CALCULUL POTENȚIALULUI CÎMPULUI ELECTRIC ÎN EXEMPLUL PRELUCRĂRII PRODUSELOR

Autor(i): Leonid IVANOV, Iurie MOLNIC

Universitatea Tehnică a Moldovei

Rezumat: *În baza fluxului total de masă aflat într-un cîmp electromagnetic neomogen se determină difuzia umidității, difuzia termică, difuzia electrică şi magnetică. Conform acestora se calculează relațiile de determinare a potențialului interior şi exterior al produsului prelucrat imaginar sub formă de sferă utilizînd teoria clasică a egalității lui Poisson. Cu ajutorul operațiilor de transformare şi dezvoltare prin diferențiere şi integrare obținem sistemul de ecuații ce constituie distribuția potențialului electric şi cîmpului electric fiind ca bază de determinare a difuziei debitului de masă în cîmpuri electrice neomogene şi în cele variabile.*

Cuvinte cheie*: potențial, permiabilitate dielectrică, difuzie electrică, densitate, tensiune electrică, cîmp electric.*

La analiza procesului de conductibilitate termică a masei în cîmp electric sau electromagnetic, cu prezența difuziei electrice sau magnetice, adică fluxul total de masă va fi determinat conform relației:

$$j = -a_m\rho_0\nabla U - a_T\rho_0\nabla T - a_e\rho_0(\nabla E)\pi_e - a_m\rho_0(\nabla B)\pi_m (1)$$

unde: a_m - difuzia magnetică, a_T - difuzia termică,a_e - difuzia electrică, ρ_0 - densitatea, ∇U - umiditatea, ∇T - temperatura, ∇E - tensiunea electrică, ∇B - inducția magnetică.

În care primul element al formulei determină mărimea difuziei umidității, al doilea element determină difuzia termică, al treilea element corespunde conductibilității umidității sub acțiunea cîmpului electric neomogen (difuzia electrică a umidității) şi ultimul element difuzia magnetică a umidității în cîmp magnetic neomogen. Fiecare parametru aparte este reprezentat în relațiile de mai jos:

$$a_m\rho_0(\Delta B) \qquad (2)$$

$$\pi_e = (\varepsilon - 1)\overline{E} = \varkappa_e E \qquad (3)$$

$$\pi_m = (\mu - 1)\overline{H} = \varkappa_m \qquad (4)$$

unde: ε - permiabilitatea dielectrică, μ - permiabilitatea magnetică, $\overline{E}$ - vectorul tensiunii electrice,
$\overline{H}$ - vectorul tensiunii magnetice.

În general valoarea difuziei electrice se determină după formula:

$$j_e = -a_e\rho_0 gradE\pi_e - \widetilde{a_e}\rho_0\widetilde{E} \qquad (5)$$

Difuzia magnetică se determină după formula:

$$j = -a_m(gradB)\pi_m - \widetilde{a_m}\rho_0\tilde{B} \qquad (6)$$

Acțiunea factorilor (5) şi (6) este posibilă de apreciat doar în cazul în care este cunoscută repartizarea potențialului cîmpului electric în exemplu de material şi în condițiile sale de prelucrare. Considerăm produsul prelucrat sub formă de sferă cu raza R, repartizarea volumului densității încărcăturii din interiorul sferei are forma:

$$\rho = \rho_0 \cdot \cos\theta \qquad (7)$$

unde: θ - unghiul polar.

Începutul coordonatelor se află în centrul sferei. Determinăm potențialul φ şi tensiunea cîmpului electric E în tot spațiul sferei.

Utilizînd teoria clasică a egalității lui Poisson se obțin relațiile sub forma:

$$\nabla^2\varphi_1 = -4\pi\rho_0 cos\theta \qquad (8)$$

$$\nabla^2\varphi_2 = 0 \qquad (9)$$

unde: φ_1 şi φ_2 - potențialele din interiorul şi exteriorul sferei.

Condițiile limită la suprafața sferei sunt:

$$\frac{\partial\varphi_1(R_1)}{\partial r} = \frac{\partial\varphi_2(R_1\theta)}{\partial r} \quad \text{şi} \quad \varphi_1(R_1\theta) = \varphi_2(R_1\theta) \qquad (10)$$

Operatorul Laplace în coordonatele sferice se va scrie sub forma (pentru partea unghiulară):

$$\frac{1}{r^2 \sin\theta} \cdot \frac{\partial}{\partial\theta}(\sin\theta \frac{\partial}{\partial\theta}\cos\theta) = -\frac{2}{r^2}\cos\theta \qquad (11)$$

unde: r – coordonata curentă.

Se presupune :

$$\varphi_1 = F_2(r)cos\theta \;\; \text{şi} \;\; \varphi_2 = F_2(r)cos\theta \qquad (12)$$

Partea radială a egalității (8) după dezvoltarea sa se va scrie sub forma:

$$r^2\frac{d^2}{dr^2} + 2r\frac{dF_1}{dr} - 2F_1 = -4\pi\rho_0 r^2 \qquad (13)$$

Iar relația (9) se va scrie sub forma:

$$r^2\frac{d^2F_2}{dr^2} + 2r\frac{d\cdot F_2}{d_2} - 2F_2 = 0 \qquad (14)$$

Rezolvarea în particular a primei egalități poate fi scrisă sub forma:

$$F_{14} = -4\pi\rho_0 \cdot r^2 \qquad (15)$$

iar rezolvarea generală o vom căuta sub forma $C \cdot r^p$, substituind în egalitatea (14) şi simplificînd elementul comun, se obține o relație la pătrat:

$$p^2 + p - 2 = 0 \quad (16)$$

unde: $p_1 = 1$ iar $p_2 = -2$.

Rezultatele comune a relațiilor (13) şi (14) se vor scrie sub forma:

$$F_1 = C_1 r + \frac{C_2}{r^2} - \pi\rho_0 r^2 \quad (17)$$

$$F_2 = C_3 r + \frac{C_4}{r^2} \quad (18)$$

Vom determina constantele C_i unde $i = 1, \ldots, 4$. Din condițiile continuității a potențialului în punctul r = 0 şi deasemenea $\varphi_2(\infty, \theta) = 0$, de unde se obțin valorile constantelor $C_2 = C_3 = 0$, constantele C_1 şi C_4 se determină din condițiile de combinare a grosimii radiale şi a derivatelor sale în punctul r = R.

În rezultat se obține:

$$\varphi_1 = \pi\rho_0 r\left(\frac{4}{3}R - r\right)cos\theta \quad (19)$$

$$E_{1\sigma} = 2\pi\rho_0\left(r - \frac{2}{3}R\right)cos\theta \quad (20)$$

$$E_{1\theta} = \pi\rho_0\left(\frac{4}{3}R - r\right)sin\theta \quad (21)$$

unde: r ≤ R.

$$\varphi_2 = \frac{\pi\rho_0 R^4}{3\sigma^3}cos\theta \quad (22)$$

$$E_{2\sigma} = \frac{2\pi\rho_0 R^4}{3\sigma^3}cos\theta \quad (23)$$

$$E_{2\theta} = \frac{\pi\rho_0 R^4}{3\sigma^3}sin\theta \quad (24)$$

unde: r ≥ R.

Relațiile obținute pot fi folosite ca bază pentru determinarea componentei difuziei electrice a debitului masic în cîmpuri electrice variabile cît şi în cele neomogene.

Bibliografie

1. Лыков А.В., *Теория сушки*, Москва, Энергия, 1968.
2. Carabogdan I., Badea A., Bratianu C., Musatescu V., *Metode de analiza a proceselor si sistemelor termoenergetice*. Bucuresti, Editura Tehnica, 1989, p.335.
3. Лыков А.В., *Теория теплопроводности*. Москва, 1967.
4. Скурухин В.И., Шифрин В.Б., Дубровский В.В., *Математическое моделирование*. Киев, Техника, 1983, с.270.