

MAZAS JAUDAS BEZAIZSPROSTA HES INDIVIDUĀLĀ MĀJSAIMNIECĪBĀ

LOW POWER HYDROELECTRIC POWER STATION WITHOUT DIKE IN INDIVIDUAL HOUSEHOLD

Autors: **Antons Burovs**, e-pasts: antons.burovs@inbox.lv, +371 28898559

Zinātniskā darba vadītājs: **Andris Martinovs, Dr.sc.ing., asoc.prof.**

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *In this research main purpose was experimentaly research the operational efficiency of small hydroelectric power station in experimental flume channel "Gunt HM-160". The main viewing point is the effective power generation form available river stream sources. One of them is to get energy from river stream near individual household. That means that there must be installed a small hydroelectric power station in center of the rive, where stream speed is maximum.*

Key words: *river stream, hydroelectric power plant.*

Ievads

Kamēr ūdens ir plūstošs, tam piemīt potenciālā enerģija, kas kritiena brīdī pārvēršas par kinētisko enerģiju, kuru pēc tam, savukārt ar ģeneratora starpniecību pārveido elektroenerģijā. HES būvniecības izmaksas ir ļoti augstas arī pati sadales tīku sistēma un visa infrastruktūra kopumā izmaksā dārgi, kā arī tā būvniecība ietekmē apkārtējo vidi, parasti appludina tuvākās teritorijas, izmainās arī kultūrvēsturiskās ainavas, kā arī novērojams lielas floras, faunas un biotopu izmaiņas. [1]

Ūdens caurteces hidroelektrostacijas parasti tiek veidotas valstīs, kur nepieciešamais dabas resurss – upes – ir lielākas un straujākas, un līdz ar to atbilstošāk ir izmantot tieši šo tehnoloģiju. Latvijā šādu tehnoloģiju izmantošana ir vērtējama kā viena no iespējām, kā, izmantojot atjaunojamos energoresursus, ražot elektroenerģiju, taču vienlaikus šīs tehnoloģijas piemērotība Latvijai jāvērtē no izmaksu, potenciālo ieguvumu un vides aizsardzības aspekta. [2]

Vispārīgi ņemto enerģiju no upēm var paņemt un to pārvērst par elektroenerģiju iespējams arī bez tik grandiozām iekārtām, kā aizsprostu HES. To var izdarīt ievietojot ūdens straumē vēlamo turbīnu, kas pēc vajadzības vai nu ar vai bez ātrumkārbas, griež ģeneratoru. Ar tā palīdzību tiek ražota elektrība. Šeit var vilkt paralēles ar vēja ģeneratora principu, bet pateicoties ūdens blīvumam, kas ir lielāks par gaisa blīvumu, pieliktais spēks ūdenim ir lielāks. Elektrības ieguve ir prognozējamāka, jo ūdens nespēj pazust tik ātri kā tas novērojams ar vēju. [3]

Materiāli un metodes

Ja turbīnu darbina ūdens plūsma, turbīnas jaudu aprēķina pēc pusempīriskas formulas:

$$N = k \times v^3 \times S \times \rho, \text{ kur (1)}$$

k – no turbīnas tipa atkarīgs empīrisks koeficients (*parasti 0,1...0,3*);

v – plūsmas ātrums pirms turbīnas, m/s;

S – turbīnas efektīvā šķērsriezuma laukums šķērsām plūsmai m²;

ρ – plūsmas (ūdens) blīvums, kg/m³

Jaudu ietekmē arī turbīnas izvietojums upes gultnē, jo pie virsmas slānī ūdens ātrums ir ievērojami lielāks nekā apakšējos slāņos. Augšējos 50 procentos no upes ūdens dziļuma ir ap 75% ūdens enerģijas, bet dziļākajos 50% - tikai 25% enerģijas. Koeficientu k nosaka ļoti daudzi faktori, vispirms jau turbīnas konstrukcija. Piemērotākā konstrukcija savukārt atkarīga no konkrētiem apstākļiem - ūdens ātruma un dziļuma. Piemēram, pie maziem ātrumiem un lielākiem dziļumiem propelleru turbīnas lāpstiņas varētu būt garākas un platākas, bet ātrām

seklām straumēm tām jābūt īsākām un šaurākām. Koeficientu k sauc arī par straumes enerģijas izmantošanas koeficientu (SEIK). Šī koeficienta skaitlisko vērtību nosaka eksperimentāli katram turbīnagregātam.

Turbīnām iespējama ļoti liela konstrukciju dažādība: vienkāršais ūdens rats, propelleri ar dažādu lāpstiņu skaitu, Peltona efektīvās kausu turbīnas, speciālas konkrētiem apstākļiem piemērotas turbīnas, kurās konstruktori mēģina pēc iespējas palielināt SEIK vai radīt oriģinālu iekārtu, tieši piemērotu izmantošanas apstākļiem.[3]



1. attēls Turbīnas piemērs[3]

Normatīvie akti mazo hidroelektrostaciju aprītē

1. tabula. [1]

Nr.p.k.	Likuma nosaukums	Stāšanās spēka
1.	Noteikumi par upēm (upju posmiem), uz kurām zivju resursu aizsardzības nolūkā aizliegts būvēt un atjaunot hidroelektrostaciju aizsprostus un veidot jebkādas mehāniskus šķēršļus.	09.02.2002.
2.	Ūdens objektu ekspluatācijas (apsaimniekošanas) noteikumu izstrādāšanas kārtība	01.01.2006.
3.	Noteikumi par elektroenerģijas ražošanu, izmantojot atjaunojamos energoresursus, un cenu noteikšanas kārtību	01.04.2010.
4.	Kārtība, kādā aprēķina un maksā dabas resursu nodokli, izsniedz dabas resursu lietošanas atļauju un auditē apsaimniekošanas sistēmas	23.06.2007.
5.	Noteikumi par atļaujām elektroenerģijas ražošanas jaudu palielināšanai vai jaunu ražošanas iekārtu ieviešanai	15.08.2009.
6.	Par Dabas resursu nodokļa likuma 3.panta pirmās daļas 1.punkta "f" apakšpunkta, 19.1 panta un Ministru kabineta 2014.gada 14.janvāra noteikumu Nr.27 "Grozījumi Ministru kabineta 2007.gada 19.jūnija noteikumos Nr.404 "Dabas resursu nodokļa aprēķināšanas un maksāšanas kārtība un kārtība, kādā izsniedz dabas resursu lietošanas atļauju"" atbilstību Latvijas Republikas Satversmes 105.pantam	25.03.2015.

BŪP HES iekārta

Brīvās plūsmas elektrostacijas kopumā vēl raksturo šādi parametri:

- Iekārtas darba spriegums Izvēlētais iekārtas spriegums, kas tiek ievadīts pieslēguma kabelī — 0,4 ; 6; 10; 20 kV vai cits.
- Garantētais nepārtrauktās darbības laiks; Ļoti svarīgs parametrs ekonomiskajiem aprēķiniem, taču niecīgas pieredzes un izstrādātāju konfidencialitātes dēļ, grūti novērtējams. Ilgstošas pārbaudes reālos apstākļos veiktas tikai atsevišķām iekārtām. Nepārtrauktas ekspluatācijas laiku samazina laiks, kas nepieciešams profilaksēm, kā arī bojājumu un avāriju novēršanas (piespiedu apstādināšanas) laiks.
- Darbmūžs Tehniskās sistēmas spēja veikt noteiktas funkcijas, tehniskajiem raksturojumiem paliekot normas robežas noteiktu laika periodu;
- HES iespējamā maksimālā jauda un iespējamā minimālā jauda Raksturojums parāda iespējamās jaudas izmaiņu robežas.
- Elektrostacijas pašpatēriņš Elektriskā jauda, kāda nepieciešama pašas elektrostacijas darbības nodrošināšanai.
- Garantijas laiks Termins, kurā patērētājs, atklājot jebkādu tehnoloģijas defektu, var rīkoties atbilstoši patērētāja tiesībām. (Garantijas laiks mazajām HES Latvijā ir 2 gadi)

Ekspluatācijai var būt būtiskas tādas BŪP HES īpašības kā:

1. nostiprinājuma veids (noenkurotas peldošas, fiksētas ūdens virspusē, pilnībā zem ūdens, uz paceļamas platformas, turbīna ietverta atklātā vai slēgtā vadotnē (caurulē), citi varianti);
2. minimālais ūdens dziļums, kādā HES var ierīkot;
3. iespēja strādāt parkos;
4. kabeļu, savienojumu un izvadū konstrukcija;
5. zemūdens trokšņa līmenis no strādājošas turbīnas;
6. ekspluatācijas vienkāršība un izmaksas.[3]

Eksperimentāli iegūtie dati un to izvērtējums

Eksperiments tika veikts uz eksperimentālās plūsmas caurules ‘‘Gunt HM-160’’, kurai ir slēgta ūdens cirkulācija un vaļēja plūsma kontūrā. Eksperimentālās sekcijas šķērsriezums ir 86 x 300 mm.

Eksperimentālās plūsmas kanālam tika pievienots pašizveidots eksperimentālais stends, ar ģenerātoru, kas pārveido straumes iegūto enerģiju strāvā. Straumes enerģijas pārveidošanā tika izmantotas ūdensdzirnavu principa turbīnas- trīs rati, kuru lāpstiņas saliktas paralēli viena otrai, un trīs rati, kuru lāpstiņas saliktas ar nobīdi 15° viena no otras.

2. tabula.

Mērījums		Plūsmas ātrums, Q; [m ³ /h]	Spriegums, U; [V]	Strāva, I; [mA]	Rata iegremdētais dziļums, H; [mm]	Iegremdētā rata saskare ar ūdens virsmu, L; [mm]
Lāpstiņas bez nobīdes	11.	12,56	0,558	1,40	9	38,4
	22.	12,56	0,378	0,98	6	32,5
Lāpstiņas ar nobīdi	33.	12,56	0,462	1,23	9	38,4
	44.	12,56	0,449	1,19	6	32,5

Aprēķini: Plūsmas aprēķins:

$$Q = \mu \times a \times b \times \sqrt{2 \times g \times h_0}, \text{ kur (2)}$$

Q- plūsma

μ - plūsmas koeficients

a- aizsprosta vārtu atvēršanas augstums

b- aizsprosta vārtu atvēršanas platums

g- brīvās krišanas paātrinājums- $9,81 \text{ m/s}^2$

h_0 - augšteces ūdens līmenis

Piemērs: $Q = 0,56 \times 0,05 \times 0,086 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 3600^2 \times 0,107} = 12,56 \text{ m}^3/\text{h}$

Plūsmas ātruma aprēķins:

$$v = \frac{Q}{b \times h_1 \times 3600}, \text{ kur (3)}$$

Q- plūsma

v- plūsmas ātrums

b- kanāla platums

h_1 - ūdens augstums aiz vārtiem

Piemērs: $v = \frac{12,56}{0,05 \times 0,035 \times 3600} = 1,35 \text{ m/s}$

Saskares tilpuma aprēķins:

$$V = L \times H \times L_0, \text{ kur (4)}$$

V- saskares ūdens tilpums

L- iegremdētā rata saskare ar ūdens virsmu [mm]

H- rata iegremdētais dziļums [mm]

L_0 - lāpstiņu kopējais garums [mm]

Piemērs: $V = 38,4 \times 9 \times 21 = 7257,6 \text{ mm}^3 = 0,0000072576 \text{ m}^3$

Jaudas aprēķins:

$$P = I \times U, \text{ kur (5)}$$

I- strāva [A]

P- jauda [W]

U- spriegums [V]

Piemērs: $P = 0,0014 \times 0,558 = 0,0007812 \text{ W}$

2. tabula.

Mērījumu rezultāti

Mērījums	Jauda, P; [W]	Ūdens saskares tilpums, V; [m ³]	Plūsmas ātrums, v; [m/s]
1.	$7,81 \cdot 10^{-4}$	$7,25 \cdot 10^{-6}$	1,35
2.	$3,70 \cdot 10^{-4}$	$4,09 \cdot 10^{-6}$	1,35
3.	$5,68 \cdot 10^{-4}$	$7,25 \cdot 10^{-6}$	1,35
4.	$5,34 \cdot 10^{-4}$	$4,09 \cdot 10^{-6}$	1,35

Mērījumu rezultāti parāda, ka pie dziļāka iegremdējuma (9mm) labāk darbojas simetriskās rata lāpstiņas, bet asimetriskās lāpstiņas uzrāda labāku rezultātu pie mazākas ūdens saskares (6mm).

Secinājumi

1. Latvijā šī energosistēma nav līdz galam izpētīta un pastāv daudz brīvu nišu, kur to var pielietot.
2. BŪP HES maz ietekmē apkārtē apkārtējo vidi un nerada tik lielas vides izmaiņas kā to rada aizsprostu HES.
3. Ir nepieciešamas diezgan straujas un lielas upes, lai šāda elektroenerģijas ieguves HES varētu efektīvi ražot tikpat lielu enerģijas daudzumu, kāds tas ir aizsprostu HES.
4. Mērījumu rezultāti norāda uz turbīnu specifiku, tas ir, katram plūsmas režīmam var atbilst specifiskas turbīnu lāpstiņas un to novietojums- lietderīgākai enerģijas ieguvei.
5. Videi draudzīgs elektroenerģijas ieguves avots var tikt izmantots arī uz mazas efektivitātes upēm blakus mājāsaimniecībām.

Summary

As long as water is flowing, it has potential energy, which at the time of the fall turns into kinetic energy, which is then by the generator converts electrical energy. HPP construction costs are very high and the same distribution of network system as a whole and the entire infrastructure is very expensive, also those construction affects the environment, usually flooded Nearest territory, changes cultural landscape.

Energy from rivers can pick up and turn it into electricity possible without such a grand facilities as a dams HPP. This can be done by placing the desired water flow turbine, as appropriate, either with or without a gearbox rotated generator. With that help of electricity is produced. Here are parallels with wind turbine principle, and due to the density which is greater than the density of air force exerted on the water is higher. Electricity extraction is predictable, because the water is unable to disappear as fast as it occurs with the wind.

Capacity is also affected by the turbine arrangement of the riverbed, because the surface layer of the water rate is significantly higher than the lower layers. For example, at low speeds and greater depths propeller turbine blades could be longer and wider, but rapid shallow streams they should be shorter and narrower.

The experiment was carried out on a pilot flow pipes " Gunt HM-160 ", which is a closed water circulation and an open flow circuit. Experimental section cross-section of 86 x 300 mm.

Experimental flow channel was added to the same experimental set up stand by generator, which converts the energy generated currents currents. Stream conversion of energy have been used water mill principle turbines - three wheels, the blades assembled parallel to each other, and three wheels, the blades assembled shifted 15 ° from each other.

Literatūra

1. Peipiņa M., *Mīti par atjaunojamām enerģijām* (Skatīts: 12.01.2016)
http://www.homoecos.lv/uploads/files/miti%20par%20atjaunojamam%20enerģijam_ jauna%20versija.pdf
2. *Dzīvais ūdens – pārskats* (Skatīts: 12.01.2016)
http://www.dzivaisudens.lv/pdf/dzivais_udens_parskats_2011_mazie_HES.pdf
3. Zeltiņa L., *Ūdenszīrnāvu un mazo HES ainavas Latvijā* (Skatīts: 25.01.2016)
http://kbi.lv/uploads/files/klasteris/Janis%20Kalnacs_Brivas%20udens%20plusmas%20HES.pdf