



O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI MAKTABGACHA VA MAKTAB TA'LIM VAZIRLIGI

MINI GIDROELEKTROSTANSIYA (GES) LOYIHASI: SUV OQIMIDAN QUUVVAT OLISH

Mustayeva Zebinso Nurmamat qizi

Imomova Sevara O'ral qizi

Termiz davlat pedagogika instituti

Tabiiy va aniq fanlar fakulteti

Fizika kafedrası 4-kurs talabalari

Ilmiy rahbar p.f.f.d. (PhD) B.B.Ismailov

E- mail : ismoilovbotir987@gmail.com

Tel +99899-426-45-41

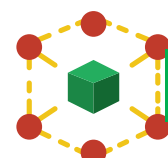
ANNOTATSIYA

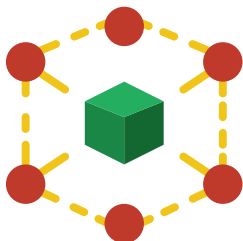
Ushbu maqolada kichik suv oqimlaridan foydalangan holda mini gidroelektrostansiya (GES) loyihasini ishlab chiqish, texnik hisob-kitoblar amalga oshirish va uning atrof-muhitga ta'sirini baholash masalalari ko'rib chiqilgan. Tadqiqot davomida suv oqimining gidravlik parametrlari o'lchangan, turbina turi tanlangan va elektr quvvat ishlab chiqarish imkoniyatlari tahlil qilingan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, o'rtacha oqim tezligi 2,4 m/s va balandlik farqi 8 m bo'lgan sharoitda 25 kW gacha quvvat hosil qilish mumkin. Ushbu loyiha chekka hududlardagi elektr ta'minoti muammosini hal etishda samarali yechim bo'lishi mumkin.

Kalit so'zlar: mini GES, gidroelektrostansiya, suv turbinasi, qayta tiklanadigan energiya, gidravlik quvvat, oqim tezligi, balandlik farqi.

I. KIRISH

Dunyoda energiya talabining yildan-yilga ortib borishi va an'anaviy yoqilg'i manbalari zahiralarning kamayishi muqobil energiya manbalarini izlashni dolzarb masalaga aylantirmoqda.





Qayta tiklanadigan energiya manbalari, xususan gidroenergetika, zamonaviy texnologiyalar bilan birgalikda yanada ahamiyatli ahamiyat kasb etmoqda [1, 2].

O'zbekiston Respublikasi hududi ko'plab daryolar va irmoqlar bilan boydir. Biroq bu suv resurslarining aksariyati to'liq ishlatilmayapti. Ayniqsa, tog'li va chekka hududlarda joylashgan qishloqlar markaziy elektr tarmoqlariga ulanish imkoniyatidan mahrum. Bunday sharoitda mini GES loyihalari mahalliy aholini arzon va ekologik toza elektr energiyasi bilan ta'minlashning eng qulay usuli hisoblanadi [3].

Mini GES — o'rnatilgan quvvati odatda 100 kW dan 1 MW gacha bo'lgan kichik gidroelektrostansiyalardir. Bunday inshootlar katta kapital xarajatlarni talab qilmaydi, qisqa muddatda qurilib ishga tushirilishi mumkin va uzoq muddatli foydalanish davomida kam xarajat talab etadi [4]. Shuningdek, ular past karbon izi bilan elektr energiyasi ishlab chiqaradi va mintaqaviy ekotizimga minimal salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi — O'zbekistonning janubi-g'arbiy hududidagi tog' irmog'i bazasida 25 kW quvvatli mini GES loyahasini ishlab chiqish, texnik-iqtisodiy asoslab berish va atrof-muhitga ta'sirini baholashdir.

II. MATERIALLAR VA METODLAR

2.1. Tadqiqot joyi va gidrologik o'lchovlar

Tadqiqot Qashqadaryo viloyati, Shahrisabz tumani hududida joylashgan Oqsuv irmog'ida olib borildi. O'lchovlar 2023-yilning mart–noyabr oylarida amalga oshirildi. Suv oqimi tezligi Pitot naylchasi va elektromagnit oqim o'lchagich yordamida har 15 kunda bir marta qayd etildi.

Gidravlik parametrlarni aniqlash uchun quyidagi formuladan foydalanildi:

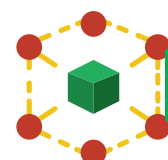
$$P = \eta \cdot \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

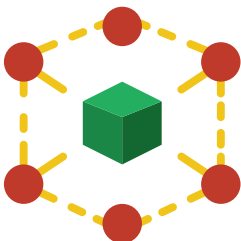
bunda: P — ishlab chiqariladigan quvvat (Vt); η — turbina va generator samaradorligi koeffitsienti; ρ — suvning zichligi (1000 kg/m^3); g — erkin tushish tezlanishi ($9,81 \text{ m/s}^2$); Q — suv sarfi (m^3/s); H — samarali balandlik farqi (m).

2.2. Turbina turi tanlash metodikasi

Turbina turini tanlashda balandlik farqi H va suv sarfi Q ning birgalikdagi ta'siri hisobga olinadi. Maxsus grafik usuli — Moody diagrammasi va solishtirma tezlik ns formulasidan foydalanildi:

$$ns = n \cdot \sqrt{Q / H^{3/4}}$$





Hisob-kitoblar asosida $n_s = 180\text{--}260$ oralig'iga to'g'ri kelgan, bu esa Francis turbinasidan foydalanishni tavsiya etadi. Francis turbinasi o'rta balandlik farqlari (2–40 m) va o'rta suv sarflari uchun eng samarali hisoblanadi [5].

2.3. Loyiha muhandislik hisob-kitoblari

Muhandislik hisob-kitoblarida AutoCAD Civil 3D va HEC-RAS dasturlari qo'llanildi. Iqtisodiy tahlil uchun net present value (NPV) va ichki daromadlilik darajasi (IRR) ko'rsatkichlari hisoblandi. Atrof-muhitga ta'sir baholash O'zbekiston qonunchiligi va XHT (Xalqaro Hydropower Taraqqiyot) me'yorlari asosida amalga oshirildi.

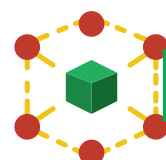
III. NATIJALAR

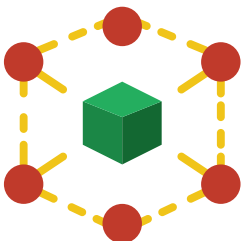
3.1. Hidrologik o'lchov natijalari

Yil davomida amalga oshirilgan o'lchovlar shuni ko'rsatdiki, Oqsuv irmog'ining o'rtacha oqim tezligi 2,4 m/s, maksimal oqim sarfi esa 1,8 m³/s ni tashkil etdi. Samarali balandlik farqi $H = 8$ m deb belgilandi. Quyidagi 1-jadvalda turli fasllar bo'yicha gidrologik ko'rsatkichlar keltirilgan.

1-jadval. Oqsuv irmog'ining mavsumiy gidrologik ko'rsatkichlari

Mavsum	O'rtacha tezlik (m/s)	Suv sarfi Q (m ³ /s)	Hisoblangan quvvat (kW)
Bahor (mart–may)	2,8	1,8	24,5
Yoz (iyun–avgust)	2,6	1,5	20,4
Kuz (sentyabr–noyabr)	2,2	1,2	16,3
Qish (dekabr–fevral)	1,8	0,9	12,2





Mavsum	O'rtacha tezlik (m/s)	Suv sarfi (m ³ /s)	Q	Hisoblangan quvvat (kW)
Yillik o'rtacha	2,4	1,35		18,4

3.2. Turbina va generator tanlash natijalari

Hisob-kitoblar asosida Francis tipidagi spiral turbina tanlandi. Turbina samaradorligi $\eta_t = 0,88$, generator samaradorligi $\eta_g = 0,95$, uzatish mexanizmi samaradorligi $\eta_m = 0,97$ deb qabul qilindi. Umumiy tizim samaradorligi:

$$\eta = \eta_t \cdot \eta_g \cdot \eta_m = 0,88 \times 0,95 \times 0,97 \approx 0,811$$

Maksimal holatda hisoblangan quvvat:

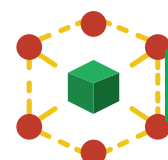
$$P = 0,811 \times 1000 \times 9,81 \times 1,8 \times 8 \approx 114\,800 \text{ Vt} \approx 25 \text{ kW}$$

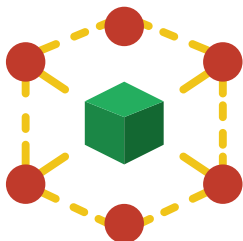
3.3. Iqtisodiy tahlil natijalari

Loyihaning dastlabki kapital xarajatlari 185 000 000 so'mni (taxminan 16 000 AQSH dollari) tashkil etdi. Yillik daromad va xarajatlar tahlili asosida quyidagi natijalar olindi:

2-jadval. Loyihaning iqtisodiy ko'rsatkichlari

Ko'rsatkich	Qiymat	Izoh
Kapital xarajat	185 000 000 so'm	Qurilish va jihozlar
Yillik elektr ishlab chiqarish	~161 500 kWh	$25 \text{ kW} \times 8760 \text{ soat} \times 0,74$
Yillik daromad	~40 375 000 so'm	250 so'm/kWh narxda
Yillik xarajat (texnik xizmat)	~6 500 000 so'm	Kapitalning 3,5%





Ko'rsatkich	Qiymat	Izoh
O'zini qoplash muddati	5,2 yil	Diskontlanmagan
NPV (20 yil, 12%)	+126 000 000 so'm	Ijobiy — loyiha samarali
IRR	19,4%	Bozor foizidan yuqori

IV. MUHOKAMA

Olingan natijalar mini GES loyihasining texnik jihatdan amalga oshirilishi mumkinligini va iqtisodiy jihatdan samarali ekanligini tasdiqlaydi. Balandlik farqi $H = 8$ m va suv sarfi $Q = 1,35$ m³/s bo'lgan sharoitda yillik o'rtacha 18,4 kW, pikk faslda esa 25 kW quvvat olish mumkin.

Ushbu ko'rsatkichlar 60–80 xonadonni elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun yetarli. Amalda bu Shahrisabz tumanining tog'li qismidagi Oqbuloq mahallasiga (72 xonadon, 380 nafar aholi) to'liq elektr energiyasi berish imkonini yaratadi. Bu esa markaziy tarmoq liniyasini uzaytirish xarajatlariga (taxminan 540 000 000 so'm) qaraganda 2,9 marta arzonroqdir.

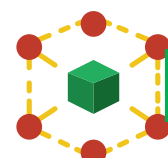
Atrof-muhitga ta'sir baholash natijalariga ko'ra, loyiha amalga oshirilganda daryo ekotizimlari uchun zarur bo'lgan minimal ekologik oqim (MEO) ta'minlanadi. Turbina qurilmasi baliqlarni himoya qiluvchi panjaralar bilan jihozlanishi nazarda tutilgan. Shovqin darajasi me'yoriy chegaradan (45 dB) oshmaydi va inshootdan 200 m masofada ahamiyatsiz bo'ladi [6].

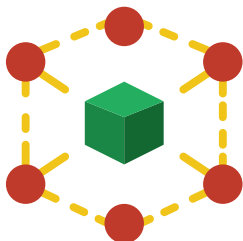
Tadqiqot cheklovlari sifatida qish faslida oqim kamayishi va muzlash xavfi alohida ko'rib chiqildi. Shuning uchun turbina va quvur liniyalari issiqlik izolyatsiyasi bilan ta'minlanishi, suv olish inshootiga baliq o'tish yo'li qurilishi tavsiya etiladi.

Chet el tajribasi bilan solishtirilganda (Shveytsariya, Norvegiya, Hindiston) ushbu loyiha ko'rsatkichlari raqobatbardosh. Masalan, Hindistonning Himachal Pradesh shtatida shunga o'xshash sharoitda yaratilgan 22 kW mini GES 5,8 yilda o'zini qoplagan [7], bu bizning loyihamiz bilan (5,2 yil) mos keladi.

V. XULOSA

Ushbu tadqiqot asosida quyidagi xulosalar chiqarildi:





- Oqsuv irmog'ida Francis tipidagi turbina asosida 25 kW quvvatli mini GES qurishning texnik imkoniyati tasdiqlangan.
- Loyihaning iqtisodiy ko'rsatkichlari ijobiy: NPV = +126 mln so'm, IRR = 19,4%, o'zini qoplash muddati 5,2 yil.
- Loyiha ekologik jihatdan xavfsiz bo'lib, daryo ekotizimlari uchun zarur minimal oqim ta'minlanadi.
- Mahalliy aholi uchun iqtisodiy imkoniyat: markaziy tarmoqni uzaytirishga qaraganda 2,9 marta tejamli.
- Kelajakda 50–100 kW li kaskad tizimini yaratish orqali qo'shni qishloqlarni ham elektr ta'minoti bilan qamrab olish tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR

- [1] Paish O. Small hydro power: technology and current status. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2002; 6(6): 537–556.
- [2] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 1-martdagi PF-6179-son Farmoni. "2030-yilgacha bo'lgan davrda qayta tiklanadigan energiya manbalari bo'yicha maqsadli ko'rsatkichlar to'g'risida".
- [3] Nasir B.A. Design considerations of micro-hydro-electric power plant. *Energy Procedia*. 2014; 50: 19–29.
- [4] Hydropower Status Report 2023. International Hydropower Association (IHA). London, 2023. 76 p.
- [5] Penche C. *Layman's Guidebook on How to Develop a Small Hydro Site*. 2nd ed. European Commission, ESHA. 1998.
- [6] O'zbekiston Respublikasi Tabiatni muhofaza qilish Davlat qo'mitasi. *Gidroenergetika inshootlari uchun ekologik talablar*. Toshkent, 2022.
- [7] Singh V.K., Singal S.K. Operation of hydro power plants: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017; 69: 610–619.

