



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

COMPORTAMENTUL UNUI MICRO-HIDROAGREGAT CU TURBINĂ CROSS-FLOW DE 10 kW, ÎN FUNCȚIE DE UNGHIU DE DESCHIDERE AL PALETEI DIRECTOARE, LA ACEEAȘI ÎNĂLȚIME DE CĂDERE A APEI

Florin POMOJA

BEHAVIOUR OF A MICRO-HYDRO UNIT EQUIPPED WITH 10 kW CROSS-FLOW TURBINE, DEPENDING ON THE OPENING ANGLE OF THE GUIDING PADDLE, AT THE SAME HEIGHT OF WATER FALL

This paper presents the behaviour of a micro-hydro unit equipped with a small cross-flow turbine (turbine calculated power is less than $P_T=10$ kW), depending on the opening angle of the guiding paddle, at same amount of water falling height. The tests and measurements were made at Hydro Engineering SA Reșița hydraulic laboratories, with specialized equipment.

Cuvinte cheie: comportament, randament, 10 kW, unghi de deschidere, paletă

Keywords: behaviour, output, 10 kW, opening angle, wide

1. Introducere

La începutul secolului XXI s-ar putea spune că energia electrică este nelipsită, **aproape** în orice locație. Însă există **încă** zone (de exemplu cele deluroase de mare înălțime și mai ales cele muntoase) în care comunități mici de oameni sau construcții izolate (cum ar fi cabanele montane) nu sunt racordate la Sistemul Electroenergetic Național. Din

fericire însă, de multe ori în aceste locații există o sursă inepuizabilă de energie „curată”: apa curgătoare.

Într-o asemenea situație, soluția poate fi extrem de simplă: utilizarea unui micro-hidroagregat de **foarte mică putere** (turbină plus generator), ansamblu care poate fi de multe ori instalat într-o asemenea zonă chiar fără constituirea unei acumulări de apă (construirea unui baraj de stocare a apei necesitând investiții destul de mari, greu de realizat de către eventualii utilizatori).

2. Prezentarea generală a microhidro-agregatului

Având în vedere cele expuse mai sus, în lucrarea de față este prezentat foarte pe scurt un asemenea micro-hidroagregat - testat pe un stand hidraulic - iar apoi sunt redată în extenso rezultatele măsurărilor efectuate, pentru stabilirea comportamentului acestuia în funcție de - în acest caz - unghiul de deschidere al paletelor directoare.

În figura 1 este redat desenul de ansamblu 3D al microhidro-agregatului proiectat și realizat la S.C. Hydro Engineering SA Reșița [1]. Principalele părți componente ale agregatului sunt următoarele: rama-suport; carcasa; țeava de aducțiune; transmisia cu curele; generatorul (alternatorul).

Rama-suport a micro-hidroagregatului este realizată din profil I, sudată. Carcasa – realizată de asemenea în construcție sudată – este din tablă de oțel de 10 mm grosime. Țeava de aducțiune are un profil dreptunghiular vertical. Transmisia cu două curele trapezoidale are raportul

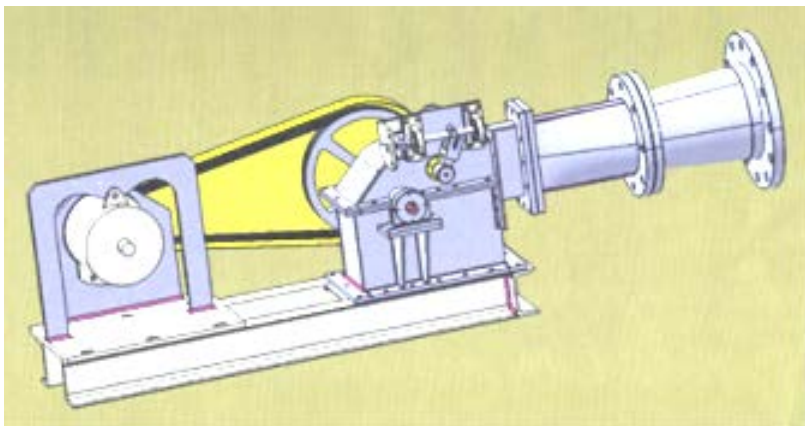


Fig. 2.1 Desenul de ansamblu 3D al agregatului cu turbină de tip cross-flow de 10 kW

1:1,35. Turbina cross-flow are o putere proiectată de maximum 10 kW, pentru un debit între 15 și 30 l/s. Diametrul rotorului este de 135 mm, având 30 de palete.

3. Rezultate experimentale



Fig. 2.2 Micro-hidroagregatul cu turbină de tip cross-flow de 10 kW, pe standul hidraulic, în timpul măsurătorilor

În continuare vor fi prezentate - tabelar și grafic - rezultatele experimentale obținute în urma măsurătorilor efectuate.

Semnificațiile mărimilor din tabele sunt următoarele: H este căderea, [m]; Q este debitul apei, [mc/s]; n este turația turbinei, [rot/min]; Ph este puterea hidraulică, ce rezultă în urma căderii și a debitului, în [kW]; Pt este puterea calculată a turbinei, de asemenea în [kW]; η este randamentul turbinei, [%]; α este unghiul de deschidere al clapetei de reglare a debitului [°].

Modalitatea de efectuare a măsurătorilor a fost următoarea:

- căderea H a fost păstrată constantă (la valoarea de 50 m);
- turația s-a menținut de asemenea constantă (pe cât posibil) de-a lungul unui set de măsurători, la o valoare care să corespundă cu turația nominală a generatorului;

- cu ajutorul clapetei de reglare a debitului, prin modificarea unghiului acesteia, s-a realizat ajustarea debitului Q.

Valorile puterii hidraulice și puterii turbinei au rezultat din calcule.

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

- Tabelul 3.1: căderea H = 50 m, turația turbinei n = 1532 rot/min;
- Tabelul 3.2: căderea H = 50 m, turația turbinei n = 1885 rot/min;
- Tabelul 3.3: căderea H = 50 m, turația turbinei n = 2003 rot/min;
- Tabelul 3.4: căderea H = 50 m, turația turbinei n = 2239 rot/min.

Tabelul 3.1

Nr. crt.	H [m]	Q [mc/s]	n [rpm]	Ph [kW]	Pt [kW]	η [%]	α [°]
1	50	0.0235	1532	11.52	8.55	74.20	23
2	50	0.0226	1532	11.10	8.41	75.80	22
3	50	0.0202	1534	9.92	7.54	76.00	20
4	50	0.0187	1531	9.17	6.75	73.70	18
5	50	0.0165	1532	8.07	5.62	69.60	16
6	50	0.0134	1532	6.56	4.48	68.30	14
7	50	0.0115	1533	5.63	3.67	65.20	12
8	50	0.0098	1532	4.79	2.92	60.90	10

Tabelul 3.2

Nr. crt.	H [m]	Q [mc/s]	n [rpm]	Ph [kW]	Pt [kW]	η [%]	α [°]
1	50	0.0226	1885	11.06	8.96	81.00	23
2	50	0.0218	1886	10.68	8.90	83.30	22
3	50	0.0199	1885	9.75	8.15	83.60	20
4	50	0.0182	1889	8.91	7.20	80.80	18
5	50	0.0159	1886	7.82	5.98	76.50	16
6	50	0.0132	1885	6.47	4.49	69.30	14
7	50	0.0114	1887	5.60	3.57	63.70	12
8	50	0.0096	1885	4.71	2.68	57.00	10

Tabelul 3.3

Nr. crt.	H [m]	Q [mc/s]	n [rpm]	Ph [kW]	Pt [kW]	η [%]	α [°]
1	50	0.0223	2003	10.93	8.89	81.30	23
2	50	0.0216	2001	10.59	8.59	81.10	22
3	50	0.0197	2002	9.67	7.82	80.90	20
4	50	0.0180	2003	8.83	7.13	80.80	18
5	50	0.0159	2005	7.82	5.94	76.00	16
6	50	0.0132	2003	6.47	4.40	68.00	14
7	50	0.0125	2004	6.14	3.81	62.00	12
8	50	0.0106	2002	5.21	2.87	55.00	10

Tabelul 3.4

Nr. crt.	H [m]	Q [mc/s]	n [rpm]	Ph [kW]	Pt [kW]	η [%]	α [°]
1	50	0.0220	2239	10.76	8.37	77.80	23
2	50	0.0211	2239	10.34	8.38	81.00	22
3	50	0.0228	2239	11.18	9.06	81.10	20
4	50	0.0176	2239	8.61	6.63	77.00	18
5	50	0.0156	2239	7.65	5.47	71.50	16
6	50	0.0129	2239	6.34	4.09	64.50	14
7	50	0.0113	2239	5.55	3.30	59.50	12
8	50	0.0098	2239	4.79	2.54	53.00	10

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

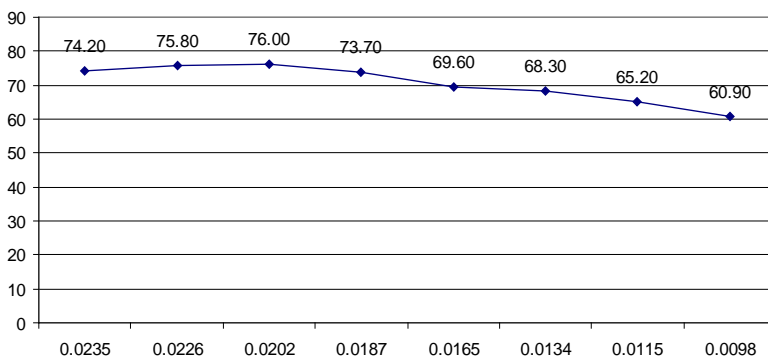


Fig. 3.1 Randamentul turbinei la turația de 1532 rot/min, funcție de Q [mc/s]

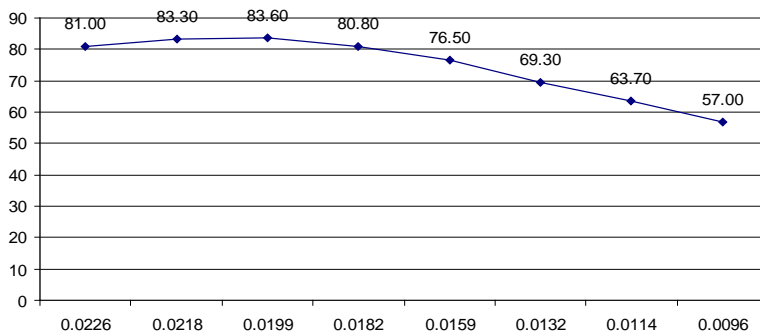


Fig. 3.2 Randamentul turbinei la turația de 1885 rot/min, funcție de Q [mc/s]

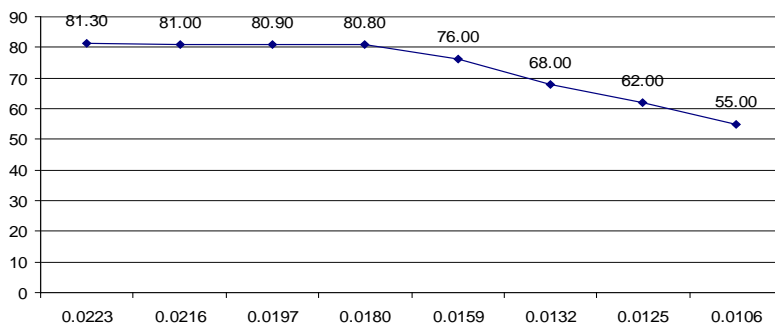


Fig. 3.3 Randamentul turbinei la turația de 2003 rot/min, funcție de Q [mc/s]

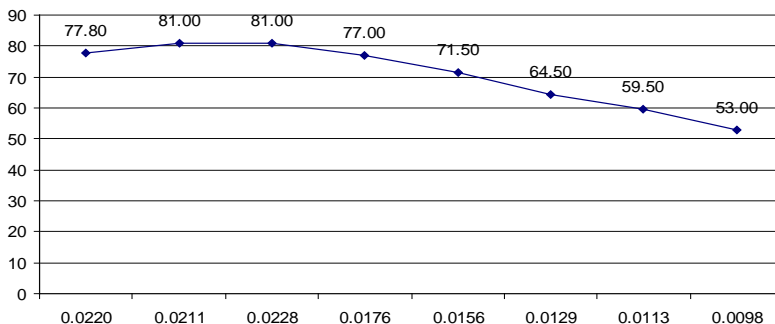


Fig. 3.4 Randamentul turbinei la turația de 2239 rot/min, funcție de Q [mc/s]

În figura 3.1 se observă că cel mai ridicat randament al turbinei (76 %) la turația de 1532 rot/min s-a obținut la un debit de 20,2 l/s, pentru un unghi de deschidere al paletelor de 20° , cu toate că puterea calculată a turbinei cu cea mai mare valoare ($P_T = 8,55$ kW) a rezultat pentru un debit de 23,5 l/s, la un unghi de 23° deschidere al paletelor.

Din tabelul 3.2 și figura 3.2 rezultă că cel mai bun randament al turbinei la turația de 1885 rot/min (83,6 %) s-a obținut la un debit de 19,9 l/s, pentru un unghi de deschidere al paletelor de 20° , deși puterea calculată a turbinei cu cea mai mare valoare ($P_T = 8,96$ kW) a rezultat pentru debitul de 22,6 l/s, la un unghi de deschidere de 23° .

Situația se prezintă diferit pentru cazul în care turația turbinei a fost de 2003 rot/min (tabelul 3.3 și figura 3.3): puterea calculată a turbinei cu cea mai mare valoare ($P_T = 8,89$ kW) a rezultat pentru un debit de 22,3 l/s, la un unghi al paletelor de 23° , când și randamentul a avut cea mai mare valoare, de 81,3 %.

În fine, la turația turbinei de 2239 rot/min (tabelul 3.4, figura 3.4), cel mai mare randament s-a obținut la un debit de 22,8 l/s, unghiul de deschidere fiind de asemenea de 20° (ca și în primele două cazuri), situație în care și puterea calculată a turbinei a fost cea mai mare ($P_T = 9,6 \text{ kW}$), ca și randamentul acesteia, de 81,1 %.

În continuare, în figurile 3.5 și 3.6 sunt redată grafic, **comparativ**, rezultatele măsurătorilor efectuate, cu ajutorul datelor din tabelele de mai sus.

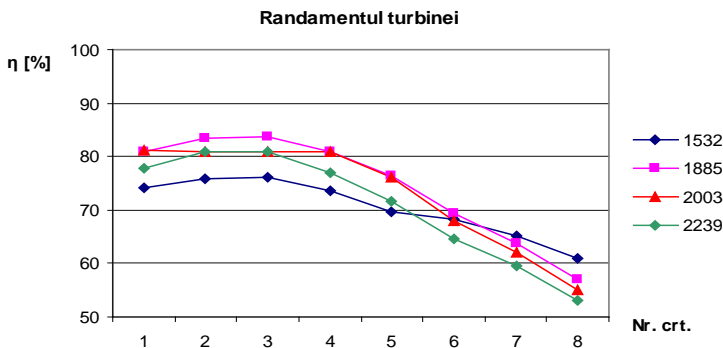


Fig. 3.5 Randamentele turbinei la turațiile: 1532, 1885, 2003 și 2239 rot/min, funcție de debitul Q [mc/s]

După cum se observă din figura 3.5, cel mai bun randament al turbinei - la valorile mai ridicate ale debitului Q - este cel obținut la turația de 1885 rot/min.

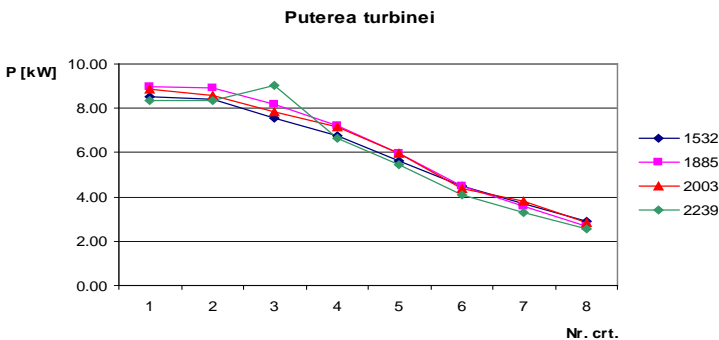


Fig. 3.6 Puterile turbinei la turațiile: 1532, 1885, 2003 și 2239 rot/min, funcție de debitul Q [mc/s]

În schimb, cea mai mare putere a turbinei a fost înregistrată la turația de 2239 rot/min, la un debit de 19,9 l/s (figura 3.6).

4. Concluzii

Din tabelele 3.1-3.4 și graficele prezentate în figurile 3.1-3.6, se pot trage următoarele concluzii:

- există o strânsă corelare între puterea hidraulică și puterea calculată a turbinei, diferențe mai mari între acestea apar odată cu scăderea debitului sub o anumită valoare, relativ apropiată pentru cele patru seturi de măsurători (circa 17 l/s);

- randamentul turbinei nu suferă modificări majore la debite ridicate, de 22-21-20-19 l/s, dar la reducerea debitului sub 17-16-15 l/s, au loc scăderi bruște ale acestuia;

- cele mai ridicate valori ale randamentului turbinei au rezultat pentru unghiul de deschidere de 20° al paletii directoare, cu o singură excepție (tabelul 3.3 - la unghiul de 23°);

- cea mai mare valoare a randamentului în urma măsurătorilor efectuate (83,6 %), a rezultat la următoarele valori: turația de 1885 rot/min, înălțimea de cădere $H = 50$ m, debitul de apă $Q = 19,9$ l/s, unghiul de deschidere al paletii 20°; la aceste valori puterea calculată a turbinei a fost de 8,15 kW.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * <http://www.hydrom.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] Choi, Y.D., Lim, J.I., Kim, K.G., et al *CFD analisys for the performance of the cross-flow hydraulic turbine with the variation of blade angle*, New Trends in Fluid Mechanics Research: Proceedings of the Fifth International Conference on Fluid Mechanics, pag. 428-431, Aug. 2007, Shanghai, China.

[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