



ENERGIA DE DEFORMARE DIN DISCUL BIPLAN AL VANEI FLUTURE

Cristian Marius MIMIȘ, Lenuța CÎNDEA

STRAIN ENERGY IN A BUTTERFLY VALVE BIPLAN DISK

The papers present the strain energy that appears in a biplane disc of the butterfly valve by using the numerical methods. Due to the eccentricities of the biplane butterfly disc the obtained stresses and displacements are not uniform in the whole structure of the disc. The study of the strain energy allows us a qualitative evaluation of the energy distribution in the biplane disc when external loads act on the upstream side of the disc.

Keywords: deformation energy, biplane butterfly valve disc, stresses, strains

Cuvinte cheie: energie de deformare, disc biplan vană fluture, tensiuni, deformații

1. Introducere

Vanele fluture fac parte din familia vanelor numite "vane sfert de tură". În timpul manevrelor, vana funcționează de la poziția deschis la poziția închis prin rotirea discului cu un sfert de tură, sau rotirea acestuia cu unghiul de 90 de grade.

Discul este metalic și este montat rigid pe un ax. Când vana este închisă, discul este perpendicular pe direcția de curgere a fluidului și se obturează curgerea acestuia prin conductă. Prin rotirea discului cu un sfert de tură se permite curgerea fluidului prin conductă iar vana fluture este în poziție deschisă.

Elementul cel mai important și solicitat al unei vane fluture este discul [1, 2, 3, 4]. În decursul timpului, soluțiile constructive ale discului vanei fluture au suferit importante modificări.

Vanele cu disc biplan sunt cele mai performante din punct de vedere al pierderilor hidraulice și de aceea sunt folosite în amenajările hidrotehnice ale centralelor hidroelectrice având rolul de organ de izolare și închidere etanșă a accesului apei spre echipamentele din aval. Discul biplan este supus presiunii apei care acționează ca o sarcină uniform distribuită [5, 6] și care acționează perpendicular pe fiecare suprafață udată a discului. Componenta discului biplan este prezentată în figura 1.

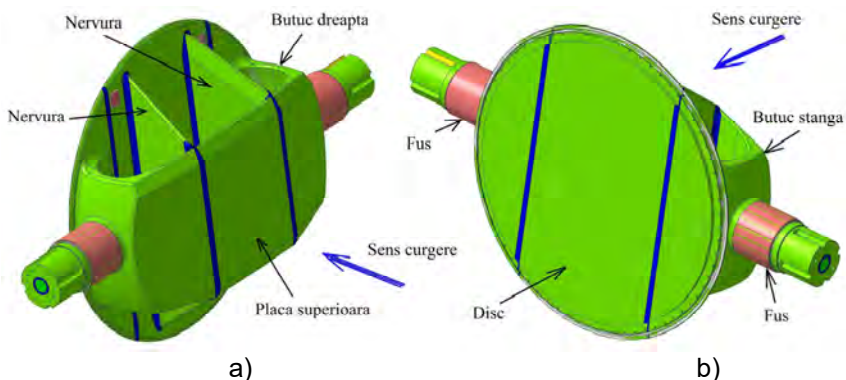


Fig. 1 Componentă disc biplan a) Vedere dinspre amonte; b) Vedere dinspre aval

2. Modelul de analizat

Modelul tridimensional al discului biplan este ilustrat în figura 1. Materialul din care este realizat discul biplan [2, 7, 12] are următoarele caracteristici mecanice și fizice:

- limita de curgere: $\sigma_y = 250 \text{ MPa}$;
- rezistența la rupere: $\sigma_t = 450 \text{ MPa}$;
- modulul de elasticitate longitudinal: $E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$;
- modulul de elasticitate transversal: $G = 76924 \text{ MPa}$;
- coeficientul Poisson: $\nu = 0,3$;
- densitatea: $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$;
- coeficientul de dilatare termică liniară: $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ } 1/^\circ\text{C}$.

Metoda de analiză folosită pentru determinarea tensiunilor și deformațiilor în discul biplan al vanei fluturo este analiza numerică prin metoda elementelor finite.

3. Condiții de contur

Discul biplan al vanei fluturo analizat are diametrul de intrare în vană de $D_n = 4900$ mm și presiunea de calcul a apei din amonte de $p_a = 1,4$ MPa.

În figura 2 sunt ilustrate condițiile de contur și sarcinile exterioare aplicate discului biplan.

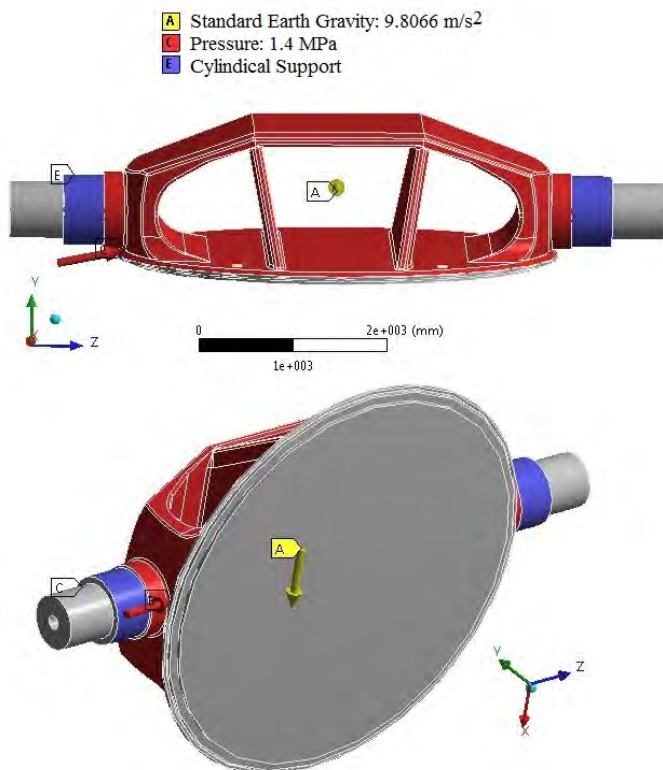


Fig. 2 Condițiile de contur și sarcinile exterioare aplicate discului biplan

Discretizarea discului biplan s-a realizat cu un element de tip tetraedral [8] având dimensiunea medie de 50 mm.

În urma discretizării discului biplan au rezultat: 431.695 elemente finite și 649.277 puncte nodale.

4. Energia de deformare

Energia de deformare reprezintă energia stocată în discul biplan datorită deformării acestuia sub acțiunea solicitărilor exterioare. Valoarea energiei de deformare se obține din tensiuni și deformații. În cazul general al stării triaxiale de tensiuni, ținând cont de toate componentele [9, 10, 11], energia de deformare specifică (W) este dată de relația (1):

$$W = \frac{1}{2}\sigma_x\varepsilon_x + \frac{1}{2}\sigma_y\varepsilon_y + \frac{1}{2}\sigma_z\varepsilon_z + \frac{1}{2}\tau_{xy}\gamma_{xy} + \frac{1}{2}\tau_{yz}\gamma_{yz} + \frac{1}{2}\tau_{zx}\gamma_{zx} \quad (1)$$

sau, exprimând relația (1) în funcție de tensiunile normale principale obținem relația (2):

$$W = \frac{1}{2}\sigma_1\varepsilon_1 + \frac{1}{2}\sigma_2\varepsilon_2 + \frac{1}{2}\sigma_3\varepsilon_3 \quad (2)$$

respectiv, ținând cont de legea lui Hooke generalizată, relația (2) devine (3):

$$W = \frac{1}{2E} \left[\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - 2 \cdot \nu (\sigma_1\sigma_2 + \sigma_2\sigma_3 + \sigma_3\sigma_1) \right] \quad (3)$$

Se poate observa că pentru evaluarea energiei de deformare este necesară cunoașterea stării de tensiuni și deformații ce apare în discul biplan al vanei fluture.

Distribuția energiei de deformare a discului biplan sub acțiunea solicitărilor exterioare obținută din analiza numerică prin aplicarea metodei elementelor finite este prezentată în figura 3. Distribuția energiei de deformare este ilustrată pe modelul discretizat al discului.

Din analiza figurii 3, pentru cazul analizat, se poate observa că valoarea maximă a energiei de deformare este de 1465,8 mJ.

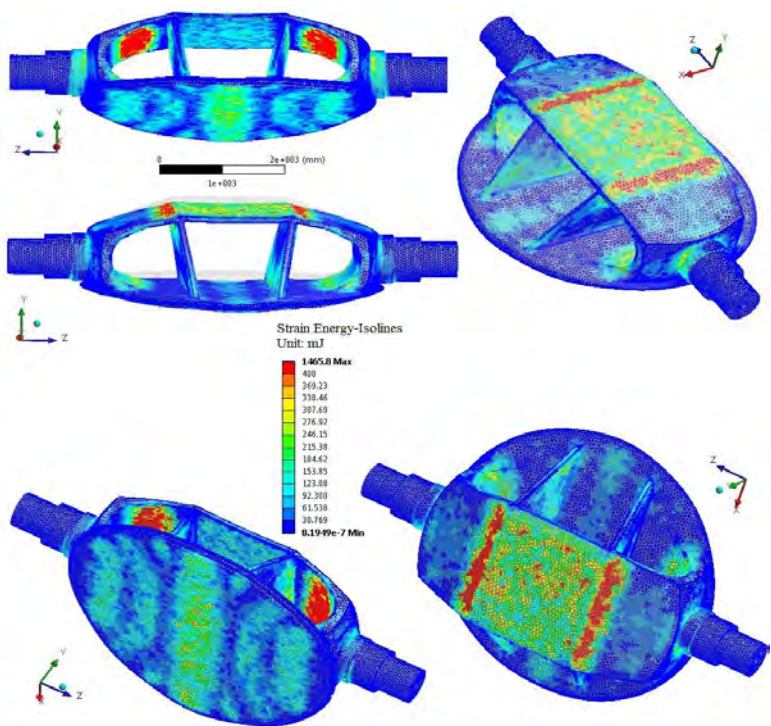


Fig. 3 Distribuția energiei de deformare în discul biplan

5. Concluzii

- Se poate observa că energia de deformare, ilustrată pe modelul discretizat, are valori maxime în plăcile superioare ale discului biplan (marcate cu culoare roșie).
- Densitatea energiei de deformare este accentuată pe fețele interioare ale plăcilor superioare dinspre butuci, pe fața exterioară a plăcii superioare, fețele interioare ale butucilor, fața aval a discului și în zonele de racordare a fusurilor cu butucii.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Mănescu, T.S., Praisach, Z.I., Pomoja, F., Afronie, E.M., Stroia, M.D., *Stresses and displacement FEM Analysis on Biplane Disks of the Butterfly Valve*, Proceedings of the 4th WSEAS International Conference on Finite

Differences - Finite Elements - Finite Volumes - Boundary Elements, ISBN: 978-960-474-298-1, pp. 88-91; Paris, 2011.

[2] Praisach, Z.I., Mănescu, T., Periş-Bendu, F., *Stresses and deformations on the disk-valve assembly of the butterfly valve ND2800 NP1.91 MPa*, Ştiinţă şi inginerie, vol.16/2009, Editura AGIR, Bucureşti, 2009, pag. 105-110.

[3] Song, X. G., Wang, L., Park, Y. C., *Analysis and optimisation of a butterfly valve disc* Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Sage Publications, Vol. 223, 2/2009.

[4] Periş-Bendu, F., Bostan, A., Câmpian, V., Nedelcu, D., *Considerations Regarding the stresses and the Deformations of the Butterfly Valve Body*, Analele Universităţii "Eftimie Murgu" Reşiţa, Anul XX, Nr. 2, 2013, ISSN 1453-7397, 2013.

[5] Periş-Bendu, F., Nedelcu, D., Câmpian, V., *Consideraţii privind optimizarea formei discului la o vană fluture pentru reducerea coeficientului de rezistenţă hidraulică*, Ştiinţă şi inginerie, vol.25/2014, Editura AGIR, Bucureşti, 2014, pag. 409-416.

[6] Mănescu, T.S., Praisach, Z.I., Mimiş, C.M., Pop, M., *Optimizarea formei discului vanei fluture cu coeficient de rezistenţă hidraulică de 0,07*, Ştiinţă şi inginerie, vol.27/2015, Editura AGIR, Bucureşti, 2015, pag. 345 -350.

[7] Mănescu, T.S., Câmpian, V., Praisach, Z.I., Pinca, C.B., *FEM Analyses applying on biplane disk of butterfly valves*, Classics and Fashion in Fluid Machinery, pp. 195-202, Belgrad Weekend Conference, Oktober 18-20, 2002.

[8] Parmar, K.S., Mishra, Y., *Structural Design and FEM Analysis of Large Butterfly Valve*, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, Vol 4, Issue 6, ISSN: 2347-6710, DOI: 10.15680/IJRSET.2015.0406046, 2015.

[9] Babeu, D.T., *Teoria elementară a rezistenţei materialelor*, Editura MIRTON Timişoara, 1994.

[10] Dupen, B., *Applied Strength of Materials for Engineering Technology 6th edition*, Indiana University - Purdue University Fort Wayne, 2014.

[11] Roynance, D., *Mechanical Properties of Materials*, Department of Materials Science and Engineering Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2008.

[12] Bejan, M., *Rezistenţa materialelor*, vol.1, Editura AGIR, Bucureşti şi Editura MEGA, Cluj Napoca, 2004.

[13] Bejan, M., *În lumea unităţilor de măsură*. Ediţia a doua revăzută şi adăugită. Editura Academiei Române şi Editura AGIR, Bucureşti, 2005.

Drd. Ing. Cristian Marius MIMIŞ
Universitatea „Eftimie Murgu” din Reşiţa,
e-mail: mimis_marius@yahoo.com
Şef lucr.Dr.Ing. Lenuţa CÎNDEA,
Universitatea „Eftimie Murgu” din Reşiţa,
membru AGIR,
e-mail: l.cindea@uem.ro