A XV-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2015

CONSIDERAŢII PRIVIND CONCEPŢIA MODELULUI DE VANĂ FLUTURE DESTINAT EFECTUĂRII CERCETĂRILOR EXPERIMENTALE

Florin PERIŞ-BENDU, Adelina BOSTAN, Dorian NEDELCU

CONSIDERATIONS REGARDING THE BUTTERFLY VALVE MODEL DESIGN TO PERFORM THE EXPERIMENTAL RESEARCH

The paper presents a model of butterfly valve designed to perform experimental research in the laboratory to determine the functional parameters of industrial (prototype) butterfly valve. The model is designed considering the Froude similarity criterion based on the geometric dimensions and the design of the prototype valve having a nominal diameter of 4.9 m and operates at a pressure of 17.1 bar. The paper presents adaptations designed model can be mounted on the test bench for hydraulic turbines and experimental research can be obtained putting in optimal conditions.

Keywords: Butterfly valve model, testing stand, experimental research, similitude criterion
Cuvinte cheie: model de vană fluture, ştand se încercări, cercetări experimentale, criterii de similitudine

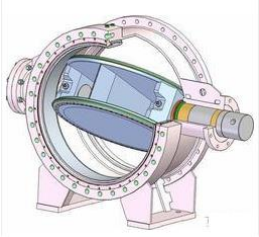
1. Introducere

Vanele fluture cu disc biplan sunt echipamente mecanice complexe care sunt prevăzute în componenţa centralelor hidroelectrice cu scopul de a asigura izolarea etanşă a echipamentelor din aval, în

condiţii normale de funcţionare şi în condiţii de avarie, la presiune maximă şi debit maxim [1].

Vanele fluture sunt proiectate în soluţii constructive care să asigure pierderi minime de presiune şi debit (să prezinte un coeficient de rezistenţă hidraulică minim) pe de o parte, pe de altă parte să prezinte o construcţie robustă rezultată din dimensionarea optimă şi verificarea exigentă a tuturor elementelor componente, din punct de vedere al rezistenţei.

Discul biplan constituie elementul de obturare al vanei şi este profilat în direcţia de curgere pentru a asigura pierderi hidraulice minime [2], motiv pentru care acesta reprezintă elementul căruia trebuie să-i fie acordată cea mai mare atenţie referitor la coeficientul de rezistenţă hidraulică. Astfel, se urmăreşte reducerea acestui coeficient prin modificarea geometriei discului în scopul optimizării formei discurilor biplane. Figurile 1.1 şi 1.2 prezintă 2 soluţii constructive ale discului biplan care echipează o vană fluture.



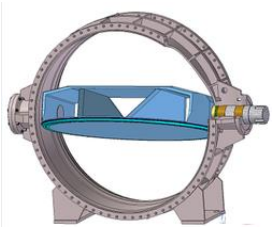


Fig.1.1 Vană fluture cu disc biplan Fig.1.2 Vană fluture cu disc biplan

Studiile cu privire la determinarea valorii teoretice a coeficientului de rezistenţă hidraulică se realizează prin simulare cu metoda elementelor finite. Acest calcul are drept scop determinarea vitezelor şi a presiunilor fluidului care traversează secţiunea discului dinspre amonte spre aval, respectiv determinarea coeficientului adimensional ζ, folosind relaţia 1.1 [3].

$$\Delta p = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2} \tag{1.1}$$

Pentru validarea rezultatelor teoretice obţinute în urma elaborării calculelor cu elemente finite se impune efectuarea unor cercetări experimentale care să confirme veridicitatea rezultatelor obţinute.

Cercetarea experimentală se realizează prin încercări practice aplicate unui model la scară mai mică. Aceste încercări sunt efectuate

în laboratoare specializate prevăzute cu un stand de încercări modele turbine hidraulice, pe care se pot realiza măsurători energetice, de ambalare, cavitaţionale şi de garanţie [3].

2. Prezentarea soluţiei constructive a modelului vanei

Încercările de laborator sau industriale sunt etape obligatorii în determinarea caracteristicilor echipamentelor hidroenergetice fiind procedee sigure şi necesare pentru perfecţionarea hidrodinamică a modelului sau a produsului la scara reală [4].

Fenomenul din laborator este similar celui din natură, dacă pe lângă asemănarea geometrică dintre obiectul model şi cel din natură (numit prototip), există şi o similitudine cinematică şi dinamică. Două mărimi cinematice de acelaşi nume măsurate pe model şi pe prototip, trebuie să se afle într-un raport constant, dacă sunt măsurate în puncte corespondente sau omoloage de pe model şi de pe prototip oricare ar fi perechea de puncte omoloage [5].

Similitudinea dintre fenomenul din natură şi cel din laborator se numeşte completă sau totală dacă toţi complecşii adimensionali πj (j = 1, 2,…) au aceeaşi valoare pe model şi pe prototip. În teoria similitudinii complecşii adimensionali se mai numesc şi *criterii de similitudine* sau *invarianţi de similitudine*. Proprietatea fundamentală a criteriilor de similitudine este că ele păstrează aceleaşi valori numerice pe model şi prototip în fenomene asemenea [5].

Vana fluture analizată are diametrul nominal de 4900 mm şi lucrează la o presiune de 17 bar.

Soluţia constructivă şi principalele dimensiuni de gabarit ale vanei prototip sunt prezentate în figurile 2.1 şi 2.2.

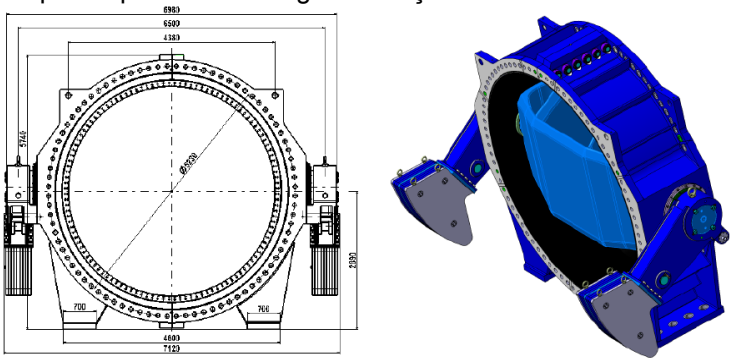


Fig.2.1 Vană fluture prototip Dn 4900 Pn 17-vederea 1

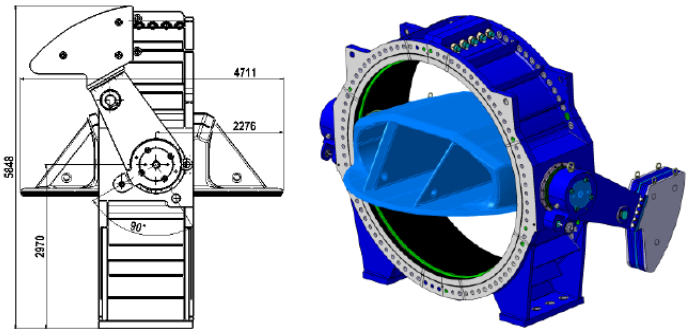


Fig.2.2 Vană fluture prototip Dn 4900 Pn 17-vederea 2

Modelul vanei fluture pe care se realizează cercetarea experimentală a fost conceput aplicând criteriul de similitudine Froude, pornind de la geometria şi dimensiunile de gabarit ale vanei industriale (prototip) prezentată în figurile 2.1 şi 2.2.

Modelul vanei fluture este un ansamblu complex format din mai multe subansamble concepute în construcţie sudată, respectiv repere demontabile. Acesta se caracterizează prin următorii parametrii geometrici principali:

- Diametru nominal corp vană, D_1 = 196 mm;
- Diametru disc vană, D_2 = 186 mm;
- Unghi de obturare maximă, α = 90°.

În figura 2.3 este prezentat modelul 3D pentru ansamblul vanei model proiectat folosind aplicaţia CAD Catia V5.

În figura 2.4 sunt prezentate dimensiunile de gabarit ale modelului şi poziţia la nivelul ansamblului, a subansamblelor şi reperelor componente.

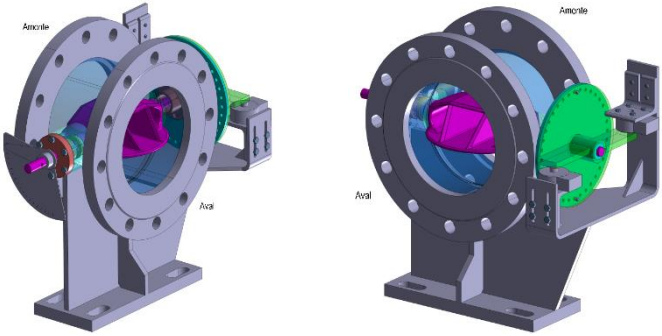


Fig.2.3 Ansamblu model vană fluture – model 3D

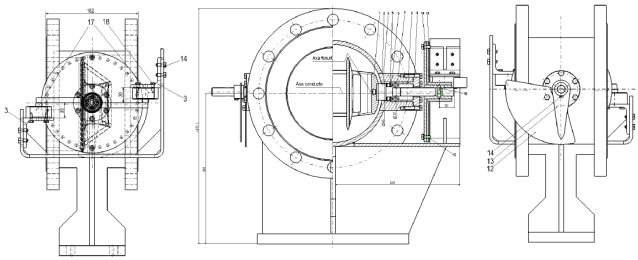


Fig.2.4 Ansamblu model vană fluture – componenţă şi gabarit

Discul, poziţia 1, reprezintă componenta principală a modelului. Este montat în corpul vanei şi orientat pe direcţia de curgere a apei. Modelul pentru disc este conceput în construcţie sudată şi reprezintă organul de obturare al modelului. Soluţia constructivă, respectiv dimensiunile de gabarit ale modelului discului sunt prezentate în figura 2.5.

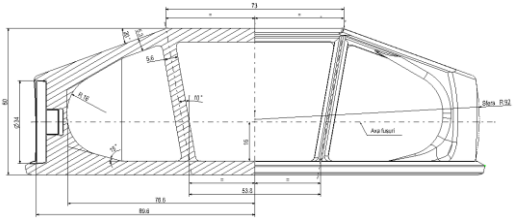


Fig. 2.5 Model disc

Corpul vanei, poziţia 2, este un ansamblu conceput în construcţie sudată şi constituie suportul de montaj pentru discul vanei. De asemenea, pe corpul vanei sunt montate toate suporturile pe care urmează a fi montate aparatele de măsură. Soluţia constructivă, respectiv dimensiunile de gabarit pentru corpul vanei sunt prezentate în figura 2.6.

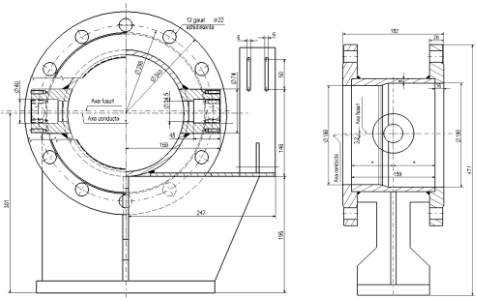


Fig. 2.6

Model corp vană

Fusurile filetate, poziţia 4, sunt montate pe disc, prin înşurubarea părţii filetate în corpul discului. Aceste fusuri reprezintă punctele de sprijin ale modelului de disc pe modelul de corp vană. Soluţia constructivă, respectiv dimensiunile de gabarit pentru fusul filetat sunt prezentate în figura 2.7.

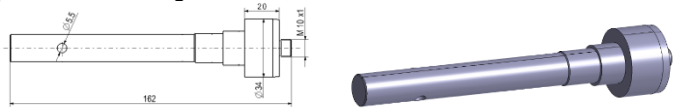


Fig. 2.7 Fus filetat

Capacul fusului, poziţia 8, este montat în corpul vanei şi este corespondentul lagărelor de aşezare prevăzute cu bucşe cu autoungere montate în corpul vanei prototip. Pe capacele fusurilor se sprijină, prin intermediul fusurilor filetate, discul model. Soluţia constructivă, respectiv dimensiunile de gabarit pentru capacul fusului sunt prezentate în figura 2.8.

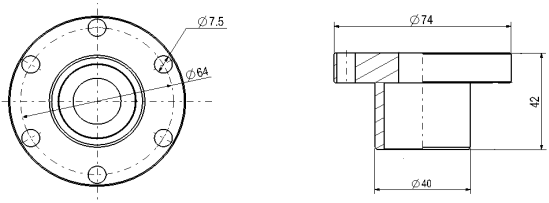


Fig.2.8

Capac fus

.

Discul reglabil, poziţia 11, este fixat pe exteriorul corpului vanei model, suprapus peste discul index, fiind poziţionat cu cele 2 nervuri între traductorii de forţă. Este prevăzut pentru a prelua prin intermediul unei perechi de bolţuri forţa la care este supus discul în timpul încercărilor şi a transmite forţa traductorilor. Soluţia constructivă, respectiv dimensiunile de gabarit pentru discul reglabil sunt prezentate în figura 2.9.

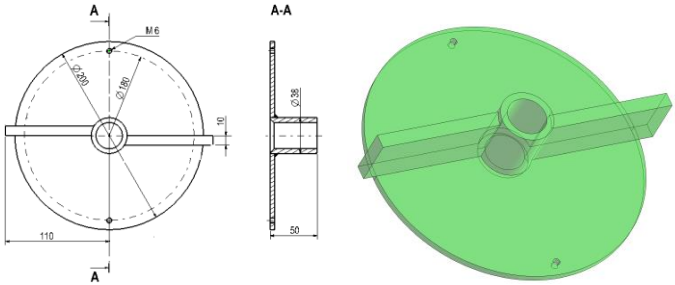


Fig.2.9 Disc reglabil

Discul index, poziţia 10, este montat în exteriorul modelului pe fusul filetat, suprafaţa sa exterioară fiind în contact cu suprafaţa interioară a discului reglabil. Se roteşte la fiecare modificare a poziţiei de lucru a discului şi transmite forţa la care este supus acesta discului reglabil. Soluţia constructivă, respectiv dimensiunile de gabarit pentru discul index sunt prezentate în figura 2.10.

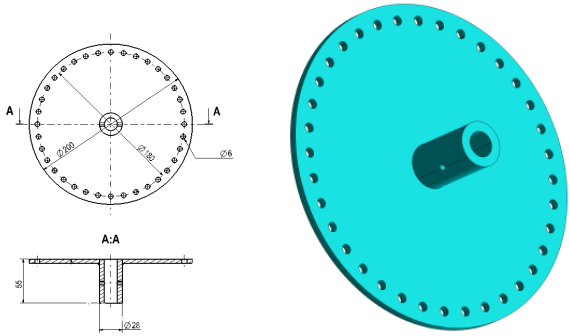
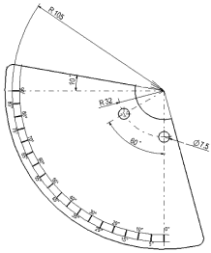


Fig. 2.10 Disc index

Placa gradată, poziţia 12, este fixă fiind montată pe exteriorul modelului, simetric faţă de discul index. Are rolul de suport pentru citirea cu ajutorul acului indicator a poziţiei de lucru al discului. Soluţia constructivă, respectiv dimensiunile de gabarit pentru placa gradată sunt prezentate în figura 2.11.



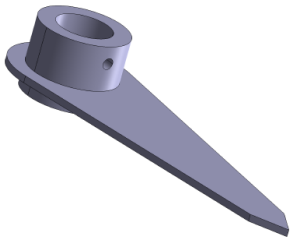


Fig. 2.11 Placă gradată

Fig. 2.12 Ac indicator

Acul indicator, poziţia 13, este montat pe fusul filetat în exteriorul modelului, simetric faţă de discul reglabil şi în imediata vecinătate a plăcii gradate. Este prevăzut pentru a indica poziţia de lucru (unghiul de deschidere) al discului. Soluţia constructivă pentru acul indicator este prezentată în figura 2.12.

3. Încadrarea modelului în standul de încercări al laboratorului

Standul de încercări al laboratorului în care se realizează cercetările experimentale este conceput şi dotat cu aparatura necesară pentru încercări energetice şi cavitaţionale pe modele de turbină având şi posibilitatea încercărilor pentru modele de vane printr-un circuit paralel racordat între rezervorul amonte şi conducta de aspiraţie aval.

Pentru a realiza cercetările experimentale pe modelul vanei în ştandul de încercări al unui astfel de laborator sunt necesare concepţia şi execuţia unor modificări ale circuitului hidraulic al ştandului.

Astfel, modelul vanei este montat între două tronsoane de conducte după cum ilustrează figura 3.1.

.

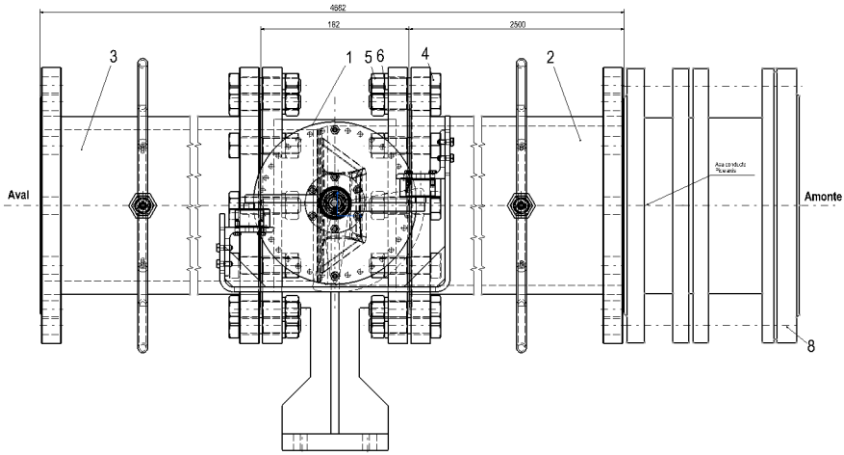


Fig.3.1 Încadrare model vană în ştandul de încercări

Tronsonul amonte, poziţia 2, se prezintă sub forma unui ansamblu demontabil care are în componenţă mai multe subansamble şi repere individuale.

Tronsonul este parte a circuitului hidraulic al ştandului de încercări modele şi este prevăzut pentru a asigura transportul apei de la rezervorul superior la modelul vanei.

Tronsonul este prevăzut cu prize pentru montarea traductoarelor de debit. În figura 3.2 sunt prezentate soluţia constructivă şi dimensiunile de gabarit ale tronsonului amonte.

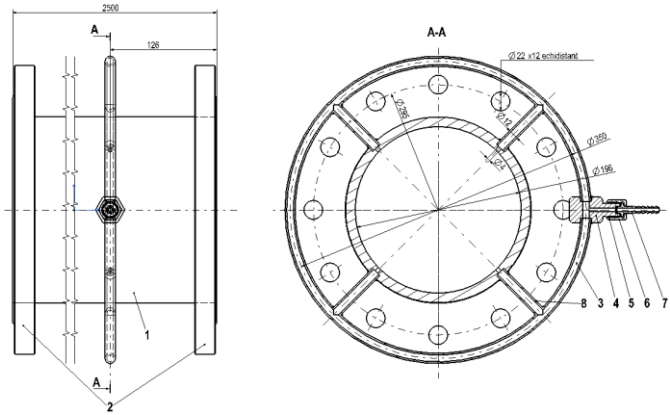


Fig. 3.2

Tronson amonte

Tronsonul aval, poziţia 3, se prezintă sub forma unui ansamblu demontabil care are în componenţă mai multe subansamble şi repere individuale. Tronsonul este parte a circuitului hidraulic al ştandului de încercări modele şi este prevăzut pentru a asigura transportul apei de la modelul vanei la coloana de aspiraţie. Tronsonul este prevăzut cu prize pentru montarea traductoarelor de debit. În figura 3.3 sunt prezentate soluţia constructivă şi dimensiunile de gabarit ale tronsonului aval.

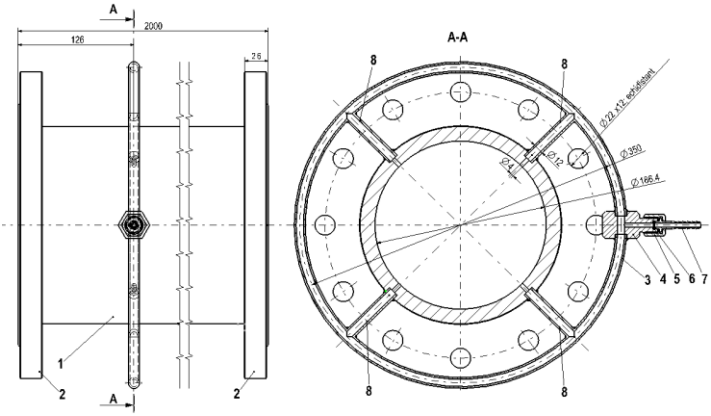


Fig. 3.3

Tronson aval

4. Concluzii

■ Studiul unui fenomen fizic se poate face atât pe cale teoretică cât şi pe cale experimentală, sau prin combinarea lor, pentru verificarea rezultatelor. Pentru verificarea justeţei ipotezelor utilizate, rezultatele teoretice obţinute vor fi comparate cu cele obţinute pe cale experimentală.

■ Cercetarea experimentală se realizează prin încercări practice aplicate unui model la scară mai mică. Aceste încercări sunt efectuate în laboratoare specializate prevăzute cu un ştand de încercări modele.

■ Încercările de laborator sau industriale sunt etape obligatorii în determinarea caracteristicilor echipamentelor hidroenergetice. Încercarea pe modele reduse similare geometric şi hidrodinamic asigură pentru echipamentul prototip parametrii necesari de funcţionare şi permite evitarea unor eşecuri financiare.

■ Modelul vanei fluture prezentat în cadrul lucrării a fost conceput pornind de la parametrii geometrici şi funcţionali ai vanei prototip, ţinând cont de criteriul de similitudine Froude.

Mulţumiri: Rezultatele prezentate în acest articol au fost obţinute cu sprijinul Ministerului Fondurilor Europene prin Programul Operaţional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013, Contract nr. POSDRU/159/1.5/S/132395.

BIBLIOGRAFIE

[1] Pop, M., Praisach, Z.I., Boboş, D., Hopotă, A., *Butterfly valve disk optimisation for hydraulic resistance coefficient 0,07*, Reşiţa, Conferinţa naţională Think Hydro, noiembrie 13-15, 2013.
[2] Peris-Bendu, F., Nedelcu, D., Câmpian, V., *Consideraţii privind soluţii moderne în proiectarea vanelor* fluture *cu disc biplan*, Ştiinţă si inginerie – Lucrările celei de-a XIII-a Conferinţe Naţionale multidisciplinare - cu participare internaţională - "Profesorul Dorin Pavel - Fondatorul hidroenergeticii româneşti", Sebeş, România, Editura AGIR Bucureşti 2013.
[3] * * *, *Determinarea coeficientului de rezistenţă hidraulică locală, Consideraţii teoretice.*
[4] Ciobanu, B., *Turbomaşini hidraulice Partea I – Turbogeneratoare* - pag. 6, Iaşi, 2008.
[5] Florescu, I., *Mecanica fluidelor – Note de curs pentru uzul studenţilor* – pag. 76-78, Editura Alma Mater, Bacău, 2007.

Ing. Florin PERIŞ-BENDU
e-mail: fbendu@hye.ro
Ing. Adelina BOSTAN
e-mail: abostan@hye.ro
S.C. HYDRO-ENGINEERING Reşiţa
Prof. Dr.Ing. Dorian NEDELCU
e-mail: d.nedelcu@uem.ro
Universitatea "Eftimie Murgu" din ReşIţa, membru AGIR