

Principiul constructiv și elemente teoretice aplicate în descrierea unui efect electrostatic propulsiv

Titus Deliman
Universitatea din Oradea

Cuvinte cheie – motor, electrostatic, câmp electric, efecte electrostatice.

Abstract, The new solution and conception of the electrostatic engine, what have been developed at the University of Oradea, it's based on a very cure secondary electrostatic effect. About this effect and other ells connections that cause a continuously movement tray to develop a new kind of the electrostatic engine types.

1. Descrierea experimentală a efectului electrostatic propulsiv

Constructiv dispozitivul experimental este compus dintr-o sursă de tensiune înaltă variabilă în gama: 1,5kV până la 20kV și un condensator de construcție specială.

Construcția condensatorului implică următoarele elemente; un stativ orizontalizat din material izolator, de exemplu, polistiren expandat. Pe acest suport, se așează succesiv de jos în sus următoarele componente constructive ale condensatorului: placă de sticlă 200x200x2,5 (mm), o folie de aluminiu de dimensiuni 160x160 (mm), precum și o a doua placă de sticlă de dimensiunile 200x200x2,5 (mm).

Peste acest sandwich se așează un inel de metal, $\Phi=126$ mm. De remarcat faptul că acesta din urmă nu se sprijină direct pe sticlă. Pe circumferința exterioară fiind prevăzute

trei picioare de susținere reglabile, cu ajutorul cărora se poate realiza distanța " Δ " dintre placa de sticlă și inelul metalic, ca și în fig.1.

Una dintre armăturile condensatorului o va materializa folia de aluminiu, respectiv a doua, inelul metalic, armături care se racordează prin conductori cu izolație pentru înaltă tensiune.

Din momentul în care condensatorul este legat și alimentat de la sursa de înaltă tensiune (bobina Rumford) și se imprimă, prin intermediul unei baghete izolatoare, un infim impuls tangențial bilei -5, inițial introduse în interiorul inelului, în contact cu acesta, bila va efectua din acel moment o mișcare circulară

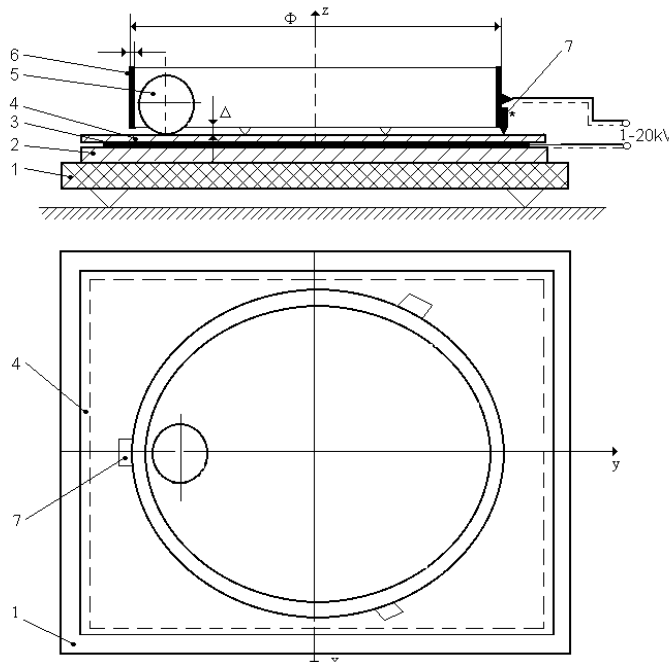


Fig. 1 Elemente componente

accelerată până va ajunge în regim de mișcare circulară cu viteză constantă, caracterizată printr-o rotație uniform "circulară" a bilei cu o viteză unghiulară $\omega \pm \Delta\omega$.

Reușita experienței nu este condiționată de materialul bilei -5, fig.1, aceasta putând fi din metal sau din material izolator.

Elementele componente din cadrul fig.1 în ordine sunt: 1 – stativ; 2 - placă de sticlă 200x200x2,5 mm; 3 - folie de aluminiu 160x160 mm; 4 - placă de sticlă 200x200x1,5 mm; 5 - bilă metal sau izolator; 6 - inelul metalic $\Phi = 126 \text{ mm}$; 7 - picioare de susținere inel.

2. Modelul matematic de aproximare

Principiul de abordare al experimentului este crearea unui model matematic, luând în considerare fenomene mecanice și electrice implicate, după care prin date experimentale se testează în diverse situații identicitatea valorilor astfel obținute.

Presupunem depășirea fazei de mișcare accelerată a corpului -5. În cadrul mișcării circulare uniforme, (faza a doua), asupra corpului -5 se răsfrâng două forțe: forța centrifugă de inerție F_{cfi} , relația;

$$F_{cfi} = m\omega^2 R = \frac{mv^2}{R} \quad (1)$$

Și forța de respingere electrostatică, F_e , dată de legea Coulomb,

$$F_e = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon x^2} \quad (2)$$

Forța electrostatică se manifestă, evident, între corpul -5 și inelul metalic -6, fig.1. Bila fiind la începutul experimentului încărcată cu o cantitate de sarcină distribuită.

În cadrul relațiilor (1) și (2) avem succesiv: m -masa corpului -5; Q_1 și Q_2 -cantitățile de sarcină electrică din inel respectiv din bilă; ϵ - permitivitatea electrică absolută a mediului și în final x - distanța dintre corpurile încărcate cu sarcină de același semn.

Sensurile forței de respingere electrostatică și ale forței centrifuge sunt diferite având, în primă aproximație, aceeași dreaptă, ca suport ce trece prin centrul de masă a bilei și este paralelă cu planul (xOy).

Conform îmbinării efectului forței centrifuge și al forței electrostatice rezultă o mișcare combinată a bilei -5 în lungul circumferinței interioare a inelului metalic: O mișcare circulară "relativ" uniformă în jurul axei (oz): Și o mișcare de oscilație în lungul razei (R) a inelului metalic care determină modificarea distanței " x ". Rezultă în acest mod: în cazul în care $F_e > F_{cfi}$ bila se va îndepărta de inelul metalic -6. În consecință, a acestei infime depărtări, inegalitatea forțelor se schimbă, adică $F_{cfi} > F_e$.

Din acest motiv, bila se va apropia de inelul metalic, iar inversând semnul inegalității de mai sus. Procesul continuu de alternare a forței dominante dintre; F_{cfi} și F_e suprapus peste mișcarea circulară cu viteza unghiulară $\omega \pm \Delta\omega$ va avea drept rezultantă o mișcare oscilatorie (ondulatorie) de-a lungul circumferinței interioare a inelului 6, fig.2.

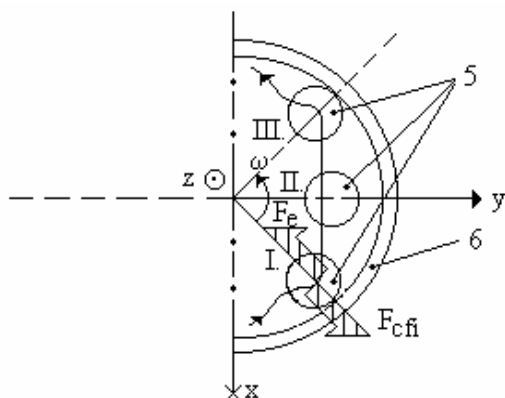


Fig.2 Mișcarea corpului sferic în interiorul inelului metal

I. $F_{cfi} \geq F_e$, II. $F_{cfi} \leq F_e$, I $\rightarrow$ II. $F_{cfi} < F_e$
II $\rightarrow$ III. $F_{cfi} > F_e$

Trei faze distincte ale mișcării lui 5 și fazele de trecere.

Această mișcare în planul (xOy), a bilei are consecințe complexe asupra rotației bilei în jurul unei axe proprii de rotație care, la rândul ei, execută o mișcare de precesie în jurul unei axe ($\Delta^{(1)}$), fig.3.

Pe tot parcursul acestei mișcări bila 5 nu atinge circumferința interioară a inelului metalic - 6.

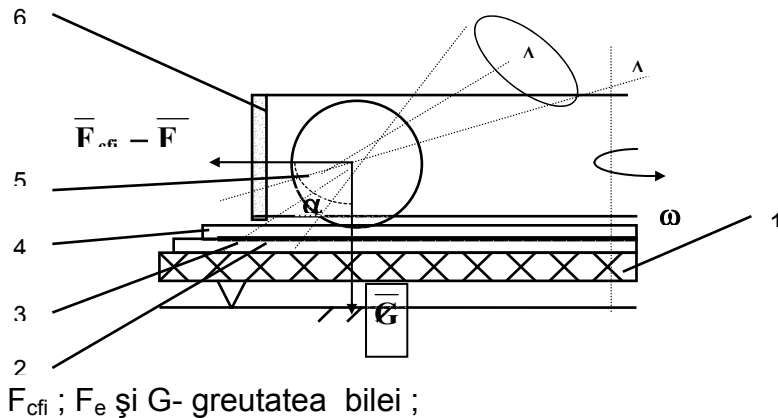


Fig. 3. Mișcarea de rotație a bilei în jurul axei instantanee Δ^* (numerotarea componentelor conform fig. 1)

Considerând mai departe concluziile acestei mișcări combinate, rezultă înclinarea axei de rotație instantanee din combinarea vectorială a forțelor,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{m\omega^2 R - k \frac{Q_1 Q_2}{x^2}}{mg} \quad (3)$$

Relație în care cantitatea de sarcină distribuită uniform pe inelul metalic 6 este:

$$Q_1 = CU \quad (4)$$

unde : **C**-reprezintă capacitatea sistemului de condensatoare, fig.4,

U-este tensiunea înaltă între armăturile condensatorului.

Cantitatea de sarcină distribuită, la momentul inițial, pe suprafața bilei este :

$$Q_2 = C_2 U \quad (5)$$

unde : **C₂**-este capacitatea bilei (5).

În presupunerea în care F_{cf} și F_e au valori sensibil egale se poate scrie relația :

$$\frac{mv^2}{R} \cong \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon x^2} \quad (6)$$

Condițiile de echilibru a mișcării uniform circulare față de (Oz) , reprezintă prin relația (6) .Aceasta reprezintă o aproximare a fenomenului mișcării corpului 5 .

În cadrul acestei ipoteze simplificatoare relația (6) alături de relațiile (5) și (4) rezultă viteza mișcării circulare :

$$v = \frac{U}{x} \sqrt{\frac{RCC_2}{4\pi m\epsilon}} \quad (7)$$

3. Stabilirea în primă aproximație a turației corpului în câmp electrostatic

Timpul necesar efectuării unei rotații în jurul lui (Oz) reprezintă un element, care poate fi determinat, pe de altă parte, pe cale experimentală , fiind egal pe de altă parte cu;

$$T_R = \frac{2\pi R}{v} \quad (8)$$

Considerând relațiile (7) și (8) pe baza ipotezei admise, relația (6); perioada mișcării în jurul axei de revoluție (Oz) rezultă :

$$T_R = \frac{2\pi x}{U} \sqrt{\frac{4\pi\epsilon m R}{C C_2}} \quad (9)$$

Relație în care “r” reprezintă raza corpului sferic 5, C_2 fiind capacitatea; incluzând această ultimă relație în relația (9), se obține perioada de rotație a bilei pe circumferința interioară a inelului conform (10). Pentru a putea calcula valoarea perioadei T_R pe considerente teoretice ținând cont de ipotezele de lucru, relația (10) include ca și dată

$$T_R = 2\pi \frac{x}{U} \sqrt{\frac{mR}{rC}} \quad (10)$$

valoarea distanței “x” dintre bilă și circumferința inelului metalic (6). Ceea ce reprezintă o valoare dimensională mică și greu de determinat experimental. Din acest motiv, se încercă o abordare energetică a fenomenului.

Energia cinetică totală a bilei, E_c , într-o primă aproximare se compune din energia cinetică de rotație a bilei de-a lungul inelului și din energia cinetică de rotație a bilei în jurul axei proprii.

$$E_{CR} = \frac{1}{2} m v^2 ; \quad E_{C_{r+}} = \frac{1}{5} m r^2 (\omega_{r+})^2 ; \quad (11)$$

Rezultă după înlocuiri expresia energiei totale a corpului sferic minimalizând mișcarea de precesie a axei de rotație;

$$E = \frac{7m(\omega_R)^2 R^2}{10} \quad (12)$$

Expresia energiei cinetice totale, pe care corpul sferic (5) o dobândește în mișcarea considerată constantă, conform expresiei (12), trebuie să fie egală cu energia absorbită din câmpul electrostatic în timpul unei perioade conform relației;

$$E = i U T_R \quad (13)$$

Prin egalarea energiei corpului aflat în mișcare, respectiv a energiei absorbite din sursă ținând cont de raportul determinat experimental dintre vitezele unghiulare rezultă o expresie, testată și experimental, a perioadei de rotație în regim stabilizat;

$$T_R = \sqrt[3]{(2\pi)^2 \frac{7mR^2}{10iU}} \quad (14)$$

Relația determinată în acest mod este o primă aproximare a perioadei de rotație a corpului mobil, expresie verificată experimental pentru diverse variante constructive.

În mod asemănător pentru a evalua distanța “x” cu care se apropie bila de inelul metalic, se combină perioada calculată, pe baza criteriului egalării forțelor cu expresia determinată, pe baza criteriului energetic relația, obținându-se o valoare aproximativă a lui “x”, relație determinată însă nu exprimă o variație variabilă în timp mod în care are loc în mod practic;

$$x = U \sqrt{\frac{7rCR}{10iUT_R}} \quad (15)$$

Pe de altă parte însă expresia de mai sus vine în sprijinul constatării experimentale, în cadrul căreia s-a observat faptul, că în regimul uniform stabilizat distanța “x” este diferită de zero.

Capacitatea condensatorului putând fi calculată, conform analogiei cu un condensator, al cărui dielectric este format din două materiale diferite. Ceea ce corespunde sistemului inel metalic, strat de aer, strat de sticlă(4), folia de aluminiu 3.

Ținând cont de faptul că cele două condensatoare sunt legate în serie , precum și de faptul, că valoare suprafeței condensatorului este $2\pi Ra$, unde “a” este grosimea inelului metalic 6, fig.1: rezultă pentru capacitatea echivalentă a sistemului expresia ;

$$C = \frac{\varepsilon_0 2\pi Ra}{\frac{d_2}{\varepsilon_{r_2}} + \frac{d_1}{\varepsilon_{r_1}}} \quad (16)$$

Relația (15), în plus, față de concluzia experimentală vis-a-vis de valoarea lui “x”, unde $x > 0$, presupune faptul că odată cu creșterea tensiunii și valoarea lui “x” crește. Această concluzie teoretică nu poate fi momentan verificată.

4. Câteva concluzii preliminare

Experimental, s-a constatat faptul că mișcarea bilei pe suprafața sticlei, după un timp, a generat o urmă , sub formă de inel circular , timp în care însă suprafața interioară a inelului metalic 6, fig. 3, a rămas neschimbată.

Pe parcursul experimentării, totodată s-a constatat , presupunerea mișcării neuniforme a bilei chiar și în cadrul regimului zis “constant”. Zgomotul generat în cursul experiențelor implică ipoteza lansării și, apoi, a frânării corpului sferic de mai multe ori pe parcursul unei perioade. Sub aspect electric, procesul decurge într-un câmp neuniform, perturbarea cauzând-o mișcarea de rotație a corpului sferic mobil 5.

Efectul descris devine intuitiv și, în același timp, interesant, dacă în interiorul (condensatorului) inelului metalic, fig.1, sunt introduse două bile metalice, pentru început. Conectând și, de astă dată, condensatorul la generatorul de tensiune înaltă continuă și imprimând un mic impuls acestui sistem format din cele două bile constatăm: bila din urmă (față de sensul de rotație a sistemului celor două bile) urmărește accelerat pe prima, ajungând la o distanță minimă de aceasta $x_1 > 0$. După care urmează o decelerare a acesteia până la o defazare a poziției relative de rotație de $\alpha^0 < 180^0$. Moment, în care bila următoare devine urmărită, procesul repetându-se aparent în mod constant.

Acest comportament accentuează suspiciunea perturbărilor pe care le generează interacțiunea între câmpul electric al condensatorului și câmpul propriu al bilei, care se presupune că apare datorită mișcării de rotație compuse, (rotație după axa Oz și Δ^* , vezi fig.2 și are ca efect o distribuție neuniformă a sarcinilor pe suprafața bilei.

În cadrul experienței descrise cu două bile metalice câmpul electrostatic, datorită alimentării condensatorului de la o sursă de tensiune continuă, care prin intermediul mișcării de rotație a bilei va fi perturbat , poate să reprezintă cauza efectului. Câmpul rezultat astfel, se compune dintr-o componentă continuă și una alternativă.

Prin prisma acestei abordări se inițiază un principiu de calcul al perioadei de rotație a bilei pentru a încerca verificarea ipotezei.

După cum rezultă din expresia legii lui Gauss pentru câmpul electrostatic avem relația ,

$$\int \mathbf{E} d\mathbf{S} = \frac{Q}{\varepsilon} \quad (17)$$

Expresiile de definire a curentului electric și ale fluxului electric sunt redată succesiv de relațiile:

$$i = \frac{dQ}{dt} , \text{ respectiv, } \Phi = \int \mathbf{E} d\mathbf{S} \quad (18)$$

Ultimele trei relații servesc la definirea curentului de polarizare conform relației;

$$i = \varepsilon \frac{d\Phi_e}{dt} \quad (19)$$

Reconsiderarea relației (14), care exprimă perioada de rotație a bilei față de axa Oz și introducând expresia curentului de polarizare în exprimare funcție de câmpul electric rezultă;

$$T_R = \sqrt[3]{2\pi^2 \frac{7mR^2 d_{echiv.}}{5\varepsilon S \frac{\Delta E}{\Delta t} U}} \quad (20)$$

unde $d_{echiv.} = d_2 + \varepsilon_r d_1$, fiind aceea distanță, ce ar trebui să existe între armăturile condensatorului compus, dacă spațiul dintre armături ar fi fost umplut cu sticlă, caracterizat prin ε_r .

Relația obținută furnizează perioada de rotație a bilei în jurul axei Oz, perioadă calculabilă pe baza presupunerilor teoretice și a ipotezelor formulate anterior.

Fenomenul propulsării corpului sferic metalic, evident, generează întrebarea: cum se desfășoară procesul acestei mișcări în cazul a două, trei sau chiar a mai multor bile de același diametru și din același material.

În situația în care, în interiorul inelului metalic se află două bile de același diametru, s-a constatat efectul perturbator al bilei urmăriitoare asupra celei urmărite și schimbarea rolurilor, ulterior, (urmărit - urmăritor) de fiecare dată, când cele două bile se apropie la o distanță de câțiva milimetri.

S-a observat și efectul pe care-l au compozițiile chimice a lacurilor și vopselelor depuse pe suprafața bilelor, fără însă a implica un studiu separat aprofundat.

Observația esențială constă în efectul perturbator asupra mișcării sistemelor formate din mai mult de o singură bilă propulsată.

Bibliografie

- | | |
|-----------------------------------|--|
| K. Bondor, T. Deliman | The explanation of Foldes effect in case of metal balls. A 5-a Conferință Internațională de Ingineria sistemelor moderne în electrotehnică. EMES 1999. |
| T. Deliman. | Comportamentul materialelor electroizolante la temperaturi joase. Teză de doctorat, Oradea 1999. |
| T. Maghiar, T. Deliman, K. Bondor | Electrostatic motor. International Application under the patent cooperation (PCT) 2003. WO 03/041259. A1. |
| T. Maghiar, T. Deliman, K. Bondor | Motor electrostatic. Brevet de invenție OSIM RO 119848 B1 2005. |
| T. Maghiar, T. Deliman, K. Bondor | Electric Motor Driven through the Electric Field. Analele Universității Oradea 2005. Fascicola electrotehnică. |