

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJA BERUVCHI
DSc.03/30.12.2019.T.03.04 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI**

O'KTAMOV SARDOR MAXMUDJONOVICH

**MOBIL MIKROGESLAR UCHUN TURBINA KONSTRUKSIYASINI
TAKOMILLASHTIRISH VA ULARNI LOYIHALASH USULLARINI
ISHLAB CHIQISH**

05.02.02 – Mexanizmlar va mashinalar nazariyasi. Mashinashunoslik va mashina detallari

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

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

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

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

O'ktamov Sardor Maxmudjonovich

Mobil mikrogenlar uchun turbina konstruksiyasini takomillashtirish va ularni
loyihalash usullarini ishlab chiqish..... 3

Уктамов Сардор Махмуджонович

Совершенствование конструкции турбин для мобильных микроГЭС и
разработка методов их проектирования..... 21

Uktamov Sardor Maxmudjonovich

Improvement of the turbine structure for mobile micro-hydrogens and
development of their design methods..... 39

E'lon qilingan ishlar ro'uxati

Список опубликованных работ

List of published works 42

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJA BERUVCHI
DSc.03/30.12.2019.T.03.04 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA
UNIVERSITETI**

O'KTAMOV SARDOR MAXMUDJONOVICH

**MOBIL MIKROGESLAR UCHUN TURBINA KONSTRUKSIYASINI
TAKOMILLASHTIRISH VA ULARNI LOYIHALASH USULLARINI
ISHLAB CHIQISH**

05.02.02 – Mexanizmlar va mashinalar nazariyasi. Mashinashunoslik va mashina detallari

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

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2022.3.PhD/T3113 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universitetida bajarilgan.
Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)). Ilmiy kengashning veb-sahifasida (www.tdtu.uz) va «ZiyoNet» axborot ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Umurzaqov Akramjon Xakimovich
texnika fanlari doktori, dotsent

Rasmiy opponentlar:

Alimuxamedov Shavkat Pirmuxamedovich
texnika fanlari doktori, professor

Muxamedov Jabirxon
texnika fanlari nomzodi, professor

Yetakchi tashkilot:

Andijon davlat texnika instituti

Dissertatsiya himoyasi Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti huzuridagi DSc.03/30.12.2019.T.03.04 raqamli Ilmiy kengashning 2025-yil 24 dekabr kuni soat 14⁰⁰ da majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100095, Toshkent shahri, Universitet ko'chasi, 2-uy. Tel./faks: (+998971) 207-07-32; e-mail: tadqiqotchi@tdtu.uz).

Dissertatsiya bilan Toshkent davlat texnika universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (**68** raqami bilan ro'yxatga olingan) (Manzil: 100095, Toshkent shahri, Universitet ko'chasi, 2-uy. Tel.: (998971) 207-07-32).

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil «**11**» **dekabr** kuni tarqatildi.
(«**11**» **12.25y**» da № **203** raqamli reyestr bayonnomasi).



K.A. Karimov

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

Sh.B. Tashbulatov

Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengash ilmiy kotibi
texnika fanlari doktori (DSc), dotsent

A.A. Muxitdinov

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

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda energiyaga bo‘lgan talabni ortib borishi natijasida yangi turdagi energiya manbalarini izlash, ularni elektr energiyasiga aylantiruvchi texnik vositalarning yangi avlodlarini yaratish va ularni ishlab chiqarishga joriy etish masalalari bugungi kunning dolzarb mavzusi bo‘lib kelmoqda. «Dunyoda 2030-yilga kelib elektr energiyasining 80% qazib olinadigan yoqilg‘idan foydalanmasdan ishlab chiqarilishini yoki 60% qayta tiklanadigan energiya manbalari negizida bo‘lishini hisobga olsak», energetika sohasi uchun mashinalar komplekslarini yaratish, ularning yangi ishchi organlari, yuritmalarining konstruksiyalarini ishlab chiqish hamda hisoblash usullarini rivojlantirish muhim vazifalardan hisoblanadi. Shu sababli, mikro gidro elektr stansiya (Mobil mikroGES) larning foydali ish koeffitsiyenti yuqori bo‘lgan, tez sozlanadigan, konstruksiyasi sodda gidromashina va yuritmalardan keng foydalanishga katta e‘tibor qaratilmoqda.

Jahonda ilm sohasining yetuk mutaxassislari, xalqaro tashkilotlar va ekspertlar qayta tiklanadigan energiya manbalari global muammolarni hal etishning kaliti deb hisoblaydi, shu sababli suv energiyasidan foydalanishda qo‘llaniladigan turbinalar, generatorlar va mobil gidroqurilmalarni loyihalash hamda ularni hisoblash usullarini ishlab chiqishga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borishni taqozo etmoqda. Pirovard natijada ekologiyaga salbiy ta‘sir ko‘rsatmaydigan, yashil energetika talablariga mos keladigan mashina va mexanizmlar yaratish masalalari ko‘plab rivojlangan mamlakatlarda ustivor yo‘nalishlardan hisoblanmoqda. Ushbu yo‘nalishda, ayniqsa tabiiy oqayotgan oqimlarga mo‘ljallangan foydali ish koeffitsiyenti yuqori gidromashinalar, generatorlar, turbinalar va ularning yuritmalarining konstruksiyalarini ishlab chiqish hamda hisoblash usullarini rivojlantirish bo‘yicha maqsadli ilmiy izlanishlarni olib borish dolzarb hisoblanadi.

Mamlakatimizda barcha sohalarda ishlab chiqarishni rivojlantirish, iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohada energiya samaradorligini oshirish, iste‘molchilarning energiya resurslariga o‘sib borayotgan talabini qondirish, energiya tejamkorlikka erishish va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini joriy etish bo‘yicha qator chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. 2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasida, jumladan «... qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni kengaytirish va qo‘llab-quvvatlash hamda ijtimoiy, tijorat va ma‘muriy-maishiy bino va inshootlarning energiya samaradorligini oshirish»¹ vazifasi belgilab berilgan. Ushbu vazifani bajarishda, jumladan respublikamiz hududlaridagi past bosimli ariq va jilg‘alarda oqayotgan suvlarning energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beradigan gidromashinalar ishchi organlarining yangi konstruksiyalarini yaratish va uzatish mexanizmlarining ratsional konstruksiyalarini tanlash muhim masalalardan hisoblanadi.

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, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevraldagi PQ-57-son «2023-yilda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022 - 2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида» ги Фармони.

energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi, 2023-yil 12-maydagi PQ-156-son «Yashil energiya» sertifikatlari tizimini joriy etish chora-tadbirlari to'g'risida», O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 21 sentyabrdagi 518-son «Qayta tiklanuvchi energiya manbalari qurilmalarini ishlab chiqarishni jadallashtirish to'g'risida» gi Qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining II «Energetika energiya va resurstejamkorlik» ustuvor yo'nalishi doirasida bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Dunyo olimlari tomonidan gidromashinalarning turlari, ularning konstruktiv xususiyatlari, yuritmalaridagi uzatish mexanizmlarining tuzilishi va hisoblash usullarini rivojlantirish bo'yicha qator ilmiy izlanishlar olib borilgan. Jumladan, A.Ihrenberger, K.Lothar lar suvning og'irligi hisobiga harakatga keladigan suv g'ildiragining konstruksiyasini taklif etgan bo'lsa, G.Myuller va K.Kauppert esa past bosimli oqimlarda ishlaydigan MikroGESlarni ishlab chiqish usullari bo'yicha tadqiqot ishlarini olib borishgan.

Rossiya olimlari G.V.Treshalov, P.P.Svit, I.P.Vershinina, V.K.Nedbalskiy, A.I.Orlovich, V.D. Sizov, Yu.I.Nikolayenko, A.V.Tarasovlar esa tabiiy oqayotgan suv oqimining quvvatidan foydalanib, elektr energiyasini ishlab chiqish usullarini rivojlantirishga katta hissa qo'shishgan. Qirg'iziston Respublikasi olimi Zulpiyev S.M. ham past bosimli oqimlarda ishlaydigan MikroGES konstruksiyalarini ishlab chiqish bo'yicha tadqiqot ishlarini olib borgan.

Respublikamizda tabiiy oqayotgan suv oqimlariga mo'ljallangan gidroqurilmalarlar konstruksiyalarini ishlab chiqish, ularni amaliyotga joriy etish, hisoblash usullarini rivojlantirishga yo'naltirilgan tadqiqotlar bilan R.A.Zaxidov, S.Ergashev, A.X.Umurzaqov, D.B.Qodirov, M.M.Muxammadiyev, B.U.O'rishov, U.O.Odamov, O'.A.Hakimov va boshqalar ilmiy izlanishlar olib borishgan.

Mazkur tadqiqot ishlarida mobil mikroGESlar uchun turbina konstruksiyasini tanlash va loyihalash usullarini ishlab chiqish bo'yicha yetarlicha tadqiqotlar olib borilmagan.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim yoki ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Namangan muhandislik-qurilish instituti ilmiy tadqiqot ishlari rejasining T-2021-172 "Gidronaporsiz ishlaydigan MikroGESlarning ilmiy asoslangan ishchi organlari va yuritmalarini ishlab chiqish" mavzusidagi tijoratlashtirish (2021) loyihalari doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi tabiiy oqayotgan suv oqimlariga mo'ljallangan gidromashina (mobil mikroGES) lar uchun turbina konstruksiyasi va uni loyihalash usullarini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

tabiiy oqayotgan suv oqimlariga mo'ljallangan gidromashina yuritmalarining ratsional konstruksiyalarini ishlab chiqish;

nazariy tadqiqotlar asosida tabiiy oqayotgan suv oqimlarga mo'ljallangan gidromashina ishchi vallarining o'zgarish qonuniyatlarini aniqlash;

dinamik tahlillar asosida mashina agregatining hisob sxemasi va matematik modelini tuzish hamda harakat qonuniyatlarini aniqlash;

tajribaviy tadqiqotlar asosida gidromashina validagi burovchi momentning o'zgarish qonuniyatlarini aniqlash.

Tadqiqotning obykti sifatida tabiiy oqayotgan suvning energiyasini olishga mo'ljallangan gidromashinalarning ishchi organlari va yuritmalari olingan.

Tadqiqotning predmetini tabiiy oqayotgan suv oqimlariga mo'ljallangan gidromashina yuritmalarining strukturaviy, kinematik, dinamik va matematik modellari, uzatmaning parametrlari, ish rejimlari va ko'rsatkichlari hamda ularning o'zgarish qonuniyatlari tashkil etadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida oliy matematika, nazariy mexanika, mashina va mexanizmlar nazariyasi, mashinalar dinamikasi, tebranishlar nazariyasi hamda ishchi qismlarining harakat rejimlarini asoslashda mashinasozlik va texnologik mashinalarni sinash usullari, eksperimentlarini matematik rejalashtirish va tenzometriya usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

tabiiy holda erkin oqayotgan suvning kinetik energiyasini elektr energiyaga aylantiruvchi, ishchi organlari suvga to'liq botirib qo'yiladigan mobil gidrodvigatelning ratsional konstruksiyasi ishlab chiqilgan;

ishlab chiqilgan mobil mikrogeslar uchun oqim tezligiga, ishlash sharoitiga va olinadigan quvvatga qarab tanlanadigan ishchi organlarini parametrik qiymatlari parrak qanotchalari o'rnatilgan valga nisbatan 45° - 60° burchak ostida hamda parraklar orasidagi masofa 45-50 sm bo'lishi olinadigan quvvatning (energiyaning) maksimal darajada bo'lish shartidan kelib chiqqan holda ilmiy asoslangan;

gidromashina yuritmasini harakatlantiruvchi validagi burovchi momentni hosil qiladigan kuchlarning tashkil etuvchilari kinetostatika tamoyillari asosida aniqlangan hamda ular bilan mexanizm zvenolarining geometrik, kinematik va energetik parametrlari orasidagi bog'lanishlarni aniqlaydigan matematik ifodalar ishlab chiqilgan;

yuritmasida tasmali va zanjirli uzatmasi bo'lgan gidromashinaning dinamik masalasi ikki massali mexanik tizim sifatida qaralib, mobil mikroges parraklari burchak tezligining o'zgarish qonuniyati generatoridagi texnologik qarshilik kuchi momenti va tasmali uzatmaning deformatsion hamda dissipativ xususiyatlariga bog'liq ravishda aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

erkin oqayotgan suv energiyasini olishning maqbul usuli tanlangan;

tabiiy suv oqimlariga mo'ljallangan mobil mikroGESlarning oqilona konstruksiyasi ishlab chiqilgan;

5 kW li gidromashinaning yillik iqtisodiy samaradorligi an'anaviy elektr energiyasiga nisbatan 6461000 so'm ekanligi aniqlangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi izlanishlarning zamonaviy uslub va vositalaridan foydalangan holda o'tkazilganligi, gidromashina konstruksiyasining parametrlarini nazariy jihatdan asoslashda nazariy

mexanika va oliy matematika qoidalari asosida amalga oshirilganligi, tajribaviy tadqiqotlar tenzometrik usullardan foydalanib o'tkazilgan, olib borilgan tadqiqotlar asosida ishlab chiqilgan gidromashina sinovlarining ijobiy natijalari va amaliyotda joriy etilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati mobil mikrogeslar uchun turbina konstruksiyasi va ularning loyihalash usullari ishlab chiqilganligi hamda nazariy va tajribaviy izlanishlar asosida uning parametrlari asoslanganligi bilan izohlanadi.

Olingan natijalarning amaliy ahamiyati ishlab chiqilgan tabiiy suv oqimlariga mo'ljallangan gidromashinani amaliyotga qo'llanilganda muqobil energiya (yashil makon loyihasi)dan samarali foydalanilganligi hamda aholi arzon elektr energiyasi bilan ta'minlanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Mobil mikrogeslar uchun turbina konstruksiyasini takomillashtirish va ularni loyihalash usullarini ishlab chiqish bo'yicha olingan natijalar asosida:

Tabiiy suv oqimlarida ishlash imkoniyatiga ega gidromashinaning konstruksiyasini texnik yechimiga O'zbekiston Respublikasining foydali modeli uchun patent olingan ("Oquvchi muhit energiyasini uzatuvchi qurilma", FAP 2535. 26.01.2024). Natijada erkin oquvchi suvlarda ishlash imkoniyatiga ega gidromashinaning konstruksiyasini ishlab chiqish imkoni yaratilgan.

Tadqiqot natijalari asosida tayyorlangan mobil mikroGES Namangan viloyatining Chortoq tumanidagi "Chorsu" MFYda (2024-yil 15-iyuldagi dalolatnomasi) joriy etilgan (O'zbekiston mahallalari uyushmasining 2024-yil 19-avgustdagi 02-02-01/842-sonli ma'lumotnomasi). Natijada ekologiyaga zarar keltirilmagan holda, qurilmaning yon atroflari obodonlashtirilib, muqobil energiya manbalaridan samarali foydalanib kelinmoqda. Gidromashina ishlab chiqarayotgan elektr energiyasi mahalla ko'chalarini yoritishda ishlatilmoqda.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Dissertatsiya tadqiqot natijalari 5 ta, jumladan, 3ta xalqaro va 2ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 9 ta ilmiy ish chop etilgan, jumladan, O'zbekiston Respublikasi Oliy Attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 4 ta maqola, jumladan, 2 tasi respublika va 2 tasi xorijiy jurnallarda chop etilgan. Shuningdek, 1 ta foydali model uchun O'zbekiston Respublikasining patenti hamda 1 ta elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dastur guvohnomasi olingan.

Dissertatsiyaning hajmi va tuzilishi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, umumiy xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 117 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida o‘tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari shakllantirilgan, tadqiqotning ob‘yekt va predmetlari tavsiflangan, tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlarga mosligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon etilgan, olingan natijalarning nazariy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etilganligi, ishning aprobatsiya natijalari, e‘lon qilingan ilmiy ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo‘yicha ma‘lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning «**Mobil mikrogeslardan samarali foydalanishning zamonaviy holati va rivojlanish istiqbollari**» deb nomlangan birinchi bobida gidroenergetikaning rivojlanish istiqbollari va hozirgi holati, gidroturbinalarning turlari va ularning konstruktiv xususiyatlari, past bosimli oqimlarga mo‘ljallangan gidromashinalar ishlab chiqishga bag‘ishlangan ilmiy-tadqiqotlar tahlili, hamda mashinalar yuritish mexanizmlarining ratsional konstruksiyalari va yuritmalarini tanlash bo‘yicha tadqiqotlar tahlili keltirilgan.

Tahlillar asosida quyidagilarni ta‘kidlash lozimki, gidroturbinalarning turlari va ularning konstruktiv xususiyatlari bo‘yicha ilmiy-tadqiqot ishlari tahlili natijasida past bosimli oqimlarda suv dvigatellardan foydalanish samarali ekanligi aniqlangan. Past bosimli oqimlarga mo‘ljallangan suv dvigatellarini uzatish mexanizmlari tahlil etish natijasida gidromashinaning yuritmalarini takomillashgan konstruksiyalarini yaratish uchun maxsus tadqiqotlarni o‘tkazishni talab etishi keltirilgan.

Shuni ta‘kidlash lozimki, Mobil mikroGESlarni loyihalashda birinchi navbatda mashinashunoslik oldida muhim masala bo‘lib turgan, ya‘ni konstruksiyalarning massalari va gabarit o‘lchamlarini kichiklashtirishning ratsional yechimlarini topishga bag‘ishlangan ilmiy-tadqiqotlarni olib borish dolzarbdir.

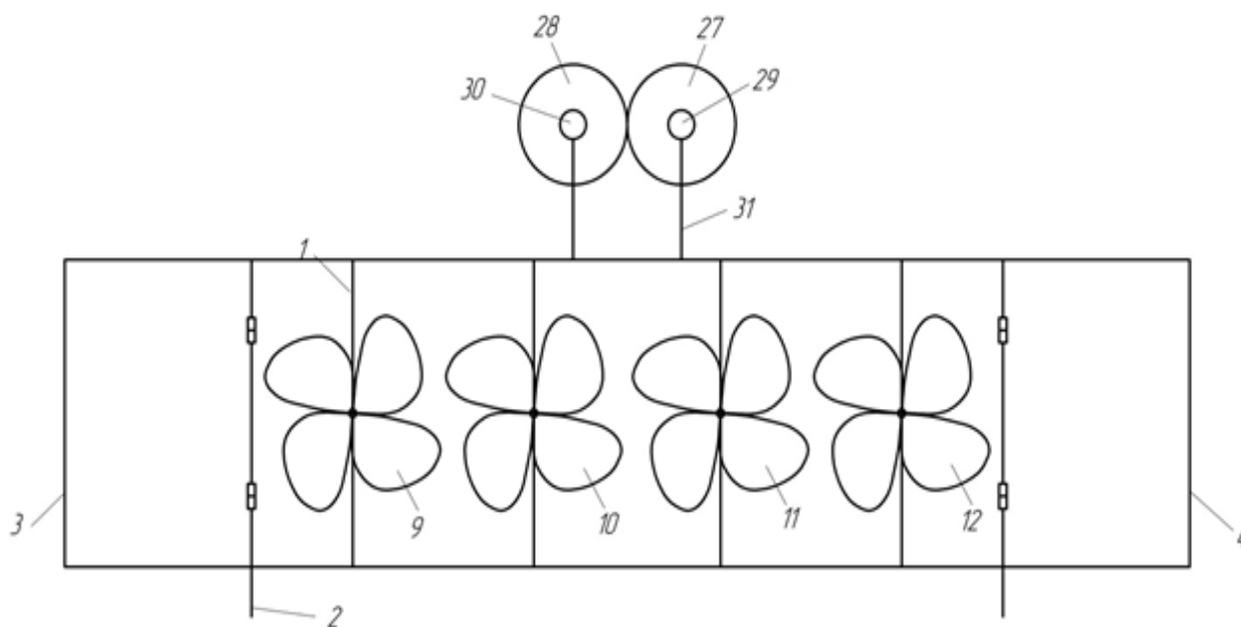
Dissertatsiyaning «**Tabiiy suv oqimlarga mo‘ljallangan gidromashina konstruksiyasini ishlab chiqish va ishchi organlariga ta‘sir etuvchi kuchlarni hisoblash**» deb nomlangan ikkinchi bobida gidromashina (Mobil mikroGES)ning konstruksiyasini ishlab chiqish, gidroqurilmaning strukturasi va kinematik tahlili, tavsiya etilgan gidromashinaning asosiy geometrik o‘lchamlarini aniqlash, gidromashina parraklariga ta‘sir etuvchi kuchlar va gidromashinaning parraklarini hamda quvvat uzatish uchun ratsional sxema tanlash bo‘yicha nazariy tadqiqotlarning natijalari keltirilgan.

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijalariga ko‘ra regionimizdagi oqar suvlarga mos keladigan oqim energiyasini olib uzatuvchi dvigatel(gidromashina)ning konstruktiv sxemasi ishlab chiqildi (1-rasm).

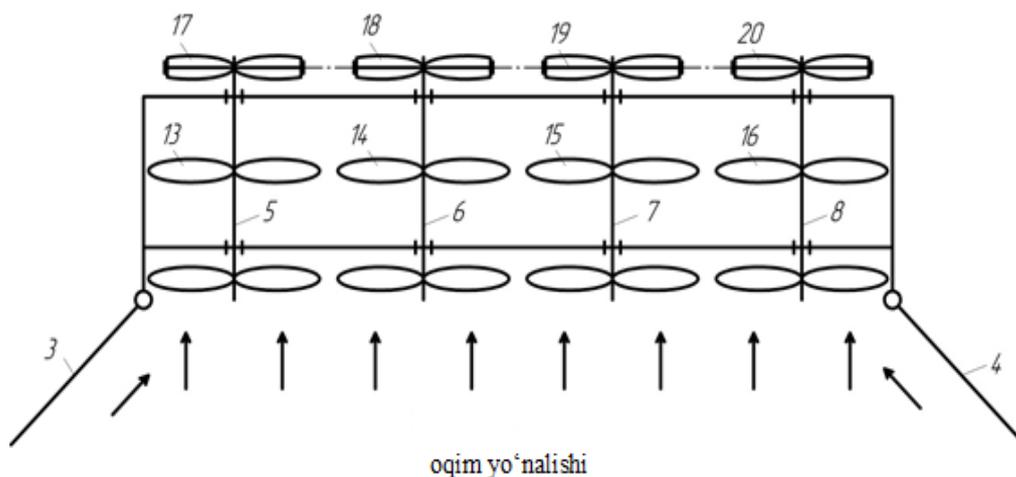
Tavsiya etilayotgan oquvchi muxit energiyasini olib-uzatuvchi dvigatel (gidromashina) prizma shaklidagi karkas 1 va uning oyoqlaridan 2 hamda old qismida oqim yo‘naltiruvchi tekis plastinkalar 3,4, to‘rtta 5,6,7,8 ishchi valdan, turbog‘ildiraklardan 9,10,11,12,13,14,15,16, turbog‘ildirak ko‘rinishidagi yulduzchalar 17,18,19,20, yulduzchalardan 21,22,23,24, zanjirlardan 25,26, generator yoki boshqa qurilma ulanadigan quvvat olish vallaridan 29,30, ularga biki o‘rnatilgan

tishli g'ildiraklardan 27,28 va maydonchadan 31 tashkil topgan. Ishchi vallar 5,6,7,8 va quvvat olish vallari 29,30 dvigatel karkasiga podshipniklar vositasida o'rnatilgan.

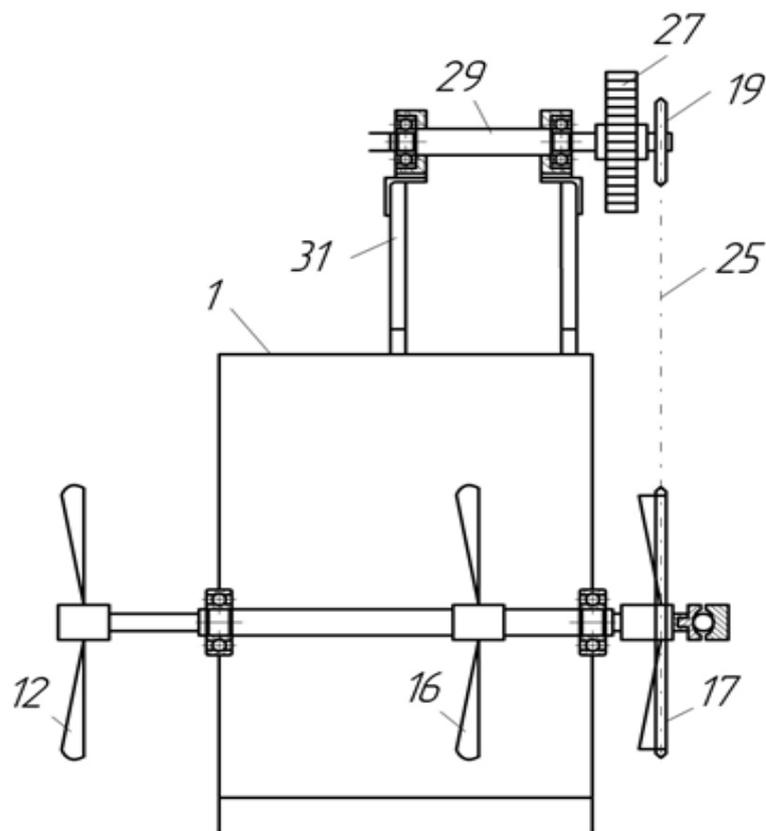
Gidromashina (suv dvigateli) quyidagi tartibda ishlaydi. Dvigatel old tomoni bilan, oqayotgan suvga perpendikulyar holda botirib qo'yiladi va yo'naltiruvchi plastinkalar bilan ariqning qolgan yuzasi to'siladi. Natijada oqimning ishchi yuzadan to'laligicha o'tishi ta'minlanadi. Karkas yuqorisida joylashgan quvvat olish vallari va generator uchun maydoncha suvdan tashqarida qoladi. Qurilmaning ishchi yuza qismida oqim yo'nalishiga parallel joylashtirilgan vallarga o'rnatilgan parraklar va turbog'ildirak ko'rinishidagi yulduzchalardagi parraklarga suv oqimi ta'sir etadi. Parrakning har bir qanoti vallarga ko'ndalang bo'lgan tekislikka nisbatan ma'lum burchak ostida joylashganligi uchun, parraklar oqim ta'sirida aylana boshlaydi. Turbog'ildiraklar o'zi bilan birga vallarni ham aylantiradi. Vallar harakati zanjirli uzatmalar orqali bir-biriga qo'shib, quvvat olish vallariga uzatiladi.



a)

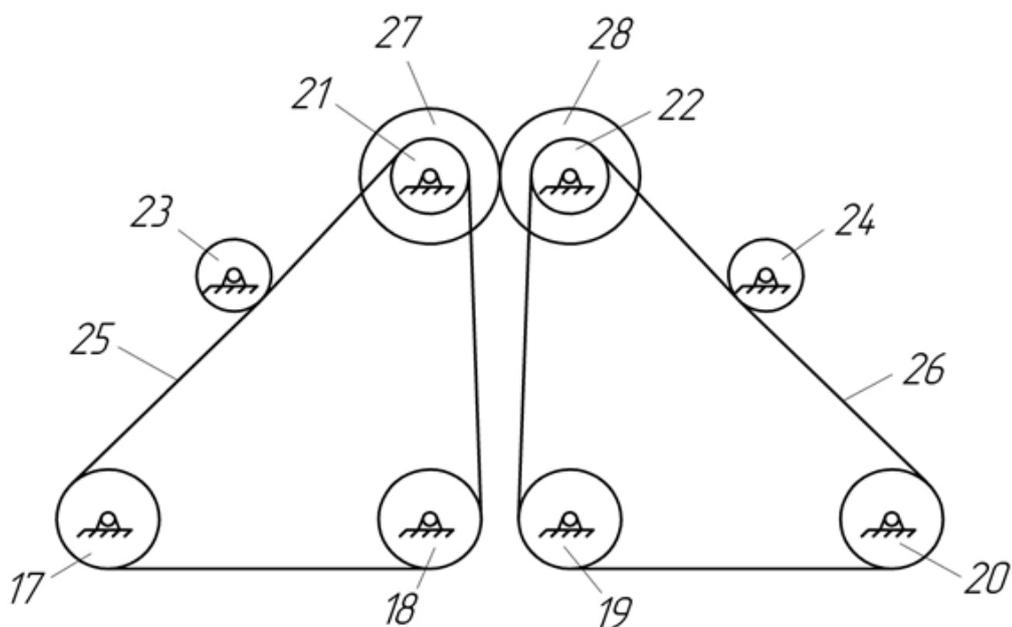


b)



c)

1-rasm. Tavsiya etilgan mobil mikroGES (gidromashina) konstruktiv sxemasi a) old tomondan ko‘rinishi b) yuqoridan ko‘rinishi c) yondan ko‘rinishi.

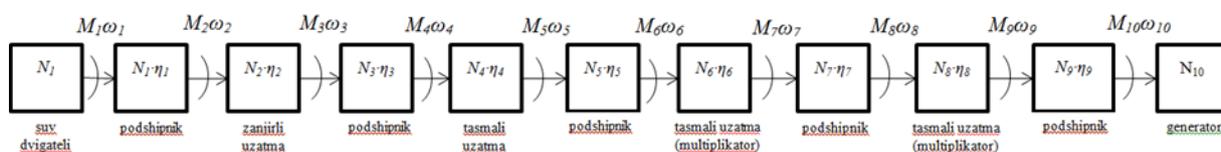


2-rasm. Gidromashinaning zanjirli yuritmasi.

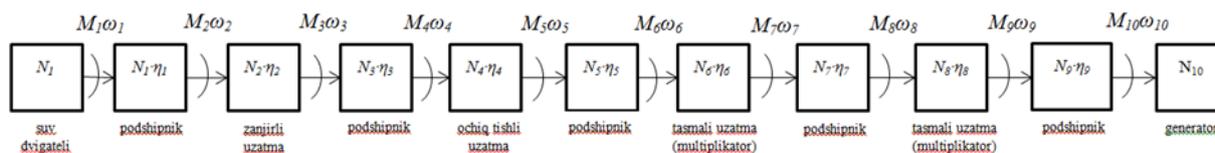
Suv dvigateli gidromashina (MikroGES)ning asosiy ishchi organi bo‘lib, u gorizontal valga (o‘qqa) o‘rnatilgan. Suv oqimi ta’sirida ma’lum bir burchak tezlikda aylanadi va qarshilik kuchlarini yengib, foydali ish bajaradi.

Dissertatsiyaning «Mobil mikrogen ishchi organlarining parametrlarini asoslash» deb nomlangan uchinchi bobida past bosimli oqimlarga mo'ljallangan gidroagregat yuritmasining ratsional konstruksiyasini tanlash, gidroagregatning dinamik va matematik modelini tuzish, gidromashinaning aylanma harakat qiluvchi ishchi qismlarining inersiya momentlarini aniqlash hamda matematik modeli sonli yechimi va natijalarining tahlili keltirilgan. Tadqiq etilayotgan obyektida energiya manbai energiyani suvdan oladi. Shunday ekan u yerda havo namligi yuqori bo'lishi tabiiy. Shu sababli ishqalanish hisobiga ishlaydigan uzatmalardan foydalanishning samarasini past deb hisoblash mumkin. Demak, tadqiq etilayotgan gidroagregatning yuritish mexanizmida ilashish hisobiga ishlaydigan uzatmalardan foydalanish maqsadga muvofiq deb hisoblanadi.

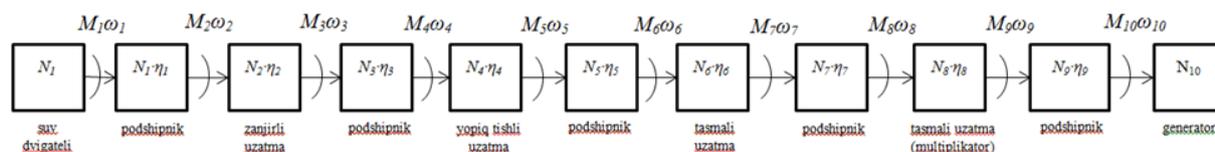
Yuqoridagilarni inobatga olib gidroagregatning bir nechta hisob sxemalari ishlab chiqildi (3-rasm).



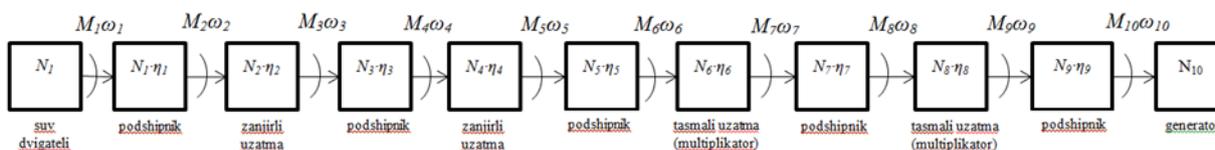
a



b



c



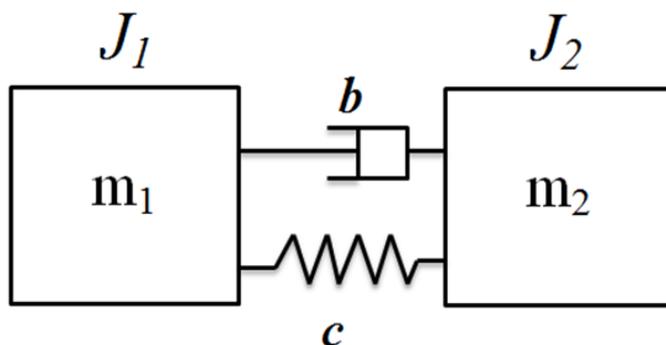
d

3-rasm. Kombinatsiyalashgan yuritmalarning foydali ish koeffitsiyentlarini hisoblash sxemalari

Ushbu tadqiqotning maqsadi gidroagregatning yuqori samaradorligini ta'minlaydigan, massasi va o'lchami kichik bo'lgan yuritmalarning ratsional konstruksiyasini tanlashdan iborat. Mashinalarning asosiy xarakteristikalaridan biri bu uning FIKdir. Mexanik tizimlarning FIK mashinaning qanchalik yaxshi ishlayotganligini bildiradi.

Tadqiqotlardan ko‘rinadiki, past bosimli oqimlarga mo‘ljallangan gidroagregat yuritmalarini tanlab olishda, 3 *a* va *c*-rasmlardagi hisob sxemalarining FIKlari pastligi uchun, 3 *b*-rasmdagi hisob sxemada esa FIK yuqori bo‘lishiga qaramay, uning konstruktiv tuzulishining murakkabligi, massasining kattaligi, vallarning o‘qdoshligi yuqori aniqlikda bo‘lishi kerakligi sababli tavsiya etilmaydi. Yuqoridagilardan kelib chiqib 3 *d*-rasmdagi hisob sxema tavsiya etiladi. Chunki ushbu hisob sxema, konstruksiyaning soddaligi, FIK yuqoriligi, val va uning tayanchlariga tushadigan kuchlarning nisbatan kichikligi, sirpanish va shataksirashning mavjud emasligi, zanjirni oson almashtirish va ishlash muddati uzoqligi kabi afzalliklar bilan izohlanadi. Demak, keyingi tadqiqotlarni zanjirli uzatma bilan jihozlangan gidromashina ustida amalga oshiramiz.

Tadqiqotlarning keyingi bosqichida gidromashinani bir-biri bilan qayishqoq bog‘langan ikki massali mashina agregati sifatida qaraymiz. Bunda qayishqoq bo‘g‘in (tasma)ning bir tomonida gidromashina (mobil mikroGES), ikkinchi tomonida esa generator joylashgan. Uning dinamik modelini shartli ravishda 4-rasmda keltirilgan sxema ko‘rinishida tasvirlash mumkin.



4-rasm. Gidromashinaning dinamik modeli

Tadqiqotlarimizda generatorning burchak tezligini ($\omega_2 = \text{const}$) o‘zgarmas deb qaraymiz, u holda massalarning burilish burchaklari, burchak tezlik va tezlanishlari orasidagi munosabatlarni quyidagicha yozamiz:

$$\varphi_1 - u \omega t = \Delta \varphi, \quad (1)$$

$$\frac{d\varphi_1}{dt} - u \frac{d\varphi_2}{dt} = \Delta \dot{\varphi}, \quad (2)$$

$$\frac{d^2\varphi_1}{dt^2} = \Delta \ddot{\varphi}. \quad (3)$$

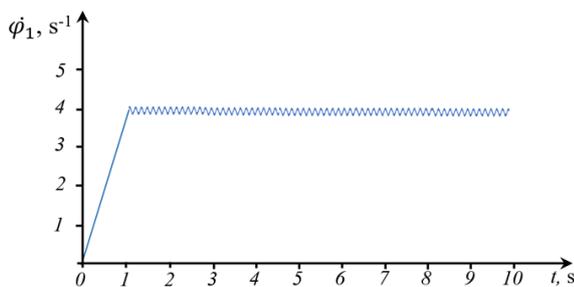
(1), (2) va (3) larni inobatga olib 4-rasmda keltirilgan dinamik model uchun massalarning harakatini ifodalovchi differensial tenglamalar sistemasini tuzamiz:

$$\begin{cases} J_1 \Delta \ddot{\varphi} + b \Delta \dot{\varphi} + c \Delta \varphi = M_{\text{ю}} + \Delta M_{\text{ю}} \sin \omega t \\ -b \Delta \dot{\varphi} - c \Delta \varphi = -M_{\kappa} \end{cases} \quad (4)$$

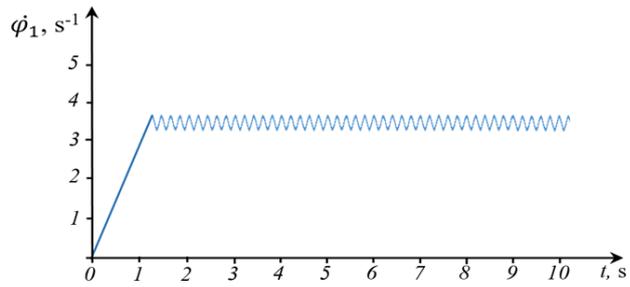
bunda J_1 —suv dvigatelidagi massalarning keltirilgan inersiya momenti, kgm^2 ; b —dempferlash koeffitsiyenti, Nms/rad ; c —tasmaning bikirlik koeffitsiyenti, Nm/rad ; $\dot{\varphi}_1$ —suv dvigatelining burchak tezlanishi, rad/s^2 ; φ_1 —suv dvigatelining burilish burchagi, rad ; $\Delta\varphi$ —tasmaning deformatsiyasi natijasida qo‘shimcha burilish burchagi, rad ; u —tasmali uzatmaning uzatishlar soni; $M_{\text{ю}}$ —suv dvigateli validagi burovchi moment, Nm ; M_{κ} —generator validagi burovchi moment, Nm .

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasiga binoan (4) differensial tenglamalar sistemasining sonli yechimini olishda parametrlarning quyidagi qiymatlaridan foydalanamiz: $M_{\kappa}=35 \text{ Nm}$; $M_{\text{ю}}=35 \text{ Nm}$; $J_1=0,144 \text{ kgm}^2$; $u=0,25$; $b=4,2 \text{ Nms/rad}$; $c=634 \text{ Nm/rad}$; $\omega_2=20 \text{ rad/s}$; $t=(0-10) \text{ s}$.

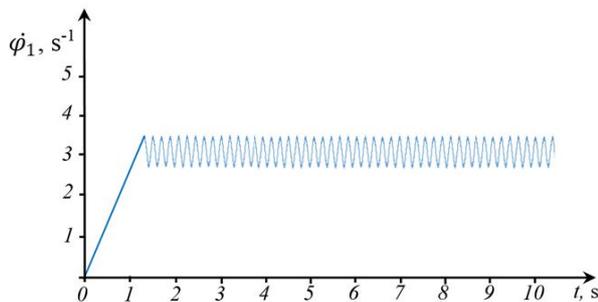
Amalga oshirilgan sonli yechimlar asosida gidromashina (mobil mikroGES) ning burchak tezligining o‘zgarish qonuniyatlari olindi (5-rasm).



a)



b)



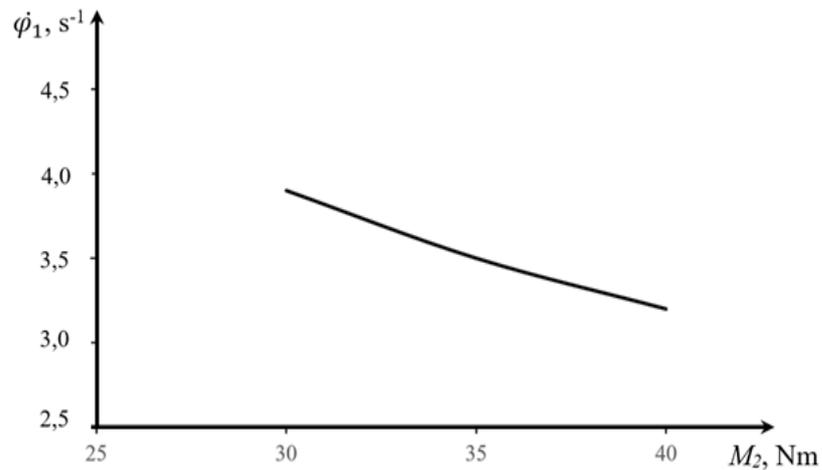
v)

a- $M_{\kappa}=30 \text{ Nm}$; b- $M_{\kappa}=35 \text{ Nm}$; v- $M_{\kappa}=40 \text{ Nm}$

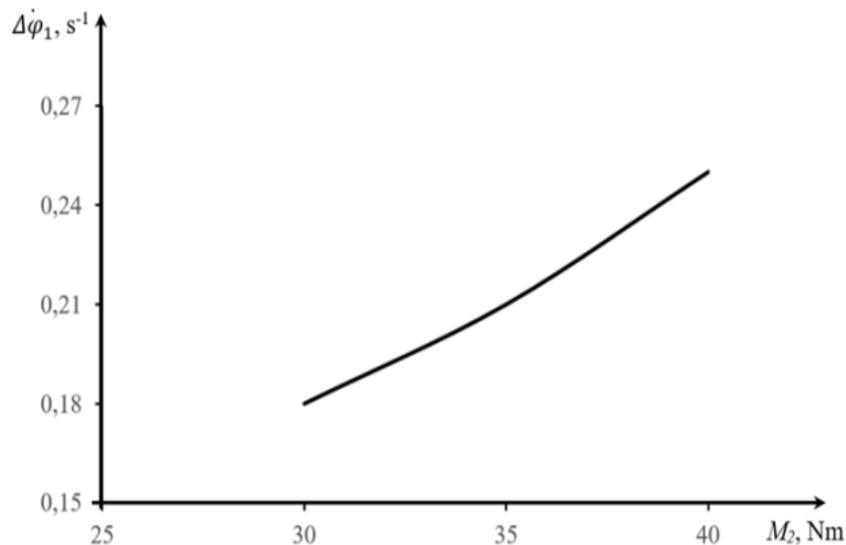
5-rasm. Gidromashinaning burchak tezligining o‘zgarish qonuniyatlari

Olingan harakat qonunlaridan ko‘rinib turibdiki, elektr energiya iste‘moli ortishi natijasida gidromashinaning burchak tezligi o‘rtacha qiymatlarining kamayishiga olib kelsa, ularning tebranish amplitudalarining esa ko‘payishiga olib keladi. Ta’kidlash lozimki, burchak tezliklarining tebranishlari asosan M_{κ} hamda c ning qiymatlariga bog‘liq bo‘ladi. Tasmali uzatmaning aylanma bikirliklari ortishi bilan valning burchak tezligi me’yorlashadi.

6 va 7-rasmlarda gidromashinaning barqaror harakati davridagi burchak tezligi va uning tebranish qamrovini qarshilik kuchining momentiga bog‘liqlik grafiklari keltirilgan. Grafiklardan ko‘rinadiki, qarshilik kuchining momenti 30 Nm dan 40 Nm gacha ortganida gidromashina (mikroGES)ning barqaror harakat davridagi burchak tezligi 5 s^{-1} dan 4 s^{-1} gacha egri chiziqli qonuniyatda kamaysa (6-rasm), uning tebranish qamrovi $0,18 \text{ s}^{-1}$ dan $0,25 \text{ s}^{-1}$ gacha egri chiziqli qonuniyatda (7-rasm) ortar ekan.



6-rasm. Harakat uzatuvchi valning burchak tezligini texnologik qarshilik kuchiga bog‘liqlik grafigi



7-rasm. Harakat uzatuvchi valning burchak tezligi tebranish qamrovini texnologik qarshilik kuchiga bog‘liqlik grafigi

Tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, harakat uzatuvchi valning tezligining tebranish qamrovini ortib ketishi bilan generatorga uzatilayotgan energiyaning o‘zgarish oralig‘i ham ortib boradi, bu esa generator dan elektr energiyasini olish samaradorligining kamayishiga olib keladi. Shuning uchun mavjud boshlang‘ich parametrlar qiymatlarida qarshilik kuchining momenti $M_k \leq 35 \text{ Nm}$ bo‘lishi tavsiya etiladi.

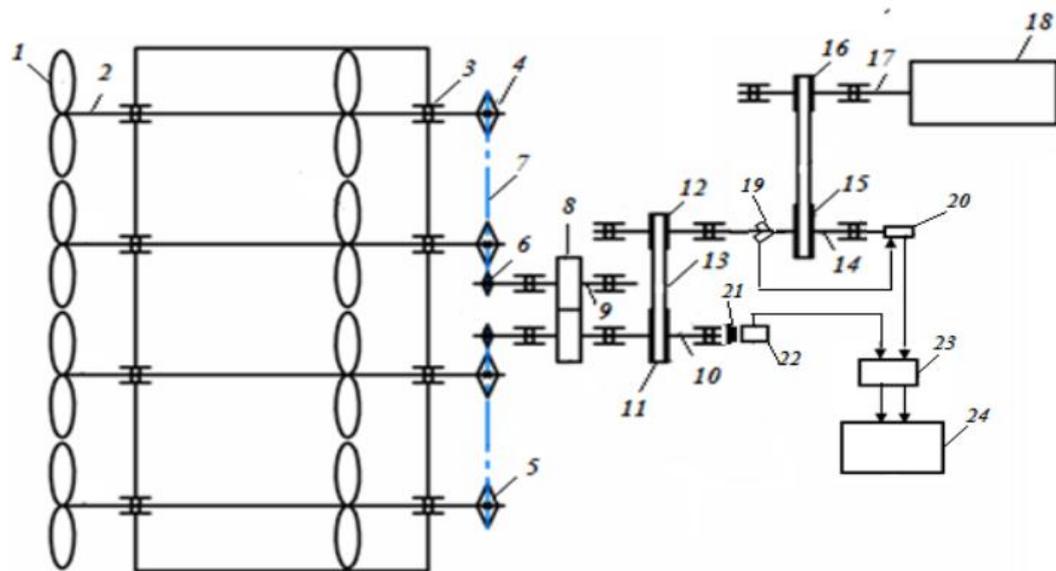
Dissertatsiyaning «**Tajribaviy tadqiqotlar va texnik–iqtisodiy samaradorlik hisobi**» deb nomlangan to‘rtinchi bobida tajribaviy tadqiqotlarning maqsadi, vazifalari, o‘tkazish usullari, olingan natijalarni qayta ishlash, joriy etish bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqotlar keltirilgan. Tajribaviy tadqiqotlar Namangan viloyati Chortoq tumani Chorsu mahallasidan oqib o‘tuvchi ariqqa o‘rnatilgan past bosimli oqimlar uchun mo‘ljallangan gidromashinada o‘tkazildi.

O‘tkaziladigan tajribaviy tadqiqotlarning maqsadi gidromashinaning quvvat uzatish jarayonini aks ettiruvchi parametrlar ya’ni, quvvat uzatish valining aylanishlar soni va undagi burovchi momentning o‘zgarish qonuniyatlarini o‘rganish hamda uning foydali ish koeffitsiyentini aniqlashdan iborat.

Tajribaviy tadqiqotlarning vazifalari quyidagilardan iborat:

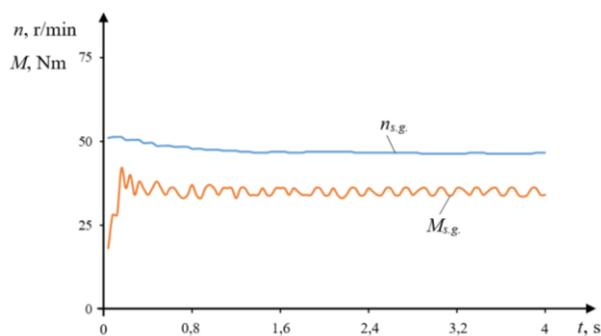
- Gidromashinaning tajribaviy-sinov nusxasini (modelini) ishlab chiqish;
- Modelning eskizlari va chizmalarini tayyorlash;
- Detallarni tayyorlash va yig‘ish;
- Eksperiment o‘tkaziladigan oqar suvlarni (daryo, kanal, soy va hokazolar) va joylarni, asbob-uskunalarni tanlash;
- Xavfsizlik texnikasini ishlab chiqish;
- Eksperiment o‘tkazish davomida quyidagi parametrlarni aniqlash:
 1. suv oqimining tezligi kesimlar bo‘yicha;
 2. suv oqimining ko‘ndalang birlik yuzaga ko‘rsatayotgan bosim kuchi;
 3. parrak qanotlari 30°, 45°, 60°, 75° burchak ostida o‘rnatilgandagi aylanish tezliklari, aylantiruvchi momentlari;
 4. sun‘iy to‘siq oldidagi va orqasidagi suv oqimining tezligi;
 5. ariqda oqayotgan suvning sarfini aniqlash;
 6. suv sarfi va beriladigan qarshilik kuchini inobatga olgan holda yetakchi valdagi burovchi momentni o‘lchash;
 7. quvvat uzatish validagi aylanishlar sonini o‘lchash.

Tajribaviy tadqiqotlarda vallardagi burovchi momentlarning o‘zgarish qonuniyatlarini aniqlash bosh vazifa etib belgilab olindi. Tajribalarni o‘tkazishda past bosimli oqimlarga mo‘ljallangan gidromashinaning tajriba nusxasi tayyorlandi va uning elektrozometrik sxemasi 8-rasmda keltirilgan hamda u quyidagilardan iborat: 1-ishchi parrak, 2-ishchi val, 3-podshipnik, 4,5-zanjirli uzatma yetakchi yulduzchalari, 6-zanjirli uzatmaning yetaklanuvchi yulduzcha, 7-zanjir, 8-bir juft ochiq tishli uzatma, 9,10,14-quvvat uzatish vallari, 11,12-birinchi tasmali uzatma (multiplikator) shkiylari, 13-tasma, 15-16-ikkinchi tasmali uzatma(multiplikator) shkiylari, 17-generator vali, 18-generator, 19-tenzodatchik, 20-tokosyomnik, 21-magnit, 22-elektromagnitli datchik, 23-Arduno UNO mikrokontrolleri, 24-kompyuter

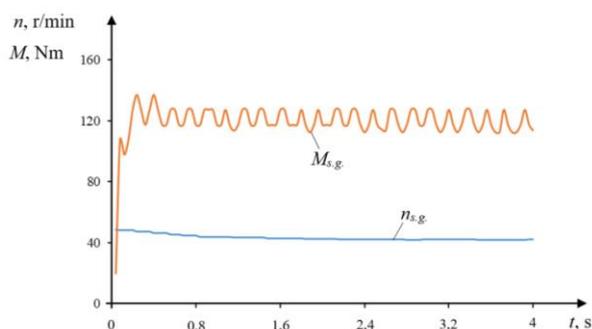


8-rasm. Tajriba stending elektrotenzometrik sxemasi

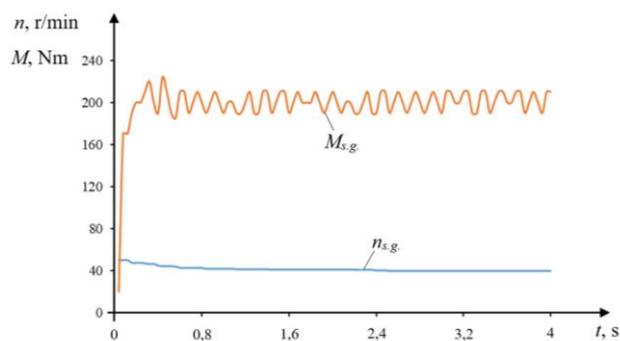
O'tkazilgan nazariy tadqiqotlarga asoslanib, qator tajribaviy tadqiqotlar o'tkazildi. Tajribaviy tadqiqotlar ariqda oqayotgan suvning tezligi 1,05 m/s bo'lgan holda 3 xil suv sarfi va 3 xil texnologik qarshiliklarda olib borildi. Bunda suv sarfi 1 sekundda 80 l, 100 l, 120 l. Texnologik qarshilik sifatida generator ishlab chiqarayotgan elektr energiyasi quvvati tanlab olindi va u 100 W, 300 W, 500 W. Tajribaviy tadqiqot natijalari sonli ko'rinishda olinib, ularning o'zgarish qonuniyatlarini tahlil qilish uchun kompyuterning Exel dasturi yordamida ossillogrammalar qurildi (9-rasm).



a



b



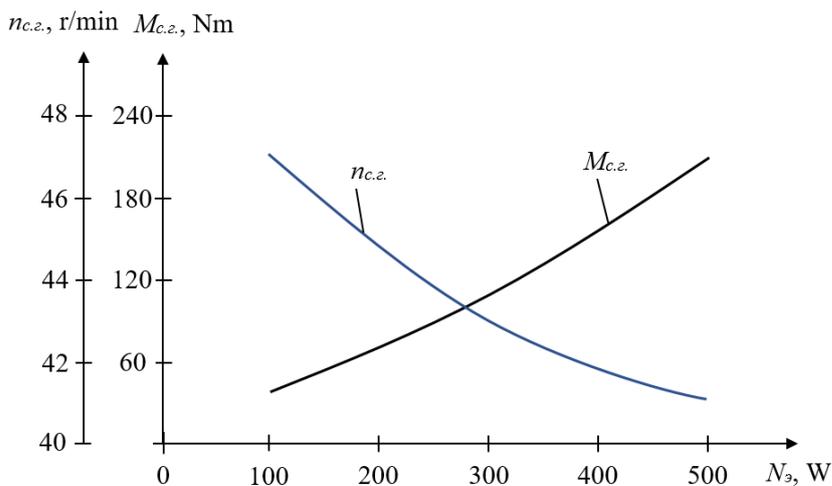
c

a-elektr energiya sarfi 100 W; *b*-elektr energiya sarfi 300 W; *c*-elektr energiya sarfi 500 W

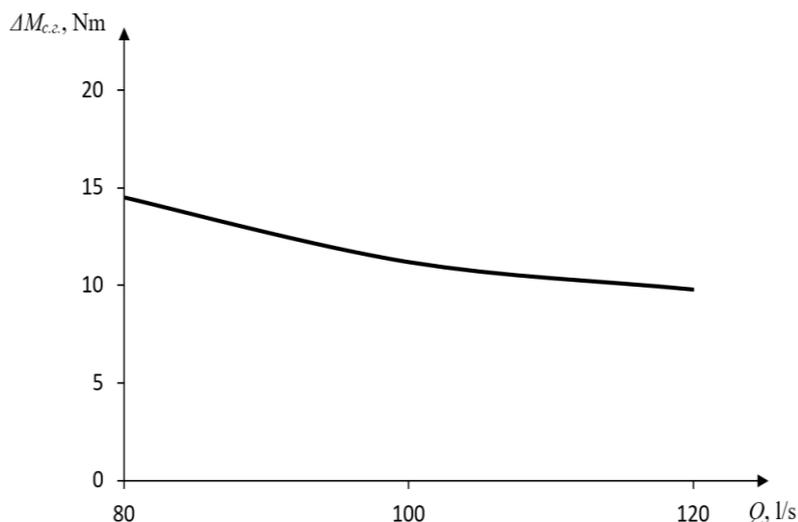
9-rasm. Hidromashina validagi burovchi moment va aylanishlar sonining o'zgarish qonuniyatlari (suv sarfi 120 l/s)

Yuqoridagi ossillogrammalar tahlili asosida gidromashina validagi burovchi moment va aylanishlar sonining elektr energiyasi iste'moli quvvatiga bog'liqlik grafigi qurildi (10-rasm). Ushbu grafiklardan ko'rinadiki, elektr energiyasi iste'moli quvvati ortib borgan sari, gidromashina validagi burovchi moment ham egri chiziqli qonuniyatda ortib, aylanishlar soni esa egri chiziqli qonuniyatda kamayib boradi.

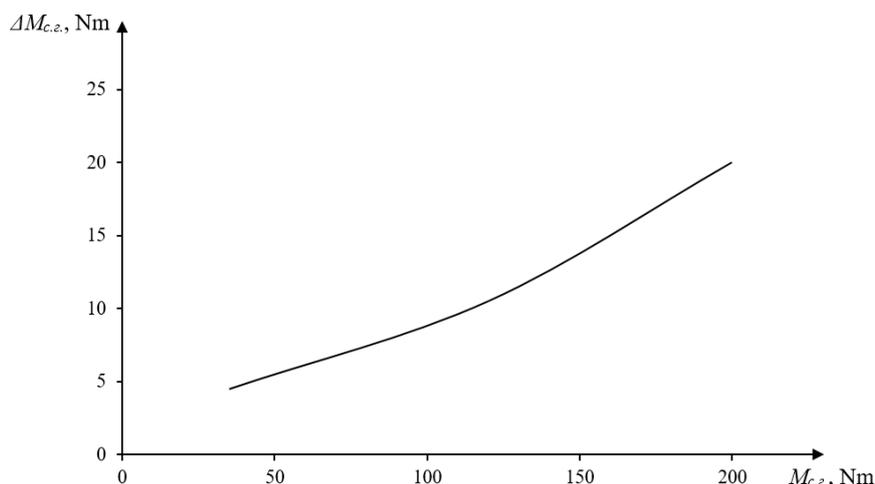
11-rasmdan ko'rinadiki, suv sarfining ortib borishi bilan gidromashina validagi burovchi moment tebranish oralig'i kamayib boradi. Masalan, suv sarfi 80 l/s, burovchi moment $M_{s.g.}=139$ Nm bo'lganda $\Delta M_{s.g.}=14,5$ Nm, suv sarfi 100 l/s, burovchi moment $M_{s.g.}=130$ Nm bo'lganda $\Delta M_{s.g.}=11,2$ Nm, suv sarfi 120 l/s, burovchi moment $M_{s.g.}=120$ Nm bo'lganda $\Delta M_{s.g.}=9,8$ Nm bo'ladi. Raqamlar shuni ko'rsatmoqdaki, burovchi moment qiymati kattalashgan sari uning tebranish oralig'i ham egri chiziqli qonuniyatda ortib borar ekan.



10-rasm. Gidromashina validagi burovchi moment va aylanishlar sonining elektr energiyasi iste'moli quvvatiga bog'liqlik grafigi



11-rasm. Suv sarfining gidromashina validagi burovchi moment tebranishiga bog'liqlik grafigi



12-rasm. Qarshilik momentning gidromashina validagi burovchi moment tebranishiga bog'liqlik grafi

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasi shuni ko'rsatdiki, taklif etilgan past bosimli oqimlarga mo'ljallangan gidromashinaning FIK 0,75 ni tashkil etar ekan.

5 kW li tabiiy suv oqimlariga mo'ljallangan gidromashina (mobil mikroGES)ning benzin generatoriga nisbatan yillik iqtisodiy samaradorligi 92 252 000 so'mni, an'anaviy elektr energiyasiga nisbatan esa 6 461 000 so'mni tashkil etdi.

XULOSA

1. Mobil mikroGESlar uchun gidroturbinalarning konstruktiv xususiyatlari bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlari tahlili natijasida tabiiy suv oqim energiyasini olib gidromashinalardan foydalanish samarali ekanligi aniqlanib, uning takomillashgan konstruksiyasi ishlab chiqilgan.

2. Mobil mikroges parraklari 8 dona bo'lishi hamda parraklardagi qanotchalarining o'rnatilish burchagi 45° - 60° oralig'ida bo'lganda oqar suvning eng ko'p quvvatini olish imkoni borligi aniqlandi.

3. Nazariy tadqiqotlar natijasida mobil mikrogesdagi parraklar diametri 40 sm, bitta valdagi parraklar orasidagi masofa esa 50 sm bo'lishi hisoblab chiqarildi.

4. Tavsiya etilgan past bosimli oqimlarga mo'ljallangan gidromashina yuritmalarida konstruktiv jihatdan sodda, FIK nisbatan yuqori, val tayanchlariga tushadigan kuchlarning nisbatan kichikligi, sirpanish va shataksirashning mavjud emasligi hamda ishlash muddatining uzoqligi kabi afzalliklarini inobatga olib ochiq zanjirli uzatmalardan foydalanish kerak ekan.

5. Generatorning samarali ishlashini ta'minlash uchun suv g'ildiragi burchak tezligining tebranish qamrovi 0,2 rad/s dan ortib ketmasligini inobatga olib, mavjud boshlang'ich parametrlar qiymatlarida qarshilik kuchining momenti $M_k \leq 35 \text{ Nm}$ bo'lishi lozim ekan.

6. Eksperiment tadqiqotlar natijasida taklif etilgan suv dvigateli validagi burovchi moment va aylanishlar sonining turli sharoitlarda, ya'ni suv oqim tezliklari 1.5 m/s, 2 m/s, 2.5 m/s, 3 m/s va elektr energiyasi iste'moli 100 W, 200W, 300 W, 500 W bo'lgan hollardagi o'zgarish qonuniyatlari olindi.

7. Tajribaviy tadqiqotlar natijalariga ko'ra, ishlab chiqilgan tabiiy suv oqimlariga mo'ljallangan gidromashina suv dvigatelining FIK 0,75 ni tashkil etishi aniqlangan.

8. 5 kW li tabiiy suv oqimlariga mo'ljallangan gidromashina (mobil mikroGES)ning benzin generatoriga nisbatan yillik iqtisodiy samaradorligi 92 252 000 so'mni, an'anaviy elektr energiyasiga nisbatan esa 6 461 000 so'mni tashkil etdi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.03.04 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**

УКТАМОВ САРДОР МАХМУДЖОНОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТУРБИН ДЛЯ
МОБИЛЬНЫХ МИКРОГЭС И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИХ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

05.02.02 – Теория механизмов и машин. Машиноведение и детали машин

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам**

Ташкент – 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером В2022.3.PhD/T3113.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете имени Ислама Каримова.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.tdtu.uz) и Информационно-образовательном портале Ziyonet (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:

Умурзаков Акрамжон Хакимович
доктор технических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Алимухамедов Шавкат Пирмухамедович
доктор технических наук, профессор

Мухамедов Джабирхон
кандидат технических наук, профессор

Ведущая организация:

Андижанский государственный технический институт

Защита диссертации состоится 24 декабря 2025 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.03.04. при Ташкентском государственном техническом университете имени Ислама Каримова (Адрес: 100095, Ташкент, ул. Университетская, дом 2. Тел./факс: (99871) 207-07-32, e-mail: tadqiqotchi@tdtu.uz).

С докторской диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова (зарегистрирован за № 68). (Адрес: 100095, Ташкент, ул. Университетская, дом 2. Тел./факс: (99871) 207-07-32, e-mail: tadqiqotchi@tdtu.uz).

Автореферат диссертации разослан « 11 » декабрь 2025 года.

(Реестр протокола рассылки № 203 от « 11 » декабрь 2025 года).



К.А.Каримов

Председатель Научного совета по присуждению учёных степеней, доктор технических наук, профессор

Ш.Б.Ташбулатов

Ученый секретарь Научного совета по присуждению учёных степеней, доктор технических наук (DSc), доцент

А.А. Мухитдинов

Председатель научного семинара при Научном совете по присуждению учёных степеней, доктор технических наук, профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской (PhD) диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире растущий спрос на энергию, определяет поиск новых видов источников энергии, создание новых поколений технических средств, преобразующих их в электроэнергию, а также внедрение их в производство. Если учесть, что в мире к 2030 году 80% электроэнергии будет производиться без использования ископаемого топлива или 60% на основе возобновляемых источников энергии, то важным является создание комплексов машин для энергетического сектора, разработка конструкций их рабочих частей, двигателей, а также развитие методов их расчета. По этой причине большое внимание уделяется широкому использованию в конструкциях микроГЭС быстрорегулируемых и высокоэффективных, простых по конструкции водяных колес и приводов.

Во всем мире многие эксперты, международные организации и научное сообщество считают, что возобновляемые источники энергии являются ключом к решению глобальных проблем, что требует проведения исследований, направленных на проектирование турбин, генераторов и чигиров, применяемых при использовании энергии воды, а также на разработку методов их расчета. В конечном итоге задачи создания машин и механизмов, не оказывающих отрицательного воздействия на экологию и соответствующих требованиям «зелёной энергетики», считаются приоритетными направлениями во многих развитых странах. В этом направлении актуальным является проведение целенаправленных научных исследований по разработке конструкций высокоэффективных гидромашин, генераторов, турбин и их приводов, предназначенных, в частности, для низконапорных течений, а также развития методов расчета.

В республике реализуется ряд мер по развитию производства в различных отраслях, повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальной сфере, удовлетворению растущего спроса потребителей на энергоресурсы, достижению энергосбережения и внедрению возобновляемых источников энергии. В стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы намечены задачи, в частности, «...расширения и поддержки использования возобновляемых источников энергии и повышения энергоэффективности социальных, коммерческих и административнобытовых зданий и сооружений». При выполнении этих задач важным является создание новых конструкций рабочих органов гидромашин, преобразующих энергию сточных вод в электрическую энергию в арыках и речках с низконапорным течением на территориях нашей республики, а также выбор рациональных конструкций механизмов передачи.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «Стратегия развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», Постановлениях № ПП-57 от 16 февраля 2023 года «О мерах по ускорению внедрения возобновляемых источников энергии и энергосберегающих технологий в 2023 году» и ПП-156 от 15 мая 2023 года «О мерах по внедрению системы сертификатов «Зеленой энергии»,

Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан № 518 от 21 сентября 2022 года «Об ускорении производства устройств из возобновляемых источников энергии», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Связь исследования и основных приоритетных направлений развития науки и технологий в республике. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II «Энергетика, энергия и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. Мировыми учеными проведен ряд исследований по типам гидротурбин, их конструктивным особенностям, устройством передаточных механизмов в приводах и развитию методов их расчета. В частности, A.Ihrenberger и K.Lothar предложили конструкцию водяного колеса, движущегося за счет тяжести воды, а G.Muller и K.Kaupfert проводили исследования по методам разработки МикроГЭС, работающих при низконапорном течении воды.

Российские ученые Г.В.Трешалов, П.П.Свит, И.П.Вершинина, В.К.Недбальский, Ю.И.Николаенко, А.В.Тарасов внесли значительный вклад по разработке методов выработки электроэнергии при использовании энергии низконапорных потоков воды. Ученый из Кыргызской Республики Зулпиев С.М. также проводил исследования по разработке конструкций микроГЭС, работающих в низконапорных потоках.

В республике научные исследования, направленные на разработку конструкций низконапорных МикроГЭС, внедрение их в практику, разработку методов расчета, проводились Р.А.Захидовым, С.Эргашевым, А.Х.Умурзаковым, Д.Б.Кадыровым, М.М.Мухаммадиевым, Б.У.Уришовым, У.О.Одамовым, У.А.Хакимовым и другими.

Однако в данных исследованиях недостаточно проведены исследования по выбору рациональных конструкций механизмов привода микроГЭС, работающих в низконапорных течениях и составлению динамических и математических моделей гидроагрегата.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Наманганского инженерно-строительного института в рамках проектов Т-2021-172 «Разработка научно-обоснованных рабочих органов и приводов МикроГЭС, работающих без гидронапора» (2021).

Целью исследования является разработка конструкции турбины и методов ее проектирования для гидромашин (мобильных микроГЭС), предназначенных для потока естественно текущей воды.

Задачи исследования:

разработка рациональных конструкций приводов гидромашин, предназначенных для потока естественно текущей воды;

определение закономерностей изменения рабочих валов гидромашин для низконапорных потоков на основе теоретических исследований;

составление расчетной схемы и математической модели машинного

агрегата на основе динамического анализа, а также определение законов движения;

определение характеристики и закономерности изменений крутящего момента на валу гидромашин на основе экспериментальных исследований.

Объектом исследования являются рабочие органы и приводы гидромашин, предназначенные для получения энергии потока естественно текущей воды.

Предметом исследования являются структурные, кинематические, динамические и математические модели приводов гидромашин, предназначенных для естественных водотоков, параметры привода, режимы работы и показатели, а также закономерности их изменения.

Методы исследования. В процессе исследования использованы методы высшей математики, теоретической механики, теории машин и механизмов, динамики машин, теории колебаний, а также методы испытаний машиностроительных и технологических машин, математического планирования экспериментов и тензометрии при обосновании режимов движения рабочих органов.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана рациональная конструкция мобильного гидродвигателя, который в естественных условиях преобразует кинетическую энергию свободно текущей воды в электрическую энергию, при этом его рабочие органы полностью погружены в воду;

для разработанных мобильных микрогидроэлектростанций научно обоснованы параметрические значения рабочих органов, выбираемых в зависимости от скорости потока, условий эксплуатации и требуемой мощности: лопастные крылья устанавливаются на вал под углом 45° – 60° , а расстояние между лопастями составляет 45–50 см. Эти параметры определены исходя из условия максимизации получаемой мощности (энергии);

на основе принципов кинестатики определены составляющие сил, создающих крутящий момент на валу, приводящем в движение гидромашину. Также разработаны математические выражения, определяющие взаимосвязь между геометрическими, кинематическими и энергетическими параметрами звеньев механизма;

динамическая задача гидромашин с цепной передачей рассмотрена как двухмассовая механическая система и определена закономерность изменения угловой скорости лопастей мобильной микроГЭС в зависимости от деформационных и диссипативных свойств валов и момента силы технологического сопротивления в генераторе.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

выбран оптимальный способ получения энергии свободно текущей воды;

разработана рациональная конструкция мобильных микроГЭС, предназначенных для потока естественно текущей воды;

установлено, что электроэнергия, вырабатываемая гидромашинной, в 1,5 раза дешевле традиционной электроэнергии.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов

исследования подтверждается тем, что исследования проводились с использованием современных методов и средств, теоретическое обоснование параметров конструкции гидромашин осуществлялось на основе правил теоретической механики и высшей математики, положительными результатами экспериментальных исследований с использованием тензометрических методов при испытании разработанной гидромашин, и внедрением ее в практику.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в том, что разработаны конструкции турбины для мобильных микроГЭС и методы их проектирования, а также обоснованы их параметры на основе теоретических и экспериментальных исследований.

Практическая значимость полученных результатов подтверждается эффективным использованием альтернативной энергии (проект «зеленый край») при применении на практике разработанной гидромашин, предназначенной для потока естественно текущей воды, а также обеспечением населения дешевой электроэнергией.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов по совершенствованию конструкции турбин для мобильных микроГЭС и разработке методов их проектирования:

получен патент на полезную модель Республики Узбекистан на техническое решение конструкции гидромашин, предназначенной для потока естественно текущей воды (“Устройство для передачи энергии текучей среды”, FAP 2535. 26.01.2024 г.). В результате появилась возможность разработать конструкцию гидромашин, способной работать в свободно текущих водах;

Мобильная микроГЭС, разработанная на основе результатов исследования внедрена в МСГ “Чорсу” Чартакского района Наманганской области (акт от 15 июля 2024 года) (справка Ассоциации махаллей Узбекистана №02-02-01/842 от 19 августа 2024 года). В результате, без нанесения вреда экологии, благоустроена территория вокруг установки и эффективно используются альтернативные источники энергии. Электроэнергия, вырабатываемая гидромашин, применяется для освещения улиц махалли.

Апробация результатов исследования. Результаты диссертационного исследования были обсуждены на 5, в том числе 3 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, из них в научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций – 4, в том числе 2 – в республиканских и 2 – в зарубежных журналах. Также, получен патент Республики Узбекистан на 1 полезную модель и свидетельство на программное обеспечение для электронных вычислительных машин.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 117 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновываются актуальность и востребованность проведенного исследования, сформулированы цель и задачи, характеризуются объект и предмет исследования, показано соответствие работы с приоритетными направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрывается их научная и практическая значимость, приводятся сведения по внедрению в практику результатов исследования, апробации результатов работы, опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Современное состояние и перспективы развития эффективного использования мобильных микрогенераторов»** представлены перспективы развития и современное состояние гидроэнергетики, типы гидротурбин и их конструктивные особенности, анализ научных исследований, посвященных разработке гидромашин, предназначенных для низконапорных потоков, а также исследований по выбору рациональных конструкций и приводов механизмов машин.

На основе анализа следует отметить, что в результате изучения научно-исследовательских работ по типу гидротурбин и их конструктивных особенностей установлено, что использование гидромашин для низконапорных течений является эффективным. В результате анализа результатов передачи гидромашин, предназначенных для течений низкого напора, установлена необходимость проведения специальных исследований для создания усовершенствованных конструкций гидромашин.

Следует отметить, что при конструировании мобильных микроГЭС в первую очередь актуальным является проведение научных исследований, стоящих перед машиностроением важных задач, т.е. посвященных поиску рациональных решений, уменьшения масс и габаритных размеров конструкций.

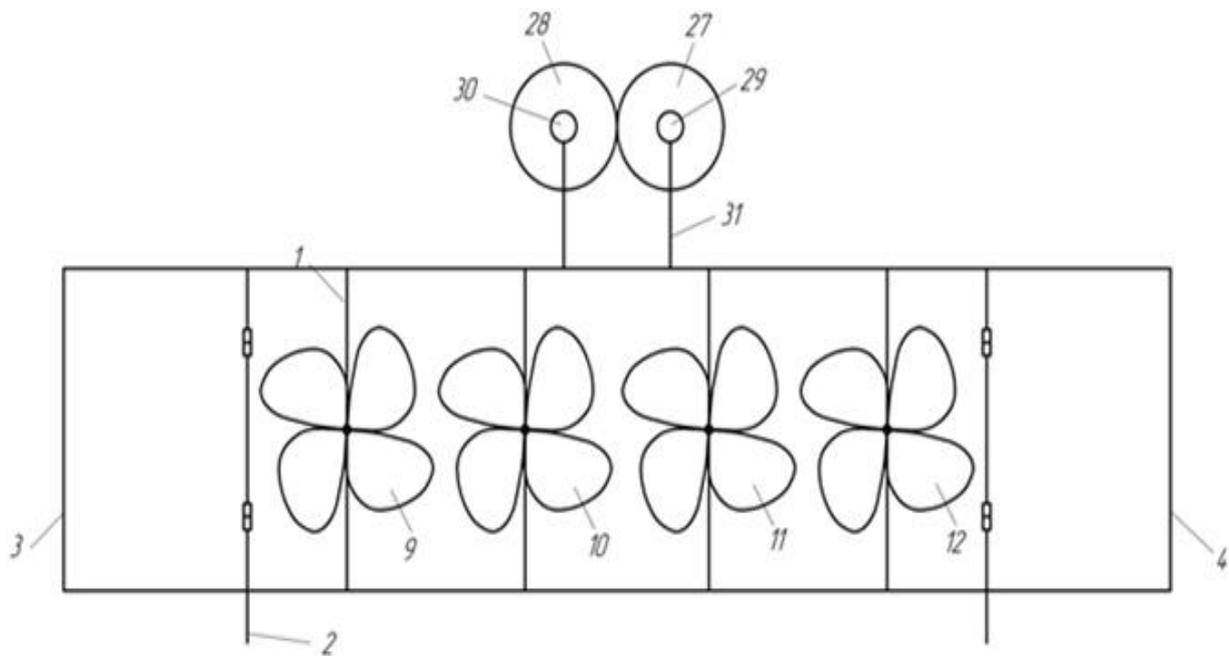
Во второй главе диссертации **«Разработка конструкции гидромашин для потока естественно текущей воды и расчет сил, действующих на рабочие органы»** приведены результаты теоретических исследований по разработке конструкции гидромашин (мобильная микроГЭС), структуре и кинематическому анализу гидроустановки, определению основных геометрических размеров предлагаемой гидромашин, силам, действующим на лопасти гидромашин, и выбору лопастей гидромашин, а также рациональной схемы передачи мощности.

По результатам проведенных исследований разработана конструктивная схема гидромашин, несущая энергию потока, соответствующую сточным водам нашего региона (рис. 1).

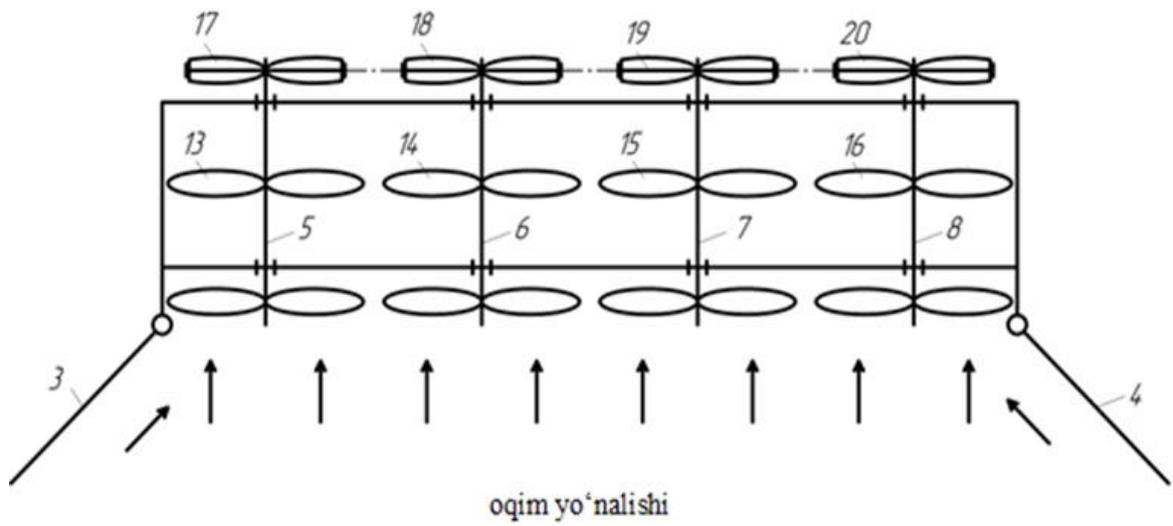
Предлагаемая гидромашин, транспортирующая энергию текучей среды, состоит из призматического каркаса 1 и его ножек 2, а также плоских пластин 3,4 направляющих поток в передней части, четырех рабочих валов 5,6,7,8 турбоколесов 9,10,11,12,13,14,15,16, звездочек в виде турбоколеса 17,18,19,20 звездочек 21,22,23,24 цепей 25,26 валов отбора мощности, к которым

подключается генератор или другое устройство 29, 30 зубчатых колес, жестко установленных на них 27, 28 и площадки 31. Рабочие валы 5, 6, 7, 8 и валы отбора мощности 29, 30 установлены на каркасе двигателя посредством подшипников.

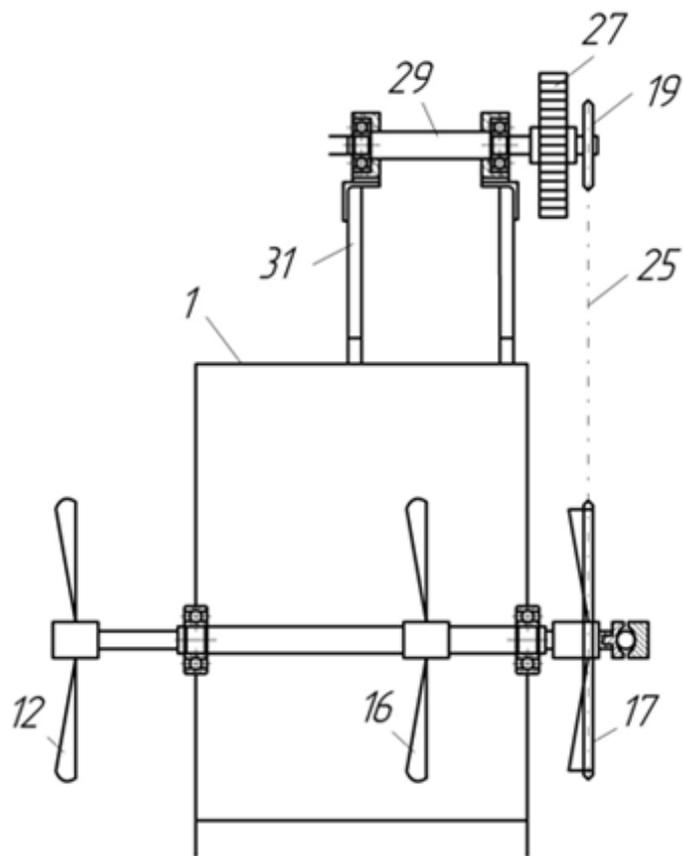
Гидромашина (водный двигатель) работает следующим образом. Передней частью двигатель погружают в проточную воду перпендикулярно и направляющими пластинами перекрывают оставшуюся поверхность канавы. В результате обеспечивается полное прохождение потока через рабочую поверхность. Валы отбора мощности и площадка для генератора, расположенные над каркасом, остаются вне воды. На лопасти и звездочки в виде турбоколеса, установленные на валах, расположенных параллельно направлению потока на рабочей поверхности устройства, действует поток воды. Поскольку каждое крыло лопасти расположено под определенным углом к плоскости, перпендикулярной валам, лопасти начинают вращаться под действием потока. Турбоколеса вращают валы вместе с собой. Движение валов соединяется между собой цепными передачами и передается на валы отбора мощности.



a)



б)



с)

Рис. 1. Предлагаемая конструктивная схема мобильной микроГЭС (гидромашины), а) вид спереди б) вид сверху с) вид сбоку.

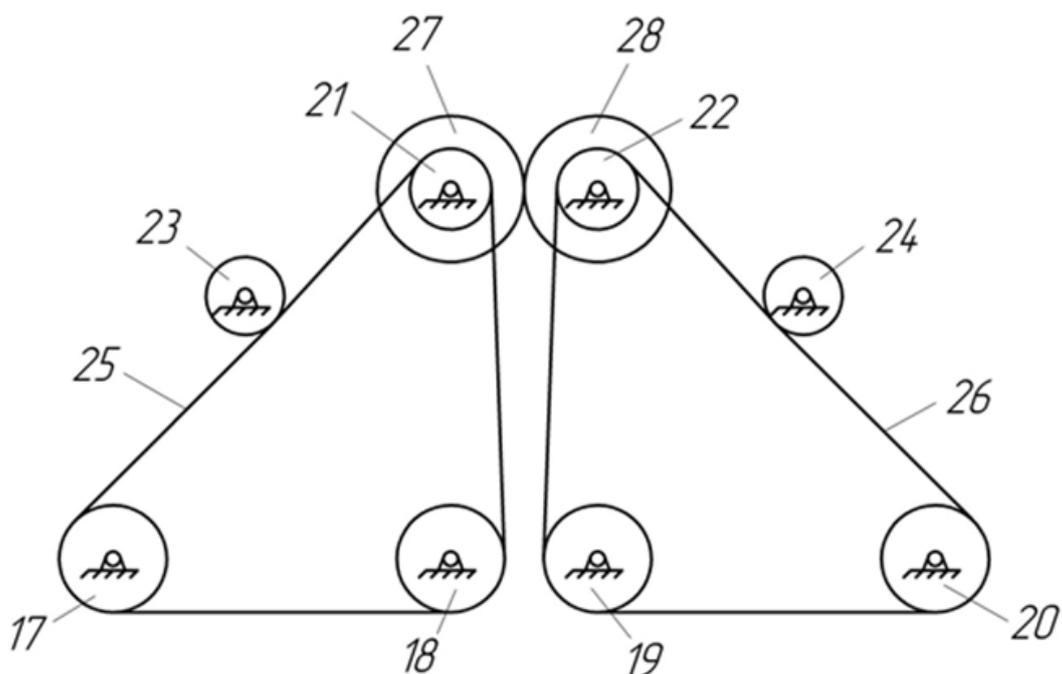
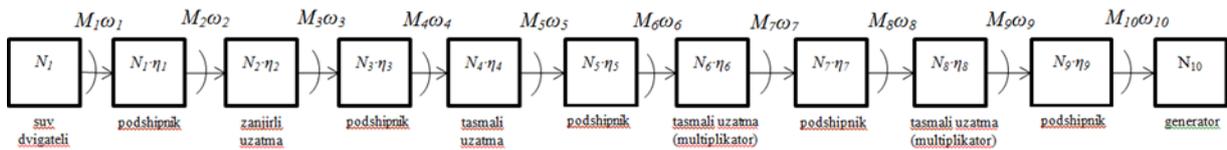


Рис. 2. Цепной привод гидромашины.

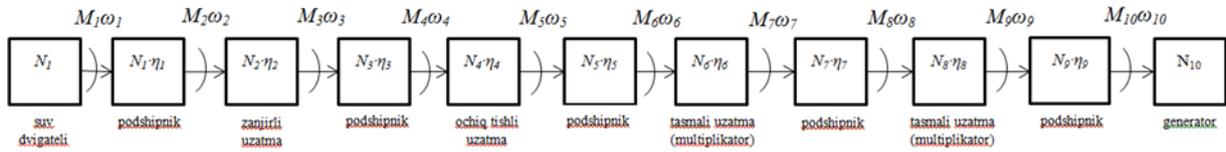
Водный двигатель является основным рабочим органом гидромашины (МикроГЭС), который установлен на горизонтальном валу (оси). Под действием потока воды он вращается с определенной угловой скоростью и совершает полезную работу, преодолевая силы сопротивления.

В третьей главе диссертации «**Обоснование параметров рабочих органов мобильных микроагрегатов**» приведен выбор рациональной конструкции привода гидроагрегата для низконапорных потоков, составление динамической и математической модели гидроагрегата, определение моментов инерции вращающихся рабочих органов гидромашины, численное решение математической модели и анализ результатов. В исследуемом объекте источник энергии получает энергию из воды. Поэтому вполне естественно, что там высокая влажность воздуха. Поэтому эффективность использования передач, работающих за счет трения, можно считать низкой. Следовательно, в механизме привода исследуемого гидроагрегата целесообразно использовать передачи, работающие за счет сцепления.

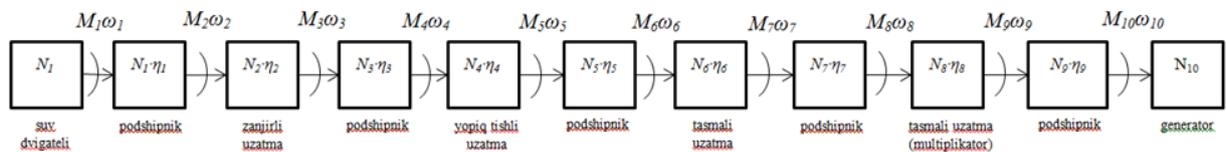
С учетом вышеизложенного было разработано несколько расчетных схем гидроагрегата (рис. 3).



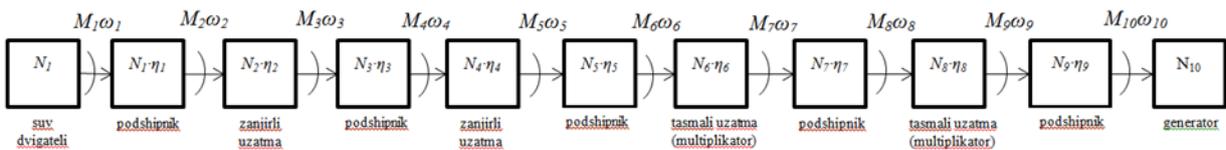
a



b



c



d

Рис.3. Расчетные схемы

Целью данного исследования является выбор рациональной конструкции приводов малой массы и размера, обеспечивающих высокую эффективность гидроагрегата. Одной из основных характеристик машин является его КПД. КПД механических систем извещает, насколько хорошо работает машина.

Исследования показывают, что при выборе приводов гидроагрегатов, предназначенных для низконапорных потоков, расчетные схемы на рис. 3 а и в не рекомендуются из-за низкого КПД, а расчетная схема на рис. 3 б, несмотря на высокий КПД, не рекомендуется из-за сложности ее конструкции, большой массы, высокой точности соосности валов. Исходя из вышеизложенного, рекомендуется расчетная схема на рис. 3 д. Так как эта расчетная схема подтверждается такими преимуществами, как простота конструкции, высокий КПД, относительно небольшие нагрузки на вал и его опоры, отсутствие скольжения и буксования, легкая замена цепи и длительный срок службы. Следовательно, дальнейшие исследования проведем на гидромашине, оснащенной цепной передачей.

На следующем этапе исследований гидромашину будем рассматривать как двухмассовый машинный агрегат, упруго связанный друг с другом. При этом с одной стороны упругого звена (цепи) расположена гидромашина (мобильная микроГЭС), а с другой - генератор. Его динамическую модель можно условно представить в виде схемы, показанной на рис. 4.

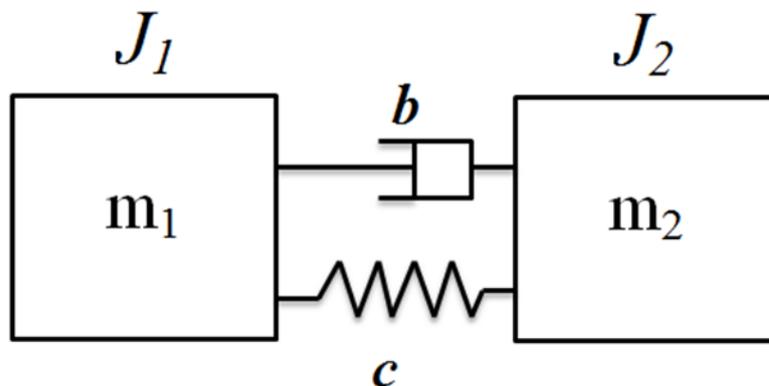


Рис. 4. Динамическая модель гидравлической машины

В исследованиях рассматриваем угловую скорость ($\omega_2 = \text{const}$) генератора как постоянную, затем зависимость между углами отклонения, угловой скоростью и ускорениями масс записываем следующим образом

$$\varphi_1 - u \omega t = \Delta\varphi, \quad (1)$$

$$\frac{d\varphi_1}{dt} - u \frac{d\varphi_2}{dt} = \Delta\dot{\varphi}, \quad (2)$$

$$\frac{d^2\varphi_1}{dt^2} = \Delta\ddot{\varphi}. \quad (3)$$

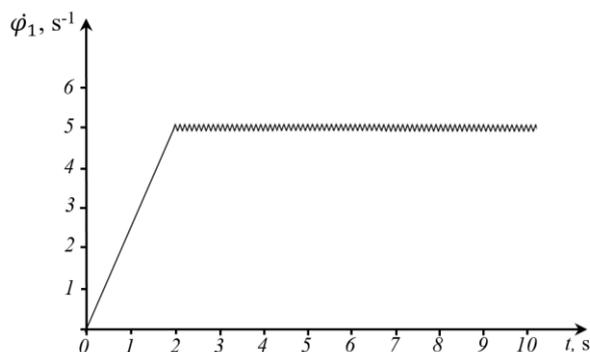
Учитывая (1), (2) и (3), построим систему дифференциальных уравнений, представляющих движение масс для динамической модели, приведенной на рис.4

$$\begin{cases} J_1 \Delta\ddot{\varphi} + b \Delta\dot{\varphi} + c \Delta\varphi = M_{ю} + \Delta M_{ю} \sin \omega t \\ -b \Delta\dot{\varphi} - c \Delta\varphi = -M_{к} \end{cases} \quad (4)$$

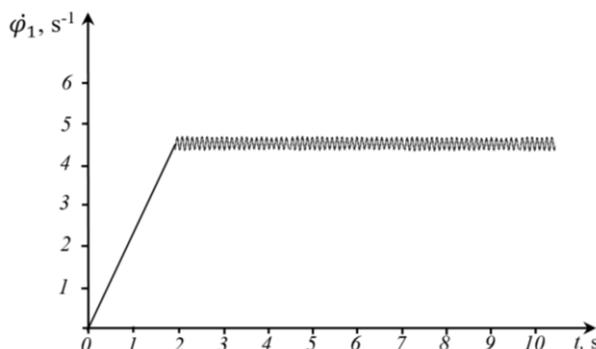
где J_1 – момент инерции, приведенный массами в водяном колесе, kgm^2 ; b – коэффициент демпфирования, Nms/rad ; c – коэффициент жесткости цепи, Nm/rad ; $\ddot{\varphi}_1$ – угловое ускорение колеса, rad/s^2 ; φ_1 – угол поворота водяного двигателя, rad ; $\Delta\varphi$ – дополнительный угол поворота в результате деформации цепи, rad ; u – количество передач ременной передачи; $M_{ю}$ – крутящий момент на валу водяного двигателя, Nm ; $M_{к}$ – крутящий момент на валу генератора, Nm .

По результатам проведенных исследований при получении численного решения системы дифференциальных уравнений воспользуемся следующими значениями параметров: $M_k=35 \text{ Nm}$; $J_1=0,144 \text{ kgm}^2$; $u=0,25$; $b=4,2 \text{ Nms/rad}$; $c=634 \text{ Nm/rad}$; $\omega_2=20 \text{ rad/s}$; $t=(0-10) \text{ s}$.

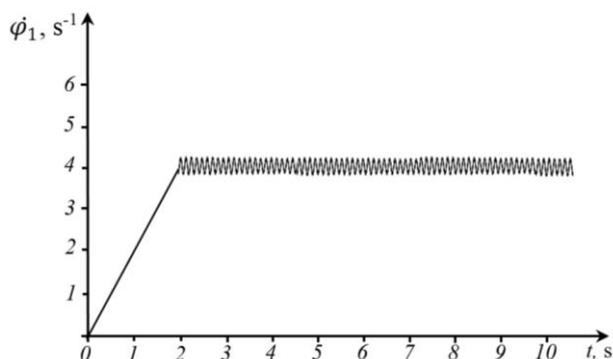
На основе проведенных численных решений получены законы изменения угловой скорости гидромашины (рис.5).



a



б



в

a- $M_k=30 \text{ Nm}$; *б*- $M_k=35 \text{ Nm}$; *в*- $M_k=40 \text{ Nm}$

Рис. 5. Закономерности изменения угловой скорости гидромашины.

Из полученных законов движения видно, что увеличение потребления электроэнергии приводит к уменьшению средних значений угловых скоростей гидромашины, а их амплитуды колебаний увеличиваются. Следует отметить, что колебания угловых скоростей в основном зависят от значений M_k и c . С увеличением крутящих жесткостей ременной передачи угловая скорость вала нормализуется.

На рис. 6 и 7 приведены графики зависимости угловой скорости и охвата колебаний гидромашины в период устойчивого движения и его охвата колебаний от момента силы сопротивления.

Из графиков видно, что при увеличении момента силы сопротивления от 30 Нм до 40 Нм угловая скорость гидромашины (микроГЭС) при установившемся движении уменьшается с 5 s^{-1} до 4 s^{-1} по криволинейной закономерности (рис.6), а ее диапазон колебаний увеличивается по криволинейной закономерности с $0,18 \text{ s}^{-1}$ до $0,25 \text{ s}^{-1}$ (рис.7).

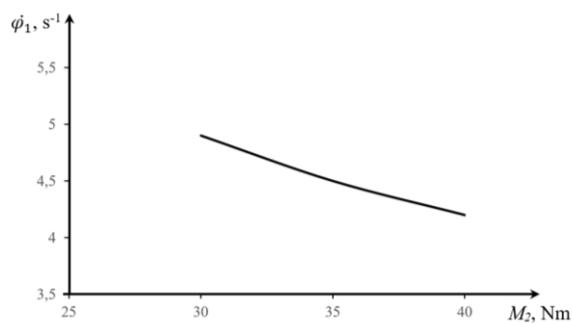


Рис.6. График зависимости угловой скорости передаточного вала от силы технологического сопротивления

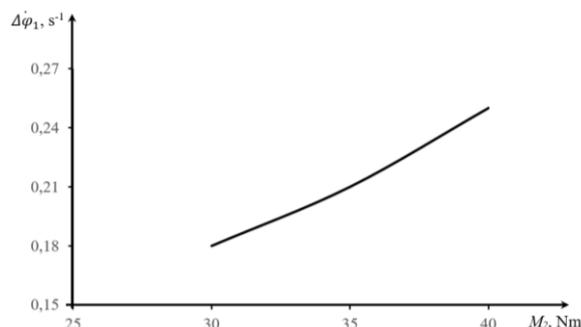


Рис.7. График зависимости угловой скорости передаточного вала от силы технологического сопротивления охвата колебаний

Согласно результатам исследования, с увеличением охвата колебаний скорости передаточного вала увеличивается и интервал изменения энергии, передаваемой генератору, что приводит к снижению эффективности получения электроэнергии от генератора. Следовательно, при существующих значениях начальных параметров рекомендуемый момент силы сопротивления должен быть $M_k \leq 35$.

В четвертой главе диссертации «**Экспериментальные исследования и расчет технико-экономической эффективности**», приведены цель, задачи, методы проведения экспериментальных исследований, обработка полученных результатов, проведенные исследования по внедрению.

Экспериментальные исследования проводились на гидромашине, предназначенной для низконапорных потоков, установленной в канаве, протекающей через махаллю Чорсу Чартакского района Наманганской области.

Целью проведенных экспериментальных исследований является изучение закономерностей изменения параметров, отражающих процесс передачи мощности гидромашин, т.е. числа оборотов вала передачи мощности и крутящего момента в нем, а также определение его коэффициента полезного действия.

Задачи экспериментальных исследований заключаются в следующем:

- разработка опытно-экспериментального образца (модели) гидромашин;
- Подготовка эскизов и чертежей модели;
- Изготовление и сборка деталей;
- Выбор проточной воды (реки, каналы, ручьи и т. п.), мест проведения эксперимента и оборудования;
- Разработка техники безопасности;
- Определение следующих параметров в ходе эксперимента:
 1. скорость потока воды по сечениям;
 2. сила давления, оказываемая водным потоком на единицу площади;
 3. скорости вращения, крутящие моменты при установившемся вращении лопастей под углами $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ$;
 4. скорость потока воды перед и за искусственным препятствием;

5. определение расхода воды, протекающей в канаве;
6. измерение крутящего момента на ведущем валу с учетом расхода воды и приложенного сопротивления;
7. измерение числа оборотов на ведущем валу.

В экспериментальных исследованиях главной задачей установлено определение закономерностей изменения крутящих моментов на валах.

Для проведения экспериментов был изготовлен экспериментальный образец гидромашины, предназначенной для низконапорных потоков, и его электротензометрическая схема представлена на рис.8, которая состоит из следующего: 1-рабочая лопасть, 2-рабочий вал, 3-подшипник, 4,5-ведущие звездочки цепной передачи, 6-ведомая звездочка цепной передачи, 7-цепь, 8-пара открытых зубчатых передач, 9,10,14-валы передачи мощности, 11,12-шкивы первой ременной передачи (мультипликатора), 13-ремень, 15-16-шкивы второй ременной передачи (мультипликатора), 17-вал генератора, 18-генератор, 19-тензодатчик, 20-токоприёмник, 21-магнит, 22-электромагнитный датчик, 23-микроконтроллер UNO Arduino, 24-компьютер.

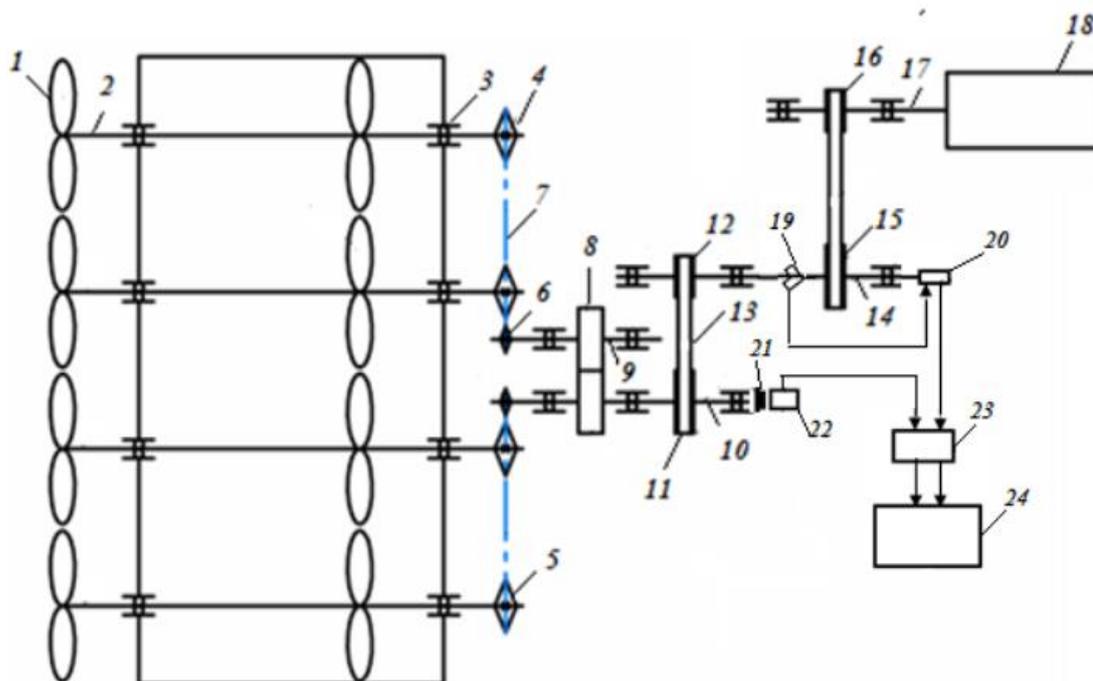
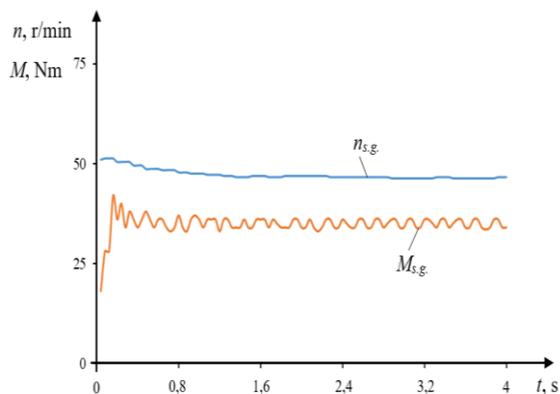


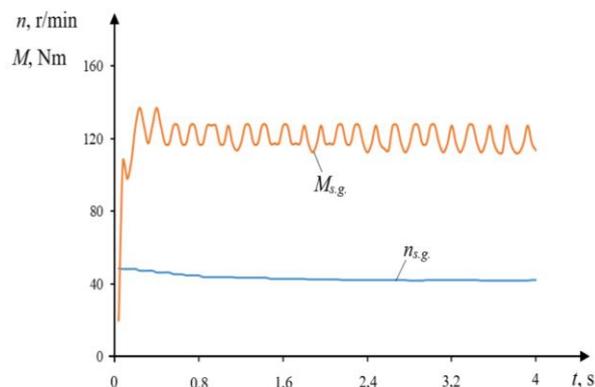
Рис.8. Электротензометрическая схема лабораторного стенда

На основе проведенных теоретических исследований был проведен ряд экспериментальных исследований. Экспериментальные исследования проводились на 3-х различных расходах воды и 3-х различных технологических сопротивлениях при скорости течения воды в канаве 1,05 м/с. При этом расход воды составляет 80 л, 100 л, 120 л в секунду. В качестве технологического сопротивления была выбрана мощность электрической энергии, вырабатываемой генератором, составляющая 100 Вт, 300 Вт, 500 Вт. Результаты

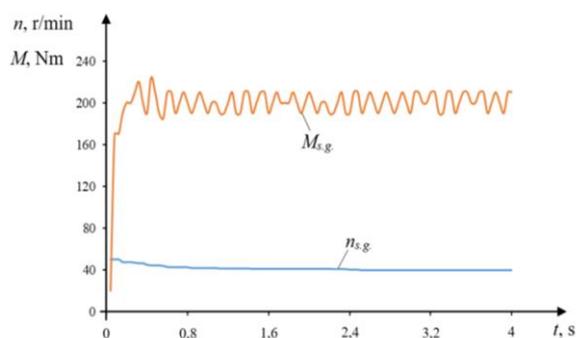
экспериментальных исследований были взяты в числовом виде, и для анализа закономерностей их изменения с помощью компьютерной программы Excel были построены осциллограммы (рис.9).



а



б



с

а- расход электроэнергии 100 W;
 б - расход электроэнергии 300 W;
 с- расход электроэнергии 500 W.

Рис.9. Закономерности изменения момента и числа оборотов на валу гидромашины (расход воды 120 л/с)

На основе анализа приведенных выше осциллограмм построен график зависимости крутящего момента и числа оборотов вала гидромашины от мощности потребления электроэнергии (рис.9). Из этих графиков видно, что по мере увеличения мощности потребления электроэнергии крутящий момент на валу гидромашины также увеличивается по криволинейному закону, а число оборотов уменьшается по криволинейному закону.

Из рис.10 видно, что с увеличением расхода воды уменьшается интервал колебаний крутящего момента на валу гидромашины. Например, при расходе воды 80 л/с и крутящем моменте $M_{s.g.}=139$ Нм, $\Delta M_{s.g.}=14,5$ Нм, при расходе воды 100 л/с и крутящем моменте $M_{s.g.}=130$ Нм, $\Delta M_{s.g.}=11,2$ Нм, при расходе воды 120 л/с и крутящем моменте $M_{s.g.}=120$ Нм, $\Delta M_{s.g.}=9,8$ Нм. Цифры показывают, что с увеличением значения крутящего момента интервал его колебаний увеличивается по криволинейному закону.

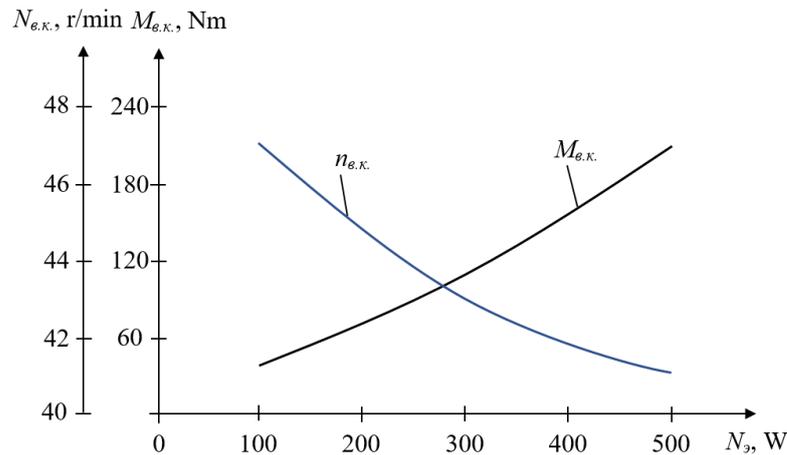


Рис.10. График зависимости крутящего момента и числа оборотов на валу гидромашины от мощности потребляемой электроэнергии

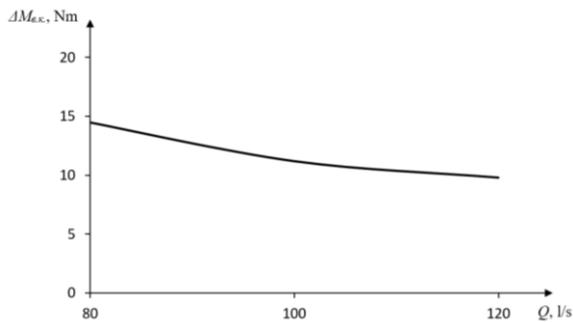


Рис.11. График зависимости расхода воды от колебания крутящего момента на валу гидромашины

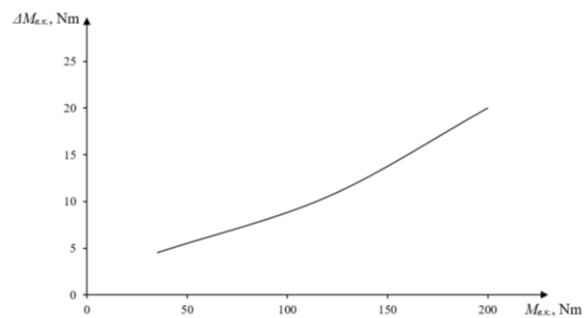


Рис.12. График зависимости момента сопротивления от крутящего момента вала гидромашины от вибрации

Результаты проведенных исследований показали, что КПД предлагаемой гидромашины, предназначенной для низконапорных потоков, составляет 0,75.

Годовой экономический КПД гидромашины (мобильной микроГЭС), рассчитанной для потока естественно текущей воды, мощностью 5 кВт по сравнению с бензиновым генератором составляет 92 252 000 сумов, а по сравнению с традиционной электроэнергией - 6 461 000 сумов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате анализа научно-исследовательских работ по конструктивным особенностям гидротурбин для мобильных микроГЭС установлена эффективность использования гидромашин с получением энергии потока естественно текущей воды, разработана их усовершенствованная конструкция.

2. Установлено, что при наличии 8 лопастей мобильной микроГЭС и углу установки лопастей в диапазоне 45° - 60° , можно получить максимальную мощность проточной воды.

3. В результате теоретических исследований было рассчитано, что диаметр лопастей в мобильной микроГЭС составляет 40 см, а расстояние между лопастями на одном валу - 50 см.

4. В гидромашинах, предназначенных для низконапорных течений, следует использовать приводы с открытой цепью, учитывая такие преимущества, как простота конструкции, относительно высокий КПД, небольшая сила, действующая на опоры вала, отсутствие проскальзывания и буксования, а также длительный срок службы.

5. Учитывая размах колебаний угловой скорости гидромашин, не превышающий $0,2 \text{ s}^{-1}$ при значениях имеющихся начальных параметров, для обеспечения эффективной работы генератора, момент силы сопротивления должен составлять $M_k \leq 35 \text{ Nm}$.

6. В результате экспериментальных исследований были предложены закономерности изменения крутящего момента и числа оборотов на валу гидромашин при различных условиях, т.е. при скоростях потока воды 1,5 м/с, 2 м/с, 2,5 м/с, 3 м/с и потреблении электроэнергии 100 Вт, 200 Вт, 300 Вт, 500 Вт.

7. По результатам экспериментальных исследований установлено, что КПД разработанной гидромашин для потока естественно текущей воды составляет 0,75.

8. Годовой экономический КПД гидромашин (мобильной микроГЭС), рассчитанной для потока естественно текущей воды, мощностью 5 кВт по сравнению с бензиновым генератором составляет 92 252 000 сумов, а по сравнению с традиционной электроэнергией - 6 461 000 сумов.

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER ISLAM
KARIMOV SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.12.2019.T.03.04. ON THE
AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREES**

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER ISLAM
KARIMOV**

UKTAMOV SARDOR MAXMUDJONOVICH

**IMPROVEMENT OF THE TURBINE STRUCTURE FOR MOBILE MICRO-
HYDROGENS AND DEVELOPMENT OF THEIR DESIGN METHODS**

**05.02.02 - Theory of mechanisms and machines. Teoretical engineering and machine
elements**

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

Toshkent – 2025

The theme of the doctoral of philosophy (PhD) dissertation is registered in the Supreme Attestation Commission at the Ministry of higher education, science and innovations of the Republic of Uzbekistan under B2022.3.PhD/T3112.

The dissertation has been carried out at the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available on the website at (www.tdtu.uz) and on the website of «ZiyoNET» information-educational portal www.ziynet.uz.

Scientific supervisor: **Umurzakov Akramjon Xakimovich**
doctor of technical science, docent

Official opponents: **Alimuxamedov Shavkat Pirmuxamedovich**
doctor of technical science, professor

Mukhamedov Djabirxon
doctor of philosophy, professor

Leading organization: **Andijan state technical institute**

The defense of the dissertation will take place on « 24 » December 2025 at 14⁰⁰ a.m. at a meeting of Scientific Council DSc.03/30.12.2019.T.03.04 at Tashkent State Technical University named after Islam Karimov (Address: 100095, Tashkent city, University street, 2nd house. Tel./fax: (99871) 207-07-32,

The dissertation can be reviewed at the Informational Resource Center of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, (registered with the number **68**) (Address: 100095, Tashkent city, University street, 2nd house. Tel./fax: (99871) 207-07-32, e-mail: tadqiqotchi@tdtu.uz.)

The abstract of the dissertation was distributed on « **11** » **december** of 2025.
(Report of the digital register of **203** on « **11** » **december** of 2025.)



K.A.Karimov
Chairman of the Academic Council, which awards degrees,
doctor of technical sciences, professor

Sh.B. Tashbulatov
Academic Secretary of the Academic Council, which awards degrees,
doctor of technical sciences (DSc), assistant professor

A.A. Mukhitdinov
Scientific under the Academic Council, which awards academic degrees
chairman of the seminar, doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (ANNOTATION OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) DISSERTATION)

The aim of research work is the development of rational designs for hydraulic machine drives intended for use in low-pressure streams of naturally flowing waters.

Objects of the research is the working bodies and drives of hydraulic machines designed to obtain energy from a stream of naturally flowing water.

The scientific novelty of the research is as follows:

The winged and gusseted constructions of mobile micro-hydrogens working without hydroponic have been studied, and a rational method of obtaining free-flowing water energy has been developed;

the parametric values of the working bodies selected depending on the flow rate, operating conditions and the extracted power for the developed mobile micro-electric generators were theoretically justified;

the constituent forces that create the torque on the driving shaft of the hydraulic machine were determined based on the principles of kinetostatics, and a mathematical model expressing their interdependence was developed;

the dynamic problem of the hydraulic machine with a belt drive is considered as a two-mass mechanical system, and the law of change of the angular velocity of the mobile microhydrogen blades is determined depending on the moment of the technological resistance force in the generator and the deformation and dissipative properties of the belt drive.

Implementation of research results. Based on the results obtained on the improvement of the turbine construction for mobile micro-hydrogens and the development of their design methods:

A patent for the utility model of the Republic of Uzbekistan for the technical solution of the construction of a hydromachine capable of working in natural water flows was obtained ("Device for transmitting the energy of the flowing environment", FAP 2535. 26.01.2024.). As a result, it was possible to develop a construction of a hydromachine capable of working in free-flowing waters;

The mobile micro-hydropower plant developed on the basis of the research results has been implemented in the "Chorsu" MSG of the Chartak district of Namangan region (act dated July 15, 2024) (certificate of the Association of Neighborhoods of Uzbekistan № 02-02-01/842 dated August 19, 2024). As a result, without causing any harm to the environment, the area around the installation has been improved, and alternative energy sources are being used effectively. The electricity generated by the hydromachine is used to illuminate the streets of the mahalla.

The structure and volume of the thesis. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and applications. The volume of the dissertation is 117 pages.

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

I bo'lim (I часть; I part)

1. O'ktamov S. M., Umurzaqov A. X., Hakimov O'. A., Mamadaliev I. R. Oquvchi muhit energiyasini uzatuvchi qurilma. Patent № FAP 2535-2024 y.

2. Umurzaqov A. X., O'ktamov S. M. Mobil mikroGESlar uchun turbina konstruksiyasini takomillashtirish. № DGU 28835.

3. Khakimov O' A., Oktamov S M. Selection of hydro power plant (Micro HPP) drives for natural water flows// AMERICAN Journal of Engineering, Mechanics and Architecture ISSN (E): 2993-2637; Volume 2, Issue 11, 2024. (05.00.00 №14¹)

4. Umurzakov A. X., Khakimov U. A., Uktamov S. M. Issues of Creation of Water Engines for Mobile Micro-HPP and Pumps. American Journal of Engineering, Mechanics and Architecture (2993-2637). 2, 12 (Dec. 2024), 176–181. (05.00.00 №14¹).

5. Турдалиев В.М., Ҳақимов Ў.А., Ўктамов С.М., Раҳимбердиев Д.Т. МикроГЭСнинг тажрибавий усулда тадқиқ этиш ва сув ғилдирагининг фойдали иш коэффициентини аниқлаш // Механика ва технология илмий журнали. – Наманган, 2022. – №3. – Б. 38-46. (05.00.00; ЎЗР Олий аттестация комиссияси Раёсатининг 2022 йил 1 февралдаги №311/6 қарори).

6. Hakimov O'.A., O'ktamov S.M. Past bosimli oqimlarga mo'ljallangan mikroges konstruksiyalarining tahlili // Механика ва texnologiya ilmiy jurnali. – Namangan, 2024. – №3. – Б. 247-253. (05.00.00; О'zR Oliy attestatsiya komisiyasi Royosatining 2022 yil 1 fevraldagi №311/6 qarori).

II bo'lim (II часть; II part)

7. Khakimov O' A., Oktamov S M. Mikroges mexanizmlarini tadqiq etish// Sustainability of education socio-economic science theory: a collection of scientific works of the International scientific online conference (7th AUGUST , 2024) – Finland, Helsinki: "CESS", 2024. Part 21 –pp. 23-28.

8. Умурзақов А.Х., Ўктамов С.М., Ҳақимов Ў.А. МикроГЭСларда ишлаб чиқариладиган электр энергиясини сув миқдори ва босимига боғлиқлигини назарий асослаш // Замонавий машинасозликда инновацион технологияларни қўллашнинг илмий асослари: тажриба ва истиқболлар: мавзусида халқаро миқёсида илмий-амалий конференция материаллари тўплами. – Наманган, 2022. – Б. 221-223.

9. Ўктамов С.М., Холмирзаев М Ф. Мобил микроГЭСларнинг фойдали иш коэффициенти трбина конструсиасини ва ўрнатилган босимга боғлиқлиги// Zamonaviy mashinasozlik va muhandislik ta'limi muammolari: Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya. – Андижон, 2023. – Б. 286-288.

10. Турдалиев В.М., Ҳақимов Ў.А., Ўктамов С.М., Туйчиева М.В. Гидромашина турбинасидаги валларни мустаҳкамликка ҳисоблаш // Янги турдаги муқобил энергия манбаларидан фойдаланишнинг инновацион ечимлари

ва улардан фойдаланишда энерготежамкор қурилмаларни қўллаш: республика миқёсидаги илмий ва илмий-техник анжуман. – Андижон, 2022. – Б. 411-414.

11. Hakimov O.A., O'ktamov S.M. Quvvati 10 kw gacha bo'lgan mikrogeslarning konstruksiyalarini tahlili// "Xalqaro standartlar asosida maxsulot sifatini ta'minlashda energiya va resurstejamkor zamonaviy texnologiyalarni qo'llashning innovasion usullari": respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjuman. – Namanagan, 2024. – B. 197-199.

Avtoreferat “Texnika fanlari va innovatsiya” ilmiy jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus, ingliz (rezyume) tillaridagi matnlar mosligi tekshirildi
(6 may 2025 yil)

Bosishga ruxsat etildi: 11.12.2025-yil.
Bichimi 60x84 1/16 Hajmi 2,75 bosma taboq.
Times New Roman garniturasida. Ofset usulida bosildi.
Buyurtma raqami –29/10, Adadi 60 nusxa.

“Vodiy Poligraf” MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Namangan sh., 5-kichik tuman, G‘alaba ko‘chasi, 19-u