

ASPECTE CAVITAȚIONALE LA ROBINETE CU VENTIL

Ion ȘARAGOV, Tamara UNTU
Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: Cavitation is the formation and simultaneous collapse of vapour cavities in a liquid – i.e. small liquid-free zones ("bubbles" or "voids") – that are the consequence of forces acting upon the liquid. When subjected to higher pressure, the voids implode and can generate an intense shock wave. Cavitation is a significant cause of wear in some engineering contexts. Collapsing voids that implode near to a metal surface cause cyclic stress through repeated implosion. This results in surface fatigue of the metal causing a type of wear also called "cavitation".

Cuvinte cheie: cavitație, eroziune, presiune de vaporizare, implozie, surparea bulelor, caverne.

Cavitația este un proces dinamic de formare, dezvoltare și surpare (implozie) a unor bule sau cavități umplute cu vapori și gaze, în masa unui lichid, determinată de scaderea tranzitorie a presiunii locale sub anumite valori critice în urma măririi vitezei la micșorarea secțiunii curentului de lichid.

Impuritățile aflate în lichid precum și microfisurile, creștăturile, imperfecțiunile de formă ale corpurilor solide care mărginesc sau vin în contact cu lichidul în mișcare, favorizează reținerea unor volume microscopice de gaz nedizolvat în lichid care constituie nucleee sau germeni de cavitație. Atunci când presiunea scade local și tranzitoriu atingând valori critice (ex. presiunea de vaporizare), nucleeele sau germenii cavitaționali, având o suprafață liberă vor amorsa fenomenul de vaporizare. Datorită gazelor degajate din lichid și a evaporării lichidului înconjurător, nucleeele cavitaționale se dezvoltă, devenind bule sau cavități umplute cu un amestec de gaze și/sau vapori de lichid. Bulele cavitaționale, odată formate în zonele de presiune scăzută sunt preluate de către curentul de lichid și transportate în regiuni cu presiuni mai ridicate unde are loc condensarea bruscă a vaporilor din cavități sau lichefierea bulelor de gaz care determină implozia bulelor, adică surparea bruscă a pereților cavitațiilor către interiorul acestora. Prezența unui perete solid în vecinătatea bulei conduce la surparea asimetrică a acesteia, cu apariția unui microjet care străbate cavitatea.

Valorile extrem de mari ale presiunii și vitezelor generate în lichidul înconjurător bulei în timpul imploziei, unde de soc emise în punctul final al colapsului precum și impactul microjeturilor lichide, asupra suprafețelor adiacente, atunci când bula evoluează în imediata vecinătate a acestora, constituie cauza principală a distrugerilor (eroziunilor) cavitaționale.



Fig.1 Ventile cu eroziune cavitațională pe periferie

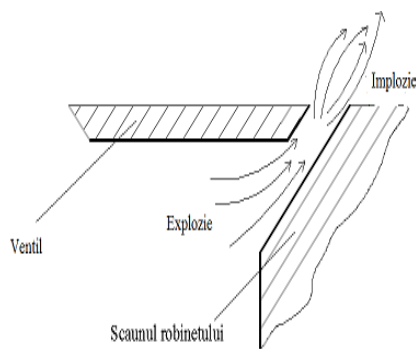


Fig.2 Locul producerii imploziei

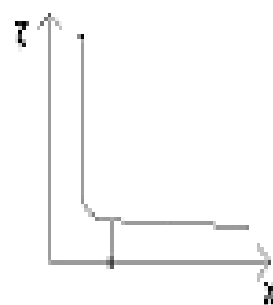


Fig.3 Dependenta coeficientului de rezistență a robinetului cu ventil de numărul de cavitație

Studierea ventilelor din bronz (fig. 1) ale câtorva robinete de tip EK – 50, care au fost în exploatare câteva luni de zile la fabrica avicolă din Floreni, Anenii Noi, arată că eroziunea cavitațională s-a produs în regiunea bazei mari a suprafeței conice a ventilului pe întreg perimetrul ei. Utilizarea acestor robinete la debite considerabil reduse a impus funcționarea lor la un grad mic de deschidere (fig. 2). Astfel, între ventil și scaun s-a format un spațiu inelar foarte îngust în care curentul de lichid se mișca cu viteze mari, creînd condiții de formare a bulelor cavitaționale (explozia bulelor). Nimerind în zona cu viteze mai mici și presiuni mai mari bulele s-au surpat (implozia bulelor) și au produs eroziunea cavitațională.

Pierderile de sarcină în rezistențele hidraulice locale se calculează cu relația lui Bernoulli scrisă pentru două secțiuni 1-1 și 2-2 luate, prima pînă la rezistența hidraulică, iar a doua - după ea:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + \zeta v^2 / 2g \quad , \quad (1)$$

în care:

z_1 și z_2 - înălțimile geometrice ale centrelor de greutate a acestor secțiuni; $\frac{\alpha_1 v_1^2}{2g}$ și $\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g}$ - înălțimile cinetice; $\frac{p_1}{\rho g}$ și $\frac{p_2}{\rho g}$ - înălțimile piezometrice; h_ζ - coeficientul pierderilor de sarcină în rezistența locală.

Dacă rezistența hidraulică este așezată orizontal atunci $z_1 = z_2$. Vitezele v_1 și v_2 sînt egale deoarece diametrele $d_1 = d_2$. Din relația (1) se obține pierderea de sarcină:

$$\zeta v^2 / 2g = \frac{p_1}{\rho g} - \frac{p_2}{\rho g} \quad , \quad (2)$$

Numărul adimensional κ egal cu raportul pierderilor de sarcină locale $\zeta v^2 / 2g$ la înălțimea cinetică pînă la ea $\frac{v_1^2}{2g}$, se numește număr de cavitație:

$$\kappa = \frac{h_{\zeta-2}}{\frac{v_1^2}{2g}} = \frac{2(p_1 - p_2)}{\rho v_1^2} \quad , \quad (3)$$

în care:

p_1 - presiunea pînă la rezistența hidraulică locală; p_2 - presiunea minimă la care apare cavitația, ρ - densitatea lichidului vehiculat; v_1 - viteza medie înainte de rezistența hidraulică locală.

Calitățile cavitaționale ale unei rezistențe locale se caracterizează cu numărul de cavitație critic κ_{cr} . De regulă cavitația apare la o presiune minimă egală cu presiunea vaporilor saturați p_{vs} . Numărul de cavitație critic κ_{cr} este:

$$\kappa_{cr} = \frac{2(p_1 - p_{vs})}{\rho v_1^2} \quad (4)$$

Pentru robinetii cu ventil se efectuează încercările cavitaționale în urma cărora se trasează curbele dependenței coeficientului de rezistență hidraulică ζ de numărul de cavitație χ (fig.3). Acești coeficienți se calculează din relația (2), (3), (4). Din aceste dependențe se determină numărul de cavitație critic χ_{cr} , iar el-viteza limită admisibilă în conduct pînă la robinet.

$$v_{adm} = \sqrt{\frac{2(p_1 - p_{vs})}{\rho \chi_{cr}}} \quad (5)$$

Concluzii:

1. Din analiza stării ventilelor robinetelor de tip EK-50 se constată că ele au fost folosite la debite mult mai mici decît debitele admisibile.
2. Robinetele de tip EK-50 trebuie să fie supuse încercărilor cavitaționale și de determinat numărul critic de cavitație cu care se poate calcula viteza limită și debitul limită a lichidului la intrare în ele.

Bibliografie

1. **Anton I.** "Cavitația" vol.2 Editura Academiei București, 1985
2. **Pearsall I.** "Cavitation" London 1972
3. **Anton V., Popoviciu V.** "Hidraulică și mașini hidraulice." Ed. Știința, Chișinău, 1991
4. **Florea I., Panaitescu V.** "Mecanica fluidelor" Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1979
5. **Bartha I, Javgureanu V.** "Hidraulică" Ed. Tehnică, Chișinău, 1998