KICHIK QUVVATLI ISTE'MOLCHILARNI MIKRO GES YORDAMIDA ELEKTR ENERGIYA BILAN TA'MINLASH KUCH SXEMALARINI ISHLAB CHIQISH VA TAHLIL QILISH

Xojiyev Muhammadjon To'ymurod o'g'li
Buxoro davlat texnika universiteti

O'zbekiston Respublikasida qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan, xususan, gidroenergetika resurslaridan samarali foydalanish, mavjud suv resurslarining energetik salohiyatini keng jalb etish hamda kichik va mikro gidroelektr stansiyalar tarmog'ini rivojlantirishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Mazkur yo'nalishda O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2026-yil 19-avgustdagi PQ-298-son "Mamlakatda kichik va mikro gidroelektr stansiyalari tarmog'ini rivojlantirishning navbatdagi chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori muhim huquqiy asos bo'lib xizmat qilmoqda. Qarorda kichik va mikro GES loyihalarini aniqlash, amalga oshirish va ekspluatatsiya qilish jarayonlarini muvofiqlashtirish, ularni raqamlashtirish, loyihalash va qurishda ekologik hamda ijtimoiy talablarni hisobga olish, shuningdek, xususiy investitsiyalarni jalb etish mexanizmlarini takomillashtirish nazarda tutilgan [1].

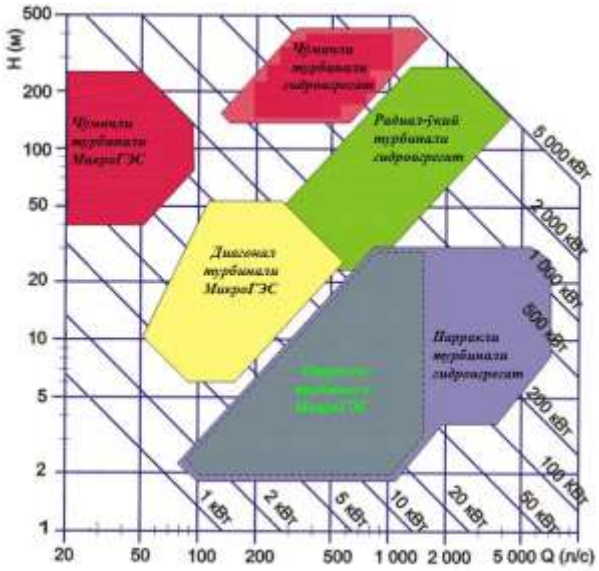
O'zbekistonning gidroenergetika salohiyati mavjud daryolar, soylar va kanallar bilan chambarchas bog'liq. 2026-yil 29-apreldagi rasmiy ma'lumotlarga ko'ra, mamlakatimizda 150 ming kilometrdan ortiq daryolar, soylar va kanallar mavjud bo'lib, ular nafaqat suv ta'minoti va sug'orish, balki energetika nuqtayi nazaridan ham strategik ahamiyatga ega. Gidroenergetikaning elektr energiyasi ishlab chiqarishdagi ulushi hozirda 10–12 foiz atrofida ekani qayd etilgan.

So'nggi yillarda gidroenergetika infratuzilmasini rivojlantirish natijasida gidroelektr stansiyalar soni 2017-yildagi 36 tadan 2025-yilda 100 taga

yetkazilgan, ularning umumiy quvvati esa 1,6 GW dan 2,4 GW gacha oshirilgan. Bu ko‘rsatkichlar mamlakatda gidroenergetika resurslaridan foydalanish ko‘lamining kengayib borayotganini ko‘rsatadi [2].

Ayniqsa, kichik va mikro GESlarni rivojlantirish yo‘nalishi dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. 2025-yilda qabul qilingan alohida qaror asosida xususiy sektor ishtirokida jami 164 MW quvvatga ega qariyb 3 mingta kichik va mikro GES barpo etish belgilangan. 2026-yil 19-avgust holatiga ko‘ra, 64 ta loyiha ishga tushirilgan bo‘lib, ularning umumiy quvvati 41,6 MW ni tashkil etgan. Shuningdek, ushbu loyihalarning 932 tasi bo‘yicha tashabbuskorlar aniqlangan. Mikro GES lar ishonchli, ekologik toza, ixcham arzon qayta tiklanadigan energiya manbasi hisoblanadi. Mikro GES - suvning kinetik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beradigan kichik quvvatli (100 kVt gacha) qayta tiklanadigan energiya manbasi hisoblanadi. Mikro GES ishlash prinsipi katta va kichik gidroelektr stantsiyalarga o'xshash. Bu farq faqat o'rnatiladigan qurilmalarning quvvati va ishlab chiqarilgan elektr energiyasi miqdoriga bog’liq. Elektr energiyasi ishlab chiqarish generator qurilmasi yordamida amalga oshiriladi, generator aylanish tezligi qancha past bo’lsa qurilmaning samaradorli shuncha yuqori bo’ladi [3].

Suv oqimi energiyasidan samarali foydalanishimizda gidroturbinalarni to’gri tanlash ham muhim ahamiyatga ega. Suv energiyasini mexanik energiyaga aylantiradigan qurilma gidroturbina deyiladi. Foydalanilayotgan energiya turiga qarab, gidroturbinalar aktiv va reaktiv turbinalarga bo’linadi. Reaktiv turbinalar oqimning potensial energiyasidan foydalanadi, aktiv turbinalar esa oqimning kinetik energiyasi hisobiga ishlaydi.

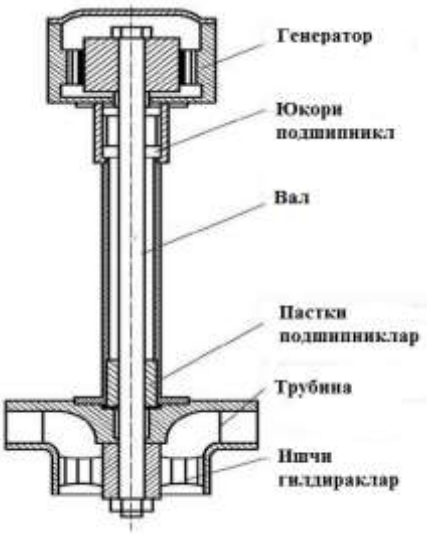


1-rasm. Mikro GES larga gidroturbinalar tanlash diagrammasi

Mikro GES larni samarali ishlashida suv sarfi va suv bosimiga qarab gidro turbinalar tanlanadi.

Mikro GES uchun quyidagilar energiya manbalari bo'lishi mumkin:

- Oqim va oqimlarning turli o'lchamlari va intensivligi, turli maqsadlar uchun suv omborlarida suv sathidagi farqlari;
- Texnologik suv oqimlari;
- Har xil maqsadlar uchun quvurlar bo'yicha balandliklar.



2-rasm. Vertikal rotorli Mikro GES ni tashqi ko'rinishi

Mikro GES lardan foydalanishning afzalliklari: Ekologik xavfsiz va xavfsiz qurilmalar;

Suv energiyasi yangilanib turuvchi va iste'mol qilinadigan energiya manbai; O'rnatishning mustaqil rejimda ishlash imkoniyati; Ishlab chiqarilgan elektr energiyasi kam xarajatlidir; Uzoq xizmat muddati; Uskunalarning texnik ishonchliligi. Tabiiy landshaftni o'zgartirishga hojat yo'q; Tabiiy hodisalarning ta'siriga bog'liq emas; Yil davomida ishlash jarayonida foydalanish qobiliyati.

Mikro GES lardan foydalanish ularning iqtisodiy va ijtimoiy sohalarda ishlatilishidan ijobiy ta'siri va ushbu ob'ektlar qurilayotgan hududlarning ekologik xavfsizligini ta'minlashga imkon beradi. Elektr energiyasini ishlab chiqarish hududning energiya mustaqilligi va xavfsizligini, alohida korxona yoki ko'chmas mulk ob'ektini ta'minlashga imkon beradi. Qurilish jarayonida yirik gidravlik inshootlarni qurish talab qilinmaydi va buning natijasida qurilish-montaj ishlarining narxi qisqaradi. Kichik gidrotexnik inshootlarning muhim afzalligi - bunday ob'ektlarning ekologik xavfsizligi. Flora va faunaga zararli ta'siri yo'q, suv sifati o'zgarishsiz qoladi[4].

Mikro GES larni ma’lum bir kanal, yuqori bosimli suv oqimlarida qo’llash asosan yuqori samara beradi. Mikro GESlardan foydalanishda quyidagi parametrlarni aniqlash muhim hisoblanadi. Asosiy parametrlar quyidagilardir: H, Q, P, n va D_1 – ishchi g’ildirakning maksimal diametri.

Suv sarfi – daryo va quvurning ko’ndalang kesim yuzasidan vaqt birligi ichida oqib o’tgan suv miqdoriga aytiladi.

$Q = v \cdot S$ [m^3/s]

bu yerda: $v -$ ko’ndalang kesimdagi suv tezligi [m]; $S -$oqimning ko’ndalang kesim yuzasi [m^2]; $d -$parraklarning ishchi diametri [m];

Agar quvurning ko’ndalang kesim yuzasi aylana bo’lsa u holda suv sarfi miqdori quydagicha aniqlanadi:

$$Q = v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Turbinaning aylanish tezligi quydagi formuladan topiladi:

$$n = Q \cdot S \cdot g \cdot H$$

bu yerda: Q – suv sarfi miqdori [m^3/s]; g – erkin tushish tezlanishi [m/s^2]; H –to'liq gidrostatik bosim [m].

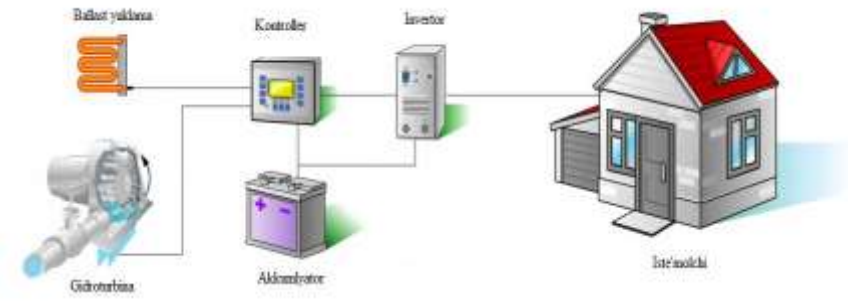
To'liq gidrostatik bosimni bilgan holda gidroturbinadan oladigan quvvatimiz quyidagicha aniqlanadi:

$$P_t = \rho \cdot Q \cdot [g \cdot H + (v_{kir}^2 - v_{chiq}^2)/2] \cdot \eta_t$$

Mikro GES uchun generator quvvati tanlash quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$P_{gen} = P_t \cdot \eta_{gen}$$

bu yerda: v_{kir} –Aylanayotgan suv parraklarida oqimning kirish tezligi [m/s]; v_{chiq} – Aylanayotgan suv parraklarida oqimning chiqish tezligi [m/s]; η_{gen} –generatorning foydali ish koefisienti; η_t – turbinaning foydali ish koefisienti; ρ – suvning zichligi [kg/m^3].



3-rasm. Mikro GES yordamida istemolchilarni elektr energiya bilan ta'minlash sxemasi

Mikro GESning asosiy parametrlarning bir-biriga bog'liqlik ifodalarini keltirib o'tamiz.

1. Turbinaning aylanish tezligini ishchi g'ildirakning diametriga bog'liqlik formulasi:

$$\frac{n_a}{n_b} = \frac{D_{1b}}{D_{1a}} \cdot \frac{\sqrt{H_a}}{\sqrt{H_b}}$$

Bu yerda:

$n_a \; va \; n_b$ –suvni turbina orqali uzatish tezliklarning farqi;

2. Suv sarfi miqdorining ishchi g'ildirakning diametriga bog'liqlik formulasi:

$$\frac{Q_a}{Q_b} = \frac{D^2{}_{1b}}{D^2{}_{1a}} \cdot \frac{\sqrt{H_a}}{\sqrt{H_b}}$$

bu yerda: $Q_a \; va \; Q_b$ – turbina orqali oqib otadigan suv sarfi miqdorlari;

3. Ikkita shunga o'xshash turbinalarning foydali ish koeffitsienti:

$$\eta = \sqrt{\frac{\eta_t}{\eta_m}}$$

4. Ikkita turbinaning quvvati, ulardan biri D_1 = 1 m, H = 1 m va ma'lum formula bo'yicha tezlik, oqim va quvvatning berilgan qiymatlari:

Mikro GES parraklarning aylanishlar soni va suv oqimini farqi quyidagicha aniqlanadi:

$$n = \frac{60 \cdot U}{\pi \cdot D_1}$$

$$v = \varphi \cdot \sqrt{2gH}$$

bu yerda: U – aylanma tezlik [m/s]; φ – oqimning qovushqoqligi.

Suv oqimning potentsial va kinetik energiyasidan foydalanadigan turbinalar quyidagilar quyidagi parametrlarni o'z ichiga oladi:

$$E_{ish} = \frac{P}{\gamma} + \frac{\alpha \cdot v^2}{2g}$$

$$n_1^1 = \frac{nD_1}{\sqrt{H}}$$

$$Q_1^1 = \frac{Q}{D_1^2\sqrt{H}}$$

$$N_1^1 = \frac{N}{D_1^2 H\sqrt{H}}$$

bu yerda: E_{ish} – energiya oqimi [J]; n_1^1 –turbinaning tez aylanuvchanligi; Q_1^1 –turbinadan o'tadigan suv sarfi miqdori [m^3/s]; N_1^1 – birinchi taxminiy quvvat [kVt].

Samaradorlikni hisobga olgan holda ikkinchi yondashuv olinadi:

$$n = n_1^1 \cdot \frac{D_1}{\sqrt{H}} \cdot \sqrt{\frac{\eta_t}{\eta_m}}$$

$$Q = Q_1^1 \cdot D_1^2 \cdot \sqrt{H} \cdot \sqrt{\frac{\eta_t}{\eta_m}}$$

$$N = N_1^1 \cdot D_1^2 \cdot H \cdot \sqrt{H} \cdot \frac{\eta_t}{\eta_m} \cdot \sqrt{\frac{\eta_t}{\eta_m}}$$

Yuqoridagi hisob-kitoblarga asosan, parraklar tezligi nisbati ya'ni 1 ot kuchiga ega (760 Vt) turbinani tez aylanuvchanlik koeffitsienti soni 1 metr bosimda oddiy formula bilan aniqlanadi:

$$n_s = \frac{n\sqrt{N_{ot.k}}}{H\sqrt[4]{H}}$$

Gidroenergetika resurslari tabiiy, ekologik toza va qayta tiklanuvchi energiya manbai bo'lgani sababli ulardan foydalanishni har tomonlama kengaytirish respublikamizning zamonaviy taraqqiyot strategiyasiga mosdir. Bu sanoat va kommunal korxonalari, qishloq xo'jaligi va hududlarda

aholining elektr energiyasiga bo‘lgan oshib borayotgan ehtiyojini kafolatli qoplashni, mamlakatimizdagi organik yoqilg‘i zaxiralaridan oqilona foydalanish va ularni tejashni, shuningdek, atrof-muhitga zararli chiqindilar chiqarilishi kamaytirilishini ta’minlaydi.

Xulosa: Tadqiqot natijalariga ko‘ra, mikro GESlarda elektr energiyasi ishlab chiqarish samaradorligi, avvalo, suv sarfi (Q), suv bosimi (H), oqim tezligi va turbina ishchi g‘ildiragi diametriga bog‘liq. Hisoblashlar shuni ko‘rsatadiki, 0,3–0,5 m² ko‘ndalang kesim yuzasiga va 2-2,5 m/s suv oqimi tezligiga ega kichik suv oqimlaridan 5 kVtgacha elektr quvvati olish imkoniyati mavjud. Shuningdek, tegishli turbina va generator tanlovi asosida kichik kanallar, quvurlar va daryolardan 7 kVtgacha elektr energiyasi olish mumkin.Mikro GES uchun turbina tanlashda suv sarfi va bosimning o‘zaro nisbatini hisobga olish muhim bo‘lib, vertikal rotorli qurilmalar kichik suv oqimlari va mavjud kanal infratuzilmasidan foydalanishda amaliy yechim bo‘la oladi. Mikro GESlarning uzoq muddat ishlashi, yoqilg‘i talab qilmasligi va elektr energiyasini mahalliy iste’molchilarga yetkazib berish imkoniyati ularning energetik samaradorligini oshiradi. Shu sababli, erkin oqimli suv kanallariga moslashtirilgan mikro GESlarni ishlab chiqish kichik quvvatli iste’molchilarni qayta tiklanuvchi energiya bilan ta’minlashning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi [6].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. https://www.lex.uz/en/doc-passport/-8433190?utm_source

2. https://president.uz/oz/lists/view/9158?utm_source

3. https://www.president.uz/oz/lists/view/9513?utm_source

4. D.B. Qodirov. Past bosimli suv oqimlari uchun energiya samarador mikro gidroelektr stansiya // PhD dissertatsiyasi. Toshkent, 2018. 119-bet.

5. R.A. Mamedov. Past bosimli suv oqimlariga moslashtirilgan samarali mikrogidroelektr stansiyalarini ishlab chiqish. // PhD dissertatsiyasi. Buxoro, 2022. 110-bet.

6. O.O. Bozorov. Qishloq xo‘jaligi ehtiyojlari uchun reaktiv gidroagregatli mikro GESni ishlab chiqish // PhD dissertatsiyasi. Toshkent, 2020. 141-bet.