (1) слідує, що  $E_{\text{щ}} \cdot b = E \cdot b$ , де  $E_{\text{щ}}$  – поле в щілині, тобто

$$E_{\text{щ}} = E \tag{2}$$

Поле в центрі довгої тонкої щілини, паралельної полю, рівне електростатичному полю в діелектрику  $E$ . Так як поле в діелектрику:

$$E = \frac{E_0}{\epsilon} \tag{3},$$

де  $E_0$  – зовнішнє поле, то поле в діелектрику послаблюється в  $\epsilon$  раз.

Визначимо поле всередині щілини, перпендикулярної ліній поля (рис. 1б). У цьому випадку поле в щілині не співпадає з  $E$ , так як на стінках щілини виникають поляризаційні заряди з поверхневою густиною  $\sigma$ . Поле в щілині буде суперпозицією полів в діелектрику і поляризаційних зарядів:

$$E_{\text{щ}} = E + E' \tag{4}$$

Напруженість поля подвійного електричного шару:

$$E' = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{P}{\epsilon_0} \tag{5}$$

В (5) врахували, що  $P = P_n = \sigma$ .

$$E_{\text{щ}} \cdot \epsilon_0 = \epsilon_0 \cdot E + P = D \tag{6}$$

(6) показує, що індукція поля в такій щілині рівна індукції електричного поля в діелектрику.

Так як індукція поля на межі не змінюється, то

$$E_{\text{щ}} \cdot \epsilon_0 = \epsilon_0 \cdot E_0 \tag{7}$$

$$E_{ш} = E_0$$

Напруженість поля в поперечній щілині рівна напруженості зовнішнього поля.

Розглянуті приклади мають важливе методичне значення, так як дають можливість на основі прямого експерименту визначити напруженість і індукцію електричного поля в діелектрику.

Визначимо поле всередині сферичної порожнини. Поле  $E$  в будь-якій точці  $A$  діелектрика можна представити як суму поля в сферичній порожнині  $E_n$  і поля діелектричної кулі  $E_k$  (8).

$$E = E_n + E_k. \quad (8)$$

Будемо вважати, що діелектрик внесено в однорідне поле. Напруженість поля в діелектрику  $E$ . Спочатку визначимо поле всередині рівномірно поляризованої діелектричної кулі.

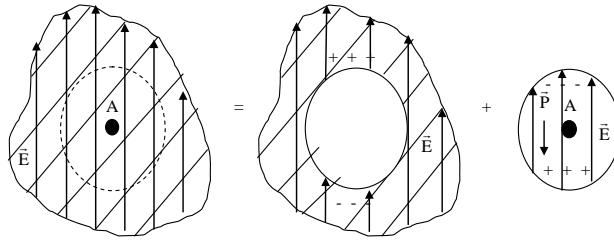


Рис.2. Схема розрахунку поле в сферичній порожнині.

Відомо [1], що напруженість поля всередині рівномірно поляризованої кулі:

$$\vec{E}_e = -\frac{1}{3\epsilon_0} \vec{D}. \quad (9)$$

Із (8) і (9) отримаємо

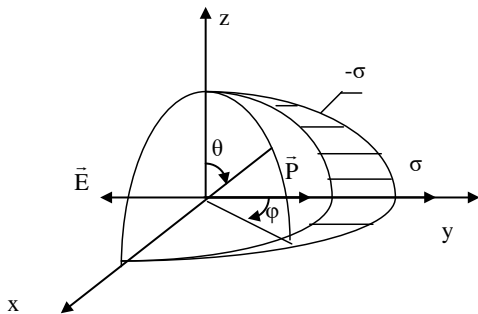


Рис.3. Розподіл поляризаційного заряду по поверхні сферичної координати

$$E_n = E + \frac{P}{3\epsilon_0} = \frac{E}{3}(2 + \epsilon). \quad (10)$$

Поле в сферичній порожнині більше поля в діелектрику на величину  $\frac{P}{3\epsilon_0}$  або в  $\frac{2 + \epsilon}{3}$  раз.

Визначимо розподіл поляризаційного заряду на поверхні сферичної порожнини. Такі заряди на поверхні кулі і порожнини мають однакову густину, але різний знак (рис. 2), то поверхнева густина поляризаційного заряду в порожнині:

$$\sigma_n = -P_n \quad (11),$$

де  $P_n$  – нормальні складова вектора

поляризації кулі (діелектрику).

Так як  $P_n = P \cdot \sin\theta \cdot \cos\phi$ , то поляризаційний заряд розподіляється нерівномірно. В площині, перпендикулярній полю, густина заряду рівна нулю.

Література:

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.III. Электричество. – М.: Наука, 1977. – 687с.