A XIV-a Conferinţă internaţională – multidisciplinară,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2014

CONSIDERAŢII PRIVIND OPTIMIZAREA FORMEI DISCULUI LA O VANĂ FLUTURE PENTRU REDUCEREA COEFICIENTULUI DE REZISTENŢĂ HIDRAULICĂ

Florin PERIŞ-BENDU, Dorian NEDELCU, Viorel CÂMPIAN

CONSIDERATIONS REGARDING THE BUTTERFLY VALVE DISK SHAPE OPTIMISATION FOR DECREASING OF THE RESISTANCE COEFFICIENT

The paper presents the optimization of the butterfly valve disc shape to obtain a hydraulic resistance coefficient of 0.07 by numerical methods and by experimental measurements. The optimized butterfly valve disc model on which measurements were done and the results of the model tests are presented. The results of the model tests consist of determining the hydraulic resistance coefficient and consequently the flow coefficient and of the forces and moment coefficients, the coefficient of cavitation and vibration level.

Keywords: van butterfly, disc biplane, coefficient of resistance Hydraulic, numerical methods
Cuvinte cheie: vană fluture, disc biplan, coeficient de rezistenţă hidraulică, metode numerice

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.

Vanele fluture cu disc biplan sunt folosite ca organe de siguranţă fiind prevăzute pentru izolarea conductei forţate în componenţa amenajărilor hidroenergetice echipate cu turbine de tip Francis. Ele pot fi amplasate pe traseul acesteia, situaţie în care sunt considerate vane fluture de castel (figura1).

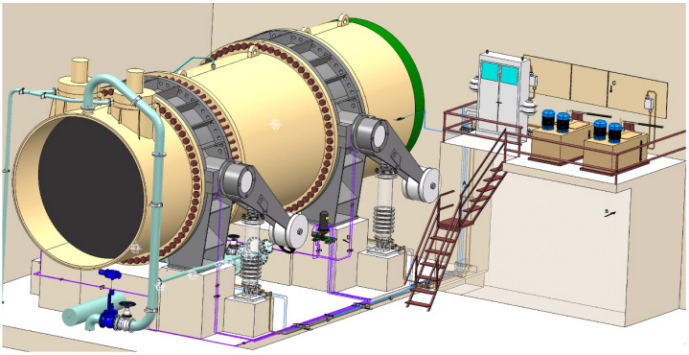


Fig.1 Vane fluture de castel

De asemenea se pot monta şi la intrarea în camera spirală a turbinei în cazul hidroagregatelor de cădere până la 250 m şi în care viteza în circuitul hidraulic la intrarea în camera spirală nu depăşeşte 11 m/s (figura 2) [1].

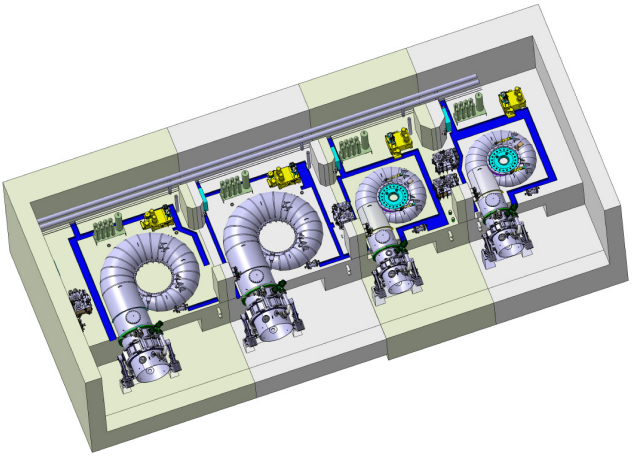


Fig. 2 Vane fluture amonte de camera spirală a turbinei

Principalele avantaje prezentate de acest tip de vane sunt: designul simplu, compact şi robust, precum şi preţul scăzut [2].

2. Descrierea constructiv-funcţională a vanei

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

Vana fluture este montată într-o centrală hidroelectrică de mare putere, echipată cu trei hidroagregate identice, la intrarea în camera spirală a turbinei hidraulice, având rolul de a închide etanş accesul apei în turbină la oprirea hidroagregatului. Acţionarea vanei fluture se face automat şi este inclusă în procesul automat de pornire şi oprire a hidroagregatului, controlat din camera de comandă a centralei; ea poate fi acţionată şi de la un panou de comandă local, manual sau automat [1].

Variantele moderne de vane fluture prezintă soluţii constructive bazate pe următoarele elemente: discul biplan, corpul vanei, braţe, contragreutăţi.

Discul biplan constituie elementul de obturare al vanei şi este profilat în direcţia de curgere pentru a asigura pierderi hidraulice minime şi echilibrarea forţelor pe vană. Discul se realizează în construcţie sudată: fusuri din oţel turnat manganos şi table laminate din oţel de uz general. Corpul vanei se realizează în construcţie sudată: butuci din oţel turnat manganos şi table laminate din oţel de uz general. Este compus din două semicarcase asamblate cu ajutorul unor buloane montate în planele de separaţie verticale. Corpul este prevăzut cu tălpi de fixare pe fundaţie. În interior, spre partea aval este prevăzut scaunul de etanşare, circular continuu, din oţel inoxidabil.

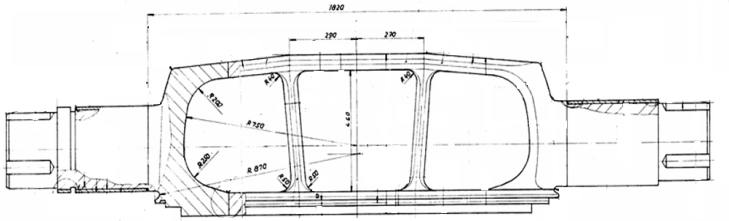
Braţele se realizează în construcţie sudată din table laminate din oţel de uz general şi reprezintă elementele care transformă mişcarea de translaţie a tijelor aparţinând servomotoarelor oscilante în mişcare de rotaţie pentru disc la manevra de deschidere a vanei.

Etanşarea principală a vanei este pe circumferinţa discului şi constă intr-o garnitură circulară profilată din cauciuc de tip EPDM de duritate 80 grade Shore, rezistent la apă montată pe disc cu ajutorul unui inel de fixare. Inelul de fixare este montat pe disc cu şuruburi. Etanşarea fusurilor este constituită din seturi de manşete “V” [2]. Lagărele vanei, unde se sprijină fusurile discului, constau din bucşe cu autoungere, care prezintă coeficienţi de frecare cu valori cuprinse în intervalul 0,1-0,2, introduse în bucşe din oţel inoxidabil.

3. Optimizarea formei discului biplan al vanei fluture

Discul de vană fluture a suferit de-a lungul timpului mai multe modificări în ceea ce priveşte forma geometrică.

În anul 1978 s-au făcut încercări pe un model de vană fluture biplană, figura 3 [1], în laboratorul S.C. HYDRO-ENGINEERING S.A şi în urma măsurătorilor, s-a obținut coeficientul de debit 0,95, ceea ce corespunde unui coeficient de rezistenţă hidraulică de 0,108.


1820
290
290
R 720
R 720
R 320
R 320
R 870
R 320
R 320
R 320

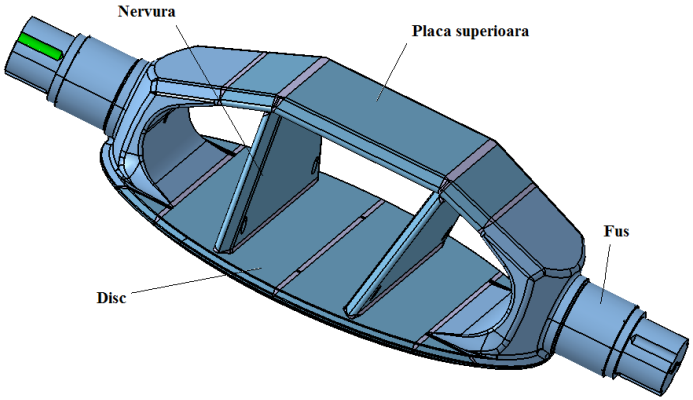
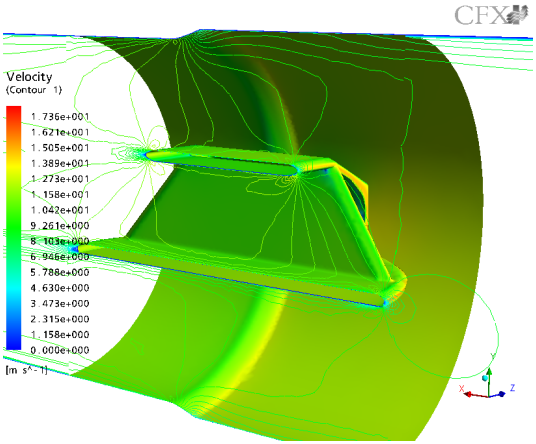


Fig. 5 Modelul 3D al discului vanei fluture

Optimizarea formei discului a constat în principal în modificarea poziţiei nervurilor interioare, micşorarea lăţimii discului în zona butucilor şi profilarea asimetrică a bordurilor de fugă a nervurilor în vederea diminuării desprinderilor von Karman.

În continuare sunt prezentate rezultate finale obţinute din simularea numerică [1].



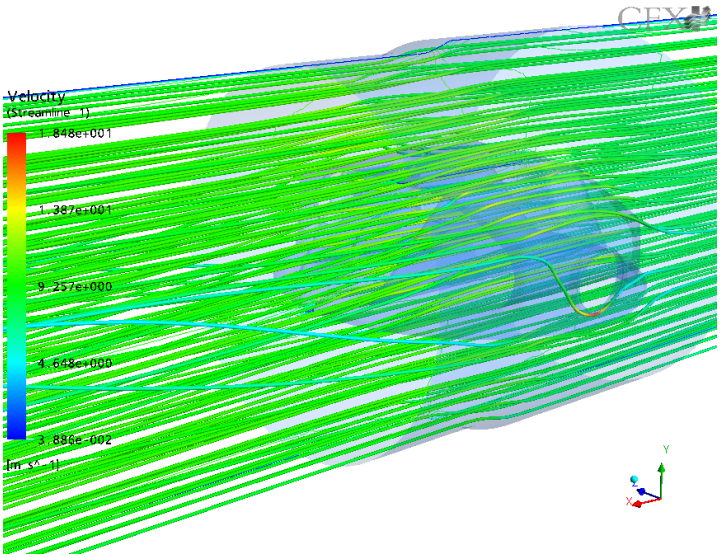


Fig. 6 Distribuţia de viteze

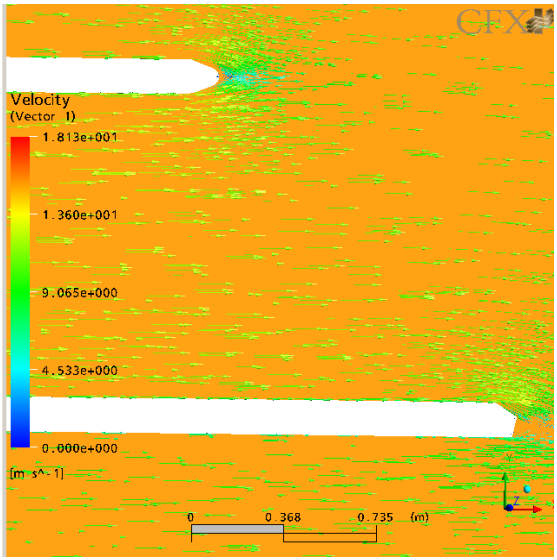


Fig. 7 Viteze bord de atac şi de fugă – nervuri şi placă superioară

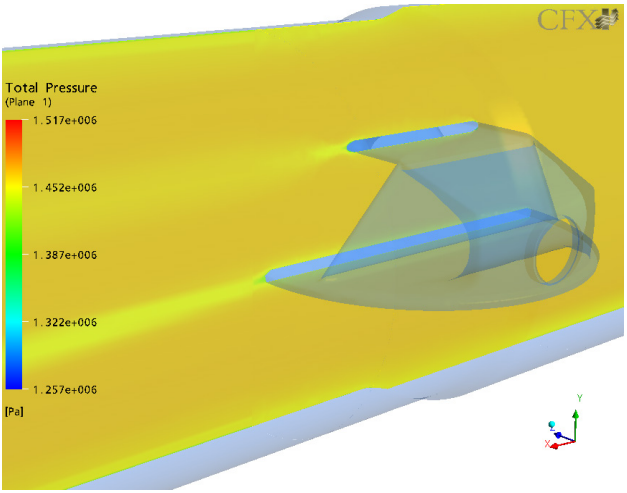


Fig. 8 Distribuţia de presiune

4. Încercări experimentale în stand

Cercetările experimentale au avut ca scop determinarea coeficientului de rezistenţă hidraulică ζ şi implicit a coeficientului de debit μ, precum şi determinarea coeficienţilor de forţe şi moment Kx, Ky, KD, a coeficientului de cavitaţie σ şi a nivelului de vibraţii.

Pe standul de încercări s-au realizat testele pe vana model utilizându-se o cădere H_m = 5,7 m şi un debit, Q_m = 50 l/s.

Aceste valori au rezultat în urma aplicării criteriilor de similitudine Froude pentru o cădere H_n = 140 m şi un debit Q_n = 156 m^3/s, parametrii de funcţionare a vanei industriale. Valoarea coeficientului de pierderi hidraulice rezultat este ζ = 0,07.

Modelul de vană fluture folosit (figura 9) a fost obţinut prin criteriul de similitudine Froude. Modelul realizat prin similitudine cu vana prototip cu diametrul de 4900 mm are următoarele caracteristici geometrice:

- Diametrul Dm = 196 mm
- Cursa unghiulară maximă α= 90°

În figura 10 este prezentat modelul discului biplan care echipează modelul vanei pe care au fost realizate încercările în stand.

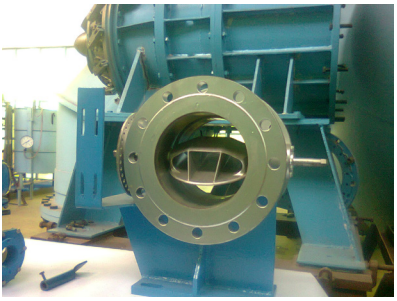


Fig. 9 Model vană fluture

Fig. 10 Model disc vană fluture

5. Concluzii

■ Valoarea coeficientului de rezistenţă hidraulică obţinută prin analiză numerică corespunde cu valoarea obţinută după efectuarea testelor pe model în stand, $\zeta = 0{,}07$.

■ Optimizarea formei discului vanei fluture utilizată ca element de izolare a circuitului hidraulic al turbinei are ca efect reducerea cu până la 35 % a pierderilor de presiune.

■ Optimizarea formei discului în vederea reducerii coeficientului de rezistenţă hidraulică conduce la o scădere a masei acestuia cu 10,3 %, fapt care determină scăderea preţului de cost.

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] Periș-Bendu F., Nedelcu, D., Câmpian, V., *Consideraţii privind soluţii moderne în proiectarea vanelor fluture cu disc biplan*, Ştiinţă si inginerie, Editura AGIR Bucureşti, 2013, pag. 429-436.

Florin PERIŞ-BENDU
fbendu@hye.ro
SC HYDRO-ENGINEERING Reşiţa
Prof.Dr.Ing. Dorian NEDELCU
e-mail: d.nedelcu@uem.ro
Prof.Dr.Ing. Constantin Viorel CÂMPIAN
e-mail: d.nedelcu@uem.ro
Universitatea „Eftimie Murgu” din Reşiţa