



A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2012

COMPORTAMENTUL UNUI MICROHIDRO-AGREGAT CU TURBINĂ CROSS-FLOW DE 10 kW, ÎN FUNCȚIE DE ÎNĂLȚIMEA DE CĂDERE A APEI, LA UNGHIURI DE DESCHIDERE ALE PALETEI CONSTANTE

Florin POMOJA

BEHAVIOUR OF A MICROHYDRO UNIT EQUIPPED WITH 10 kW CROSS-FLOW TURBINE, DEPENDING ON THE HEIGHT OF WATER FALL, AT CONSTANT OPENING ANGLES OF THE GUIDING PADDLE

This second paper presents the behaviour of a micro hydro unit equipped with a small cross-flow turbine, depending on the height of fall of water, at various opening angle of the guiding paddle. The tests and measurements (as in the previously case) were made at Hydro Engineering SA Reșița hydraulic laboratories, for several values of the height of fall of water.

Cuvinte cheie: comportament, randament, 10 kW, înălțimea de cădere, paletă

Keywords: behaviour, output, 10 kW, falling height, palette

1. Introducere

În această lucrare sunt prezentate pe larg rezultatele unui al doilea set de măsurători, obținute în urma probelor efectuate pe standul hidraulic al S.C. Hydro Engineering SA Reșița, asupra microhidroagregatului echipat cu turbină de tip cross-flow de 10 kW. În urma măsurătorilor efectuate, s-a încercat stabilirea comportamentului

acestui în funcție de - în acest caz - înălțimea de cădere a apei, păstrându-se constante în timpul măsurătorilor valorile unghiului de deschidere al paletelor directoare.

2. Prezentarea echipamentelor utilizate

La efectuarea măsurătorilor s-au utilizat echipamente specifice,



Fig. 2.1 Micro-hidroagregatul cu turbină de tip cross-flow de 10 kW, pe standul hidraulic, în timpul efectuării celui de-al doilea set de măsurători

dintre care amintim: - pentru măsurarea debitului s-a utilizat un debitmetru de tip System 1010 Uniflow; - pentru măsurarea vitezei de curgere a apei (căderii) un echipament specializat (figura 2.1). S-au mai



Fig. 2.2 Echipamente utilizate în timpul măsurătorilor

măsurat debitul și presiunea pe conducta de aducțiune.

3. Rezultate experimentale

Modalitatea de efectuare a măsurătorilor a fost următoarea:

- valorile căderii H s-au stabilit la: 32, 35, 40, 45, 50, 56, 65, 75, 88 m;

- unghiul de deschidere al paletei directoare a fost menținut constant de-a lungul unui set de măsurători, la valorile: 16°, 18°, 20° și 22°;

- turația turbinei a fost menținută de asemenea constantă (pe cât posibil) de-a lungul unui set de măsurători, la valoarea de 1885 rot/min.

Valorile puterii turbinei au rezultat din calcule.

În tabelele 3.1-3.4 sunt prezentate rezultatele măsurătorilor, pentru:

- Tabelul 3.1: unghiul de deschidere al paletei 16°;

- Tabelul 3.2: unghiul de deschidere al paletei 18°;

- Tabelul 3.3: unghiul de deschidere al paletei 20°;

- Tabelul 3.4: unghiul de deschidere al paletei 22°.

În toate cele patru tabele valorile căderii H sunt cele amintite mai sus.

Tabelul 3.1

Nr. crt.	H [m]	Q [mc/s]	n [rpm]	η_t [%]	Pt [kW]
1	32.0	0.0120	1885	69.75	2.626
2	35.3	0.0132	1885	71.75	3.278
3	39.5	0.0140	1884	74.25	4.026
4	44.5	0.0152	1885	76.00	5.041
5	50.0	0.0162	1886	76.40	6.068
6	56.7	0.0174	1885	75.00	7.256
7	65.2	0.0187	1885	73.00	8.728
8	75.5	0.0200	1885	70.60	10.454
9	88.8	0.0210	1885	68.30	12.489

Tabelul 3.2

Nr. crt.	H [m]	Q [mc/s]	n [rpm]	η_t [%]	Pt [kW]
1	32.0	0.0140	1884	74.50	3.273
2	35.5	0.0149	1885	77.50	4.020
3	39.4	0.0158	1885	79.50	4.853
4	44.4	0.0169	1885	80.75	5.942

5	50.0	0.0182	1885	80.90	7.219
6	56.9	0.0196	1884	79.20	8.661
7	65.3	0.0213	1885	77.00	10.502
8	75.6	0.0230	1886	72.50	12.362
9	88.7	0.0251	1885	70.75	15.446

Tabelul 3.3

Nr. crt.	H [m]	Q [mc/s]	n [rpm]	η_t [%]	Pt [kW]
1	32.0	0.0150	1885	78.00	3.671
2	35.4	0.0160	1885	81.00	4.499
3	39.4	0.0170	1884	82.40	5.412
4	44.2	0.0180	1885	82.50	6.436
5	50.0	0.0200	1883	82.00	8.041
6	56.7	0.0210	1885	80.00	9.341
7	65.1	0.0230	1885	79.80	11.717
8	75.7	0.0249	1886	76.00	14.048
9	88.6	0.0270	1885	73.50	17.242

Tabelul 3.4

Nr. crt.	H [m]	Q [mc/s]	n [rpm]	η_t [%]	Pt [kW]
1	32.0	0.0160	1885	77.00	3.866
2	35.4	0.0177	1883	81.00	4.977
3	39.5	0.0189	1884	82.20	6.018
4	44.3	0.0200	1885	82.30	7.150
5	50.0	0.0218	1885	82.30	8.797
6	56.9	0.0240	1885	82.00	10.981
7	65.3	0.0257	1885	79.00	12.993
8	75.7	0.0279	1883	76.00	15.740
9	88.8	0.0305	1885	72.00	19.122

În tabelele 3.1-3.4 s-au evidențiat valorile maxime pentru randament, respectiv puterea turbinei obținută la valoarea acestuia.

Conform datelor din tabelele de mai sus, au rezultat următoarele grafice, prezentate în figurile 3.1-3.4.

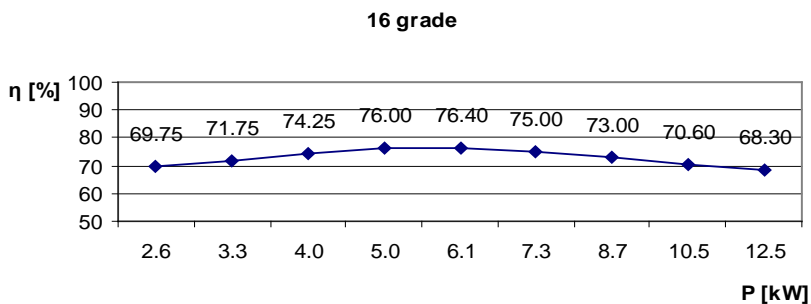


Fig. 3.1 Randamentul turbinei la un unghi de deschidere al paletelor de 16°, pentru puterile rezultate ale turbinei

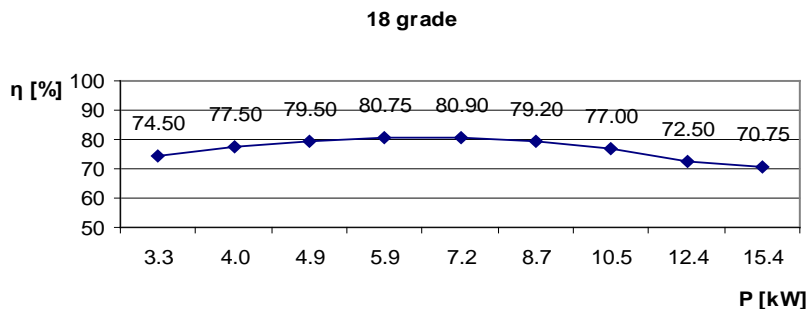


Fig. 3.2 Randamentul turbinei la un unghi de deschidere al paletelor de 18°, pentru puterile rezultate ale turbinei

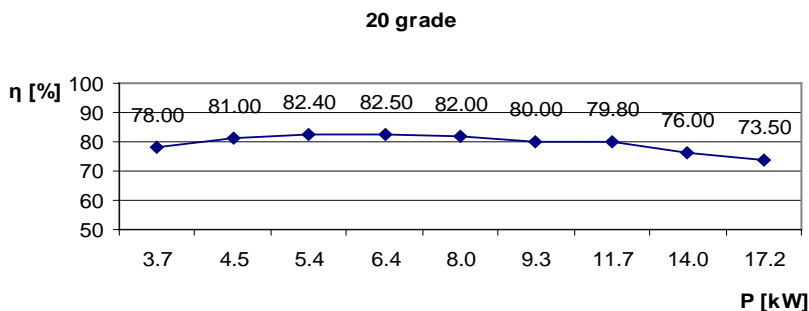


Fig. 3.3 Randamentul turbinei la un unghi de deschidere al paletelor de 20°, pentru puterile rezultate ale turbinei

22 grade

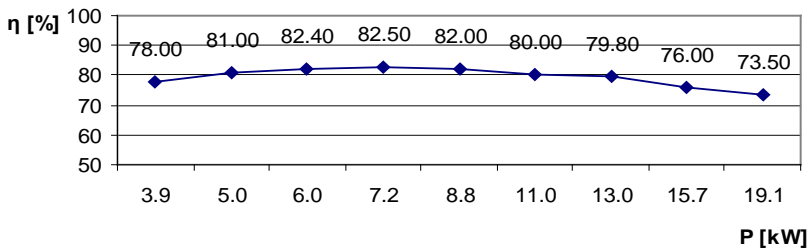


Fig. 3.4 Randamentul turbinei la un unghi de deschidere al paletii directoare de 22°, pentru puterile rezultate ale turbinei

Din tabelul 3.1 și figura 3.1 rezultă că, la unghiul de deschidere al paletii de 16°, cel mai ridicat randament al turbinei, de 76,40 %, la turația de 1886 rot/min, s-a obținut la un debit de 16,2 l/s, iar puterea turbinei la această valoare a randamentului, a fost de $P_T = 6,06$ kW, la căderea de 50 m.

Situația este similară pentru unghiul de deschidere al paletii de 18°, așa cum rezultă din tabelul 3.2 și figura 3.2: se observă că cel mai bun randament al turbinei la turația de 1885 rot/min a fost de 80,90 %, acesta fiind obținut la un debit de 18,2 l/s, când puterea calculată a turbinei a avut valoarea de $P_T = 7,22$ kW, rezultată de asemenea la o cădere de 50 m.

La un unghi al paletii directoare de 20° (tabelul 3.3 și figura 3.3), situația se prezintă puțin diferit: randamentul a avut cea mai mare valoare, de 82,50 %, la turația de 1885 rot/min, la căderea de ~45 m (spre deosebire de cazurile anterioare), pentru un debit de 18 l/s, când puterea turbinei a fost însă ceva mai mică: $P_T = 6,44$ kW.

În fine, la aceeași turație a turbinei de 1885 rot/min (tabelul 3.4, figura 3.4), cel mai mare randament s-a obținut de asemenea la un debit de 50 l/s, ca și în primele două cazuri (la unghiuri de deschidere ale paletii directoare de 16°, respectiv 18°), de această dată unghiul de deschidere fiind de 20°, situație în care puterea calculată a turbinei a fost de $P_T = 8,8$ kW, iar randamentul acesteia de 82,30 %.

În continuare, în figurile 3.5 și 3.6 sunt redată grafic, cu ajutorul datelor din tabelele 3.1-3.4, **comparativ**, rezultatele măsurătorilor efectuate, în ceea ce privește randamentul turbinei, respectiv puterea acesteia, pentru cele patru unghiuri de deschidere ale paletii directoare.

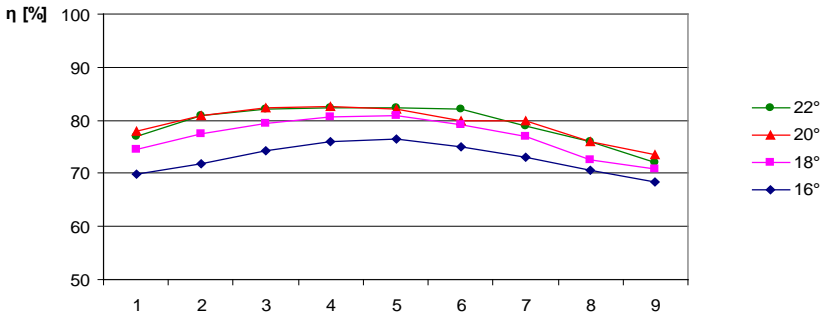


Fig. 3.5 Randamentul turbinei, comparativ, la cele patru unghiuri de deschidere ale paletii directe, pentru puterile rezultate ale turbinei (9 măsurători)

Analizând figura 3.5, se observă că randamentele turbinei la unghiuri de deschidere ale paletii de 20° și 22° sunt foarte apropiate. Revizând tabelele 3.1 și 3.2, se constată că nici între valorile debitelor în cele două situații nu există diferențe semnificative. Deși având în vedere faptul că un debit mai mic înseamnă un consum de apă mai redus (recomandabil, de altfel), este totuși preferabil unghiul de 22°, caz în care puterea și randamentul turbinei au rămas aproximativ aceleași, la debite turbinate apropiate.

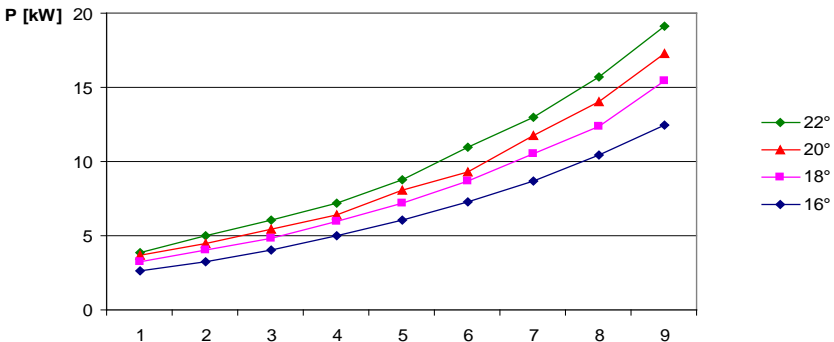


Fig. 3.6 Puterile turbinei, comparativ, la cele patru unghiuri de deschidere a paletii directe, pentru diverse debite (9 măsurători)

Din figura 3.6 se desprinde o concluzie similară cu cea de mai sus: puterea turbinei crește pentru un unghi de deschidere a paletii directe de 22°, însă nu substanțial.

4. Concluzii

Din tabelele 3.1-3.4 și graficele prezentate în figurile 3.1-3.6, reies următoarele concluzii:

- comportamentul turbinei, în două dintre cele patru situații, este aproape identic din punctul de vedere al randamentului obținut (la unghiurile de deschidere de 20° și 22°);

- randamentul maxim al turbinei s-a obținut la o cădere de 50 m, în trei din cele patru situații, exceptând măsurătorile la unghiul de deschidere al paletelor de 18°, când acesta a rezultat la căderea de 45 m (tabelul 3.3 - măsurătoarea nr. 4);

- cele mai ridicate valori ale puterii turbinei au rezultat însă pentru unghiul de deschidere de 22° al paletelor directe, caz în care debitul nu a înregistrat creșteri semnificative față de situația în care unghiul de deschidere a fost de 20°;

- cea mai mare valoare a puterii turbinei în urma măsurătorilor efectuate (19,12 kW), a rezultat la următoarele valori: turația de 1885 rot/min, înălțimea de cădere $H = 88,8$ m, debitul de apă $Q = 88,8$ l/s, unghiul de deschidere al paletelor 22°; la aceste valori însă **randamentul** turbinei a fost de 72 %;

- cel mai mare randament al turbinei (82,5 %) a fost obținut la un unghi de deschidere de 20°, pentru un debit de 18 l/s, însă la o cădere a apei de ~45 m.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * <http://www.hydorom.com/>

[2] Pomoja, F., *Hidroagregate de perspectivă în domeniul micro-turbinelor în România*, Știință și Inginerie, vol. 17, Editura AGIR, București, 2010, ISSN 2067-7138, pag. 267-274.

[3] Joshi, C.B., Seshadri, V., Singh, S.N., *Modifications in a cross-flow turbine for performance improvement*, Indian Journal of Engineering and Materials Sciences, vol. 2, Issue 6, pag. 261-267, Dec. 1995, ISSN 0971-4588.

[4] Kiyoshi, K., Sung-Woo, S., Toshiaki, K., Young-Do, C., *Internal Flow Analysis on a Micro Cross-flow Type Hydro Turbine at Very Low Speed Range*, The 1st Asian International Conference on Fluid Machinery and 3rd Fluid Power Technology Exhibition, November 21-23, 2011, ITT Madrad, Chennai, India.

[5] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură*, ediția a doua revăzută și adăugită. Editura Academiei Române, București, 2005 și Editura AGIR, București, 2005.

Drd. Ing. dipl. Florin POMOJA, inginer la Departamentul TIC,
Universitatea „Eftimie Murgu” din Reșița, membru AGIR,
e-mail: f.pomoja@uem.ro