

# EFFECTUL CÂMPULUI ELECTRIC ASUPRA TRANSFERULUI DE CĂLDURĂ LA FIERBEREA PE SUPRAFEȚE POROASE

M. Bologa<sup>1</sup>, I. Cernica<sup>1,2</sup>, O. Mardarschi<sup>1</sup>, I. Kojevnikov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institutul de Fizică Aplicată, str. Academiei 5, Chișinău, MD-2028, R. Moldova

<sup>2</sup>Universitatea Tehnică a Moldovei, bul. Ștefan cel Mare și Sfânt 168, Chișinău, MD-2004, R. Moldova

E-mail: ion-cernica@yahoo.com

Cercetările din ultimii ani au evidențiat posibilitatea intensificării transferului de căldură la fierberea în volum mare pe cale electrohidrodinamică, ca urmare a aplicării câmpului electric la mediile fluide dielectrice. Câmpul electric s-a orientat astfel încât să producă o creștere a turbulenței în fluidul dielectric, în apropierea suprafeței de transfer de căldură.

În raport se prezintă rezultatele experimentale obținute de autori la studierea particularităților proceselor termice și hidrodinamice ce însoțesc fierberea fluidelor dielectrice sub acțiunea câmpului electric. Experimentele au fost efectuate pe o țevă (din oțel inoxidabil de 4 mm diametru), încălzită datorită trecerii curentului electric. Suprafața exterioară a țevii a fost îmbrăcată cu o structură capilar-poroasă confecționată din caprolon, diametrul efectiv al porilor fiind 0,9 mm. Deasupra suprafeței de încălzire s-a montat paralel un electrod plat. În experimente au fost folosite două tipuri de electrozi: unul penetrabil pentru trecerea liberă a bulelor de vapori și altul continuu, nepenetrabil. Distanța dintre electrodul de tensiune înaltă și elementul de încălzire a variat între 0,75 și 5,00 mm pentru electrodul continuu și între 0,50 și 6,00 mm pentru electrodul penetrabil. Tensiunea câmpului electric a variat între 0 și 30 kV. Ca fluid dielectric s-a utilizat hexanul cu temperatura de saturație 68,7 °C.

S-a studiat influența câmpului electric, interstițiului dintre electrozi și unghiul de orientare a suprafeței de încălzire asupra transferului de căldură la fierberea pe o suprafață acoperită cu o structură capilar-poroasă. Au fost obținute valori ridicate ale coeficientului de transfer de căldură la supraîncălziri scăzute ale peretelui. S-a mai observat că fierberea nu apare decât la fluxuri termice mari. Odată ce fierberea apare, efectul câmpului electric este mai scăzut. Influența câmpului electric scade și pe măsură ce fluxul termic unitar crește. Caracteristicile locale ale coeficientului de transfer de căldură vorbesc despre intensificarea transferului de căldură în cazul electrodului penetrabil, în comparație cu cel continuu, intensificare care crește odată cu intensitatea câmpului electric. Coeficientul de transfer de căldură crește pe măsură ce unghiul de înclinare al suprafeței de încălzire se majorează. Influența interstițiului dintre electrozi asupra intensității transferului de căldură este neunivocă.

Prin metoda cinematografiei s-a cercetat influența câmpului electric asupra procesului de dezvoltare a bulelor de vapori. Pentru calculul diametrului de desprindere a bulei de vapori, se recomandă relația

$$d_0 = \frac{\sigma}{\varepsilon_r \varepsilon_0 E^2 (1 - e^{-\tau/\tau_r})} + 6 \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

care este în bună corespundere cu datele experimentale pentru valori  $E > 1$  MV/m. Aici  $\sigma$  este tensiunea superficială a mediului dielectric, în N/m;  $\varepsilon_0$  – permitivitatea dielectrică absolută a vidului, în F/m;  $\varepsilon_r$  – permitivitatea dielectrică relativă a mediului;  $E$  – intensitatea câmpului electric, în V/m;  $\tau$  – timpul de existență a bulei, în s;  $\tau_r$  – timpul de relaxare a mediului, în s.

Pe baza teoremei  $\Pi$  a analizei dimensionale s-au obținut relațiile pentru calculul fluxurilor termice unitare la fierberea nucleică în câmp electric, respectiv în absența lui:

$$q = \frac{\lambda'^3 r \varepsilon E^2}{4 c_p'^2 \sigma^3} \cdot (T_w - T_s); \quad (2)$$

$$q = \frac{c_p'^2 \sigma (\rho' - \rho'')}{\lambda'} \cdot (T_w - T_s) \cdot 10^{-6}, \quad (3)$$

în care  $c_p'$  este căldura specifică a lichidului saturat, în J/(kg·K);  $\rho'$  și  $\rho''$  – densitatea fazei lichide pe linia de saturație, respectiv gaze, în kg/m<sup>3</sup>;  $\lambda'$  – conductivitatea termică a lichidului saturat, în W/(m·K);  $r$  – căldura latentă de vaporizare, în J/kg;  $T_w$  – temperatura peretelui, în K;  $T_s$  – temperatura de saturație a lichidului dielectric, în K. Relațiile (2) și (3) reflectă caracteristicile de bază ale fierberii și se află în bună concordanță cu datele experimentale pentru hexan și alte lichide dielectrice.

Pentru elucidarea pe deplin a influenței câmpului electric, sunt necesare noi investigații, în care atenția principală se va acorda studierii termodinamicii bulelor de vapori (formarea, dezvoltarea, desprinderea de centrele de nucleație și deplasarea lor) și elaborării modelului fizic al procesului de fierbere în câmp electric.