

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI  
ENERGETIKA MUAMMOLARI INSTITUTI  
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.02/30.12.2021.T.143.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI  
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY  
TADQIQOT UNIVERSITETI  
O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI  
ENERGETIKA MUAMMOLARI INSTITUTI**

**DAVIROV ALISHER QUVONDIQ O‘G‘LI**

**PAST BOSIMLI SUV OQIMLARIDA ISHLOVCHI VINT TURBINALI  
MIKROGIDROELEKTRSTANSIYANING ENERGIYA  
SAMARADORLIGINI OSHIRISH**

**05.05.01 – Energetika tizimlari va majmualari**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Toshkent – 2024**

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi  
avtoreferati mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по  
техническим наукам**

**Content of the dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on technical  
sciences**

**Davirov Alisher Quvondiq o‘g‘li**

Past bosimli suv oqimlarida ishlovchi vint turbinali mikrohidroelektrstansiyaning energiya samaradorligini oshirish.....3

**Давиров Алишер Кувондик угли**

Повышение энергоэффективности винтовой турбины микрогидроэлектростанции, работающей при низконапорных потоках воды.....23

**Davirov Alisher Kuvondik ugli**

Increasing the energy efficiency of a microhydroelectric screw turbine operating with low-pressure water flows.....43

**E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati**

Список опубликованных работ

List of published works.....47

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI  
ENERGETIKA MUAMMOLARI INSTITUTI  
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.02/30.12.2021.T.143.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI  
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY  
TADQIQOT UNIVERSITETI**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI  
ENERGETIKA MUAMMOLARI INSTITUTI**

**DAVIROV ALISHER QUVONDIQ O‘G‘LI**

**PAST BOSIMLI SUV OQIMLARIDA ISHLOVCHI VINT TURBINALI  
MIKROGIDROELEKTRSTANSIYANING ENERGIYA  
SAMARADORLIGINI OSHIRISH**

**05.05.01 – Energetika tizimlari va majmualari**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Toshkent – 2024**

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2023.3.PhD/T3938 raqam bilan ro'yxatga olingan.**

Dissertatsiya "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti hamda O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Energetika muammolari institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida ([www.energetika.uz](http://www.energetika.uz)) hamda "ZiyoNet" axborot-ta'lim portalida ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:**

**Qodirov Dilshod Botirovich**  
texnika fanlari doktori, dotsent

**Rasmiy opponentlar:**

**Qarshibayev Asqarbek Ilashevich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Bozarov Oybek Odilovich**  
texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD),  
dotsent

**Yetakchi tashkilot:**

**Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti**

Dissertatsiya himoyasi O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti huzuridagi DSc.02/30.12.2021.T.143.01 raqamli ilmiy kengashning 2024 yil "\_\_\_" \_\_\_\_\_ soat \_\_\_ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100076, Toshkent shahri, Muxtor Ashrafiy ko'chasi 1-muyulish, 9-A. Tel.: (99871) 283-23-08; faks: (99871) 283-23-08; e-mail: [energetika\\_in@umail.uz](mailto:energetika_in@umail.uz)).

Dissertatsiya bilan O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Energetika muammolari institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (\_\_\_ raqami bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100076, Toshkent shahri, Muxtor Ashrafiy ko'chasi 1-muyulish, 9-A. Tel.: (99871) 283-23-08).

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil "\_\_\_" \_\_\_\_\_ kuni tarqatildi.

(2024 yil "\_\_\_" \_\_\_\_\_ dagi \_\_\_\_\_ raqamli reyestr bayonnomasi).

**X.M. Muratov**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi,  
texnika fanlari doktori, professor

**J.N. Tolipov**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash ilmiy  
kotibi, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori  
(PhD), katta ilmiy xodim

**O.X. Ishnazarov**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash  
qoshidagi ilmiy seminar raisi, texnika fanlari  
doktori, professor

## **KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)**

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Jahonda ekologik muvozanatni barqarorlashtirish va energiya resurslarini tashkil etuvchi turli uglevodorodli yoqilg'i-energetika resurslarini tejash, noan'anaviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish ko'lamini kengaytirishga katta e'tibor berilmoqda. Ayniqsa, qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan: suv, quyosh, shamol kabi muqobil energiya manbalaridan foydalanib elektr energiyasi ishlab chiqarish ko'lami ortib bormoqda. Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishda eng samarali yo'nalishlardan biri – bu past bosimli suv oqimlarining energiyasidan foydalanish ya'ni kichik gidroelektrstansiyalar. Hozirgi kunda rivojlangan mamlakatlarda "...dunyo miqyosida 10 MW gacha bo'lgan kichik gidroelektrstansiyalarning o'rnatilgan quvvati 79 GW ga yetib, 2013 yilga nisbatan 2022 yilda kelib kichik va mikro gidroelektrstansiyalarning o'rnatilgan quvvati 10 foizdan oshgan..."<sup>1</sup>. Bu borada, jahon amaliyotida keng rivojlanayotgan markazlashgan energiya ta'minotidan ajralgan, yakka holdagi kichik energetik tizimlar uchun energiya manbasi hisoblanadigan qayta tiklanuvchan energiya manbalaridan atrof-muhitga zararsiz, ekologik toza, kichik suv oqimlariga moslashtirilgan mikroGESlarni ishlab chiqish va ular orqali yoqilg'i energetika resurslarini tejashga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda o'zgaruvchan kichik suv oqimlariga moslashtirilgan mikroGESlarni ishlab chiqish, konstruktiv va energetik parametrlarini asoslash hamda samaradorligini oshirishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Xususan past bosimli kichik daryo va irrigatsiya kanallariga moslashtirilgan elektr energiyasi ishlab chiqarishda ishonchli va ekologik toza texnologiyalardan foydalanishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Ushbu sohada, jumladan, kichik suv oqimlarida ishlovchi mikroGESlarning ish rejim parametrlarini modellashtirish, konstruksiyasini takomillashtirish asosida past bosimli suv oqimlarida foydalanish samaradorligini oshiruvchi gidroturbinalar ishlab chiqish dolzarb vazifalardan hisoblanmoqda.

Respublika iqtisodiyotining muhim va ajralmas tarmog'i bo'lgan energetika sohasini tubdan rivojlantirish va zamonaviy talablar asosida sohaning texnik va texnologik darajasini yangilash, jumladan qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan ekologik toza elektr energiyasi ishlab chiqarish, shuningdek, iste'molchilarga yetkazib berish ishonchliligini oshirish, elektr energiyasi sarfini kamaytirish, energiya tejaydigan asbob-uskunalar va texnologiyalarni joriy etish hamda mavjud uskunalarni yangilash, jumladan yangi mikroGES o'rnatish, ish rejim parametrlarini asoslash va energiya samaradorligini oshirishga doir keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. O'zbekistonning 2022-2026 yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida, jumladan "...qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni kengaytirish va qo'llab-quvvatlash dasturini ishlab chiqish, 2026 yilga qadar qayta tiklanuvchi energiya manbalari ulushini 25 foizga

---

<sup>1</sup> <https://www.unido.org/sites/default/files/files/2023-08/Global-WSHPDR-2022.pdf>

yetkazish evaziga yiliga qariyb 3 milliard kub metr tabiiy gazni tejash...”<sup>2</sup> vazifalari belgilangan. Mazkur vazifalarni amalga oshirish, jumladan past bosimli suv oqimlarida ishlovchi vint turbinali mikroGESning maqbul o‘lchamini aniqlash asosida takomillashtirilgan mikroGES gidroturbinasining yangi modelini ishlab chiqish kabi masalalar yechishga qaratilgan ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borish muhim hisoblanadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 22 avgustdagi PQ-4422-son “Iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohaning energiya samaradorligini oshirish, energiya tejavchi texnologiyalarni joriy etish va qayta tiklanadigan energiya manbalarini rivojlantirishning tezkor chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi, 2021 yil 10 dekabrda PQ-44-son “Gidroenergetikani yanada rivojlantirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi, 2022 yil 6 iyuldagi PQ-307-son “2022-2026 yillarda O‘zbekiston respublikasining innovatsion rivojlanish strategiyasini amalga oshirish bo‘yicha tashkiliy chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi hamda 2023 yil 30 martdagi PQ-104-son “Gidroenergetika sohasini yanada isloh qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalarni rivojlantirishning 2. “Energetika, energotejamkorlik va muqobil energiya manbalari” ustuvor yo‘nalishiga mos keladi.

**Muammoni o‘rganilganlik darajasi.** Bugungi kunda past bosimli suv oqimlarida ishlovchi mikroGESlarni rivojlantirish va energiya samaradorligini oshirishga yo‘naltirilgan ilmiy izlanishlar jahonning yetakchi ilmiy markazlari va oliy ta‘lim muassasalari, jumladan The University of Guelph (Kanada), Milliy tadqiqot universiteti “MEI” va Sank-Peterburg davlat politexnika universiteti (Rossiya), Alternative Energy Institute (AQSH), Department of Electrical Engineering University of Engineering Technology (Pokiston), Iranian Research Organization for Science and Technology (Eron), School of Electrical and Automation Engineering Harbin Institute of Technology Harbin Heilongjiang (Xitoy), Queen’s University Belfast (Buyuk Britaniya), University of Rostock, Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management (Germaniya), Polytechnic University of Turin, Sapienza University of Rome (Italiya), Tribhuvan University (Nepal), Institut National des Sciences Appliquees (Fransiya) Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, “Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti, Farg‘ona politexnika instituti, Fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti, Andijon mashinasozlik institutida (O‘zbekiston), keng qamrovli ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

Jahon amaliyotida mikroGESlar qurilmasining takomillashgan konstruksiyasini sanoat, ishlab chiqarish korxonalarida qo‘shimcha elektr energiya

---

<sup>2</sup> O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son “2022 - 2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi/ to‘g‘risida”gi farmoni

manbasi sifatida foydalanishni rivojlantirish, past bosimli suv oqimlarida ishlovchi mikroGESlarni ishlab chiqish va samaradorligini oshirishning ilmiy-texnik masalalarni hal qilishga bir qator taniqli xorijiy olimlardan E.Quaranta, G.Myuller, Ch.Xaron, D.Nuernbergk, K.Kostina, W.Lubitz, F.Vaychbrodt, K.Lotar, S.Scott, C.Simmons, A.Kozyn, K.Songin, A.Raza, A.Doost, Yu.Gashinskiy, N.Kangali, C.Rorres K.Shahverdi, S.Umbetov va boshqa olimlar o'z tadqiqotlari bilan katta hissa qo'shganlar.

Respublikada R.Zaxidov, X.Muratov, M.Muhammadiyev, B.Urishev, S.Ergashev, R.Aliyev, A.Umurzakov, D.Qodirov, O.Toirov, O.Bozarov, U.Odamov, Sh.Toshev, A.Mamadjanov va boshqalar tomonidan bir qator ilmiy izlanishlar olib borilgan hamda ijobiy natijalarga erishilgan.

Sezilarli muvaffaqiyatlarga qaramay, hududlarimizda mavjud past bosimli suv oqimlari potensialidan elektr energiya ishlab chiqish tizimlarini yaratish, past bosimli suv oqimlarida ishlovchi vint turbinali mikroGESlarning energiya samaradorligini oshirish maqsadida turbina geometrik parametrlarini maqbul qiymatlarini tanlash, gidroturbinadagi mexanik quvvatni oshirishda ikkita parallel vintli turbina zanjirili uzatma orqali bitta generatorga ulanish asosida mikroGESning energiya samaradorligini oshirish, parraklarning suv bilan ta'sirlashish kuchlarini kamaytirishda vintning uzunligi va qiyalik burchaklarini maqbul qiymatlarini tanlash bo'yicha tadqiqotlar yetarlicha e'tibor berilmagan.

Mazkur dissertatsiya ishida gidroturbina parraklariga suv oqimining ta'sir kuchini oshirish maqsadida qiyalik burchagining maqbul qiymatini aniqlash, qurilmaning konstruktiv parametrlarini matematik modellashtirish va suv oqimi miqdorini inobatga olib ish rejimini hisoblash algoritmini ishlab chiqish hamda past bosimli suv oqimlarida ishlovchi vintli turbinaning maqbul o'lchamini aniqlash asosida mikroGESni takomillashtirilgan eksperimental modelini ishlab chiqilib, uning yechimlari taklif etilgan.

**Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim yoki ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi.**

Dissertatsiya tadqiqoti O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 6 iyuldagi "2022-2026 yillarda O'zbekiston Respublikasining innovatsion rivojlanish strategiyasini amalga oshirish bo'yicha tashkiliy chora-tadbirlar to'g'risida" gi PQ-307-sonli qarorining 7-ilovasida 2022-2023 yillarda oliy ta'lim muassasalari tomonidan yangi ishlanma va texnologiyalarni joriy etish loyihalarini amalga oshirish dasturiga asosan "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti ilmiy tadqiqot ishlari rejasining "Past bosimli suv oqimlari uchun energiya samarador MikroGES prototipini yaratish" (2022) hamda 2019/5-son "Past bosimli suv oqimlari va nasos stansiyalarining suv tashlash hovuzlarida kichik quvvatli mikro gidroelektrstansiya ishlab chiqish va o'rnatish" (2019) mavzusidagi ilmiy tadqiqot ishlari rejasi doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** past bosimli suv oqimlarida ishlovchi vint turbinali mikrogidroelektrstansiyaning konstruktiv parametrlarini takomillashtirish asosida energiya samaradorligini oshirishdan iborat.

### **Tadqiqotning vazifalari:**

respublikadagi gidroenergetik resurslardan elektr energiyasi olish ko'rsatkichlarini baholash va past bosimli suv oqimlarida ishlovchi mikrogidroelektrstansiyaning energiya samaradorligini aniqlash;

past bosimli suv oqimlarida ishlovchi vint turbinali mikrogidroelektrstansiyaning matematik modellashtirish asosida konstruktiv parametrlarini takomillashtirish;

vint turbinali mikrogidroelektrstansiyaning virtual modeli asosida sinov tajriba namunasini ishlab chiqish;

ishlab chiqilgan vint turbinali mikrogidroelektrstansiyaning energiya samaradorligini baholash.

**Tadqiqotning obyekti** sifatida past bosimli suv oqimlariga moslashtirilgan vint turbinali mikroGES olingan.

**Tadqiqotning predmeti** past bosimli suv oqimlarida ishlovchi vint turbinali mikroGES qurilmasi, unda kechayotgan jarajonlari va uning energiya samaradorligini baholashdan iborat.

**Tadqiqotning usullari.** Tadqiqot jarayonida matematik modellashtirish nazariyasi, ma'lumotlarni qayta ishlashda matematik statistika, mexanika va elektr texnikasi nazariyasi, tajriba natijalarini qayta ishlash usullaridan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

gidroturbinaning konstruktiv parametrlarini ratsional aniqlash imkonini beruvchi analitik ifoda shakllantirilgan va u asosida gidroturbinaning ishchi parametrlari asoslangan;

past bosimli suv oqimlarida ishlovchi vint turbinali mikrogidroelektrstansiyaning energiya yo'qotishlarini minimallashtirish asosida samaradorligini oshirish algoritmi yaratilgan;

parallel ulangan vintli gidroturbinaning generator bilan birikish burchagini ratsional aniqlash asosida energiya samaradorligi oshirilgan mikrogidroelektrstansiyaning immitatsion fizik modeli ishlab chiqilgan;

past bosimli suv oqimlarida ishlovchi mikrogidroelektrstansiyaning gidroturbinasini energiya samarador ish rejimlari va energetik xarakteristikalarini aniqlash imkonini beruvchi qurilma modeli ishlab chiqilgan (FAP 02263).

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

past bosimli suv oqimlarida ishlovchi vint turbinali mikroGES quvvati hududning individual omillariga bog'liqligini aniqlash imkonini beruvchi dasturi ishlab chiqilgan;

past bosimli suv oqimlarida samarali ishlovchi vint turbinali va unda sodir bo'ladigan jarayonlarning matematik modeliga asoslangan mikroGESning takomillashtirilgan kichik modeli ishlab chiqilgan;

muqobil energiya manbalari asosidagi mikroGESning elektr tizimlari strukturasi va ish rejim holatini tadqiq qilish uchun immitatsion va fizik modellari ishlab chiqilgan va amaliyotda qo'llanilgan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi.** Tadqiqot natijalarining ishonchliligi kichik suv oqimlarida ishlovchi mikroGES bo'yicha nazariy va amaliy tadqiqotlar

o‘tkazish, olingan natijalar va ularning o‘zaro muvofiqligi, olib borilgan tadqiqotlar asosida ishlab chiqilgan past bosimli suv oqimlariga moslashtirilgan mikroGES sinov-tajriba natijalari “Samarqand gidroelektrstansiyalari kaskadi” unitar korxonasi joriy etish orqali asoslanganligi, shuningdek, nazariy va tajribaviy natijalarning mos kelishi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.** Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati ishlab chiqilgan past bosimli suv oqimlarida ishlovchi mikroGES ishlab chiqargan elektr energiyasining suv oqim miqdoriga bog‘liqligi va elektr energiyasi sifat ko‘rsatkichlarini o‘rganish bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati past bosimli suv oqimlarida ishlovchi energiya samarador vint turbinali mikroGES gidroturbinasidagi mexanik quvvatni oshirish asosida ishonchli elektr energiyasi ishlab chiqarish bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Past bosimli suv oqimlarida ishlovchi vint turbinali mikroGESning energiya samaradorligini oshirish asosida olingan natijalar:

gidroturbinadagi mexanik quvvatni oshirish maqsadida ikkita parallel vintli turbina zanjirli uzatma orqali bitta generatorga ulangan mikrogidroelektrstansiya “Samarqand gidroelektrstansiyalari kaskadi” unitar korxonasi joriy qilingan (“O‘zbekgidroenergo” aksiyadorlik jamiyatining 2024 yil 10 yanvardagi 02-28/88 sonli ma‘lumotnomasi). Natijada, past bosimli suv oqimlarida ishlovchi shu turdagi gidroturbinalarga nisbatan 20 % ga energiya samarador ekanligi aniqlangan.

vintli gidroturbinaning maqbul o‘lchamlarini aniqlash asosida ishlab chiqilgan mikrogidroelektrstansiya “Samarqand gidroelektrstansiyalari kaskadi” unitar korxonasi joriy qilingan (“O‘zbekgidroenergo” aksiyadorlik jamiyatining 2024 yil 10 yanvardagi 02-28/88-sonli ma‘lumotnomasi). Natijada, energiya samarador vint turbinali mikrogidroelektrstansiya yordamida 24966 kW·h elektr energiyasi ishlab chiqarishga imkon yaratilgan.

past bosimli suv oqimlarida ishlovchi qurilma uchun O‘zbekiston Respublikasi Intellektual mulk agentligining foydali modelga patenti olingan (“Arximed vintli turbina” № FAP 02263. 07.11.2022). Natijada past bosimli suv oqimlarida ishlovchi energiya samarador vint turbinali mikroGES ishlab chiqilgan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Tadqiqot natijalari 10 ta ilmiy-amaliy konferensiyalarda, jumladan, 6 ta xalqaro konferensiyalarda va 4 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida aprobatsiyadan o‘tgan.

**Tadqiqot natijalarining e‘lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 22 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, Oliy attestatsiya komissiyasining texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish uchun tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 8 ta ilmiy maqolalar, jumladan 7 ta respublika va 1 ta xorijiy jurnallarda, 5 ta Scopus bazasiga kiruvchi chet el ilmiy jurnallaridagi to‘plamlarda nashr etilgan, Intellektual mulk agentligi tomonidan 1 ta foydali model uchun patent hamda 1 ta EHM dasturi uchun guvohnoma olingan.

**Dissertatsiyaning hajmi va tuzilishi.** Dissertatsiya tarkibi kirish, to‘rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 120 betni tashkil etadi.

## **DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI**

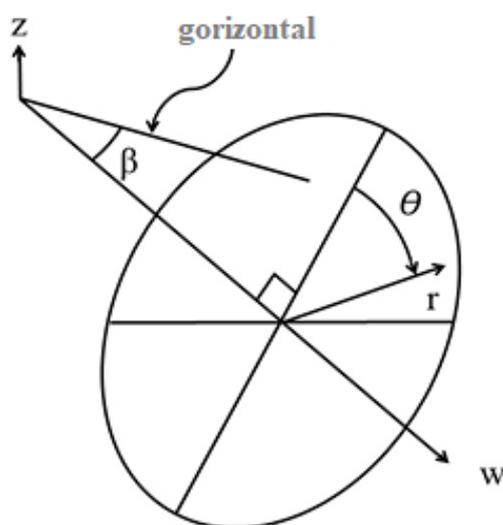
**Kirish** qismida dissertatsiya ishining dolzarbligi va zaruriyati asoslab berilgan, tadqiqotning maqsad va vazifalari tavsiflangan, tadqiqot obyekti hamda predmeti aniqlangan, tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga muvofiqligi belgilab olingan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari aniqlangan, olingan natijalarning ishonchligi asoslangan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish, chop etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Energetika tizimida mikrogidroelektrstansiyalardan samarali foydalanishning zamonaviy holati va rivojlanish istiqbollari”** deb nomlangan birinchi bobida energetika tizimida mikro gidroelektrstansiyalardan foydalanishda jahon tajribasi, O‘zbekistonda mikro gidroelektrstansiyalardan foydalanishning zamonaviy holati va rivojlanish istiqbollari, respublikadagi gidroenergetik resurslardan elektr energiyasi ishlab chiqarish imkoniyatlari hamda past bosimli suv oqimlari energiyasidan foydalanish yo‘llari tahlillari keltirilgan. Mikro gidroelektrstansiyalarni ishlab chiqish, mavjudlarini rekonstruksiya qilish hamda yangi turdagi maxsus energiya samarador konstruksiyalarini ishlab chiqish bo‘yicha bir qancha usullar va bu sohada ilmiy izlanishlar olib borgan bir guruh olimlarning ilmiy ishlari ko‘rib chiqilgan hamda tahlili keltirilgan. Tahlillar natijasida past bosimli suv oqimlarida ishlovchi vint turbinali mikro gidroelektrstansiyalarning energiya samaradorligini oshirish bo‘yicha dissertatsiyaning maqsad va vazifalari shakllantirilgan.

Dissertatsiyaning **“Past bosimli suv oqimlarida ishlovchi vintli gidroturbinaning konstruktiv parametrlarini asoslash”** deb nomlangan ikkinchi bobida past bosimli suv oqimlarida ishlovchi gidroturbinalar uchun qo‘yiladigan asosiy talablar, mikro gidroelektrstansiyaning konstruktiv parametrlarini matematik modellashtirish, vintli gidroturbinaning konstruksiyasini modellashtirish, past bosimli suv oqimlarida ishlovchi energiya samarador vintli gidroturbinaning ish rejim parametrlarini asoslash bo‘yicha matematik ifodalar keltirilgan.

Arximed vint turbinali mikro gidroelektrstansiyalar past bosimli suv oqimlarida yoki bosim hosil qiluvchi balandlik deyarli nol bo‘lgan joylarda ham foydalaniladi. Vintli turbinalar suyuqlikning kinetik va potensial energiyalaridan foydalanadi hamda bu energiya vintni aylantirish va moment hosil qilish jarayonida mexanik ishga aylanadi. Vintlarga biriktirilgan generator hosil bo‘lgan mexanik energiyani elektr energiyaga aylantiradi. Vintli turbinalarda tashqi diametr ( $D_o$ ), ichki diametr ( $D_i$ ), vintni umumiy uzunligi ( $L$ ), pichoqlar soni ( $N$ ), vintning qiyalik burchagi ( $\beta$ ), Pichoqning bir marta aylanish davr uzunligi ( $S$ ), bosim hosil qiluvchi balandlik ( $H$ ) va suv sarfi ( $Q$ ) ushbu parametrlar maqbul variantlarini tanlash asosida samaradorlik va mexanik quvvatni oshishiga erishiladi. “w” o‘qi markaziy silindrsimon parrakning aylanish o‘qi bilan tekislanadi va vertikal yo‘naltirilgan Dekart o‘qi “z” ham musbat z ham vertikal yuqoriga qarab

belgilanadi. Ushbu vertikal o‘q, vertikal o‘qqa spiral tekislik yuzalarida parraklar o‘rnatiladigan joylarni loyihalash orqali vintni aylantiradigan doimiy suv chuqurliklarini hisoblash uchun ishlatiladi. Birinchi yetakchi spiral tekislik qirrasini vintning yuqori qismida vertikal yo‘naltirilgan deb qabul qilinadi. Shunday qilib, ( $w$ ) o‘qi bo‘ylab har qanday pozitsiya uchun yetakchi tekislikdagi 1-parrak radial joylashuvi ( $r(\omega)$ ) va burchak joylashuvi ( $\theta(\omega)$ ) pichoqning bir marta aylanish davr uzunligi ( $S$ ) bo‘lgan geometriya bilan tavsiflanadi.



**1-rasm. Aylanadigan vintning koordinatalar tizimi.**

Yuqorida aytilgan vintning geometriyasiga ko‘ra, geometrik parametrlar quyidagi ifodalar orqali belgilanadi:

$$r(w) = r \quad (1)$$

$$\theta(w) = 2\pi \frac{w}{S}, \quad (2)$$

bunda,  $r$  - radial joylashuvi va  $\theta$  - burchak joylashuvi (1-rasm).  $S$  – pichoqning bir marta aylanish davr uzunligi; pichoqlar soni ( $N$ ) bo‘lgan vint uchun  $X(r, \theta)$  kabi istalgan nuqtada 1- spiral tekislik yuzasidagi pastki ( $Z_1$ ) va yuqori oqimdagi ( $Z_2$ ) suv kirish sathlarining holatini quyidagi formulalar bilan aniqlash mumkin:

$$Z_1 = r \cos(\theta) \cos(\beta) - \frac{S\theta}{2\pi} \sin(\beta) \quad (3)$$

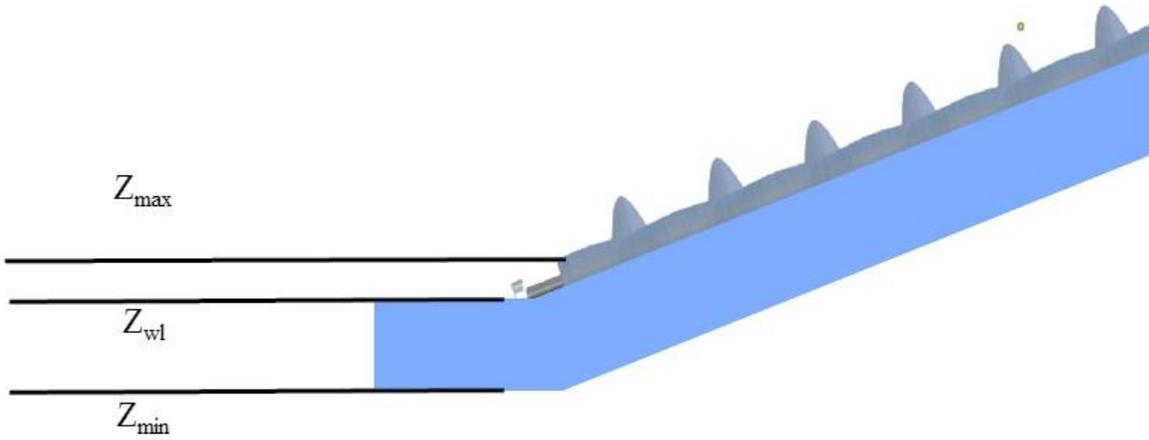
$$Z_2 = r \cos(\theta) \cos(\beta) - \left( \frac{S\theta}{2\pi} - \frac{S}{N} \right) \sin(\beta) \quad (4)$$

Yuqoridagi (3) va (4) formulalardan kelib chiqib vint joylashtirilgan latogda minimal to‘ldirish balandligi  $\theta = \pi$ ,  $r = D_o/2$  da hamda maksimal (100%) to‘ldirish balandligi  $\theta = 2\pi$  va  $r = D_i/2$  teng bo‘lganda yuzaga kelishini qabul qilish mumkin. Shuning uchun minimal suv sathi  $Z_{\min}$ , maksimal suv sathi ya‘ni parraklarni to‘liq suvga botishi (suv toshib ketmasdan)  $Z_{\max}$  va parraklarni aylantirish uchun kerak bo‘ladigan maqbul haqiqiy suv sathi  $Z_{wl}$  bilan aniqlanadi(2-rasm) hamda

o'lchovsiz(nisbiy) suv to'ldirish balandligi ( $f$ ) bilan bog'liqligi quyidagi formulalardan ko'rish mumkin:

$$Z_{min} = -\frac{D_o}{2} \cdot \cos(\beta) - \frac{S}{2} \cdot \sin(\beta) \quad (5)$$

$$Z_{max} = \frac{D_i}{2} \cdot \cos(\beta) - S \cdot \sin(\beta) \quad (6)$$



**2-rasm. Suvning parraklarga urilish holatlari.**

To'ldirish faktori  $f$  ni nisbiy sath sifatida kiritish orqali haqiqiy suv sathini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$Z_{wl} = Z_{min} + \frac{Z_{wl} - Z_{min}}{Z_{max} - Z_{min}} (Z_{max} - Z_{min}) = Z_{min} + f(Z_{max} - Z_{min}) \quad (7)$$

Agar (7) formuladagi haqiqiy suv sathini topishda o'lchovsiz(nisbiy) suv to'ldirish balandligi  $f = 0$  bo'lsa  $Z_{wl} = Z_{min}$ ,  $f = 1$  bo'lsa  $Z_{wl} = Z_{max}$ ,  $f > 1$  bo'lsa parrakni suvga botish darajasi 100% dan oshib ketadi, bu esa suvni markaziy silindrning yuqori qismidan toshib ketishi suvning isrofiga hamda turbinaning aylanish tezligini pasayishiga olib keladi.

Parraklarga uriladigan suv hajmini ( $dV$ ) parrak yuqori va quyi tekisliklarning qo'shni nuqtalarini bog'laydigan "w" o'qiga parallel ravishda aniqlanishi mumkin. Bunda  $\theta$  - burchak joylashuvi 0 dan va  $2\pi$  oralig'ida hamda  $r$  - radial joylashuvi esa  $D_i/2$  dan  $D_o/2$  oralig'ida qabul qilinadi va parrakka to'liq uriladigan suvning umumiy hajmini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$dV = \begin{cases} 0 & Z_1 > Z_{wl} \text{ va } Z_{wl} < Z_2 \\ \frac{Z_{wl} - Z_1}{Z_2 - Z_1} \frac{S}{N} r dr d\theta & Z_1 \leq Z_2 \text{ va } Z_{wl} \leq Z_2 \\ \frac{S}{N} r dr d\theta & Z_1 < Z_{wl} \text{ va } Z_{wl} > Z_2 \end{cases} \quad (8)$$

$$V = \int_{r=\frac{D_i}{2}}^{r=\frac{D_o}{2}} \int_{\theta=0}^{\theta=2\pi} dV \quad (9)$$

$$V = \int_{\frac{D_i}{2}}^{\frac{D_o}{2}} \int_0^{2\pi} dV = \begin{cases} 0 & Z_1 > Z_{wl} \text{ va } Z_{wl} < Z_2 \\ \int_{\frac{D_i}{2}}^{\frac{D_o}{2}} \int_0^{2\pi} \frac{Z_{wl} - Z_1}{Z_2 - Z_1} \frac{S}{N} r dr d\theta & Z_1 \leq Z_2 \text{ va } Z_{wl} \leq Z_2 = \\ \int_{\frac{D_i}{2}}^{\frac{D_o}{2}} \int_0^{2\pi} \frac{S}{N} r dr d\theta & Z_1 < Z_{wl} \text{ va } Z_{wl} > Z_2 \end{cases}$$

$$= \begin{cases} 0, & Z_1 > Z_{wl} \text{ Ba } Z_{wl} < Z_2 \\ \frac{\pi(Z_{wl} - Z_1)}{4(Z_2 - Z_1)} \frac{S}{N} (D_0^2 - D_i^2), & Z_1 \leq Z_2 \text{ Ba } Z_{wl} \leq Z_2 \\ \frac{\pi S}{4N} (D_0^2 - D_i^2), & Z_1 < Z_{wl} \text{ Ba } Z_{wl} > Z_2 \end{cases}$$

Vint parraklariga uriladigan suv hajmini topib olgach vintning spiralsimon tekisliklariga suv bosimining urilishi natijasida hosil bo'ladigan kuch momentini topib olamiz. Vint parraging tekislik yuzasidagi pastki ( $Z_1$ ) va yuqori ( $Z_2$ ) suv kirish sathlarining statik sharoitlarni hisobga olgan holda tekislik yuzalarining istalgan nuqtasidagi gidrostatik bosim ( $p$ ) ni quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$p_1 = \begin{cases} \rho g (Z_{wl} - Z_1) & Z_1 < Z_{wl} \\ 0 & Z_1 \geq Z_{wl} \end{cases} \quad (10)$$

$$p_2 = \begin{cases} \rho g (Z_{wl} - Z_2) & Z_2 < Z_{wl} \\ 0 & Z_2 \geq Z_{wl} \end{cases} \quad (11)$$

Vint tekislik yuzalaridagi aniq bosim parrakning yuqori va quyi oqim yuzalaridagi bosimlar o'rtasidagi farqdir. Shuning uchun, agar  $p_1$  va  $p_2$  tekislik yuzasining har bir tomonidagi bosim sifatida qabul qilinsa, vint tekislik yuzasining har bir element maydonidagi aniq momentni ( $dT$ ) va bitta parrakdagi umumiy momentni ( $T$ ) barcha suv ostidagi yuzalar bo'ylab umumiy momentni hisoblash mumkin:

$$dT = (p_1 - p_2) \frac{S \theta}{2\pi} r dr d\theta \quad (12)$$

$$T = \int_{r=\frac{D_i}{2}}^{r=\frac{D_o}{2}} \int_{\theta=0}^{\theta=2\pi} dT \quad (13)$$

$$T = \int_{\frac{D_i}{2}}^{\frac{D_o}{2}} \int_0^{2\pi} (p_1 - p_2) \frac{S \theta}{2\pi} r dr d\theta = \frac{S}{8} (p_1 - p_2) (D_0^2 - D_i^2)$$

Vintning to'liq uzunligi uchun gidrostatik bosim natijasida hosil bo'lgan umumiy moment pichoqlarning umumiy soniga bog'liq va uni quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$T_{umumiy} = T \left( \frac{NL}{S} \right) = \frac{NL}{8} (p_1 - p_2) (D_0^2 - D_i^2) \quad (14)$$

bunda,  $N$  – pichoqlar soni;  $L$  – vint umumiy uzunligi;  $S$  – pichoqning bir marta aylanish davr uzunligi;  $T$  – bitta parrakdagi moment.

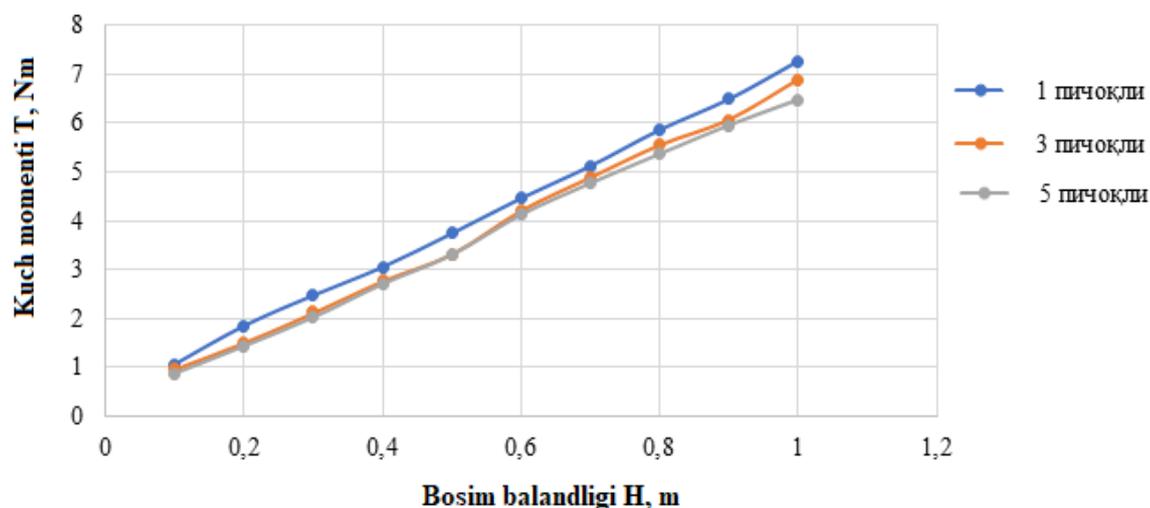
Doimiy aylanish tezligi ( $\omega$ ) berilgan, lekin suvning vint o‘rnatilgan latogidan ortiqcha oqishi ya’ni suv oqimi bilan hosil bo‘ladigan quvvat yo‘qotishlari inobatga olinmagan umumiy chiquvchi quvvat quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

$$P_{\text{chiq}} = T_{\text{um}} \omega = \frac{NL\omega}{8} (p_1 - p_2)(D_0^2 - D_i^2) \quad (15)$$

Dissertatsiyaning “**Vintli gidroturbinaning ish rejim parametrlarini asoslashda nazariy va tajribaviy tadqiqotlar**” deb nomlangan uchinchi bobida ishlab chiqilgan mikro gidroelektrstansiya texnik talablarga mosligini nazariy asoslangan, matematik model asosida vintli gidroturbinaning kichik modelini ishlab chiqish, vintli gidroturbinaning sinov-tajriba namunasida tajriba tadqiqotlarini o‘tkazish, mikro gidroelektrstansiya yordamida ishlab chiqarilgan elektr energiyasining sifat ko‘rsatkichlarini baholash keltirilgan.

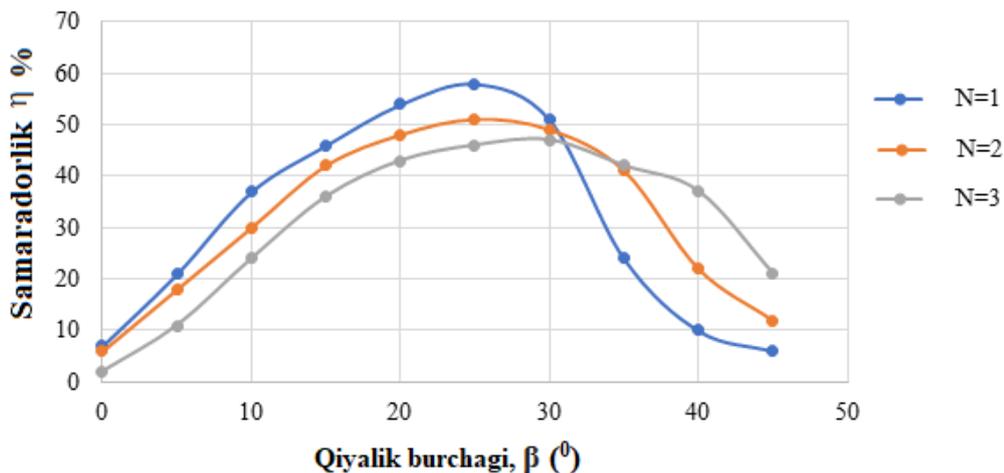
Past bosimli suv oqimlarida ishlovchi vint turbinali mikro gidroelektrstansiyaning kichik laboratoriya modelini, samaradorligi yuqori bo‘lishida asosiy o‘rin tutadigan parametrlarini taqqoslash orqali ishlab chiqildi. Dastlab turbinaning qiyalik burchagi  $\beta$ , bosim hosil qiluvchi balandligi  $H$ , balandlikning  $H = 0,1$  dan  $1 m$  gacha qiymatlarda moment va quvvatning o‘zgarishiga ta’sir qiluvchi parametrlar taqqoslandi.

Dastlabki taqqoslash natijalarini turbina valiga spiralsimon payvandlangan pichoqlarning soni bo‘yicha olib borildi. Arximed vintli turbinalarda pichoqlar soni yuqori samaradorlikka erishishda muhim o‘rin tutadigan parametrlardan biri hisoblanadi. Ko‘p sonli pichoqlardan foydalanganda har bir pichoqda hosil bo‘ladigan kuch momenti sabab quvvat tenglamalarida o‘zgarish bo‘ladi. Turbinaning aylanishi odatda pichoqlar orqali yuqoridan pastga harakatlanuvchi suvning massasi natijasida hosil bo‘ladigan kuchga bog‘liqdir. O‘tkazilgan taqqoslash jarayonida pichoqlar sonini  $N = 1$ ,  $N = 3$ ,  $N = 5$  qabul qilindi.



**3-rasm. Pichoqlar soni o‘zgarishida kuch momentining o‘zgarish grafigi.**

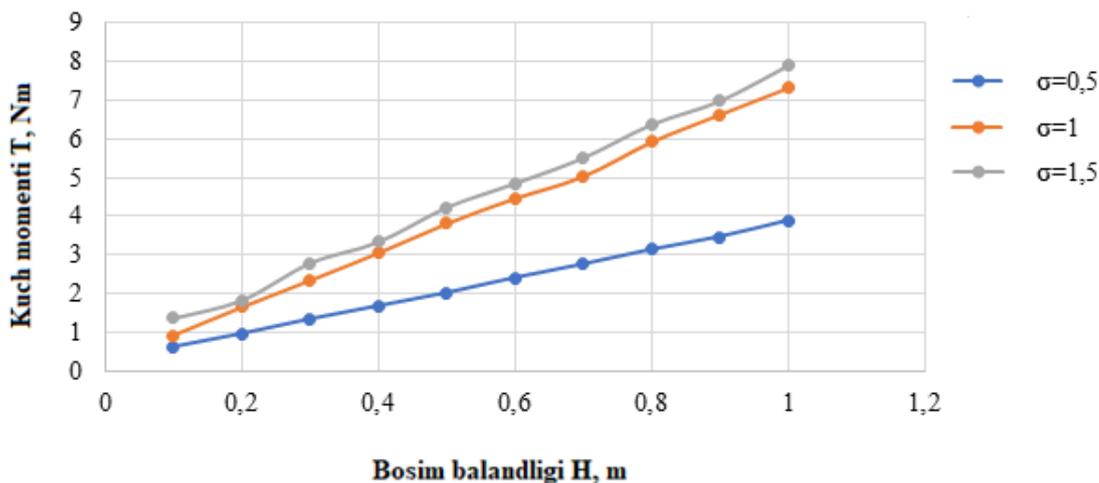
Natijalardan ko‘rinib turibdiki, qo‘shimcha pichoqlarning kiritilishi kuch momenti kamayishiga olib keldi bu o‘z navbatida (15) formulaga asosan turbinaning chiquvchi quvvatining kamayishiga olib keladi. Pichoqlar sonini qiyalik burchaklariga nisbatan tekshirilganda vint uzunligini 1 m, 2 m va 2,5 m uzunliklarda va vintning pichoqlari sonini  $N = 1$ ,  $N = 3$ ,  $N = 5$  qo‘yib ko‘rilganda qiyalik burchagi  $24^{\circ}$  ga teng bo‘lganda 1 pichoqli vintli turbinaning foydali ish koeffitsiyenti yuqori chiqqanini ko‘rish mumkin(4-rasm).



**4-rasm. Vint uzunligi  $L= 1$  m va pichoqlar soni  $N = 1, N = 3, N = 5$  da qiyalik burchagi o‘zgarishi ostida foydali ish koeffitsiyenti o‘zgarishi.**

Vint eng yuqori samaradorlikka  $24^{\circ}$  qiyalik burchagi bo‘lganda va vint pichoqlari soni bitta bo‘lganda erishdi. Vint uzunligini oshirish pastki qiyalik burchagida yuqori samaradorlikni keltirib chiqaradi degan xulosaga kelish mumkin, chunki turbina pichoqlarida aniq gidrostatik bosim kuchayadi. Vint pichoqlari soni ma’lum bir vint uzunligida ko‘payganda, ishqalanish yo‘qotishlari ortadi va samaradorlikni pasayishiga olib keladi.

Pichoqlar soni bo‘yicha taqqoslash olib borilgach endi pichoqning bir marta aylanish davr uzunligini vint tashqi diametriga nisbati bo‘yicha natijalarni olindi  $\sigma = S/D_o$ .

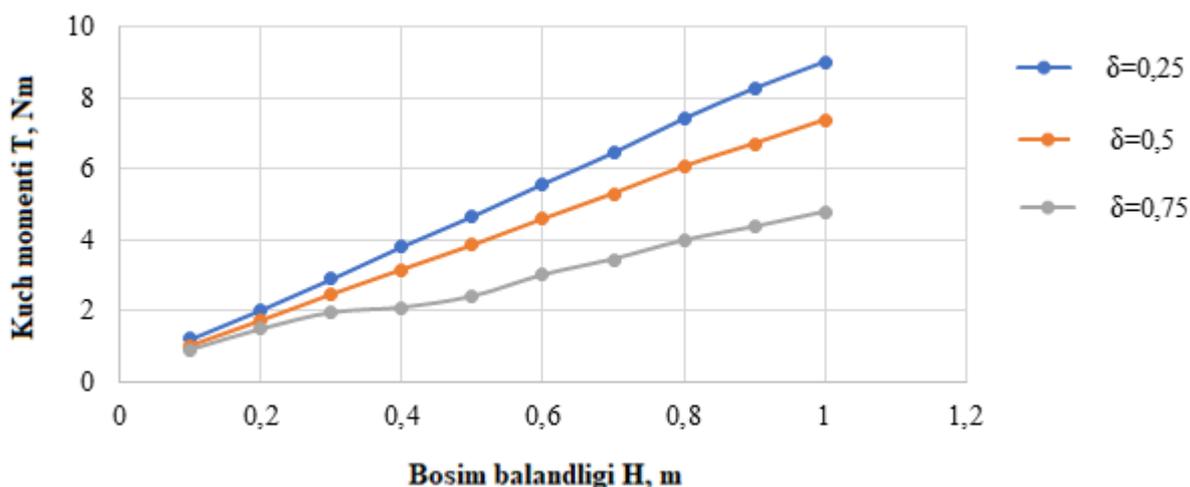


**5-rasm. Parraklar orasidagi masofa o‘zgarganda kuch momentining o‘zgarish grafigi.**

Natijalarni taqqoslashda balandlikni  $H=0,1$  m dan  $H=1$  m gacha bo'lgan qiymatlardan foydalanildi. Natijalaridan ko'rish mumkinki pichoqning bir marta aylanish davr uzunligini vint tashqi diametriga nisbati kattalashganda balandlikka nisbatan kuch momentining ortishini. Bunda parraklar orasidagi masofa ortganda parraklar sonining kamaygani va natijada chiquvchi quvvatning ortishiga olib keldi

Vintlarning tashqi diametri quvvat ishlab chiqarishda asosiy parametrlardan hisoblanadi. Oqim kelib urilganda parraklarning foydali yuzasi qancha katta bo'lsa unda hosil bo'ladigan kuch momenti ham shunga nisbatan ortadi. Navbatdagi natijalarni vintning ichki diametrini tashqi diametrga nisbati  $\delta = D_i/D_o$  orqali hisoblangan ( $0 \leq \delta \leq 1$ ). Ushbu ichki diametrning tashqi diametrga nisbatni o'zgartirib, ichki valning o'lchami kattalashtirildi yoki tashqi maksimalga nisbatan kamaydi. Natijada ichki diametrning kichiklashganda va tashqi diametr kattalashganda kuch momentini ortganini ko'rish mumkin.

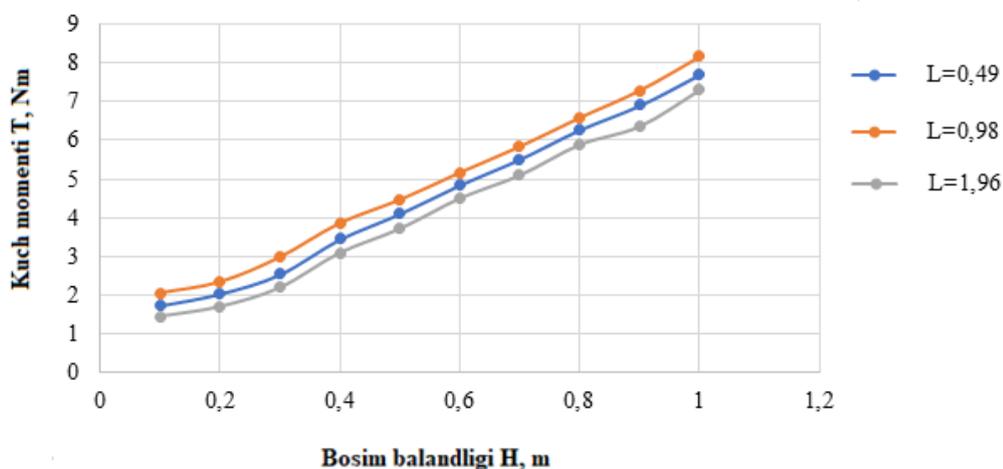
Natijalar shuni ko'rsatadiki vintning tashqi va ichki diametrlari juda muhim parametr ekanligini. Bosim hosil qiluvchi balandlik kattalashganda vintning ichki diametrini tashqi diametrga nisbati  $\delta=0,25$  va  $\delta=0,75$  orasidagi farq deyarli ikki barobarga ortganini ko'rish mumkin. Vintli turbina ichki va tashqi diametrlarining maqbul o'lchamlari natijalar orqali aniqlab olindi.



**6-rasm. Vint ichki diametrini tashqi diametriga nisbati o'zgariganda kuch momentining o'zgarish grafigi.**

Yana bir asosiy parametr vintning umumiy uzunligini o'zgartirish orqali kuch momentining o'zgarishi keltirilgan. Barqaror sharoitda (barqaror oqim, doimiy aylanish tezligi) ishlayotgan ideal vint uchun barcha parraklar bir xil shaklga va hajmga ega bo'ladi. Parrakning shakli va o'lchami vintning geometriyasi, vintning aylanish tezligi va vintdagi suvning hajmiy oqimi  $Q$  bilan belgilanadi. Model ideallashtirilgan cheksiz uzun vintning bir parragidagi kuchlar va oqimlarni aniqlaydi. Vint ichidagi barcha parraklar ushbu ideallashtirilgan parrak bilan bir xil tarzda samarali ishlaydi deb qabul qilinadi. Keyinchalik, umumiy vint quvvatini hisoblash uchun kuchlar, momentlar va quvvat vintning umumiy uzunligi  $L$  asosida (uzunligiga ko'paytirgan holda) kattalashtirilishi mumkin. Natijani olishda vintning

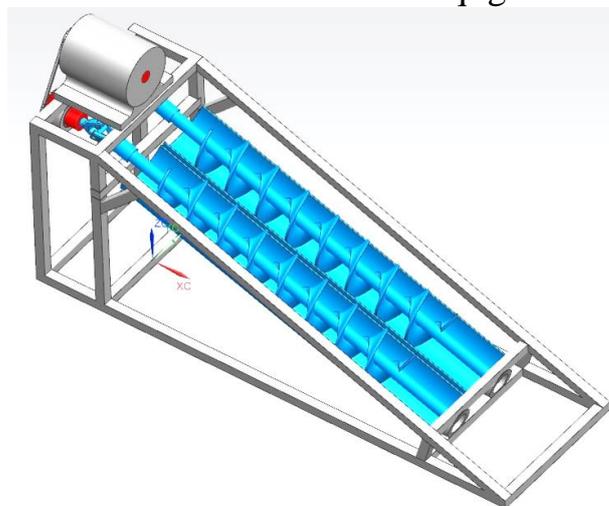
uzunligi sezilarli darajada o'zgartirildi. Vintning tashqi diametri bir xil deb qabul qilindi, shuning uchun parraklar soni o'zgarmaydi. Natijalardan ko'rish mumkinki tanlangan qiymatlarning keng diapazoni o'rtasidagi farq juda kichik, ya'ni unumdorligi sezilarli darajada oshmasa, boshqa bir qancha uzunliklarga qaralganda kichikroq o'lchamga ega bo'lish maqbul qiymat hisoblanadi.



**7-rasm. Vint umumiy uzunligi o'zgariganda kuch momentining o'zgarish grafigi.**

Yuqorida keltirilgan xisobiy natijalar asosida vint turbinali mikro gidroelektrstansiyaning 3D modeli hamda kichik fizik modeli ishlab chiqilgan.

Nomlanishi	Parametrlar	Parametr birligi
Vint uzunligi	L	0.98 m
Pichoqlar soni	N	1
Vintning ichki diametri	$D_i$	0.0574 m
Vintning tashqi diametri	$D_o$	0.115 m
Pichoqning bir marta aylanish davri	S	0.101 m
Qiyalik burchagi	$\beta$	24 ( $^{\circ}$ )
Vintning aylanish tezligi	$\omega$	24.75 rad/s
Bosim hosil qiluvchi suv balandligi	H	0.4 m
Latok va vint orasidagi masofa	$G_w$	0.002 m
Parraklar soni	m	8



**8-rasm. Vint turbinali mikroGES 3D modeli.**

Arximed vintli turbinalariga xos bo'lgan quvvat yo'qotishlarini o'rganib chiqildi va ushbu yo'qotishlarni modellashtirish uchun taklif qilingan usullar ko'rib chiqildi. Tavsiya etilgan model asosida murakkab bo'lmagan muhandislik dizayniga ega arximed vintli mikro gidroelektrostansiyaning kichik modelini ishlab chiqildi va sinov-tajriba ishlari olib borildi. Yuklama sifatida cho'lg'anma elektr lampalaridan foydalanildi va hosil bo'lgan kuchlanishni va elektr lampalaridan oqib o'tayotgan tok kuchini o'lchov pribori yordamida o'lchandi. Generatoridan chiquvchi energetik parametrlarini normallashtirish maqsadida tarkibida statik chastota konvertori bo'lgan strukturaviy blok sxemasidan foydalanib chiqish

kuchlanishi sifatidagi muammolarni kamaytirishga va uning o‘rnatilgan quvvatidan foydalanish koeffitsientini oshirishga erishildi.



**9-rasm. Vint turbinali mikro gidroelektrstansiyaning kichik fizik modeli ishlab chiqildi hamda sinov-tajriba ishlari olib borildi.**

Ishlab chiqilgan qurilmaning ishlash jarayonini sinovdan muvaffaqiyatli o‘tkazildi. Kichik bosimli suv oqimlarida ishlovchi mikrogidroelektrostansiyaning katta hajmdagi sinov-tajriba namunasini ishlab chiqishda ushbu kichik modelni asos qilib olamiz. Olingan sinov natijalarini xisobiy natijalar bilan taqqoslandi.

**1-jadval.**

**Mikrogidroelektrostansiyaning kichik modelini laboratoriya sharoitida sinovdan o‘tkazish natijalari**

Kuzatuvlar soni	Qiyalik burchagi	Tok kuchi (A)	Kuchlanish (V)	Quvvati (W)	Aylanishlar soni n
1	24°	0,342	205	70,11	74
2	24°	0,316	210	66,36	65
3	24°	0,340	208	70,72	73
4	24°	0,342	207	70,794	76
5	24°	0,319	212	67,628	72

Ishlab chiqilgan past bosimli suv oqimlariga moslashtirilgan ikkita parallel vint turbinali mikro gidroelektrstansiyaning foydali ish koeffitsiyentini aniqlaymiz. Sinov-tajriba ishlari olib borilganda turbinaning chiqish quvvati 70,79 W ni tashkil etdi. Past bosimli suv oqimlarida ishlovchi vintli turbinalarning geometrik parametrlar orqali hisoblangan chiquvchi quvvati va yo‘qotishlarni hisobga olgan holda turbinalarda hosil bo‘lgan mexanik quvvatlari aniqlandi. Natijada turbinaning mexanik samaradorligi  $\eta_{mex}$  75 % ni tashkil etdi.

Dissertatsiyaning “**Past bosimli suv oqimlarida ishlovchi vintli gidroturbinaning texnik-iqtisodiy va energiya samaradorligini baholash**” deb nomlangan to‘rtinchi bobida turli quvvatlardagi kichik suv oqimlarida ishlovchi vint turbinali mikro gidroelektrstansiyalarning iqtisodiy, ekologik va resurs

ko'rsatgichlarining tadqiqot natijalarini tahlillari keltirilgan. Past bosimli suv oqimlarida parallel holda o'rnatilgan vint turbinalaridan foydalanish katta vint turbinalarida kuzatiladigan texnik cheklovlarning oldini olishga hamda umumiy energiyaning oshishiga olib keladi. Ishlab chiqilgan parallel vint turbinali mikro gidroelektrstansiyaning texnik xususiyatlari va texnik mohiyati bo'yicha amaldagi eng yaqin analoglar bilan taqqoslangan.

**2-jadval.**

**Ishlab chiqilgan mikro gidroelektrstansiyaning texnik xususiyatlarini eng yaqin analoglar bilan taqqoslash**

Texnik xususiyatlari	Parametrlar	Ishlab chiqilgan mikro gidroelektrstansiya	Erinofiardi, Abhijit Date, Aliakbar Akbarzadeh. (Avstraliya. 2017)	Irwansyah, Muhammad Ilham Maulana, Ahmad Syuhada. (Indoneziya. 2019)	Mohsen Zamani, Rouzbeh Shafaghat, Behrad Alizadeh Kharkeshi. (Eron. 2023)	Navaraj Adhikari, Sujan Subedi, Nishan Adhikari. (Nepal. 2022)
Vint uzunligi	L [m]	0,980	0,646	2	0,07	0,97
Pichoqlar soni	N	1	1	1	4	3
Vintning ichki diametri	Di [m]	0,0574	0,032	0,254	0,050	0,152
Vintning tashqi diametri	Do [m]	0,115	0,142	0,110	0,100	0,278
Pichoqning bir marta aylanish davri	S [m]	0,101	0,054	0,130	0,054	0,278
Vintning qiyalik burchagi	$\beta$ [°]	24	22	30	25	22
Bosim hosil qiluvchi suv balandligi	H [m]	0,4	0,25	0,5	0,5	1,7
Latok va vint orasidagi masofa	$G_w$ [m]	0,002	0,005	0,002	0,003	0,002
Parraklar soni	m	8	12	14	9	9
Suv sarfi	Q [ m <sup>3</sup> /s]	0,0055	0,0012	0,009	0,0036	0,0162
Tizim samaradorligi	$\eta$ [%]	75	49	40	62,6	54,23
Quvvat	P [W]	70,79	14	35,56	15	53,9
Aylanishlar soni	n	76	106	135	231	121

Mavjud bo'lgan eng yaqin vint turbinali mikro gidroelektrstansiyalarning natijalarini ishlab chiqilgan mikro gidroelektrstansiya natijalari bilan taqqoslandi. Taqqoslash natijalariga ko'ra turbina o'rnatilgandagi qiyalik burchagi, vintning uzunligi, tashqi va ichki diametrlari va pichoqlar sonining maqbul qiymatlari hamda chiquvchi quvvatiga ko'ra ishlab chiqilgan parallel vint turbinali mikro gidroelektrstansiya eng yaxshi variant ekanligi asoslandi.

Vintli turbinalar oʻrnatish va taʼmirlashning osonligi, suv ekotizimiga zarar yetkazmasligi kabi afzalliklarga ega. Suv oqimining gidroenergetik potensialidan foydalanish imkoniyati boʻyicha suv charxpalakli turbinalar 40-100%, suv osti propellerli turbinalar 100%, gravitatsion girdobli turbinalar 30-100% hamda biz taklif qilayotgan vintli turbinalar 20-100% ni tashkil qiladi. MikroGESlar tomonidan ishlab chiqarilgan elektr energiyasi tannarxi hamda qurilmaga kiritilayotgan kapital xarajat miqdori mikroGESning ratsional joylashuviga bogʻliq. MikroGES oʻrnatish uchun joyini tanlash va uni hududga oʻrnatilishi davomida koʻp omilli quyidagi masalani yechishga toʻgʻri keladi:

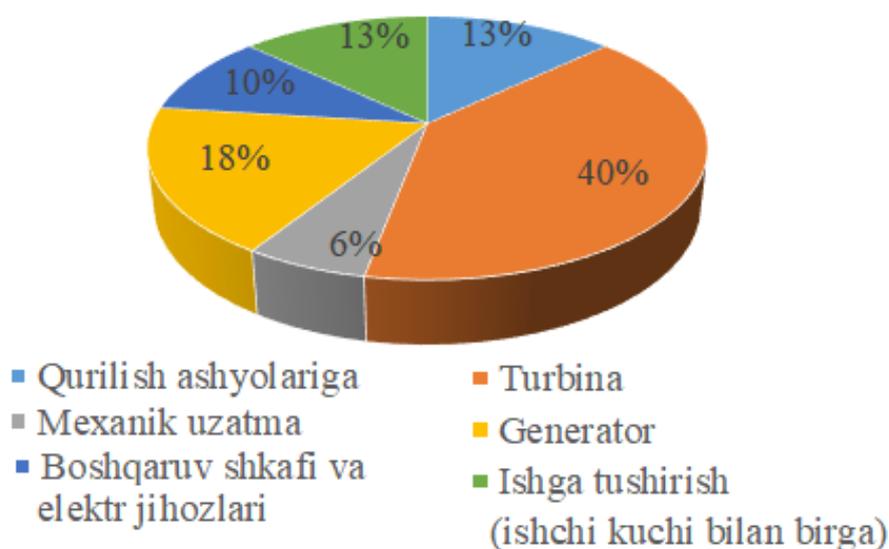
- suv oqimidan olinadigan energiyani dastlabki miqdorini aniqlash;
- suv tushishining bosimi hamda uning balandligini hisobga olish;
- suv energiyasini generatsiyalash uchun ketadigan suv hajmini aniqlash;
- suv quvurlarining parametrlarini belgilash;
- gidrogeneratordan isteʼmolchilarga boradigan elektr liniyasining uzunligi hamda uning quvvatini aniqlash lozim.

Yuqorida keltirilgan omillar bir-biriga bogʻliq boʻlib, ular oʻz navbatida qurilmaning iqtisodiy samaradorligiga taʼsir etadi. MikroGESni ishlab chiqish, oʻrnatish va ishga tushirish uchun sarf qilingan pul miqdorini quyidagi formuladan aniqlash mumkin:

$$K = K_T + K_{YeB} + K_P + K_U + K_M + K_{IT} + K_K + K_{BX}, \quad (16)$$

bunda  $K_T$  – ishlab chiqish uchun, soʻm.;  $K_{YeB}$  – yetkazib berish uchun, soʻm.;  $K_P$  – poydevor uchun, soʻm.;  $K_U$  – oʻrnatish uchun, soʻm.;  $K_M$  – montaj uchun, soʻm.;  $K_{IT}$  – ishga tushirish uchun, soʻm.;  $K_K$  – tarmoq uchun, soʻm.;  $K_{BX}$  – boshqa xarajatlari, soʻm.

Past bosimli suv oqimlarida ishlovchi quvvati oʻrtacha 2,85 kW boʻlgan mikro gidroelektrstansiya qurilmasini ishlab chiqish, oʻrnatish va ishga tushirish uchun sarf qilingan umumiy kapital sarf-xarajatlari 10-rasmda keltirilgan.



**10-rasm. Bir dona mikro gidroelektrostansiya qurilmasi ishlab chiqishdagi kapital sarf-xarajatlari.**

**3-jadval.****MikroGESning iqtisodiy samaradorligini solishtirish uchun ishlab chiqilgan qurilmani unga yaqin bo'lgan suv charxpalakli mikroGES hamda 1 ta vint turbinali mikroGESlar bilan iqtisodiy samaradorligi taqqoslangan**

Tavsiflar	Kapital sarf-xarajatlar (so'mda)		
	Suv charxpalakli mikroGES	Vint turbinali mikroGES	2 ta parallel vint turbinali mikroGES
Qurilish ashyolariga	7 686 800	3 420 000	3 630 900
Turbina	12 030 200	7 651 000	11 172 000
Mexanik uzatma	2 133 650	1 413 600	1 675 800
Generator	3 682 850	2 267 300	5 027 400
Boshqaruv shkafi va elektr jihozlar	2 193 000	2 293 000	2 793 000
Ishga tushirish (ishchi kuchi bilan birga)	4 446 000	2 630 900	3 630 900
Jami sarf-xarajatlar	32 172 500	19 675 800	27 930 000
Ishlab chiqariladigan quvvat(kW)	2,5	1,7	2,85
Solishtirma narx[so'm/kW]	12 869 000	11 574 000	9 800 000

Ishlab chiqilgan mikro gidroelektrostansiya va unga yaqin bo'lgan suv charxpalakli va 1 ta turbinali mikroGES lar bilan solishtirilganda biz taklif etayotgan mikro gidroelektrostansiya qurilmasining tannarxi iqtisodiy jihatdan samarador ekanligini ko'rsatdi. Texnik-iqtisodiy jihatdan ko'rsatkichlar tahlilidan, ishlab chiqarishga taklif etilgan bir dona mikroGES qurilmasini amaliyotga qo'llash natijasida bir yil davomida markazlashgan elektr tarmog'idan olish mumkin bo'lgan 24966 kW·h elektr energiyasini yoki 24 966 000 so'm mablag'ni tejaydi.

**XULOSA**

“Past bosimli suv oqimlarida ishlovchi vint turbinali mikrogidroelektrostansiyaning energiya samaradorligini oshirish” mavzusidagi texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiya ishi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalar taqdim etiladi:

1. Qayta tiklanuvchi energiya manbalarining imkoniyatlaridan samarali foydalanayotgan rivojlangan davlatlar tajribalari hamda mamlakatimizda qo'llanilayotgan mikro gidroelektrostansiyalarning konstruksiyalari, ish rejimlari, qo'llanilish sohalari keng qamrovli o'rganildi va mavjud turlari atroflicha tahlil qilindi. Natijada mamlakatimizning mavjud past bosimli suv oqimlarida ishlovchi vint turbinali mikro gidroelektrostansiyaning takomillashgan energiya samarador konstruksiyasi ishlab chiqilib va amaliyotga joriy etish zarurligi asoslab berildi.

2. Past bosimli suv oqimlarida qo'llaniluvchi gidroturbinaning konstruktiv parametrlarini ratsional aniqlash imkonini beruvchi tuzilmani matematik modeli

ishlab chiqilgan. Natijada, yaratilgan qurilmaning past bosimli suv oqimlarida ishlovchi ushbu turdagi gidroturbinalarga nisbatan 20 % energiya samarador ekanligi aniqlandi.

3. Parallel ulangan vintli gidroturbinaning generator bilan birikish burchagini ratsional aniqlash asosida mikrogidroelektrstansiyaning energiya samaradorligi oshirish usuli ishlab chiqilgan. Natijada vint turbinali mikro gidroelektrstansiyaning foydali ish koeffitsiyenti  $\eta$  hamda kuch momentini T oshirish imkonini bergan.

4. Valda hosil bo'ladigan mexanik quvvatni oshirish maqsadida ikkita parallel vintli turbinalar zanjirli uzatma orqali bitta generatorga ulangan vintli gidroturbinaning kichik modelini ishlab chiqilgan(FAP 02263). Natijada past bosimli suv oqimlari energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirish imkoniyati yaratilgan.

5. Vint turbinali mikrogidroelektrstansiyaning energiya samaradorligini oshirish algoritmi yaratilgan. Natijada ishlab chiqarilgan elektr energiyasi sifat ko'rsatgichlari qiymatlarini nazorat qilish va rostlash asosida 24966 kW·h elektr energiyasi ishlab chiqarish imkoni yaratilgan.

6. Dissertatsiya doirasida olib borilgan ilmiy-tadqiqot ishlarining natijalari "Samarqand gidroelektrstansiyalari kaskadi" Unitar korxonasida joriy etilgan. Natijada yillik iqtisodiy samaradorlik 25 million so'mni tashkil etishi aniqlangan.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ  
ДОКТОРА НАУК DSc.02/30.12.2021.Т.143.01 ПРИ ИНСТИТУТЕ  
ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН**

---

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И  
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГЕТИКИ  
АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ДАВИРОВ АЛИШЕР КУВОНДИК УГЛИ**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВИНТОВОЙ ТУРБИНЫ  
МИКРОГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ, РАБОТАЮЩЕЙ ПРИ  
НИЗКОНАПОРНЫХ ПОТОКАХ ВОДЫ**

**05.05.01 – Энергетические системы и комплексы**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)  
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Ташкент – 2024**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером №B2023.3. PhD/T3938.**

Диссертация выполнена в Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» и Институте проблем энергетики Академии Наук Республики Узбекистан.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-сайте Научного совета ([www.energetika.uz](http://www.energetika.uz)) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)).

**Научный руководитель:**

**Кодиров Дилшод Ботирович**  
доктор технических наук, доцент

**Официальные оппоненты:**

**Каршибаев Аскарбек Илашевич**  
доктор технических наук, профессор

**Бозаров Ойбек Одилевич**  
доктор философии по техническим наукам,  
(PhD) доцент

**Ведущая организация:**

**Каршинский инженерно-экономический институт**

Защита диссертации состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г. в \_\_\_\_ часов на заседании Научного совета DSC.02/30.12.2021.T.143.01 при Институте проблем энергетики Академии Наук Республики Узбекистан. (Адрес: 100076, г.Ташкент, ул. М.Ашрафий 1-проезд, 9-А. Тел.: (+99871) 283-23-08, факс: (99871) 283-23-08; e-mail: [energetika\\_in@umail.uz](mailto:energetika_in@umail.uz) ).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института проблем энергетики Академии Наук Республики Узбекистан (регистрационный номер \_\_\_\_). (Адрес: 100076, г.Ташкент, ул. М.Ашрафий 1-проезд, 9-А. Тел.: (99871) 283-23-08), факс: (99871) 283-23-08

Автореферат диссертации разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 года.

(протокол рассылки № « \_\_\_\_ » от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 года).

**Х.М. Муратов**

Председатель научного совета по присуждению ученой степени, доктор технических наук, профессор

**Ж.Н. Толипов**

Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, доктора философии (PhD) по техническим наукам, старший научный сотрудник.

**О.Х. Ишназаров**

Председатель научного семинара при научном совете по присуждению ученой степени, доктор технических наук, профессор

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире большое внимание уделяется стабилизации экологического баланса и сохранению различных углеводородных топливно-энергетических ресурсов, составляющих энергоресурсы, а также расширению использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. В частности, увеличиваются масштабы производства электроэнергии с использованием альтернативных источников энергии, таких как возобновляемые источники энергии: вода, солнце, ветер. Одним из наиболее эффективных направлений использования возобновляемых источников энергии является использование энергии водных потоков низкого давления, то есть малых гидроэлектростанций. В настоящее время в развитых странах «...установленная мощность малых гидроэлектростанций мощностью до 10 МВт во всем мире достигла 79 ГВт по сравнению с 2013 годом, а к 2022 году установленная мощность малых и микро-гидроэлектростанций увеличится более чем на 10 процентов ...»<sup>1</sup>. В связи с этим необходимо развивать экологически чистые, адаптированные к малым расходам воды микрогидроэлектрические станции (микроГЭС) из возобновляемых источников энергии, отделенных от широко развивающегося централизованного энергоснабжения, которые считаются источником энергии для изолированных малых предприятий энергосистем, а через них – экономии топливно-энергетических ресурсов.

В мире проводятся научные исследования, направленные на разработку микроГЭС, приспособленных к изменению малых расходов воды, обоснованию их конструктивных и энергетических параметров и повышению их эффективности. В частности, особое внимание уделяется использованию надежных и экологически чистых технологий производства электроэнергии, адаптированных к малонапорным малым рекам и оросительным каналам. В этой области ведется разработка гидротурбин, повышающих эффективность использования в потоках воды низкого давления на основе моделирования параметров режима работы микроГЭС, работающих в малых водотоках, и совершенствования их конструкции, считается неотложной задачей.

В новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы определены задачи, в том числе «...разработка программы расширения и поддержки использования возобновляемых источников энергии, экономия почти 3 миллиардов кубических метров природного газа в год в обмен на увеличение доли возобновляемых источников энергии до 25 процентов к 2026 году...»<sup>2</sup>. Кардинальное развитие энергетической отрасли, являющейся важной и неотъемлемой отраслью экономики республики, и обновление технико-технологического уровня отрасли, включая производство экологически чистой электроэнергии из возобновляемых источников энергии, а также повышение надежности поставок электроэнергии потребителям, снижение

---

<sup>1</sup> <https://www.unido.org/sites/default/files/files/2023-08/Global-WSHPDR-2022.pdf>

<sup>2</sup> O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son “2022 - 2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi/ to‘g‘risida”gi farmoni

энергопотребления, внедрение энергосберегающего оборудования и технологий, осуществляются на основе комплексные мероприятия по обоснованию параметров микроГЭС и повышению энергоэффективности. Проведение научно-исследовательских работ, направленные на создание энергоэффективных и ресурсосберегающих энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии, совершенствование и определение оптимального размера винтовой турбинной микроГЭС, работающей на водных потоках низкого давления и разработка эффективной модели микроГЭС являются важными при решении задач исследования.

Данная диссертационная работа в определенной степени служит для реализации задач приведенные в Указах Президента Республики Узбекистан от 22 августа 2019 года № ПП-4422 «Об оперативных мерах по повышению энергоэффективности отраслей экономики и социальной сферы, внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии», от 10 декабря 2021 года № ПП-44 «Дополнительные меры по совершенствованию гидроэнергетики», от 6 июля 2022 года № ПП- 307, «О внесении изменений в Постановление Правительства Республики Узбекистан на 2022-2026 гг. «Об организационных мерах по реализации Стратегии развития», а также 30 марта 2023 года № ПП-104 «О мерах по дальнейшему реформированию гидроэнергетической сферы» и других нормативно- правовых актах, касающихся данной деятельности.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики 2. «Энергетика, энергосбережение и альтернативные источники энергии».

**Степень изученности проблемы.** В настоящее время научные исследования, направленные на разработку и повышение энергоэффективности микроГЭС, работающих на водных потоках низкого давления, проводятся ведущими мировыми научными центрами и высшими учебными заведениями, в том числе The University of Guelph (Канада), Национальный исследовательский университет «МЭИ» и Санкт-Петербургским государственный политехнический университет(Россия), Alternative Energy Institute (США), Department of Electrical Engineering University of Engineering Technology (Пакистан), Iranian Research Organization for Science and Technology (Иран), School of Electrical and Automation Engineering Harbin Institute of Technology Harbin Heilongjiang (Китай), Queen's University Belfast (Великобритания), University of Rostock, Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management (Германия), Polytechnic University of Turin, Sapienza University of Rome (Италия), Tribhuvan University (Непал), Institut National des Sciences Appliquees (Франция) Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», Ферганском политехническом институте, институте энергетических проблем Академии наук, Андижанском машиностроительном институте (Узбекистан) ведется обширная научно-исследовательская работа.

Развитие в мировой практике использования усовершенствованной конструкции устройства микроГЭС в качестве дополнительного источника электрической энергии на промышленных, производственных предприятиях, решение научно-технических вопросов разработки и повышения эффективности работы микроГЭС, работающих на водотоках низкого давления, привлекли ряда выдающихся зарубежных ученых таких как E.Quaranta, G.Myuller, Ch.Xaron, D.Nuernbergk, K.Kostina, W.Lubitz, F.Vaychbrodt, K.Lotar, S.Scott, C.Simmons, A.Kozyn, K.Songin, A.Raza, A.Doost, Ю.Гашинский, Н.Кангали, С.Rorres K.Shahverdi, С.Умбетов и др., которые внесли большой вклад в данном направлении.

В Республике учеными таких как акад.Р.Захидов, профессоров как Х.Муратов, М.Мухаммадиев, Б.Урышев, С.Эргашев, Р.Алиев, А.Умурзаков, Д.Кадиров, О.Тоиров, О.Базаров, У.Одамов, Ш.Тошев, А.Мамаджанов и другими были проведены ряд научных исследований в данной области и получены значительные положительные результаты.

Однако, несмотря на успешные результаты вышеуказанных исследований, в наших регионах недостаточно изучены вопросы создания систем производства электроэнергии из имеющегося потенциала водотоков низкого давления и обеспечения потребителей электроэнергии непрерывной и дополнительной электроэнергией на основе рационализации угла наклона винтовых турбин и параллельного применения турбин, способствующие повышению эффективности микроГЭС.

В данной диссертационной работе на основе определения оптимального значения угла расположения винтовой турбины, математического моделирования конструктивных параметров установки, разработки алгоритма расчета режима работы гидротурбины с учетом величины расхода воды определен оптимальный размер винтовой турбины, работающей на водных потоках низкого давления и разработана экспериментальная модель, способствующая увеличению сила воздействия потока воды на поплавки микроГЭС.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование связано с мероприятиями, указанные в приложении №7 Постановления Президента Республики Узбекистан от 6 июля 2022 года «Об организационных мерах по реализации стратегии инновационного развития Республики Узбекистан на 2022-2026 годы», от 6 июля 2022 года № ПП- 307, «О внесении изменений в Постановление Правительства Республики Узбекистан Об организационных мерах по реализации Стратегии развития» - Программы реализации проектов, новых разработок и внедрения технологий высшими учебными заведениями, выполнен в рамках плана научно-исследовательских работ Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» НИУ (2022 г.) «Создание энергоэффективного прототипа микроГЭС для низконапорных водных потоков» № 2019/5 по теме «Разработка и монтаж микроГЭС малой мощности на воде низкого давления».

**Цель исследования** является разработка и исследование винтовой турбины, работающая на потоках воды низкого давления, предназначенная для повышения энергоэффективности на основе улучшения конструктивных параметров микрогидроэлектростанции.

**Задачи исследования** является: - оценка показателей получения электроэнергии из гидроэнергоресурсов республики и определение энергоэффективности микрогидроэлектростанции, работающей на водотоках низкого давления;

-улучшения конструктивных параметров винтовой турбины микрогидроэлектростанции, работающей на водных потоках низкого давления, на основе математического моделирования;

разработка испытательного экспериментального образца на основе виртуальной модели винтовой турбины микрогидроэлектростанции;

оценка энергоэффективности разработанной винтовой турбины микрогидроэлектростанции.

**Объектом исследования** является винтовая турбина микроГЭС, приспособленная к водным потокам низкого давления.

**Предметом исследования** является режимы работы винтовой турбины микроГЭС, работающей на водных потоках низкого давления, и оценка ее энергоэффективности.

**Методы исследования.** В ходе исследования были использованы теория математического моделирования, математическая статистика при обработке данных, теория механики и электротехники, методы обработки результатов экспериментов.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

сформулирован аналитическое выражение, позволяющее определить рациональные конструктивные параметры гидротурбины и на их основе обоснованы рабочие параметры гидротурбины;

разработан алгоритм повышения эффективности микроГЭС с винтовой турбиной, работающий в низконапорных потоках воды на основе минимизации потерь энергии;

разработана имитационная физическая модель, позволяющая определить рациональный угол соединения генератора с параллельными винтовыми гидротурбинами, обеспечивающий повышение энергетической эффективности микроГЭС;

разработана конструктивная модель гидротурбинк, позволяющая определить энергетические характеристики и энергоэффективные режимы работы микроГЭС, работающие в потоках воды низкого давления (FAP 02263).

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработана программное обеспечение, позволяющее определить зависимость мощности винтовой турбины микрогидроэлектростанции, работающей на водных потоках низкого давления, от индивидуальных факторов местности;

разработана усовершенствованная модель конструкции микрогидроэлектростанции на основе винтовой гидротурбины Архимеда, эффективно работающий в потоках воды низкого давления

разработана и практически внедрена имитационная и физическая модели электрической системы с микрогидроэлектростанцией на основе альтернативных источников энергии.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследования объясняется проведением теоретических и практических исследований микроГЭС, работающей на водотоках низкого давления, полученными результатами и их взаимосвязью, обоснованностью положительных результатов испытаний адаптированной к водотокам низкого давления микроГЭС, разработанных на основе проведенных исследований, путем внедрения в унитарное предприятие «Каскад Самаркандских гидроэлектростанций», а также соответствием теоретических и экспериментальных результатов.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследования объясняется разработкой алгоритмов работы устройств и модели микроГЭС, работающей на водотоках низкого давления.

Практическая значимость результатов исследования объясняется построением энергоэффективной винтовой гидротурбине микроГЭС, работающей в потоках воды низкого давления и повышением надежности обеспечения электроэнергией на основе увеличения мощности турбины.

**Введение результатов исследования.** Результаты, полученные на основе повышения энергоэффективности винтовой турбины микроГЭС, работающей на потоках воды низкого давления:

в целях повышения механической мощности в гидротурбине в унитарное предприятие «Самаркандский каскад гидроэлектростанций» внедрена микроГЭС, в которой две параллельные винтовые турбины соединены цепной передачей с одним генератором (Справка от Акционерного общества «Узбекгидроэнерго» № 02-28/88 от 10 января 2024 года). В результате было обнаружено, что он на 20% более энергоэффективен, чем гидротурбины этого типа, работающие на водных потоках низкого давления.

микроГЭС, разработанная на основе определения оптимальных размеров винтовой гидротурбины, внедрена в унитарном предприятии «Самаркандский каскад гидроэлектростанций» (Справка от Акционерного общества «Узбекгидроэнерго» № 02-28/88 от 10 января 2024 года). В результате появилась возможность вырабатывать 24966 кВт·ч электроэнергии с помощью энергоэффективной винтовой турбины микроГЭС.

получен патент на полезную модель Агентства интеллектуальной собственности Республики Узбекистан на устройство, работающее в потоках воды низкого давления (FAP № 02263 «винтовая турбина Архимеда»). 07.11.2022). В результате появилась возможность разработать конструктивную схему устройства, работающего на водных потоках низкого давления.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования были апробированы на 10 научно-практических конференциях, в том числе на 6 международных конференциях и 4 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** Всего по теме диссертации опубликовано 22 научная работа, из них 8 статей в научных

изданиях, рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертаций Высшей аттестационной комиссии (ВАК) Республики Узбекистан, в том числе 7 в республиканских и 1 в зарубежных журналах, 5 в зарубежных научных журналах, входящих в базу Scopus, Агентством интеллектуальной собственности получен патент на 1 полезную модель и зарегистрировано свидетельство на 1 программное обеспечение на ЭВМ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

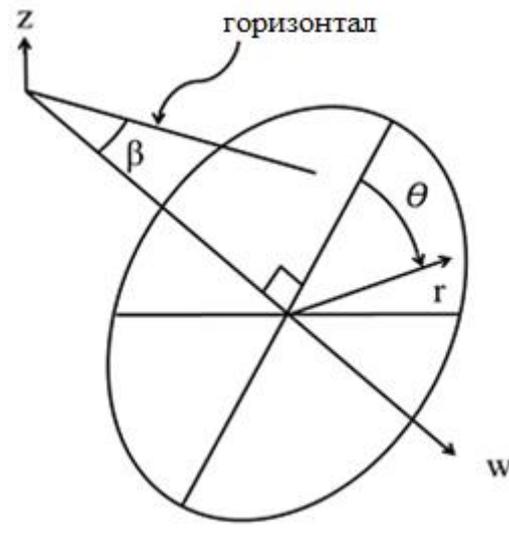
**Во введении** обосновываются актуальность и необходимость диссертационной работы, описываются цели и задачи исследования, определяются объект и предмет исследования, соответствие исследования приоритетным направлениям исследования, на основе внедрения результатов исследований, опубликованных работ и сведений о структуре диссертации определено развитие науки и техники республики, определены научная новизна и практические результаты исследования, установлена достоверность полученных результатов.

В первой главе диссертации под названием **«Современное состояние и перспективы развития эффективного использования микроГЭС в энергетической системе»** представлен мировой опыт использования микроГЭС в энергетической системе, анализированы современное состояние и перспективы развития использования микроГЭС в Узбекистане, возможности получения электроэнергии из гидроэнергетических ресурсов республики и использования энергии низконапорных водных потоков, анализ способов. Рассмотрены и проанализированы ряд методов развития микроГЭС, реконструкции существующих и разработки новых типов специальных энергоэффективных сооружений, а также научные труды группы ученых, проводивших научные исследования в этой области. В результате анализа сформированы цели и задачи работы по повышению энергетической эффективности винтовых турбин микроГЭС, работающих в водотоках низкого давления.

Во второй главе диссертации под названием **«На основе конструктивных параметров винтовой гидротурбины, работающей в потоках воды низкого давления»**, описаны основные требования, предъявляемые к гидротурбинам, работающим в потоках воды низкого давления, математическое моделирование структурных параметров микроГЭС. установки, моделирующей конструкцию винтовой гидротурбины, работу энергоэффективной винтовой гидротурбины, работающей в потоках воды низкого давления. Приведены математические выражения для обоснования параметров режима.

МикроГЭС с Архимедовой винтовой турбиной применяются также в водотоках низкого давления или в местах, где высота создания давления практически равна нулю. Винтовые турбины используют кинетическую и потенциальную энергию жидкости, и эта энергия преобразуется в механическую работу в процессе вращения винта и создания крутящего момента. Генератор, прикрепленный к винтам, преобразует вырабатываемую механическую энергию в электрическую. В винтовых турбинах наружный диаметр ( $D_o$ ), внутренний

диаметр ( $D_i$ ), общая длина винта ( $L$ ), количество лопастей ( $N$ ), угол наклона винта ( $\beta$ ), длина одной оборота лопасти ( $S$ ), высоты создания давления ( $H$ ) и расхода воды ( $Q$ ) на основе выбора оптимальных вариантов по этим параметрам достигается увеличение КПД и механической мощности. Ось «w» совмещена с осью вращения центрального цилиндрического листа, а вертикально ориентированная декартова ось «z» и положительное значение  $z$  определяются вертикально вверх. Эта вертикальная ось используется для расчета постоянной глубины воды, при которой вращается винт, путем проецирования мест крепления лопастей на плоских поверхностях спирали на вертикальную ось. Предполагается, что край первой ведущей спиральной плоскости ориентирован вертикально на вершине винта. Таким образом, для любого положения по оси (w) радиальные положения ( $r(\omega)$ ) и угловые положения ( $\theta(\omega)$ ) 1-й лопатки в ведущей плоскости представляют собой длину цикла ( $S$ ) одного оборота лопатки, характеризуемую по геометрии.



**Рисунок 1. Система координат вращающегося винта**

Согласно геометрии упомянутого винта геометрические параметры определяются следующими выражениями:

$$r(w) = r \quad (1)$$

$$\theta(w) = 2\pi \frac{w}{S}, \quad (2)$$

где  $r$  — радиальное положение, а  $\theta$  — угловое положение (рис. 1).  $S$  — длина одного оборота полотна; Для винта с количеством лопастей ( $N$ ) в любой точке, например  $X(r, \theta)$ , можно определить положение нижнего ( $Z_1$ ) и верхнего ( $Z_2$ ) уровней входа воды на поверхности спиральной плоскости 1. по следующим формулам:

$$Z_1 = r \cos(\theta) \cos(\beta) - \frac{s\theta}{2\pi} \sin(\beta) \quad (3)$$

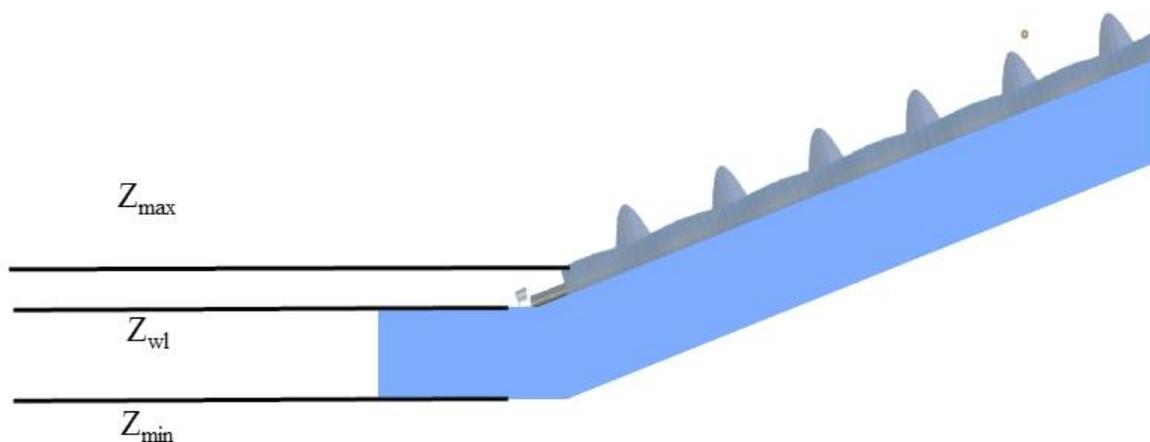
$$Z_2 = r \cos(\theta) \cos(\beta) - \left( \frac{s\theta}{2\pi} - \frac{s}{N} \right) \sin(\beta) \quad (4)$$

На основании приведенных выше формул (3) и (4) минимальная высота заполнения шнека равна  $\theta = \pi$ ,  $r = D_o/2$ , а максимальный (100%) объем

заполнения равен  $\theta = 2\pi$  и Можно принять, что это происходит, когда  $r = D_i/2$ . Поэтому минимальный уровень воды  $Z_{min}$ , максимальный уровень воды, т.е. полное погружение ребер (без затопления)  $Z_{max}$  и оптимальный фактический уровень воды, необходимый для поворота плавников, определяются  $Z_{wl}$  (рис. 2) и безразмерными (относительными) можно увидеть из следующих формул:

$$Z_{min} = -\frac{D_o}{2} \cdot \cos(\beta) - \frac{S}{2} \cdot \sin(\beta) \quad (5)$$

$$Z_{max} = \frac{D_i}{2} \cdot \cos(\beta) - S \cdot \sin(\beta) \quad (6)$$



**Рисунок 2. Случай попадания воды на крылья**

Введя коэффициент заполнения  $f$  как относительный уровень, фактический уровень воды можно определить как:

$$Z_{wl} = Z_{min} + \frac{Z_{wl} - Z_{min}}{Z_{max} - Z_{min}} (Z_{max} - Z_{min}) = Z_{min} + f(Z_{max} - Z_{min}) \quad (7)$$

Если безразмерная (относительная) высота наполнения водой  $f=0$ , то при нахождении фактического уровня воды по формуле (7)  $Z_{wl} = Z_{min}$ ,  $f=1$   $Z_{wl} = Z_{max}$ , если  $f > 1$  уровень погружения воды превышает 100%, вызывая обводнение переливаться из верхней части центрального цилиндра, что приводит к перерасходу воды и снижению скорости турбины. Объем воды, попадающей на лопасти ( $dV$ ), можно определить параллельно оси «w», соединяющей соседние точки верхней и нижней плоскостей лопасти. При этом  $\theta$  – угловое положение принимается между 0 и  $2\pi$ , а  $r$  – радиальное положение – между  $D_i/2$  и  $D_o/2$ , а общий объем воды, полностью попавшей на мембрану, можно определить следующим образом:

$$dV = \begin{cases} 0 & Z_1 > Z_{wl} \text{ va } Z_{wl} < Z_2 \\ \frac{Z_{wl} - Z_1}{Z_2 - Z_1} \frac{S}{N} r dr d\theta & Z_1 \leq Z_2 \text{ va } Z_{wl} \leq Z_2 \\ \frac{S}{N} r dr d\theta & Z_1 < Z_{wl} \text{ va } Z_{wl} > Z_2 \end{cases} \quad (8)$$

$$V = \int_{r=\frac{D_i}{2}}^{r=\frac{D_o}{2}} \int_{\theta=0}^{\theta=2\pi} dV \quad (9)$$

$$V = \int_{\frac{D_i}{2}}^{\frac{D_0}{2}} \int_0^{2\pi} dV = \begin{cases} 0 & Z_1 > Z_{wl} \text{ va } Z_{wl} < Z_2 \\ \int_{\frac{D_i}{2}}^{\frac{D_0}{2}} \int_0^{2\pi} \frac{Z_{wl} - Z_1}{Z_2 - Z_1} \frac{S}{N} r dr d\theta & Z_1 \leq Z_2 \text{ va } Z_{wl} \leq Z_2 = \\ \int_{\frac{D_i}{2}}^{\frac{D_0}{2}} \int_0^{2\pi} \frac{S}{N} r dr d\theta & Z_1 < Z_{wl} \text{ va } Z_{wl} > Z_2 \end{cases}$$

$$= \begin{cases} 0, & Z_1 > Z_{wl} \text{ и } Z_{wl} < Z_2 \\ \frac{\pi(Z_{wl} - Z_1)}{4(Z_2 - Z_1)} \frac{S}{N} (D_0^2 - D_i^2), & Z_1 \leq Z_2 \text{ и } Z_{wl} \leq Z_2 \\ \frac{\pi S}{4N} (D_0^2 - D_i^2), & Z_1 < Z_{wl} \text{ и } Z_{wl} > Z_2 \end{cases}$$

Найдя объем воды, попавшей на лопасти винта, можно найти момент силы, возникающий при воздействии давления воды на спиральные плоскости винта. С учетом статических условий нижнего ( $Z_1$ ) и верхнего ( $Z_2$ ) уровней водозабора на плоской поверхности лопасти винта гидростатическое давление ( $p$ ) в любой точке плоских поверхностей определяется следующим выражением:

$$p_1 = \begin{cases} \rho g (Z_{wl} - Z_1) & Z_1 < Z_{wl} \\ 0 & Z_1 \geq Z_{wl} \end{cases} \quad (10)$$

$$p_2 = \begin{cases} \rho g (Z_{wl} - Z_2) & Z_2 < Z_{wl} \\ 0 & Z_2 \geq Z_{wl} \end{cases} \quad (11)$$

Давление на плоских поверхностях гребного винта представляет собой разницу между давлениями на входной и выходной поверхностях лопасти. Следовательно, если  $p_1$  и  $p_2$  принять за давления на каждой стороне плоской поверхности, чистый момент ( $dT$ ) на каждой площади элемента плоской поверхности винта и общий момент на одной лопасти ( $T$ ) может быть рассчитан как общий момент вдоль всех погруженных поверхностей:

$$dT = (p_1 - p_2) \frac{S \theta}{2\pi} r dr d\theta \quad (12)$$

$$T = \int_{r=\frac{D_i}{2}}^{r=\frac{D_0}{2}} \int_{\theta=0}^{\theta=2\pi} dT \quad (13)$$

$$T = \int_{\frac{D_i}{2}}^{\frac{D_0}{2}} \int_0^{2\pi} (p_1 - p_2) \frac{S \theta}{2\pi} r dr d\theta = \frac{S}{8} (p_1 - p_2) (D_0^2 - D_i^2)$$

Общий крутящий момент, создаваемый гидростатическим давлением на всей длине винта, зависит от общего числа лопастей и определяется следующим выражением:

$$T_{об} = T \left( \frac{NL}{S} \right) = \frac{NL}{8} (p_1 - p_2) (D_0^2 - D_i^2) \quad (14)$$

где  $N$  – количество лопастей;  $L$  – общая длина винта;  $S$  – длина одного оборота полотна;  $T$  – крутящий момент на одном участке.

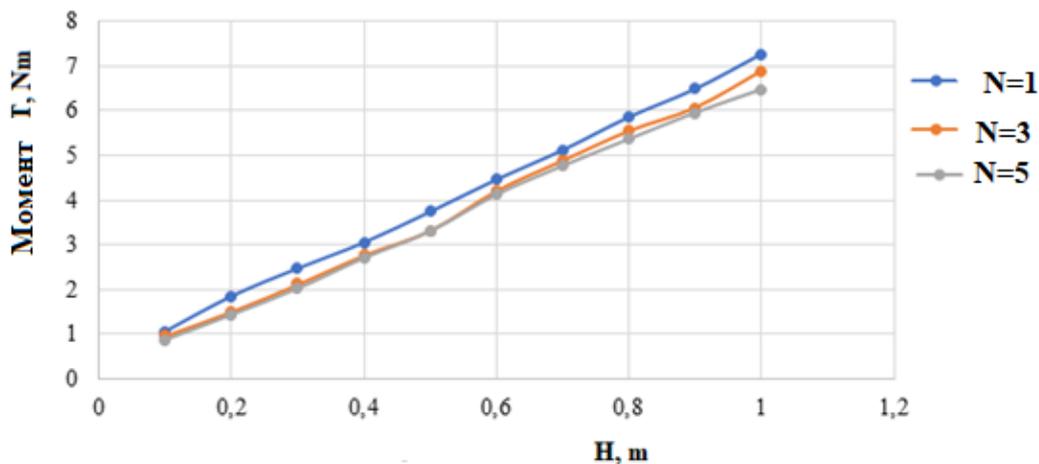
При постоянной скорости вращения ( $\omega$ ), но без учета избыточного потока воды из шнекового лотка, то есть потерь мощности, вызванных потоком воды, общая выходная мощность рассчитывается по следующему выражению:

$$P_{\text{chiq}} = T_{\text{об}} \omega = \frac{NL\omega}{8} (p_1 - p_2)(D_0^2 - D_i^2) \quad (15)$$

В третьей главе диссертации под названием «**Теоретические и экспериментальные исследования на основе параметров режима работы винтовой гидротурбины**», на основе теоретической, математической модели разработано соответствие разрабатываемой микроГЭС техническим требованиям малой модели винтовой гидротурбины, проведены экспериментальные исследования на опытном образце винтовой гидроэлектростанции, оценка качественных показателей электроэнергии, вырабатываемой с использованием микрогидроэлектростанции.

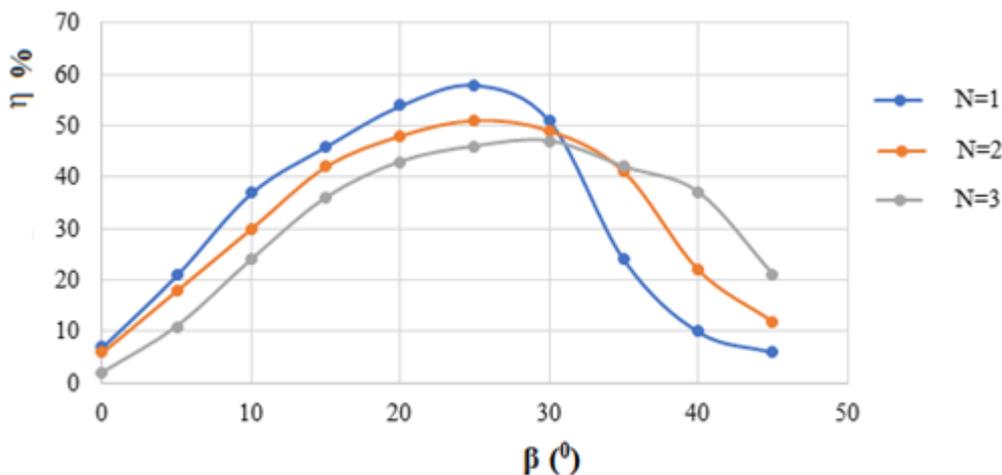
Путем сравнения параметров, играющих ключевую роль в ее высоком КПД, разработана небольшая лабораторная модель микроГЭС с винтовой турбиной, работающей в потоках воды низкого давления. Сначала сравнивались параметры, влияющие на изменение крутящего момента и мощности при значениях угла наклона турбины  $\beta$ , высоты генератора давления  $H$  и высоты  $H=0,1$  до 1 м.

Результаты первоначального сравнения были проведены по количеству спирально приваренных лопаток на валу турбины. Число лопаток в архимедовых винтовых турбинах является одним из параметров, играющих важную роль в достижении высокого КПД. При использовании большого количества лопастей крутящий момент, создаваемый каждой лопастью, вызывает изменение уравнений мощности. Вращение турбины обычно зависит от силы, создаваемой массой воды, движущейся сверху вниз через лопасти. В процессе сравнения принималось количество лопастей  $N=1$ ,  $N=3$ ,  $N=5$ .



**Рисунок 3. График изменения крутящего момента при изменении количества лопастей**

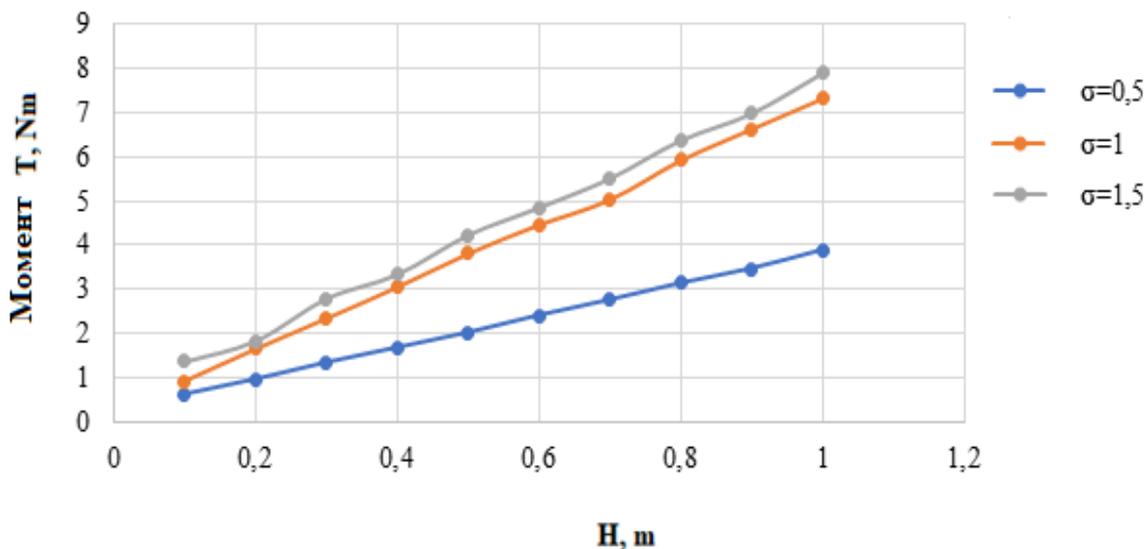
Как видно из результатов, введение дополнительных лопаток привело к уменьшению крутящего момента, что в свою очередь приводит к снижению выходной мощности турбины по формуле (15). При проверке количества лопастей в зависимости от угла наклона длина винта равна 1 м, 2 м и 2,5 м, а количество лопастей винта  $N=1$ ,  $N=3$ ,  $N=5$ . При угле наклона до  $30^\circ$  это 1 лопастной винт, видно, что КПД турбины высокий (рис. 4).



**Рисунок 4. Изменение коэффициента полезной работы при изменении угла наклона при длине шнека  $L=1$  м и количестве лопастей  $N=1$ ,  $N=3$ ,  $N=5$ .**

Наибольшего КПД винт достигал при угле наклона  $24^\circ$  и числе лопастей винта одной. Можно сделать вывод, что увеличение длины винта приводит к более высокому КПД при меньшем угле наклона, поскольку увеличивается чистое гидростатическое давление на лопатки турбины. По мере увеличения количества лопастей винта при заданной длине, потери на трение увеличиваются и приводят к снижению эффективности.

После сравнения количества лопастей было получено отношение длины одного оборота лопасти к наружному диаметру винта  $\sigma = S/D_o$ .

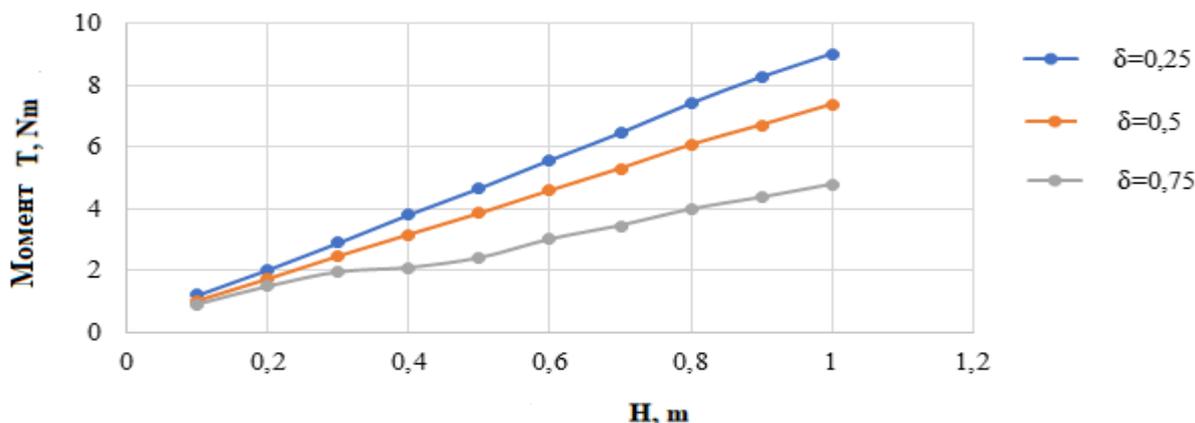


**Рисунок 5. График момента силы при изменении расстояния между лопастями**

При сравнении результатов использовались значения высоты от  $H=0,1$  м до  $H=1$  м. Из результатов видно, что при увеличении отношения длины одного оборота лопасти к внешнему диаметру винта крутящий момент увеличивается по отношению к высоте. Когда расстояние между лопастями увеличивается, количество лопастей уменьшается и, как следствие, увеличивается выходная мощность.

Внешний диаметр винтов является одним из основных параметров в производстве электроэнергии. Чем больше полезная поверхность лопастей при наезде потока, тем больший момент силы возникает. Следующие результаты рассчитаны по отношению внутреннего диаметра винта к внешнему диаметру  $\delta = D_i/D_o$  ( $0 \leq \delta \leq 1$ ). Изменяя соотношение внутреннего диаметра к внешнему диаметру, размер внутреннего вала увеличивается или уменьшается относительно максимального внешнего диаметра. В результате видно, что крутящий момент увеличивается, когда внутренний диаметр уменьшается, а внешний диаметр увеличивается.

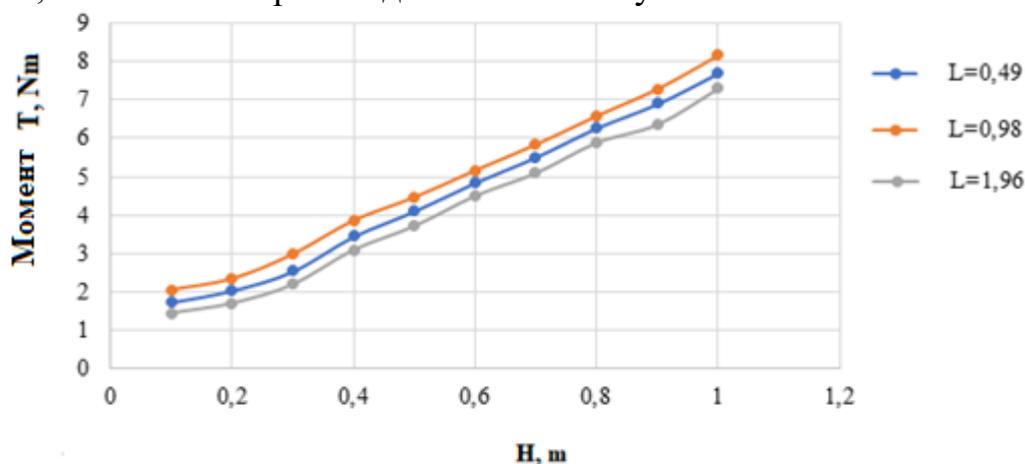
Результаты показывают, что внешний и внутренний диаметры винта являются очень важными параметрами. Видно, что разница между  $\delta=0,25$  и  $\delta=0,75$  в отношении внутреннего диаметра шнека к внешнему диаметру увеличивается почти вдвое при увеличении высоты создания давления. По результатам были определены оптимальные размеры внутреннего и внешнего диаметров винтовой турбины.



**Рисунок 6. График изменения крутящего момента при изменении отношения внутреннего диаметра винта к внешнему диаметру**

Еще одним ключевым параметром является изменение крутящего момента за счет изменения общей длины винта. Для идеального шнека, работающего в устойчивых условиях (постоянный поток, постоянная скорость вращения), все лопасти имеют одинаковую форму и размер. Форма и размер лопасти определяются геометрией шнека, скоростью вращения шнека и объемным расходом воды в шнеке  $Q$ . Модель определяет силы и потоки в одной лопасти идеализированного бесконечно длинного винта. Предполагается, что все лопасти шнека работают так же эффективно, как и эта идеализированная лопасть. Затем силы, моменты и мощность можно масштабировать на основе общей длины винта  $L$  (умноженной на длину) для расчета общей мощности винта. В результате длина винта была существенно

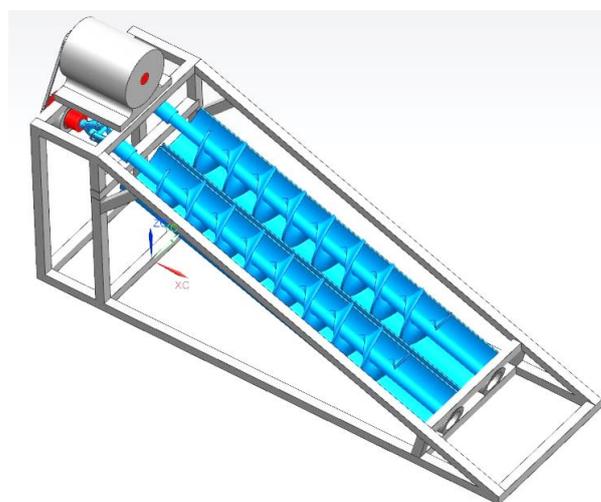
изменена. Внешний диаметр винта предполагался одинаковым, поэтому количество лопастей не менялось. Результаты показывают, что разница между широким диапазоном выбранных значений очень мала, а это означает, что допустимо иметь меньшую версию по сравнению с несколькими другими длинами, если только производительность не увеличится значительно.



**Рисунок 7. График изменения крутящего момента при изменении общей длины винта**

На основе приведенных выше результатов расчета были разработаны 3D-модель и малая физическая модель микроГЭС с винтовой турбиной.

Именованние	Параметры	Единица измерения параметра
Длина винта	L	0.98 м
Количество лопастей	N	1
Внутренний диаметр винта	Di	0.0574 м
Внешний диаметр винта	Do	0.115 м
Один цикл лезвия	S	0.101 м
Угол наклона винта	$\beta$	24 ( $^{\circ}$ )
Скорость вращения винта	$\omega$	24.75 рад/с
Высота напора воды	H	0.4 м
Расстояние между планкой и шурупом	$G_w$	0.002 м
Количество лопасти	m	8



**Рисунок 8. 3D модель микроГЭС с винтовой турбиной**

Исследованы потери мощности, характерные для архимедовых винтовых турбин, и рассмотрены предлагаемые методы моделирования этих потерь. На основе предложенной модели была разработана малая модель архимедовой винтовой микроГЭС простой технической конструкции и проведены экспериментальные работы. В качестве нагрузки использовались лампы накаливания, а результирующее напряжение и ток, протекающий через лампочки, измерялись с помощью измерителя. Для нормализации параметров выдаваемой генератором мощности удалось уменьшить проблемы с качеством выходного напряжения и повысить коэффициент использования его

установленной мощности за счет применения структурно-блочной схемы со статическим преобразователем частоты.



**Рисунок 9. Разработана малая физическая модель винтовой турбинной микроГЭС и проведены опытно-экспериментальные работы.**

Рабочий процесс разработанного устройства прошел успешные испытания. Эту небольшую модель мы будем использовать в качестве основы для разработки крупномасштабной опытно-экспериментальной модели микроГЭС, работающей в потоках воды низкого давления. Полученные результаты испытаний сравнивались с расчетными результатами.

**Таблица 1.**

**Результаты испытаний малой модели микроГЭС в лабораторных условиях**

Количество наблюдений	Угол наклона	Сила тока (А)	Напряжение (В)	Мощность (Вт)	Число оборотов (n)
1	24°	0,342	205	70,11	74
2	24°	0,316	210	66,36	65
3	24°	0,340	208	70,72	73
4	24°	0,342	207	70,794	76
5	24°	0,319	212	67,628	72

Определим полезный коэффициент полезного действия микро-ГЭС с двумя параллельными ветроэнергетическими установками, адаптированными к развивающимся потокам воды низкого давления.

Выходная мощность турбины при испытаниях составила 70,79 Вт. Были определены выходная мощность винтовых турбин, работающих в потоках воды низкого давления, рассчитанная по геометрическим параметрам, и механическая мощность, генерируемая в турбинах с учетом потерь. В результате механический КПД турбины  $\eta_{\text{мех}}$  составил 75%.

В четвертой главе диссертации под названием «Оценка технико-экономической и энергетической эффективности винтовой гидротурбины, работающей в потоках воды низкого давления» показано,

представлен анализ результатов исследований экономических, экологических и ресурсных показателей микроГЭС с винтовыми турбинами, работающих в малых водотоках различной мощности. Использование параллельных винтовых турбин в потоках воды низкого давления позволяет избежать технических ограничений, наблюдаемых в больших винтовых турбинах, и приводит к увеличению общей энергии. Разработанная микрогидроэлектростанция с параллельными винтовыми турбинами была сопоставлена с наиболее близкими аналогами по техническим характеристикам и технической сущности.

**Таблица 2.**

**Сравнение технических характеристик разработанной микроГЭС с ближайшими аналогами.**

Технические характеристики	Параметры	Развитая микро ГЭС станция	Erinofiard, Abhijit Date, Aliakbar Akbarzadeh. (Avstraliya. 2017)	Irwansyah, Muhammad Ilham Maulana, Ahmad Syuhada. (Indoneziya. 2019)	Mohsen Zamani, Rouzbeh Shafaghat, Behrad Alizadeh Kharkeshi. (Eron. 2023)	Navaraj Adhikari, Sujan Subedi, Nishan Adhikari. (Nepal. 2022)
Длина винта	L [m]	0,980	0,646	2	0,07	0,97
Количество лопастей	N	1	1	1	4	3
Внутренний диаметр винта	Di [m]	0,0574	0,032	0,254	0,050	0,152
Внешний диаметр винта	Do [m]	0,115	0,142	0,110	0,100	0,278
Один цикл лезвия	S [m]	0,101	0,054	0,130	0,054	0,278
Угол наклона винта	$\beta$ [°]	24	22	30	25	22
Высота напора воды	H [m]	0,4	0,25	0,5	0,5	1,7
Расстояние между планкой и шурупом	G <sub>w</sub> [m]	0,002	0,005	0,002	0,003	0,002
Количество крыльев	m	8	12	14	9	9
Потребление воды	Q [ m <sup>3</sup> /s]	0,0055	0,0012	0,009	0,0036	0,0162
Эффективность системы	$\eta$ [%]	75	49	40	62,6	54,23
Мощность	P [W]	70,79	14	35,56	15	53,9
Количество оборотов	n	76	106	135	231	121

Результаты известной винтовой турбинной микроГЭС сравнивались с результатами проектируемой микроГЭС. По результатам сравнения микроГЭС с параллельной винтовой турбиной разработана по оптимальным значениям угла наклона турбины, длины винта, наружного и внутреннего диаметров и количества Лопастей, а также выходная мощность оказались лучшим вариантом. Винтовые турбины имеют такие преимущества, как простота установки и обслуживания, отсутствие ущерба водной экосистеме. По возможности использования гидроэнергетического потенциала водного

потока гидротурбины составляют 40-100%, подводные гребные турбины - 100%, гравитационно-вихревые турбины - 30-100%, предлагаемые нами винтовые турбины - 20-100%. Стоимость электроэнергии, вырабатываемой микро-ГЭС, и объем вложенного в устройство капитала зависят от рационального размещения микро-ГЭС. При выборе места для установки микроГЭС и ее установки на участке необходимо решить следующий многофакторный вопрос:

- определение начального количества энергии, получаемой от потока воды;
- учет давления падения воды и его высоты;
- определение количества воды, необходимой для выработки гидроэлектроэнергии;
- настройка параметров водопроводных труб;
- необходимо определить длину линии электропередачи от генератора водорода до потребителей и ее мощность.

Вышеперечисленные факторы взаимосвязаны, а они, в свою очередь, влияют на экономическую эффективность устройства. Сумма денег, затрачиваемая на разработку, монтаж и эксплуатацию микро-ГЭС, может быть определена по следующей формуле:

$$K = K_T + K_{YеВ} + K_P + K_U + K_M + K_{IT} + K_K + K_{ВХ}, \quad (16)$$

в этом  $K_T$  – развить, сум.;  $K_{YеВ}$  – для доставки, сум.;  $K_P$  – для фонда, сум.;  $K_U$  – установить, сум.;  $K_M$  – для сборки, сум.;  $K_{IT}$  – бежать, сум.;  $K_K$  – для сети, сум.;  $K_{ВХ}$  – прочие расходы, сум.

На рисунке 10 показаны общие капитальные затраты на разработку, монтаж и эксплуатацию микроГЭС средней рабочей мощностью 2,85 кВт в потоках воды низкого давления.



**Рисунок 10. Капитальные затраты на строительство одного агрегата микро-ГЭС.**

Таблица 3.

**Чтобы сравнить экономическую эффективность микро-ГЭС, экономическая эффективность устройства сравнивалась с близлежащей микроГЭС и микроэлектростанцией с 1-винтовой турбиной.**

Описания	Капитальные затраты (в сумов)		
	МикроГЭС	МикроГЭС с винтовой турбиной	МикроГЭС с двумя параллельными винтовыми турбинами
К строительным материалам	7 686 800	3 420 000	3 630 900
Турбина	12 030 200	7 651 000	11 172 000
Механическая трансмиссия	2 133 650	1 413 600	1 675 800
Генератор	3 682 850	2 267 300	5 027 400
Шкаф управления и электрооборудование	2 193 000	2 293 000	2 793 000
Стартап (включая труд)	4 446 000	2 630 900	3 630 900
Суммарные расходы	32 172 500	19 675 800	27 930 000
Сравнительная цена [сум/кВт]	2,5	1,7	2,85

По сравнению с разработанной микро-ГЭС и близлежащими гидроэлектростанциями и микро-ГЭС с 1 турбиной, стоимость предлагаемой нами микро-ГЭС оказалась экономически эффективной. По результатам анализа технико-экономических показателей в результате ввода в эксплуатацию одного предлагаемого к производству агрегата микроГЭС можно получить от централизованной электросети 24966 кВт·ч электроэнергии за один год, или 24 966 000 суммы средств.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате исследования, выполненного по теме «Повышение энергоэффективности винтовой турбины микрогидроэлектростанции, работающей при низконапорных потоках воды» на докторскую (PhD) диссертацию по техническим наукам:

1. Всесторонне изучен опыт развитых стран, эффективно использующих потенциал альтернативных источников энергии, а также конструкции, режимы работы, области применения используемых в нашей стране микроГЭС и тщательно проанализированы существующие типы. В результате была разработана усовершенствованная энергоэффективная конструкция винтовой турбинной микроГЭС, работающей на существующих низконапорных водотоках нашей страны, и обоснована необходимость ее внедрения на практике.

2. Разработана математическая модель конструкции, позволяющая рационально определить конструктивные параметры гидротурбины, используемой в потоках воды низкого давления. В результате было установлено, что созданное устройство на 20% более энергоэффективно по сравнению с гидротурбинами этого типа, работающими в потоках воды низкого давления.

3. На основе рационального определения угла соединения параллельно включенной винтовой гидротурбины с генератором разработан метод повышения энергоэффективности микроГЭС. В результате удалось повысить коэффициент полезной работы  $\eta$  и крутящий момент  $T$  винтовой турбины микроГЭС.

4. С целью увеличения механической мощности, вырабатываемой в валу, разработана малая модель винтовой гидротурбины, в которой две параллельные винтовые турбины соединены с одним генератором через цепную передачу (FAP 02263). В результате можно повысить эффективность использования энергии потоков воды низкого давления.

5. Создан алгоритм повышения энергоэффективности микроГЭС с винтовой турбиной. В результате удалось выработать 24 966 кВт·ч электроэнергии на основе контроля и корректировки показателей качества производимой электроэнергии.

6. Результаты научных исследований, проведенных в рамках диссертации, внедрены в Унитарном предприятии «Каскад Самаркандских ГЭС». В результате годовая экономическая эффективность определена на уровне 25 миллионов сумов

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING DEGREE OF DOCTOR OF  
SCIENCE DSc.02/30.12.2021.T.143.01 AT INSTITUTE OF ENERGY  
PROBLEMS OF ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF  
UZBEKISTAN**

---

**“TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL  
MECHANIZATION ENGINEERS” NATIONAL RESEARCH  
UNIVERSITY  
INSTITUTE OF ENERGY PROBLEMS OF ACADEMY OF SCIENCES OF  
THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

**DAVIROV ALISHER KUVONDIK UGLI**

**INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF A  
MICROHYDROELECTRIC SCREW TURBINE OPERATING WITH  
LOW-PRESSURE WATER FLOWS**

**05.05.01 – Energy systems and complexes**

**DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTORAL OF PHILOSOPHY (PhD)  
ON TECHNICAL SCIENCES**

**Tashkent – 2024**

**The topic of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences was registered with Higher Attestation Commission under the Ministry Higher Education, Science and innovation of the Republic of Uzbekistan under the number №B2023.3.PhD/T3938.**

The dissertation has been prepared at National Research University “Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers” and the Institute of Energy Problems of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of Scientific council ([www.energetika.uz](http://www.energetika.uz)) and on Information-educational portal «ZiyoNet» ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Scientific supervisor:** **Kodirov Dilshod Botirovich**  
doctor of technical sciences, docent

**Official opponents:** **Karshibaev Askarbek Ilashevich**  
doctor of technical sciences, professor

**Bozarov Oybek Odilovich**  
doctor of philosophy in engineering sciences, (PhD) docent

**Leading organization:** **Karshi Engineering and Economics Institute**

The defense of the dissertation will take place on «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 y. at \_\_\_\_\_ hours at a meeting of the Scientific Council DSc 02/30.12.2021.T.143.01 at the Institute of Energy Problems of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan. (Address: 9-A, Mukhtor Ashrafiy street, Tashkent, 100076, Tel.: (99871) 283-23-08; fax: (99871) 283-23-08; e-mail: energetika\_in@umail.uz.)

The dissertation can be found at the Information and Resource Centre of the Institute of Energy Problems of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan (Registration number \_\_\_\_). (Address: 9-A, Mukhtor Ashrafiy street, Tashkent, 100076, Tel.: (99871) 283-23-08)

Abstract of the dissertation is posted «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 year.  
(mailing protocol № «\_\_» on «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 year).

**Kh.M. Muratov**

Chairman of the Scientific council for awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

**J.N. Tolipov**

Scientific secretary of the scientific council for awarding scientific degrees, doctor of Philosophy (PhD) of technical sciences, Senior researcher

**O.Kh. Ishnazarov**

Chairman of Scientific seminar under the Scientific Council for awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

## **INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)**

**The aim of the research work** is to improve energy efficiency based on the improvement of the structural parameters of the screw turbine microhydroelectric power station operating in low-pressure water flows.

**The tasks of the research** are:

evaluating indicators of obtaining electricity from hydropower resources in the Republic and determining the energy efficiency of microhydroelectric power plants operating in low-pressure water flows;

improvement of structural parameters of screw turbine microhydroelectric power station operating in low-pressure water flows based on mathematical modeling;

development of a test sample based on a virtual model of a screw turbine microhydroelectric power plant;

evaluation of the energy efficiency of the developed screw turbine microhydroelectric power plant.

**The object of the research** is a screw turbine micro-hydroelectric power plant adapted to low-pressure water flows.

**The scientific novelty of the research** is as follows:

formulated an analytical expression, that allows one to determine the rational design parameters of a hydraulic turbine and, on their basis have been justified, the operating parameters of the hydraulic turbine;

developed an algorithm to increase the efficiency of a micro-hydroelectric power station with a screw turbine, operating in low-pressure water flows based on minimizing energy losses;

developed a simulation physical model for determine the rational angle of connection between the generator and parallel screw hydraulic turbines, which ensures an increase in the energy efficiency of micro-hydroelectric power plants;

developed design model of the hydraulic turbines, which allows determining the energy characteristics and energy-efficient operating modes of micro-hydroelectric power plants operating in low-pressure water flows (FAP 02263).

**Implementation of research results.** The results obtained on the basis of improving the energy efficiency of the screw turbine microhydroelectric power plant operating in low-pressure water flows:

in order to increase the mechanical power of the hydro turbine, a micro-hydroelectric power station connected to one generator through a chain transmission of two parallel screw turbines was introduced to the unitary enterprise "Cascade of Samarkand Hydroelectric Power Plants" (reference number 02-28/88 of the joint-stock company "Uzbekgidroenergo" dated January 10, 2024). As a result, it was determined that it is 20% more energy efficient compared to hydro turbines of this type operating in low-pressure water flows.

The microhydroelectric power plant developed on the basis of determining the optimal dimensions of the screw hydroturbine was introduced to the unitary enterprise "Cascade of Samarkand Hydroelectric Power Plants" (reference No. 02-28/88 of the joint-stock company "Uzbekgidroenergo" dated January 10, 2024). As

a result, it was possible to produce 24966 kW·h of electricity with the help of an energy-efficient screw turbine microhydroelectric plant.

A utility model patent of the Intellectual Property Agency of the Republic of Uzbekistan was obtained for the device operating in low-pressure water flows ("Archimedes screw turbine" № FAP 02263. 07.11.2022). As a result, it was possible to develop the construction scheme of the device working in low-pressure water flows.

**Structure and scope of the dissertation.** The composition of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of used literature and appendices. The length of the dissertation is 118 pages.

**E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I bo'lim (I chast; part I)**

1. Davirov A.Q. Arximed vintli turbina. O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intelektual mulk agentligi. Foydali model uchun patent, № FAP 02263, 07.11.2022.

2. Qodirov D.B., Davirov A.Q. Mikrohidroelektrstansiya o'rnatish uchun suv oqimi miqdorining matematik tavsifi // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti ilmiy-texnikaviy jurnal, Buxoro, 2022 y., 6-son, 193-201-b. (05.00.00; №24)

3. Qodirov D.B., Davirov A.Q., Qobilov R.K., Qo'shaqov G.A. Qishloq xo'jaligi iste'molchilari uchun kichik suv oqimlarida ishlovchi mikrohidroelektrstansiyaning loyihalashtirish // Scientific and Technical Journal Namangan Institute of Engineering and Technology, Namangan, 2022 y., Vol. 7, Special issue 1, pp. 829-836 (05.00.00; №33)

4. Kodirov D.B., Davirov A.K. Evaluation of energy characteristics of low pressure water flow // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. 2023 y, Vol. 10, Issue 7, pp. 20845-20849 (05.00.00; №08)

5. Davirov A.Q., Qodirov D.B., Qo'shoqov G.A. Past bosimli kichik suv oqimlari uchun 2 parallel turbinali kichikGES // Scientific and Technical Journal Namangan Institute of Engineering and Technology, Namangan, 2022 y., Vol. 7, Special issue 1, pp. 847-853 (05.00.00; №33)

6. Qodirov D.B., Davirov A.Q., Qobilov R.K. Kichik gidroelektrstansiya loyihalashtirish // Mashinasozlik ilmiy-texnika jurnali, Andijon, 2022 y., Maxsus son, 1120-1126-b. (05.00.00; O'zR OAK rayosatining qarori 30.12.2021 y., №310/10)

7. Davirov A.Q., Izzatillayev J.O. MikroGES loyihalarining iqtisodiy jihatdan samaradorligini baholash // O'zbekgidroenergetika ilmiy-texnik jurnali, Toshkent, 2020 y., 4-son. 25-28-b. (05.00.00; O'zR OAK rayosatining qarori 30.09.2020 y., №286/8)

8. Qodirov D.B., Davirov A.Q., Parpiyeva S.N. Qishloq va suv xo'jaligi iste'molchilari energiya ta'minotida qayta tiklanuvchi energiyadan foydalanishga tizimli yondashuv // Informatika va energetika muammolari, Toshkent, 2022 y., 5-son, 65-72-b. (05.00.00; №05)

9. Qodirov D.B., Davirov A.Q. Kichik suv oqimlarida ishlovchi vintli gidroturbinaning qiyalik burchagi // O'zbekgidroenergetika ilmiy-texnik jurnali, Toshkent, 2023 y., 2-son. 35-36-b. (05.00.00; O'zR OAK rayosatining qarori 30.09.2020 y., №286/8)

**II bo'lim (II chast; part II)**

10. Davirov A.Q., Qodirov D.B. Vintli gidroturbinaning konstruktiv parametrlarini matematik modellashtirish asosida mikroGES quvvatini hisoblash.

O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intelektual mulk agentligi.  
Kompyuter dasturi uchun guvohnoma № DGU 33521, 09.02.2024.

11. Qodirov D.B., Davirov A.Q., Abdusattorov J.X. Assessment of quality indicators of generated electricity // Science and Education in Karakalpakstan, Nukus, 2022 y., Issue 3/1, pp. 61-64.

12. Kodirov D., Tursunov O., Parpieva S., Toshpulatov N., Kubyashev K., Davirov A., Klichov O. The implementation of small-scale hydropower stations in slow flow micro-rivers: a case study of Uzbekistan // E3S Web of Conferences: EDP Sciences. – France, 2019. 01036. (Scopus)

13. Davirov A., Tursunov O., Kodirov D., Rakhmankulova B., Khodjimukhamedova Sh, Choriev R, Baratov D, Tursunov A. Criteria for the existence of established modes of power systems // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science - England, 614 (2020) 012039. (Scopus)

14. Kodirov D., Muratov Kh., Davirov A., Normuminov J., Mamadjanov B., Shukuraliyev A., Berdiyorova I., Musayev Sh. Study on the effective use of solar and hydro energy for powering agriculture and water management // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1142 (2023) 012029(Scopus)

15. Davirov A., Kodirov D., Tukhtaeva R., Ibragimov I., Uroкова N. Development and testing of a laboratory model of a two-turbine small hydroelectric power plant // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1142 (2023) 012018(Scopus)

16. Davirov A., Kodirov D., Mamadiyev X. Study on screw turbine of the micro hydroelectric power plant working in low pressure water flows // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 434, 01011 (2023) (Scopus)

17. Qilichov O.G., Andug‘aniyev N.N., Davirov A.Q. Mikroturbinali elektrostansiyalar uchun suvni tayyorlash elektrotexnologik moslamasi // Agroiqtisodiyot ilmiy-amaliy agroiqtisodiy jurnal, Toshkent, 2020 y., Maxsus son, 242-244-b.

18. Andug‘aniyev N.N., Davirov A.Q. Mikro GES charxpalak parraklarining optimal burchagini aniqlash bo‘yicha dastlabki tadqiqotlar // “Qishloq va suv xo‘jaligining zamonaviy muammolari” XX – yosh olimlar, magistrantlar va iqtidorli talabalarining ilmiy-amaliy anjumani to‘plami, Toshkent, 2021 y., 25-26 may.

19. Davirov A.Q., Abdusattorov J.X. Irrigatsiya tarmoqlarining gidroenergetik potentsiali uchun mikrogidroelektrostansiyani tatbiq etishning texnik-iqtisodiy istiqbollari // “Qishloq va suv xo‘jaligining zamonaviy muammolari” XX – yosh olimlar, magistrantlar va iqtidorli talabalarining ilmiy-amaliy anjumani to‘plami, Toshkent, 2022 y., 25-26 may

20. Davirov A.Q. Development of small hydroelectric power plants for urban consumers // X International scientific conference “ARCH – ECO 2022” Poland. 2022 y., May 13-15

21. Davirov A.Q., Ibragimov I.I. Kichik suv oqimlarida ishlovchi gidro turbinalar uchun qo‘yiladigan asosiy talablar // “Energiya va resurs tejankor innovatsion texnologiyalarni rivojlantirishning dolzarb muammolari” Respublika ilmiy-amaliy anjumani, Qarshi, 2022 y.

22. Davirov A.Q., Yeskuatova A.A. Mikrohidroelektrstansiya o‘rnatiladigan joyi hamda oqim parametrlarini o‘rganish // “Qishloq va suv xo‘jaligining zamonaviy muammolari” XX – yosh olimlar, magistrantlar va iqtidorli talabalarning ilmiy-amaliy anjumani to‘plami, Toshkent, 2022 y., 25-26 may

Avtoreferat «Irrigatsiya va melioratsiya» ilmiy jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi va uning o‘zbek, rus, ingliz (tezis) tillaridagi matnlari mosligi tekshirildi.



Matbaa faoliyatini boshlagani haqida vakolatli  
davlat organini xabardor qilgani to‘g‘risida  
**TASDIQNOMA № 0034**

2024-yil 15-iyda bosishga ruxsat etildi  
Bichimi 60x84, 1/16. Times New Roman garniturası.  
Ofset bosma. Shartli bosma tobog‘i 3,25 Adadi 100 nusxada.

Toshkent shahar, Uchtepa tumani, Maxorat-71

“Shafolat nur fayz” MChJ bosmaxonasida chop etildi.  
Toshkent shahar, Olmazor tumani, Nodira-19  
Telefon +99899 993-83-36



