

STAȚIE HIDROELECTRICĂ PENTRU PRODUCEREA ENERGIEI PE CONDUCTA DE ADUCȚIUNE LA REZERVOARELE STAȚIEI DE POMPARE „CIOCANĂ”

¹PLEȘCA P., ²ȘARAGOV I., ¹PLEȘCA A.

¹Universitatea Agrară de stat din Moldova

²Universitatea Tehnică a Moldovei

Summary. Increase of generation hydraulic power means optimization of hydrostation. Measurement procedure of main parameters of hydroturbine and optimization of hydrostation of the Tohatin-Ciocana water supply system. evaluation of the measurement results, hydroturbines regimes efficiencies of the hydraulics energies are done.

Key words: The optimization of hydrostation, The measurement results, The regimes optimizations.

INTRODUCERE

Criza energetică în SA Apă- Canal Chișinău poate fi depășită prin recuperarea energiei cu ajutorul turbinelor hidraulice de mică putere. Existența în sistemul de alimentare cu apă a or. Chișinău a conductelor gravitaționale care unesc rezervoarele de apă potabilă după stațiile de tratarea apei (STA) cu rezervoarele de reglare amplasate pe sectoarele de lângă stațiile de pompare (SP) dau posibilitatea de-a transforma energia hidraulică a apei în energia electrică sau alte energii. Hidroagregatele pot fi instalate pe conducte la intrare în rezervoare și prezintă o turbină hidraulică cu generator și sistem de reglare a regimului de funcționare sau pot fi aplicate transformatoare de energie. Energia produsă se poate folosi pentru pomparea apei, deschiderea sau închiderea vanelor, funcționarea sistemului de semnalizare, control, iluminare și pentru alte necesități interne sau mai simplu transmiterea ei în rețele centralizate.

Determinarea parametrilor optimi de funcționare a hidro turbinelor pentru recuperarea energiei, alegerea utilajului hidroenergetic și a locului de amplasare cu puține modificări în montare și regimul de funcționare a rezervorului și stației de pompare.

MATERIAL ȘI METODE

În acest sistem apa se transportă din rezervoarele situate la SP Tohatin cu conducte lungi spre rezervoarele de reglare și compensare a presiunii pentru 1 zonă a SP Ciocana, din care se transmit la consumatori. Acum reeșind din regimul de consum și umplere a acestor rezervoare care se petrece cu vana parțial închisă, adică cu rezistență hidraulică locală ce duce la pierderi de sarcină în zădar. În fig.1 se arată schema transportului apei prin conducte de gravitație și poziția liniei piezometrice cu vana parțial închisă. Ca să fie valorificat acest potențial hidroenergetic la umplerea rezervoarelor de reglare prin gravitație și micșorarea înălțimii geometrice de pompare pentru pompele ce transportă apa la consumatori se propune de-a schimba schema de mișcare a apei prin conductele de pe lângă SP. în așa mod, ca apa se treacă la rezervorul de reglare prin conducta la capătul căruia se amplasează hidroturbina, care recuperează parțial energia hidraulică evacuând după ea apa în rezervor. Schema de amplasare cu hidroturbină este prezentată în fig.1. În același timp presiunea în conducta de aspirație se poate majora dacă e necesar să funcționeze SP Ciocana, ce va duce la micșorarea înălțimii geometrice de pompare și reducerea parțială a puterii necesare pentru pompa. Pentru recuperarea energiei hidraulice în locul pierderilor de sarcină (presiune) locale în vană se instalează la intrare în rezervor de reglare hidroturbina iar după ea e necesar de folosit vanele cu scopul evitării funcționării hidroturbinei în regim de cavitație fiind ca axa rotorului la nivelele inferioare în rezervor pot fi mai jos. Căderea netă în așa caz va fi egală cu pierderile de sarcină produsă de aceasta vana în poziția parțial închisă și pierderile de sarcină pe lungime pînă la hidroturbina și după ea .

$$H_T = H_b - h_L - h_l - h_v - \frac{v^2}{2g} \quad (1)$$

Unde: H_T , este căderea netă la hidroturbină. În h_L și h_l sînt pierderile lineare, și cele locale în vana la ieșire spre rezervoare $h_v = \zeta \frac{v^2}{2g}$. Dacă o porțiune de apă se folosește la pomparea apei cu SP Ciocana în zonă, atunci debitul prin turbină se micșorează $Q_T = Q_c - Q_{sp}$.

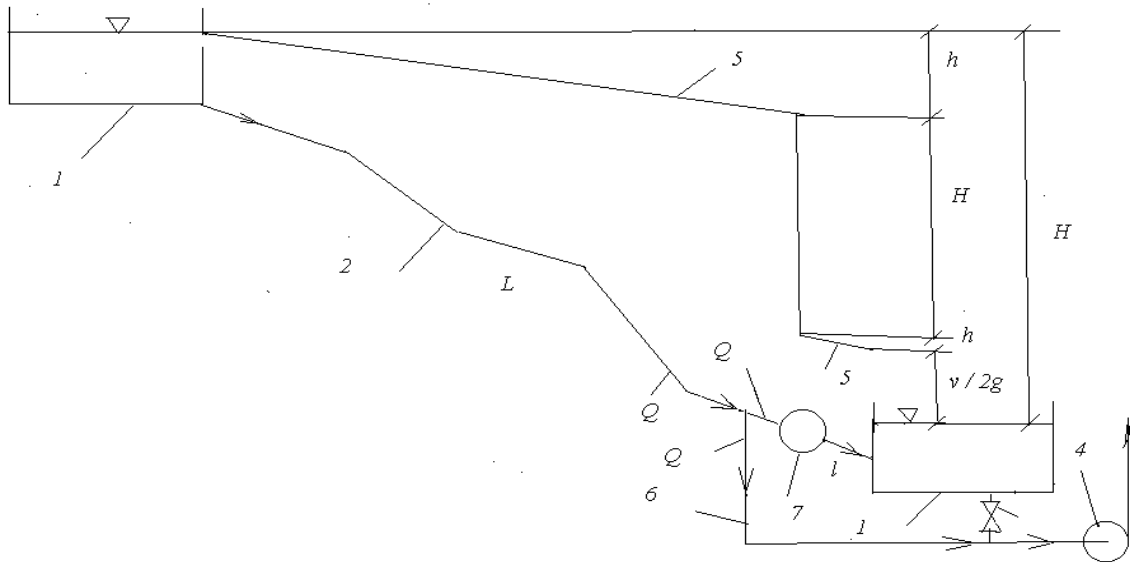


Figura 1. Schema mișcării apei prin conducte gravitaționale între rezervoare SP Tohatin și SP Ciocana.

1. Rezervor. 2. Conductă. 3. Vană. 4. Pompă. 5. Linia piezometrică. 6. Conducta aspirație a SP. 7. Hidroturbină.

Puterea produsă de hidroturbină N_T se determină cu relația $N_T = P_T Q_T$, unde $P_T = \gamma H_T$ - presiunea la hidroturbină, γ - greutatea specifică a apei, și H_T - căderea netă la hidroturbină.

Atunci luînd în vedere randamentul hidroagregatului $\eta_a = \eta_T \eta_G$, puterea lui va fi egală cu

$$N_a = \gamma Q_T H_T \quad (2)$$

și energia produsă :

$$E = N_a T \quad (3)$$

unde : T - timpul de funcționare a hidroagregatului (h).

Costul energiei produse: $C_E = E c; \quad (4)$

unde: c - costul unui kWh de energie recuperate MCHE.

Medode și mijloace de cercetări experimentale pentru stabilirea regimului funcționării hidroturbinei.

Pentru precizarea parametrilor în funcționarea hidroturbinei demonstrată pe baza teoretică, trebuie de studiat experimental variațiile reale ale debitului la intrare în rezervor de reglare și SP prin conducta de gravitație în timp, care sau efectuat cu aparatul modern de tip DF 868

Panametrics (ultrasonic) pentru masurarea debitelor și logere de tip SPECTRALOG 1Pi. pentru presiuni pînă și după vana pe conducta cu d600mm spre rezervoarele Ciocana, cu prelucrarea datelor la calculator folosind program specializat.

- Cota rezervorului inferior Ciocana 113m, volum $W 10000+3000+3000=16000m^3$, SP Tohatin-160m
- Diferența de nivele 47m, adîncimele maxime în rezervoare pînă la 5m.
- Lungimea conductei 6,8 km cu diametrul conductei 800/600mm, iar la ieșire spre 1zona CET1-800mm
- Lungimea conductei de aducțiune la rezervoare 50-150m, diametrul 600mm-300mm și spre cladirea stației de pompare 500mm. Diametrul de conectare disponibil la turbină în SP Ciocana - 400mm.

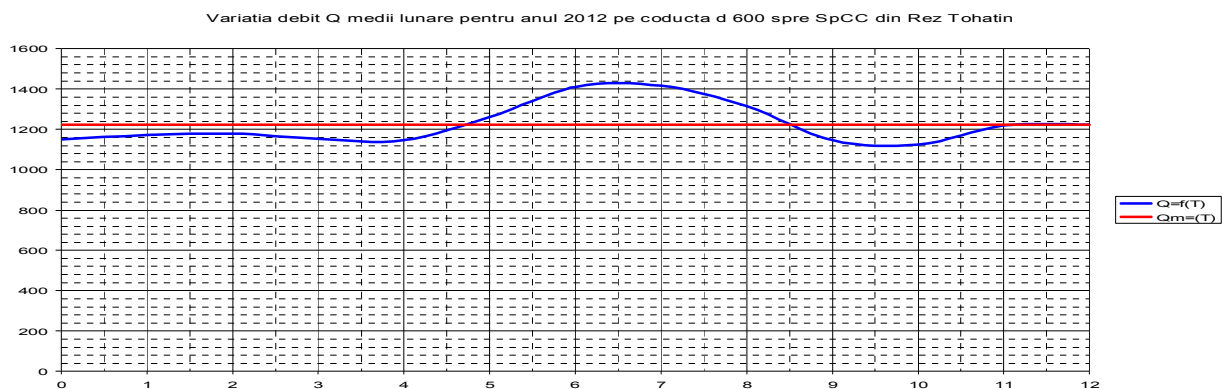


Figura 2. Regimiri de umplere a rezervoarelor de la Rez Sp Tohatin spre rez Sp Ciocana

Din observații la SP umplerea și golirea rezervoarelor se petrece cu unele variații de debite, care se schimbă prin modificarea gradului de închidere a vanei. Acum practic toate vanele ce reglează debitul în rezervoarele sistemului de alimentări cu apă SA Apă-Canal Chișinău la umplere lor sînt parțial închise

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Ca exemplu pentru determinarea presiunii la intrare în SP Ciocana pe conducta de intrare cu $d=600mm$ se dă în figurile de mai jos, ca și iar variațiile debitelor în acest timp. În rezultatul acestor prelucrări se determină dependența pierderilor de sarcină la vană (sub influența gradului de închidere) de debit, care poate fi aplicat pentru alegerea parametrilor principali ale hidroturbinelor. Locul amplasării hidroturbinei pe conducta de aducțiune spre rezervoarele Sp Ciocana este dat mai jos.

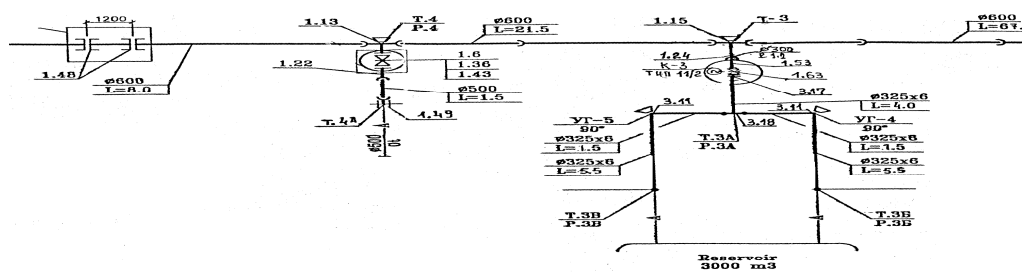


Figura 3 Sector de la debitmetru pînă la punct T3 spre rezervor cu volum 3000m³ cu sector T4 - T3 unde se prevede de instalat hidroturbina pînă la 100 kW.

Datele masurarilor debitului $Q, m^3/h$ si presiunilor $P(H), m$ din 8-11 februarie 2013.

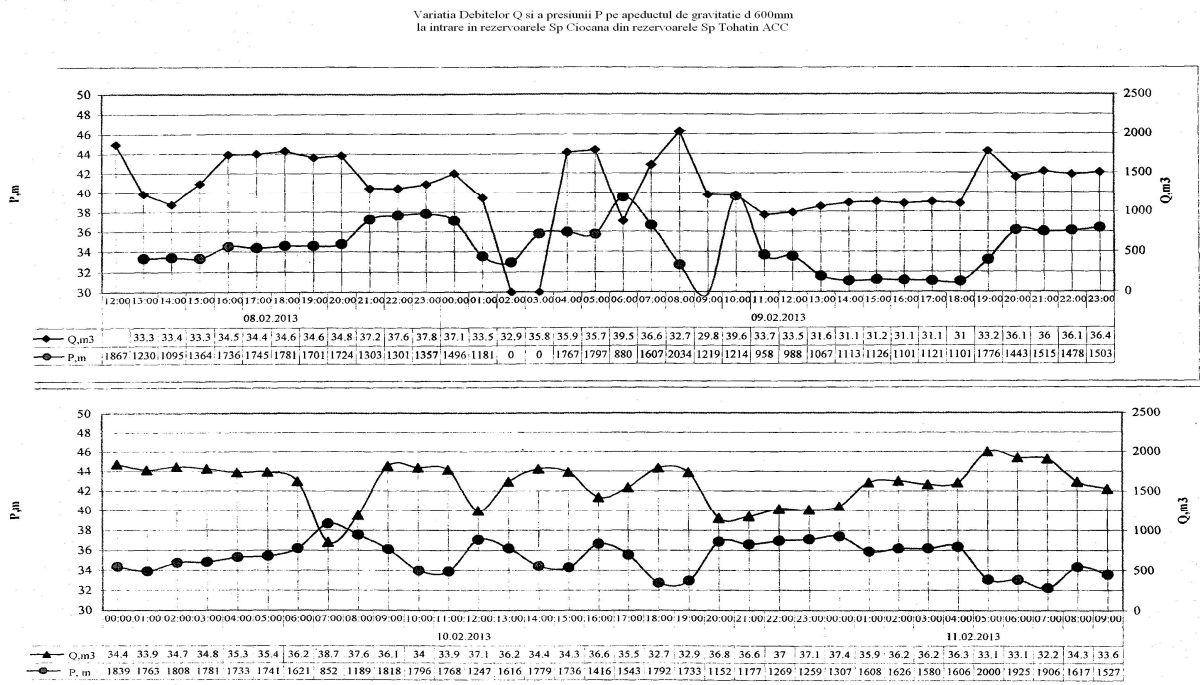
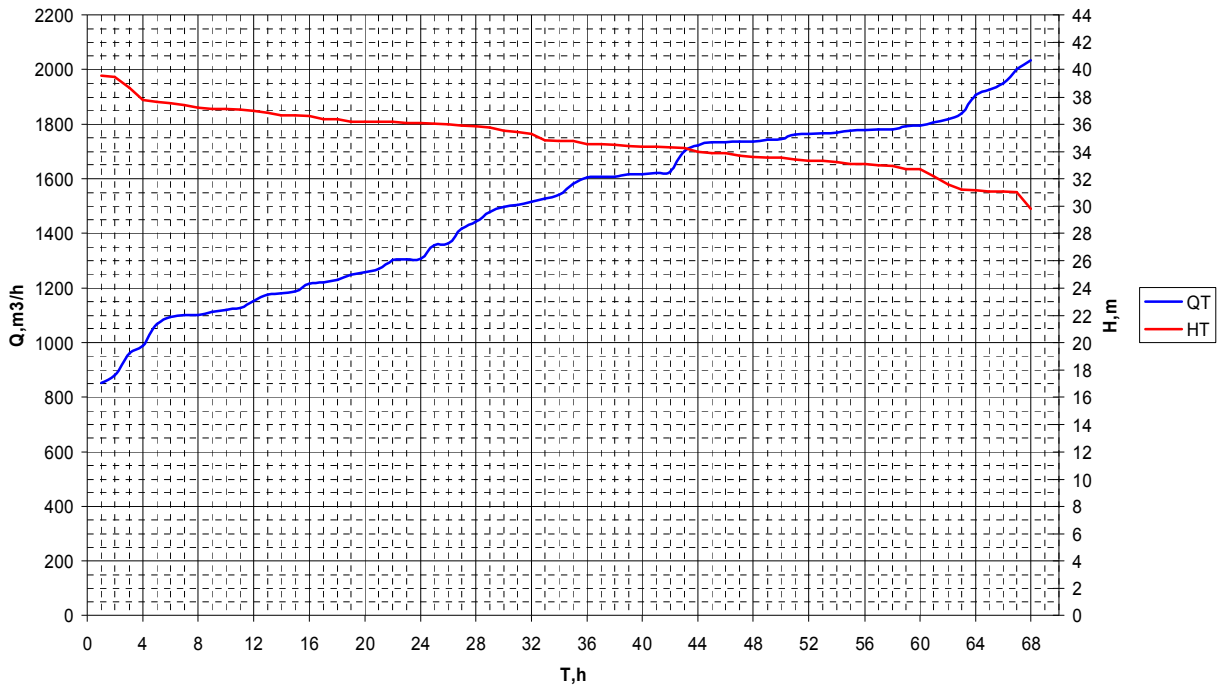


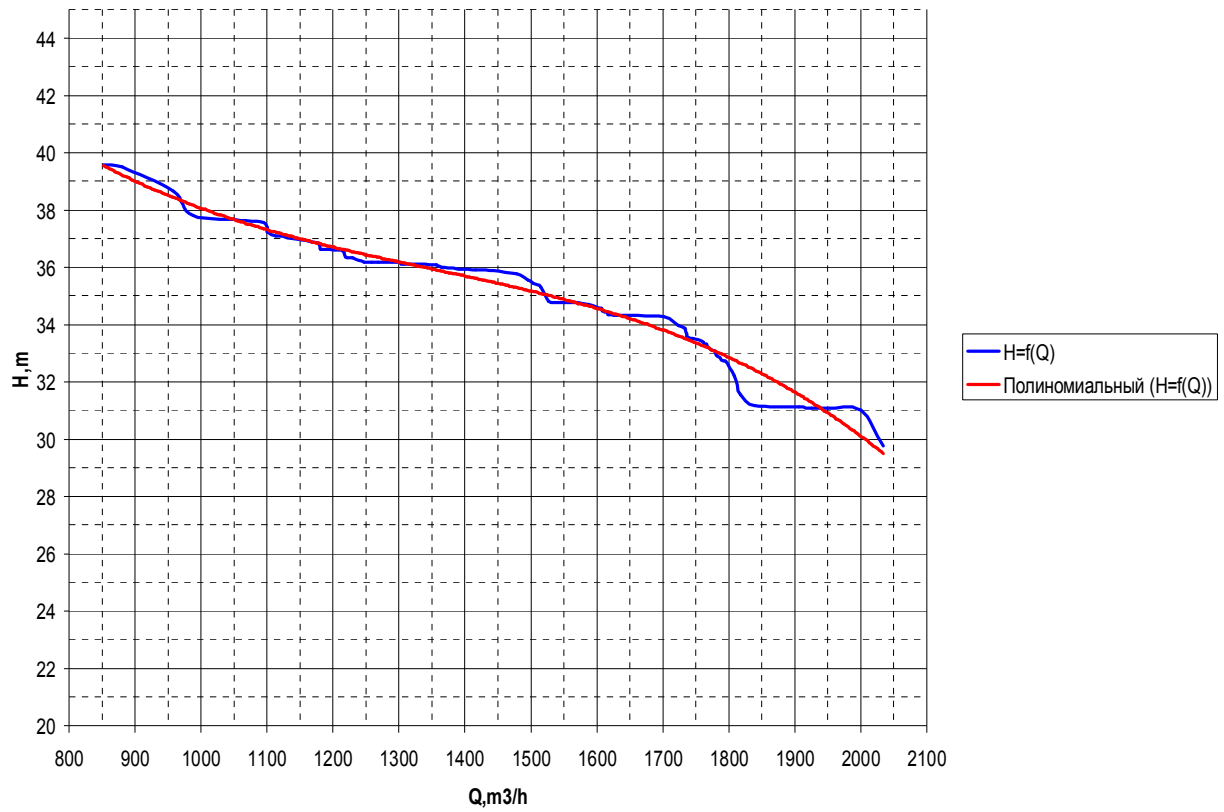
Figura.4. Diagramele inregistrate concomitent a debitelor Q și a presiunilor P, pe conducta de gravitație.

Variațiile debitului în timp la intrare (Q2) în SP Ciocana sa prelucrat si sint prezentate in fig.4. Din analiza acestor date , folosind metodele matematico-statistice se poate cu o probabilitate admisibilă de ales parametrul de bază în alegerea hidroturbinei –debitul de turbinare. Căderea la hidroturbină se poate preciza prin măsurarea pierderilor de sarcină la vana de reglare a debitului pe conducta de gravitație.

Variatia debitelor Q si sarcinii hidraulice H pe conducta de gravitatie cu d=600mm la vana de intrare in Rez SpCC care vine din Rez Tohatin



Dependenta sarcinei hidraulice H de debit Q la vana pe conducta de gravitatie cu d=600mm la intrare spre Rez
SpCC din Rez Tohatin (dupa datele masurarilor ACC din 8-11.02.2013)



Variatia debitului Q2 ($Q_{2m}=1070\text{m}^3/\text{h}$) pe conducta $d=600\text{mm}$ dela SpToh spre Rez SpCc la intrare si iesire din Rez in Zona 1 cu $Q_{z1m}=982\text{m}^3/\text{h}$ (in 24 h, 10.VI.2013)

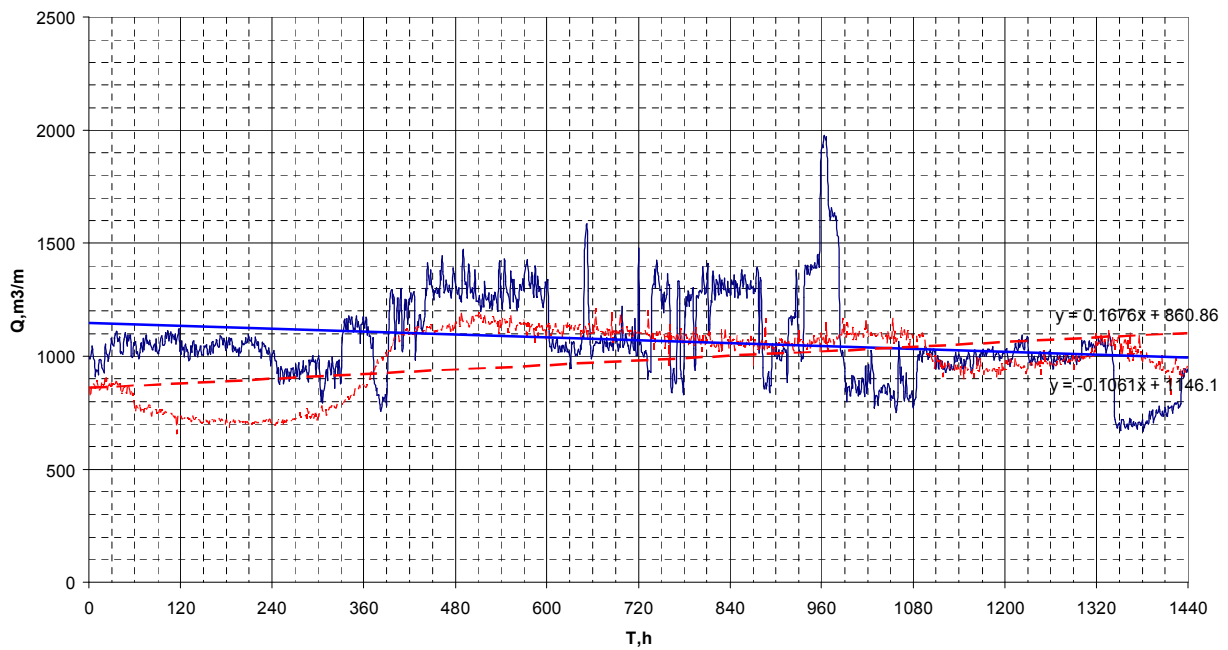


Figura 5. Dependenta parametrilor de baza in functionarea microhidroturbinei pe conducta de gravitatie

Tabelul 1. Calculul parametrilor pentru funcționarea microhidrocentralei pe conducta de gravitație

P1	P2	Q2	Hv	Psp	hsp	Q,m3/s	Kt	Qt	Ht	Nt	Rg	Ng
37.87	-1.5	888	39.37	43.4	5.53	0.247	6.5	9.71	63.1	0.9	56.8	
35.25	-1.1	1038	36.35	40.9	5.65	0.288	6.7	10.48	70.2	0.91	63.9	
33.96	-0.8	1123	34.36	39.9	5.94	0.312	6.85	10.72	73.4	0.92	67.5	
31.72		1261	32.12	37.8	6.08	0.350	7	11.25	78.8	0.94	74.0	
29.47	0	1406	29.47	36.2	6.73	0.391	6.8	11.51	78.3	0.93	72.8	
27	1	1600	26	34.3	7.3	0.444	6.65	11.56	76.8	0.91	69.9	
24.8	2	1729	22.8	32.5	7.7	0.480						
19.4	5.2	1936	14.2	28.4	9	0.538						

Unde: P1-presiunea in conducta de gravitație cu d=600mm inainte de vana in m.col. apa

P2-presiunea in conducta de gravitație cu d=600mm dupa vana in m.col. apa

Q2- debitul in conducta de gravitație cu d=600mm pina la vana in m3/h

Hv- caderea la vana (pierderi de sarcina hidraulica) in m.col. apa

Psp- presiunea in conducta de refulare in cladirea statiei de pompare Ciocana in m.col.

apa

hsp- diferenta intre presiunea pina la vana si presiunea in statia de pompare in m.col. apa

Q- debitul in conducta de gravitație cu d=600mm pina la vana in m3/s

turbinei

$Kt = \gamma R_t$ – coeficient primit din produsul greutatei specifice γ a apei si randamentul

$N_t = K_t Q_t H_t = \gamma R_t Q_t H_t$ – puterea hidroturbinei, kW, $N_g = N_t R_g$, kW – puterea generatorului

R_t, R_g - randamentul turbinei, generatorului.

Pe baza calculului se construiesc grifecile de dependență a parametrilor la diferite regimuri posibile.

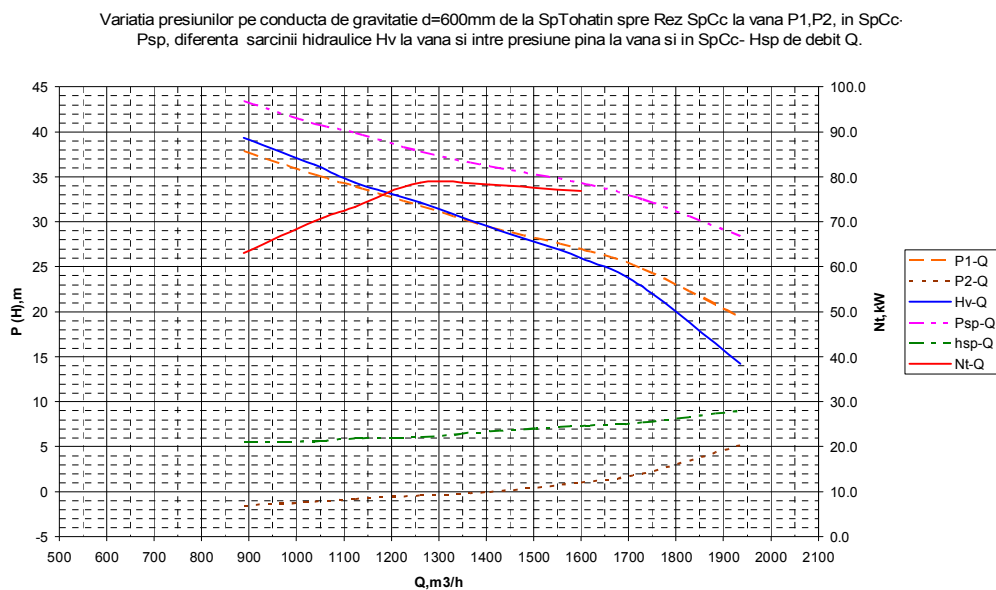


Fig.6. Parametre masurate si calculate pentru funcționarea hidroagregatului cu turbina la Sp Ciocana

Recuperarea energiei pe conducta de gravitație+ Rez Tohatin- Rez Ciocana

Ca exemplu vom caracteriza un sector cu parametri hidraulici și geometrici a unei conducte de gravitație între rezervoarele SP Togatina și SP Ciocana unde se prevede instalarea hidroturbinei :

- Cota rezervorului superior Togatina 160m, volum $W = 10000+3000+3000=16000\text{m}^3$
- Cota rezervorului inferior Ciocana 113m, volum $W = 10000+3000+3000=16000\text{m}^3$
- Diferența de nivele 47m, adâncimele maxime în rezervoare 5m
- Lungimea conductei 6,8 km cu diametrul conductei 800/600mm
- Lungimea conductei de aducțiune la turbină în limitele terenului SpCc $l=50\text{m}$, $d=600\text{mm}$.
- Diametrul de conectare disponibil la turbină amplasată în SP Ciocana 400mm, $l=50\text{m}$
- Lungimea conductei de evacuare 10-30m cu diametrul 300mm, apoi 800mm spre CET-1.
- Debitul recomandat pentru turbinare $1250\text{m}^3/\text{h}$ sau $0,35\text{ m}^3/\text{s}$ cu cadere netă 32m

Puterea hidroturbinei $N = 7QH = 7 \times 0,35 \times 32 = 78.4\text{ kW}$.

Puterea generator: $N_g = N R_g = 78.4 \times 0.95 = 75\text{ kW}$

- Energia produsă în zi funcționare în 24ore $E = N T = 75 \times 24 = 1800\text{ kWh}$

- Energia produsă pe lună $1800 \times 30 = 54000\text{ kWh}$. Energia produsă pe an $54000 \times 12 = 648000\text{ kWh}$

Costul energiei produse $648000 \times 1.68 = 1088640\text{ lei}$ iar în EURO $1088640/16,5 = 65980\text{ EURO}$

- Costul hidroagregatului dacă prețul pentru 1kW putere a 1000 EURO, $1000 \times 75\text{ kW} = 75000\text{ EURO}$.

-Termenul de recuperare $75000/65980 = 1,137\text{ ani}$

Microhidroagregatul care poate fi recomandat este de tip Frensis cu așa parametri ca:

- a. Căderea la turbină: $H_T = 16 \dots 35\text{ m}$ ($H_c = 32\text{m}$)
- b. Debitul de calcul $Q_T = 145 \dots 370\text{ l/s}$ ($Q_c = 0,35\text{m}^3/\text{s} = 1250\text{m}^3/\text{h}$)
- c. Turația: $n = 1500\text{ rot/min}$
- d. Tipul de curent - alternativ trifazat.. e....Tensiunea : 380/220 V.
- e. Frecvența curentului: $f = 50\text{ Hz}$ g Puterea : $N = 60 \dots 80\text{ kW}$

Hidroagregatul conține – hidroturbina, verticală(orizontala) radial axială, generator -asincron trifazat

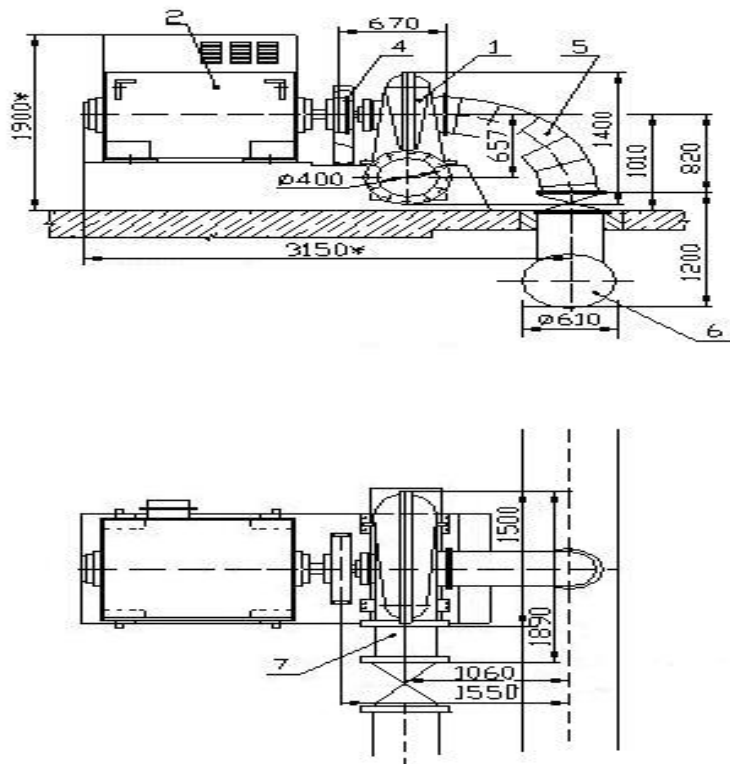


Figura 7. Varianta de amplasare a microhidroagregatului pentru recuperarea energiei hidraulice la SpCC

CONCLUZII

1.Utilizarea energiei produse de hidroturbinele instalate pe conductele de gravitație la SP Ciocana :poate fi folosită pentru defărite necesități:

-deschiderea și închiderea vanelor.

-alimentarea sistemului de măsurare și control, pentru încălzire și iluminare a SP,

-alimentarea cu energie a agregatelor de pompare sau pentru producerea hipocloritului și mai simplu

- transmiterea în rețea.

2.Characteristica utilajului aplicat pentru recuperarea energiei hidraulice, reesind din regimurile de debit și presiune studiate pe conducta de gravitație se recomandă de instalat hidroturbina pentru debite $Q=900-1400$ ($Q_c=1250\text{m}^3/\text{h}=0,35\text{m}^3/\text{s}$) și cadere la turbina $H=29-39\text{m}$ ($H_c=32\text{m}$)

REFERINTE BIBLIOGRAFICE

[1] P. PLEȘCA, E. PLEȘCA „ The potential of the hidroenergetical arrangements of rivers and basins in Republic of Moldova. CIEM. UPB. 2007.

[2] P. PLESCA, Utilizarea energertica a resurselor de apa din Republica Moldova. Conferinta internationala”Energetica Moldovei”, AS RM. 2005, pag.609-621