SUV TAQSIMLASH INSHOOTLARI UCHUN VERTIKAL O‘QLI MIKRO GIDROELEKTRSTANSIYALARDAN FOYDALANISH IMKONIYATLARI TAHLILI.

Sadullayev Nasillo Nematovich
BuxDTU “E va EN” kafedrasi professori
Atoyev Abubakir Izzatillo o‘g‘li
“E va EN”kafedrasi tayanch doktoranti
Nematov Shuhrat Nasillo o‘g‘li
“E va EN” kafedrasi dotsenti

Annotatsiya. Maqolada Buxoro viloyatida mavjud suv taqsimlash inshootlariga moslashtirilgan vertikal o‘qli gidroenergetik qurilmlardan foydalanish imkoniyatlari tadqiqoti keltirilgan. Suv taqsimlash inshootlaridan o‘tuvchi suv oqimining sarfi o‘zgarishi (suv sarfi ko‘rsatilsin). Hisobiga 5…50 kVt oralig‘ida quvvat ishab chiqarishi mumkinligi aniqlangan. Dunyodagi vertikal o‘qli mikro gidroelektr stansiyalarni ishlab chiqish va past bosimli suv oqimlarida ishlash samaradorligini oshirish bo‘yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar tahlili keltirilgan. Bundan tashqari ushbu suv oqimlarida ishlashga mo‘ljallangan foydali ish koeffitsienti 65 % gacha oshirilgan vertikal o‘qli gidroenergetik qurilma ishlab chiqish imkoniyati mavjudligi asoslandi.

Kalit so‘zlar: suv taqsimlash inshooti, vertikal o‘qli gidroenergetik qurilma, yo‘nltiruvchi sirtlar, suv sarfi, suv bosimi, suv tezligi, gidroturbina, suv g‘ildiragi parraklari, suv oqimining quvvati.

Annotation. The article presents a study on the possibilities of using vertical-axis hydroelectric devices adapted to the existing water distribution structures in the Bukhara region. The variation in the flow rate of water passing through the distribution structures (specific water discharge values are indicated) was analyzed. It was determined that such systems can generate between 5 and 50 kW of power. The paper also provides an analysis of scientific research conducted worldwide on the development of vertical-axis micro-hydroelectric power plants and improving their efficiency under low-head water flow conditions. In addition, the study substantiates the possibility of developing a vertical-axis hydroelectric device designed to operate under such water flow conditions with an efficiency of up to 65%.

Keywords: water distribution structure, vertical-axis hydroelectric device, guide surfaces, water discharge, water pressure, water velocity, hydroturbine, water wheel blades, power of water flow.

Аннотация. В статье представлено исследование возможностей использования гидроэнергетических установок с вертикальной осью, адаптированных к существующим сооружениям распределения воды в

Бухарской области. Проанализировано изменение расхода воды, проходящей через распределительные сооружения (указаны значения водного расхода). Установлено, что такие системы могут вырабатывать от 5 до 50 кВт мощности. В работе также приведён анализ научных исследований, проведённых во всём мире, по разработке микро-гидроэлектростанций с вертикальной осью и повышению их эффективности при работе на низконапорных потоках воды. Кроме того, обоснована возможность разработки гидроэнергетической установки с вертикальной осью, предназначенной для работы в таких условиях, с коэффициентом полезного действия до 65 %.

Ключевые слова: сооружение распределения воды, uидроэнергетическая установка с вертикальной осью, направляющие поверхности, расход воды, напор воды, скорость воды, гидротурбина, лопасти водяного колеса, мощность водного потока.

Kirish

Hozirgi kunda dunyo miqyosida energetika sohasida chuqur inqiroz holati kuzatilmoqda. Bunday vaziyatning yuzaga kelishiga asosiy omillar sifatida aholining tez sur’atlarda ko‘payib borishi, turmush darajasining oshishi, sanoat va xizmat ko‘rsatish sohalarining jadal rivojlanishi natijasida energiyaga bo‘lgan talabning ortib borayotganligi keltiriladi. Shu sababli, mavjud energiya ta’minoti tizimlarining ishonchliligini oshirish hamda elektr energiyasi bilan uzluksiz ta’minlash masalasi global miqyosda muhim ahamiyat kasb etmoqda [1].

Xalqaro energetika agentligi (IEA) tomonidan e’lon qilingan “Dunyo energetikasi istiqbollari” nomli hisobotga ko‘ra, 2028-yilda gidroenergetika qayta tiklanadigan energiya manbalari orasida eng yirik va barqaror energiya manbai bo‘lib qolishi prognoz qilinmoqda. Biroq, ko‘plab mamlakatlarda qayta tiklanadigan energiya manbalari asosida elektr energiyasi ishlab chiqarishni yanada kengaytirish zarurati saqlanib qolmoqda[1].

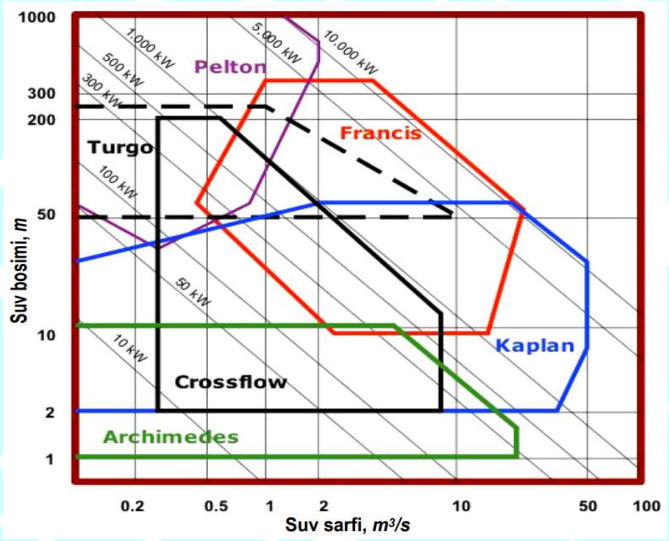
Hozirda 57 ta davlatda qayta tiklanuvchi manbalar asosida elektr energiyasi ishlab chiqarish ko‘rsatkichlari yuqori bo‘lsa-da, ularning asosiy qismini gidroenergetika tashkil etadi. Shunga qaramay, bu davlatlarda ishlab chiqarilgan elektr energiyasi hajmi dunyo bo‘yicha umumiy energiya talabining atigi 14 % ini tashkil etadi. 2028-yilga borib, qayta tiklanuvchi energiya manbalari orqali elektr energiyasi ishlab chiqarishda 68 ta davlatda gidroenergetika asosiy manba sifatida saqlanib qolishi kutilmoqda, biroq bu ham global talabning atigi 17 % ini qoplay oladi[1].

O‘zbekiston Respublikasining chekka hududlarida, xususan Buxoro viloyatining G‘ijduvon, Shofirkon, Vobkent va Peshku tumanlarida, qayta tiklanadigan energiya manbalari qurilmalaridan foydalanish orqali energiyani

ISSN 3030-3907

tejash va ta’minot ishonchliligini oshirish imkoniyatlari mavjud. Shu sababli, qayta tiklanuvchi energiya manbalari asosida ishlovchi energetik qurilmalarni, ayniqsa kichik va mikro quvvatli gidroelektr stansiyalarni (mikroGES) ishlab chiqish va takomillashtirishga alohida e’tibor qaratilmoqda.

Elektr energiyasi iste’molchilarini barqaror va uzluksiz energiya bilan ta’minlashda boshqa qayta tiklanadigan energiya manbalariga nisbatan gidroenergetika tizimlarining ishonchliligi yuqori bo‘lgani sababli, mikroGESlar konstruktsiyasini takomillashtirish hamda ularning samaradorligini oshirish bo‘yicha ilmiy-amaliy tadqiqotlar olib borilmoqda.



1-rasm: Gidroturbinalar suv sarfining suv bosimiga bog‘liqligi [2].

Suv oqimining energiyasi dastlab gidroelektr stansiyalarning gidroturbinalariga uzatilgani sababli, ularning turlarini o‘rganish va suv oqimining gidravlik parametrlariga mos holda to‘g‘ri tanlash juda muhim hisoblanadi. Hozirda gidroelektr stansiyalarda asosan Arximed, o‘zaro kesishuvchi oqimli (Crossflow), Kaplan, Frensis, Pelton va Tyurgo kabi gidroturbinaning turlari keng qo‘llaniladi (1-rasm).

Arximed turbinalari 14,5 m³/s gacha suv sarfi va 1…10 m oralig‘idagi bosimda ishlash qobiliyatiga ega bo‘lib, past bosimli suv oqimlarida qo‘llanadi. Biroq, ularning foydali ish koeffitsienti nisbatan past bo‘lgani sababli amaliy qo‘llanish imkoniyatlari cheklangan.

O‘zaro kesishuvchi oqimli (Crossflow) turbinalar yuqori va pastki parraklarga suv oqimini yo‘naltiruvchi apparatlar yordamida ta’sir ko‘rsatadi. Ular 0,3…9 m³/s suv sarfi va 2…200 m bosim oralig‘ida samarali ishlaydi.

Kaplan turbinalari buriluvchan parraklarga ega bo‘lib, yuqori tezlikda ishlaydi hamda 5…50 m³/s suv sarfi va 2…80 m bosim oralig‘ida qo‘llanadi.

Frensis turbinalarida suv g‘ildiragi parraklari kirish va chiqish qismlaridagi xalqalar orasiga ma’lum burchak ostida joylashtirilgan bo‘ladi. Parraklar soni

ISSN 3030-3907

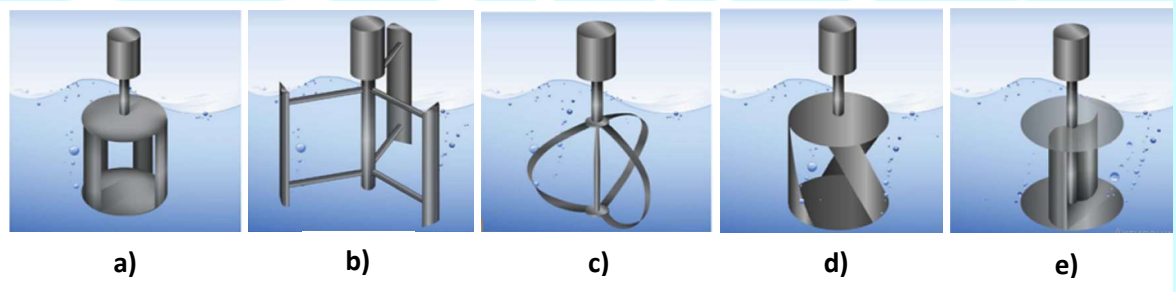
Kaplan turbinasi bilan solishtirganda ko‘proq bo‘lib, 0,5…40 m^3/s suv sarfi va 10…300 m bosimda samarali ishlaydi.

Pelton turbinalari aktiv gidroturbinaga kiradi va 2 m^3/s gacha suv sarfi hamda 50…1200 m bosim oralig‘ida yuqori samaradorlik bilan ishlaydi.

Tyurgo turbinalari esa qiya oqimli aktiv turbinalar bo‘lib, suv g‘ildiragi tashqi va ichki halqalarga mahkamlanadi. Ular 10 m^3/s gacha suv sarfi va 50…250 m bosimda ishlatiladi.

Shuningdek, zamonaviy vertikal o‘qli mikro gidroelektr stansiyalarda ba’zan 1 m/s gacha bo‘lgan tezliklarda ishlaydigan turli shakldagi Darrieus, Gorlov va Savonius kabi vertikal o‘qli gidroturbinalar qo‘llanilmoqda (2-rasm).

Hozirgi kunga kelib Darrieus tipli gidroturbinalarning uch xil turidan foydalanilmoqda, bular:



2–rasm:vertikal o‘qli gidroturbinalarning turlari: a)Darrieus gidroturbinasi (“Olmaxon g‘ildiragi” shaklidagi); b)Darrieus gidroturbinasi (H–simon shakldagi); c)Darrieus gidroturbinasi (spiral shakldagi); d)Gorlov gidroturbinasi; e)Savonius gidroturbinasi [3, 4].

Darrieus turbinasi 1920 – yilda fransuz muhandisi Jorj Darrieus tomonidan ishlab chiqilgan bo‘lib bu giroturbina vertikal o‘qli gidroturbinalar ichida eng ko‘p qo‘llaniladigan gidroturbinadir.

“Olmaxon g‘ildiragi” shaklidagi Darrieus gidroturbinasi (2-rasm, a). Ushbu turbinaning parraklari “olmaxon g‘ildiragi” shaklida yasalgan bo‘lib, ushbu parraklar aylanish o‘qining pastki qismida joylashgan. Qanotlarning shakli tufayli rotorning aylanishi yanada tekisroq sodir bo‘ladi.

H-simon shakldagi Darrieus gidroturbinasi (2-rasm, b). Turbinadagi parraklar tekis shaklga ega va gorizontal tayanchlarga nisbatan to‘g‘ri burchak ostida joylashgan bo‘lib, ular qurilmaning pastki qismida joylashgan. Ushbu gidroturbinaning afzalliklari aylanish tezligi yuqori va samarador ishlashidir. H-simon shakldagi gidroturbinani yig‘ish va ta’mirlash oson, klassik Darrieus gidroturbinasidan ko‘ra ishonchliroq, arzonroq va shuning uchun keng tarqalgan.

Spiral shaklidagi (2-rasm, c) Darrieus gidroturbinasi. Ularning o‘lchami juda katta bo‘lib, deyarli asosiy o‘qning uzunligi bilan taqqoslanishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Gidroturbina, asosan, uchta kuchli barqaror yarim doira lentalaridan iborat bo‘ladi.

Uch turdagi Darrieus tipli gidroturbinalarining har biri o‘zining kamchiliklariga ega. Darrieus spiral shakldagi shamol turbinasi samaradorligi nisbatan past. H–simon va “Olmaxon g‘ildiragi” shaklidagi gidroturbinalarning asosiy kamchiligi suv oqimining bosimi juda past bo‘lgan hollarda ishlatib bo‘lmaydi [3].

Gorlov gidroturbinasi 1995 yil boshlarida AQSH ning *Northeastern University*,da Professor Alexander Mikhailovich Gorlov tomonidan Darrieus turbinasi asosida pichoqlarni spiral shaklda o‘rab chiqish orqali yaratildi. Gorlov turbinasining yaratilishidan maqsad Darrieus turbinasi kamchiliklarini (tebranish, ishga tushish qiyinligi) bartaraf etish edi.

Gorlov turbinasining ishlash prinsipi quyidagicha: Suv yoki shamol oqimi spiral pichoqlar orasidan o‘tadi. Har bir pichoq aerodinamik ko‘tarilish kuchi hosil qiladi.Spiral shakl tufayli har bir burchakda bir xil moment hosil bo‘ladi va doimiy aylanish yuz beradi.Turbina vertikal o‘q atrofida aylanadi, generator esa tepada joylashgan bo‘ladi. Afzalligi**:** Suv har ikki tomondan oqsa ham aylanishdan to‘xtamaydi, Spiral shakl pichoqlar harakatini muvozanatlaydi, tebranish kuzatilmaydi. Baliqlarga zarar yetkazmaydi, suv sathini o‘zgartirmaydi. Kamchiligi:Spiral pichoqlarni aniqlik bilan yasash murakkab, loyqa suvda va uzluksiz musir oqadigan agregatlarda samaradorlik kamayadi. Barqaror oqimli, past bosimli daryo yoki kanal talab etadi. Yana bir asosiy kamchiligi oqim tezligi o‘zgarsa, quvvat ham kamayadi [3,4].

Savonius gidroturbinasi 1922 yil boshlarida Finlandiya dengiz muhandisi S. Savonius tomonidan kashf qilingan. Dastlab, Savonius turbinalaridan suv va havo yordamida suzish, shamollatish, suvni tortish chun taklif etgan. Hozirgi kunda Savonius gidroturbinalaridan elektr energiyasini hosil qilish amalga oshirilmoqda (2-rasm, e)[5].

Vertikal o‘qli Savonius gidroturbinasining afzalliklari past bosimli suv oqimlari bilan ishlash qobiliyati va uning yo‘nalishiga bog‘liq bo‘lmasligi, gidroturbinaga texnik xizmat ko‘rsatish va tuzilishining soddaligidadir. Savonius turbinasining kamchiligi: boshqa turdagi gidroturbinalardan samaradorligi past [5].

Jahonda va Respublikamiz hududlarida ishlab chiqarilayotgan va foydalanilayotgan vertikal o‘qli mikro gidroenergetik qurilmalari ustida olib borilgan ilmiy-tadqiqot ishlarini tahlil qilib chiqamiz:

Sy-Ruen Huang va boshqalar tomonidan olib borilgan tadqiqot ishida 3 kVt quvvatga ega uch qanotli vertikal o‘qli mikro-gidroturbina tizimi taqdim etilgan. Ushbu turdagi turbinani suvda ishlatish shamolda ishlatishdan farq qiladi.

ISSN 3030-3907

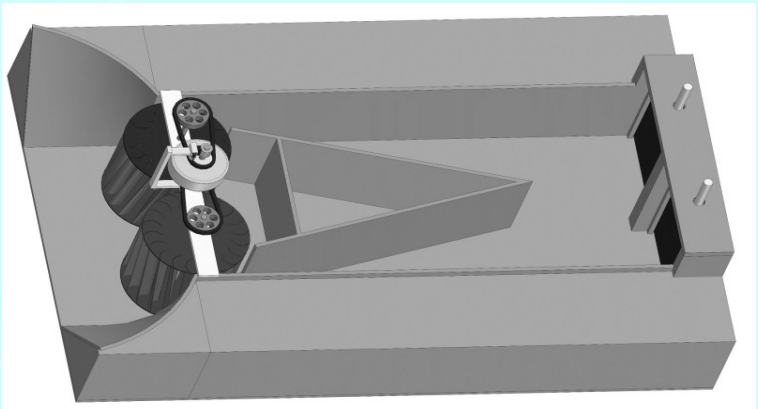
Generatorning chiqish kuchlanishi va chastotasi suv oqimi tezligiga bog‘liq. Bu tadqiqot ishining afzalligi, yangi mikro-gidroturbinaning qurilishi va o‘rnatilishi oddiy, tejamkor va barqaror.Turbinani shamol va suv o‘rtasida taqqoslash natijalarining tahlili keltirib o‘tilgan [6].

V.M. Ivanov va boshqalar tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqotlarda gorizontal hamda vertikal suv oqimlaridan foydalanish imkoniyatiga ega bo‘lgan mikro gidroenergetik qurilmalarda yo‘naltiruvchi apparatlar va gidroturbinalarni qo‘llashning samaradorligi baholangan.Tadqiqotlarda suv oqimining bosimi 5…10 m va suv sarfi 75…85 l/s bo‘lgan holatlarda 5…10 kVt quvvatga ega gidroenergetik qurilmalarning konstruktiv o‘lchamlarini aniqlashga doir ifodalar keltirilgan hamda ularning ishlash samaradorligi tahlil qilingan [7].

O.O. Bozarov tomonidan bajarilgan dissertatsiya ishida qishloq xo‘jaligi elektr ta’minoti uchun reaktiv gidroagregatli mikro GES qurilmasini yaratgan. Bu qurilmaning texnik parametrlari quyidagicha: suv oqimining bosimi 2 m, suv sarfi 200 l/s va quvvati 2,35 kVt. Bu qurilmaning kamchiligi talab qilinadigan suv oqimi bosimining yuqoriligi va elektr generator sifatida energetik ko‘rsatkichlari past bo‘lgan asinxron generatordan foydalanilganligidir [8].



3–rasm:Mikro gidroelektr stansiya o‘rnatiladigan suv oqimlari joylashgan hudud



4 – rasm:Suv taqsimlash inshootlari uchun moslashtirilgan mikro gidroenergetik qurilmaning tashqi ko‘rinishi.

Z.E.Qo‘ziyev tomonidan bajarilgan dissertatsiyasida nasos agragatlarining suv oqimlariga moslashtirilgan vertikal o‘qli mikro gidroelektr stansiyani ishlab

ISSN 3030-3907

chiqqan. Ushbu mikro gidro elektr stansiya faqat nasos stansiyalarida qo‘llanilishi, quvvatining pastligi va narxini yuqoriligi sababli qo‘llanilishi cheklangan[9].

S.R.O‘rmonov tomonidan bajarilga dissertatsiyasida soploli reaktiv gidroturbina ishchi g‘ildiragining geometrik va dinamik parametrlarini asoslagan. Bu qurilmaning texnik parametrlari quyidagicha: suv oqimining bosimi 2 m, suv sarfi 0.0148 m^3/s va quvvati 0.3 kVt . Bu qurilmaning kamchiligi talab qilinadigan bosimining yuqoriligi va ishlab chiqariladigan quvvatning pastligidir.[10]

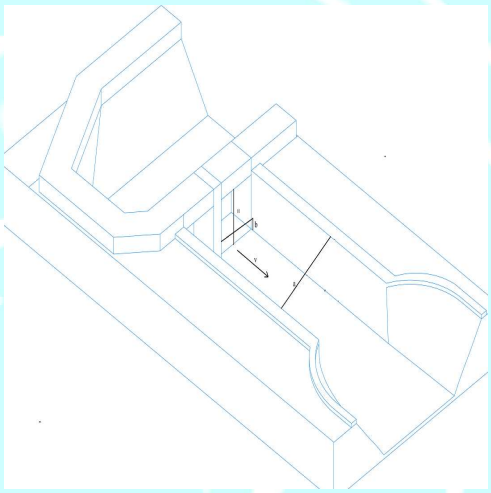
Yuqorida keltirilgan gidroenergetik qurilmalar konstruksiyalarining murakkabligi, tannarxining qimmatligi, past bosimli suv oqimlarida ishlash samaradorligi va uzluksiz elektr energiyasini olish imkoniyatining pastligi Respublikada mavjud suv taqsimlash inshootlarida gidroenergetik qurilmalardan foydalanishni cheklaydi. Ushbu suv oqimlarida samarador ishlovchi vertikal o‘qli gidroenergetik qurilmalarni ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Yuqoridagilarni inobatga olgan holda, Buxoro viloyatining chekka hududlarda joylashgan iste’molchilarni uzluksiz elektr energiyasi bilan ta’minlashda jahonda va mintaqamizda ishlab chiqilgan mikro gidroenergetik qurilmalardan foydalanish imkoniyatlari tahlillarini ko‘rib chiqamiz. 3-rasmda mikro gidroelektr stansiyasi o‘rnatiladigan suv oqimlari joylashgan hudud keltirilgan. Bunda suv oqimlarida yil davomida foydalanib elektr energiyasi ishlab chiqarish imkoniyati mavjud. 4 – rasmda mikro gidroelektr stansiyasining o‘rnatilishi keltirilgan. Bunda ikki gidroturbinadan foydalanilgan, ushbu gidroturbinalarning birinchisi elektr generatorning rotoriga, ikkinchisi esa statoriga mahkamlangan, suv oqimi yo‘naltiruvchi sirtlar orqali ikki tomonga yo‘naltirilishi sababli gidroturbinalarning aylanma harakati bir – biriga qarama – qarshi tomonga harakati ta’minlanadi.

Suv taqsimlash inshootlari darvozalaridan chiquvchi suv oqimlarining asosiy ko‘rsatkichlari aniqlash uslubiyotini keltirib o‘tamiz.

Dastlab, darvozalardan chiquvchi suv sarfini aniqlaymiz.

ISSN 3030-3907



a)



b)

5–rasm:Loyihalangan mikroges a)tanlangan ko‘rsatkichlar, b)old tomondan ko‘rinishi.

$$Q = a \cdot b \cdot v \quad (m^3/s)$$

Bu yerda: a–kanalning eni (m). b–suv taqsimlash inshooti darvozasining ko‘tarilgan balandligi (m). v–suv oqimining tezligi (m/s),

Suv oqimining tezligini bosimga bog‘liqligi quyidagicha ifodalanadi.

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

Bu yerda: g – erkin tushish tezlanishi, m/s^2; $H -$ suv oqimining bosimi, (m).

Suv taqsimlash inshootining darvozalaridan chiquvchi suv oqimining quvvati formulasi:

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

Bu yerda: $\rho -$ suvning zichligi, kg/m^3;

Agar darvozalardan chiquvchi suv oqiminig sarfi va bosimini tezligiga bog‘liqligi hisobga olinsa, u holda ifoda quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$P = \frac{\rho \cdot a \cdot b \cdot v^3}{2}$$

Buxoro viloyatida bu ko‘rinishdagi suv taqsimlash inshootlari soni 20 taga yaqin bo‘lib ulardan 8 tasida yil davomida suv oqimi mavjud, qolgan 12 tasida esa suvning oqimi mavsumiy. Suv taqsimlash inshootlaaridan chiquvchi suv sarfi qishki mavsumda 95 000 $m^3/sutka$ va yozgi mavsumda 120 000 $m^3/sutka$ hisobiga 5…50 kVt oralig‘ida quvvat ishlab chiqarish immoniyati mavjudligi aniqlandi.

Gidroelektr stansiyalarni ishlab chiqish bo‘yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar tahlil qilindi. Ushbu tahlillar asosida quvvati 50 kVt bo‘lgan gidroenergetik qurilmani ishlab chiqish taklif etildi. Taklif etilgan qurilmani Buxoro viloyatining chekka hududlarida joylashgan qishloqlarda elektr energiyasiga bo‘lgan ehtiyojni qoplash maqsadida joriy etish orqali yiliga 450 MVt·soat elektr energiyasi ishlab chiqarish imkoniyati mavjudligi asoslab berildi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. IEA (2022), World Energy Outlook 2023, IEA, Parij: https://www.ies.org/reports/world-energy-outlook-2023, Litsenziya:CCBY 4.0 (hisobot); CC BY NC SA 4.0 (A ilovasi).
2. Ardizzon G., Cavazzini G., Pavesi G. A new generation of small hydro and pumped hydro power plants: Advances and future challenges // Renew. sustain. energy rev. – Vol. 31, 2014, pp. 746–761.
3. Anuj Kumar, R.P. Saini., Performance parameters of Savonius type hydrokinetic turbine – A Review: Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol 64, 2016, pp. 289 – 310.
4. Nauman Riyaz Maldar, Cheng Y.N., Elif Oguz. A review of the optimization studies for Savonius turbine considering hydrokinetic applications: Energy Conversion and Management 226(2020)113495. www.elsevier.com/locate/enconman
5. Vimal Patel, T.I. Eldho, S.V.Prabhu, PERFORMANCE ENHANCEMENT OF A DARRIEUS HYDROKINETIC TURBINE WITH THE BLOCKING OF A SPECIFIC FLOW REGION FOR OPTIMUM USE OF HYDROPOWER, (2018), DOI: https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.12.074
6. Sy-Ruen Huang, Yen-Huai Ma, Chia-Fu Chen, Kazuichi Seki, Toshiyuki A. Theoretical and conditional monitoring of a small three-bladed vertical-axis micro-hydro turbine // Energy Conversion and Management ScienceDirect 86, 2014. pp. 727-734.
7. Ivanov V.M., Ivanova T.Y., Jdanov E.P., Kleyn G.O., Yurenkov V.N. Yangi original konstruksiyadagi o_qli gidroturbinaning oqim yo'lini hisoblash usubiyoti.// Polzunov xabarnomasi, 2009. №4. 253-258 betlar.
8. Bozarov O.O. Qishloq xo‘jaligi iste’molchilari uchun reaktiv gidroagregatli mikro-GES qurilmasini yaratish // PhD dissertatsiyasi avtoreferati. – Toshkent, 2020. – 52 bet.
9. Qo‘ziyev Z.E. Nasos agregatlarining suv oqimlariga moslashtirilgan vertikal o‘qli mikro gidroelektr stansiyasini ishlab chiqish // PhD dissertatsiyasi avtoreferati. – Qarshi, 2024.- 28 bet.
10. O‘rmonov S.R. Soploli reaktiv gidroturbina ishchi g‘ildiragining geometrik va dinamik parametrlarini asoslash // PhD dissertatsiyasi avtoreferati. – Farg‘ona, 2025.- 30 bet.

ISSN 3030-3907