



**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ТАРАҚҚИЁТИ**
**РАЗВИТИЕ НАУКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ**



6
2025



Тахририят ҳайъати раиси:

СИДДИҚОВА С.Ғ. –

Бухоро давлат техника университети ректори

Муовини:

НИЗАМОВ А.Б. –

БухДТУ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори

Тахрир ҳайъати:

МУҚИМОВ К.М. – ЎзР ФА академиги (ЎЗМУ)

ЖАЛИЛОВ А.Т. – ЎзР ФА академиги (Тошкент кимё-технология ИТИ)

НЕГМАТОВ С.Н. – ЎзР ФА академиги (“Фан ва тараққиёт” ДУК)

БАҲОДИРОВ Ғ.А. – т.ф.д., профессор, ЎзР ФА бош илмий котиби

ХАМИДОВ О.Х. – иқтисод фанлари доктори, профессор (БухДУ)

ЖАЛИЛОВ Т.К. – иқтисод фанлари доктори (DSc), профессор (ТКТИ)

ПАРДАЕВА М.Д. – БухДТУ ёшлар масалалари ва маънавий-маърифий ишлар бўйича биринчи проректори, фалсафа фанлари доктори (DSc)

ХОЖИЕВ А.Х. – ўқув ишлари бўйича проректор, техника ф.ф.д. (PhD)

САИДОВ С.Б. – Бухоро ДТУ молия ва иқтисод ишлари бўйича проректори

ҚУРБОНОВ Ж.М. – техника фанлари доктори, профессор (Самарқанд ИСИ)

АДИЗОВ Б.З. – техника фанлари доктори (DSc), профессор, ЎзРФА УНКИ

АСТАНОВ С.Х. – физика-математика фанлари доктори, профессор

РАХМОНОВ Х.Қ. – техника фанлари доктори, профессор

ВОХИДОВ М.М. – техника фанлари доктори, профессор

ЖЎРАЕВ Х.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

САДУЛЛАЕВ Н.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВ Қ.Х. – техника фанлари доктори, профессор

ФОЗИЛОВ С.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

ИСАБАЕВ И.Б. – техника фанлари доктори, профессор

АБДУРАХМОНОВ О.Р. – техника фанлари доктори, профессор

ГАФУРОВ К.Х. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙДАРОВ А.А. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

ЖЎРАЕВ Ф.Ў. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МУРАДОВА Ф.Р. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор

ЖУМАЕВ М.Р. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ЮНУСОВА Г.С. – фалсафа фанлари доктори (DSc), профессор

БОБОЕВ А.Ч. – иқтисодиёт фанлари номзоди, профессор

ТЎХТАЕВА З.Ш. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.Ж. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ҲАЙИТОВ Р.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

БОЗОРОВ Ғ.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

БОЛТАЕВ З.И. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ОЛТИЕВ А.Т. – техника фанлари доктори, (DSc)

ЖАЛИЛОВ Р.Б. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.И. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВА Н.Қ. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

АХМЕДОВ В.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ Р.А. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ПУЛАТОВА М.И. – физика-математика фанлари номзоди, профессор

РАҲМАТОВ Ш.А. – педагогика фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)

ОЧИЛОВ А.Р. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

ЎРИНОВ У.А. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор

ПЎЛАТОВА С.У. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

САМИЕВА Ш.Х. – педагогика фанлари доктори (DSc), профессор

ТЕШАЕВ М.Х. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙТОВ В.У. – иқтисодиёт фанлари доктори (DSc), доцент

ХОЖИЕВ Ш.М. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

ХАЙИТОВ Ш.Н. – иқтисодиёт фанлари доктори (DSc), доцент

ЗОИРОВ Э.Х. – фалсафа фанлари доктори (DSc), доцент

НАРЗИЕВ М.С. – техника фанлари доктори (DSc), доцент

НАМАЗОВА Н.Дж. – иқтисодиёт фанлари б.ф.д. (PhD), доцент

Бош муҳаррир: ДЎСТОВ Ҳ.Б. – кимё фанлари доктори, профессор

Муҳаррирлар: Артикова М.М., Истамова Г.Х.

Мусахҳиҳ: Баракаева Д.Ф.

ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ТАРАҚҚИЁТИ

ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ

РАЗВИТИЕ НАУКИ И

ТЕХНОЛОГИЙ

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал Ўзбекистон матбуот ва ахборот агентлиги Бухоро вилояти бошқармасида 2014 йил 22-сентябрда № 05-066-сонли гувоҳнома билан рўйхатга олинган

Муассис:

Бухоро давлат техника университети

Журнал Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги ОАК Раёсатининг 2017 йил 29-мартдаги №239/5-сонли қарори билан диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий наشرлар рўйхатига киритилган. 2019 йилда Ўзбекистон Республикаси ОАК Раёсатининг қарорлари билан қайта рўйхатдан ўтказилган.

Тахририят манзили:

200117, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев

кўчаси, 15-уй, Бухоро давлат

техника университети

Тел: 0(365) 223-92-40

Факс: 0(365) 223-78-84

Электрон манзил:

E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

Журналнинг тўлиқ электрон варианты билан

<http://journal.bstu.uz>

сайти орқали танишиш мумкин.

Ушбу журналда чоп этилган материаллар тахририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки қисман чоп этилиши мумкин эмас.

Тахририятнинг фикри муаллифлар фикри билан ҳар доим ҳам мос тушмаслиги мумкин. Журналда ёритилган материалларнинг ҳаққонийлиги учун мақолаларнинг муаллифлари ва реклама берувчилар масъулдирлар.

МУНДАРИЖА - СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР	
Яхяев Н.Ш. Эксплуатация нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами....	5
Назаралиева Н. Дезодорациялаш жараёни гидродинамикасини яхшилашда секцияларга ажратиш истиқболлари.....	12
Mansurov O.A. Improving the drying process of fruits using convective method.....	17
Urinov A.A. Magistral quvurlari himoya qoplamalarini modifikatsiyalashda uglevodorod xomashyosi va bitum piroliz chiqindilarini qo'llash salohiyati.....	21
Норбоев О.Н., Улжаев Э. Расчет основного параметра емкостного датчика.....	25
Tog'aymurodov S.Z, Rasulova B.I. Yuklama tokining o'zgarishini transformatorlarning ichki izolyatsiyasiga bog'liqligini tekshirish.....	30
Berdiyev D.M., Komilova G.M. Shtamp asboblarning termik ishlov berish harorat rejimlarini optimallashtirish.....	34
Зокирова Д.А. Свободных и вынужденных колебаний на установке - ТМ 155.....	38
Bibutov N.S., Hojiyev A.X., Xabibov F.Yu., Xamroyev X.X. Metall konstruksiyalar.....	42
Shukrullayev J.O., Jo'rayev X.F. Barabanli quritgichda gidrodinamik rejimlarini nazariy tadqiq qilish.....	51
КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Беккулов Дж.Ш. Адаптивный виртуальный анализатор на основе метода “движущегося окна”, предназначенный для определения и анализа качественных показателей хлорида калия в режиме реального времени, постоянно адаптирующий свой алгоритм работы на основе последних данных.....	56
Mahmudov G' B., Ravshanov F.A., Qalandarov A.F. Sianlash jarayonida ionsektiv elektrodi usuli yordamida sian konsentratsiyasini o'lchash aniqligini oshirish.....	63
Obidov H.O. Gazni qayta ishlash zavodlarida turli xildagi absorbentlarning tahlili va jihoz, qurilmalarning korroziyalanishini oldini olish.....	72
Tilloeva Sh., Sharipov K. Improvement of the demercaptanization process based on kerosene production technology.....	77
Jo'rayeva D.Sh., Jumayev J.H., Atoev E.X. Sintez qilib olingan 1-(defenilamino)butanon-2 ning xromato-mass spektri tahlili.....	81
Ахмедова О.Б., Мустафоев Б.Ж. Риформинг жараёни учун янги авлод катализаторини танлаш.....	85
Сафаров Ё.Т., Гуро В.П., Расулова С.Н., Рузиев У.Н., Абдуллаев Ф.Р., Асадов А.И. Совершенствование технологии получения высокочистого вольфрамового ангидрида.....	90
Tojiyev O.O., Sharipov Q.Q., Yaminov F.F. Neft va gaz quduqlarining mahsuldorligini oshirish uchun tarkibi yaxshilangan kislota eritmasini olish.....	95
Фозилов Ҳ.С., Туробжонов С.М., Фозилов С.Ф. Этил спирти куб қолдиғи сивуш мойи асосида дизел ёқилғилари учун мойловчи ва едирилишга қарши присадкаларни олиш.....	100
Ranoyev E.R., Do'stov H.B., Nurnazirova G.D. Buxoro neftni qayta ishlash zavodidagi mazut xomashyosining fizik – kimyoviy tahlili va undan moy va koks olish jarayonini tahlil qilish.....	107
Soatov B.Sh., Xasanov A.S., Hakimov K.J., Muhammadiyev E.M. Xondiza polimetall ma'danlarining kollektiv-selektiv flotatsiyasini optimallashtirish va mis boyitmasini ajratib olishning samaradorligini oshirish	113
Ниезов С.А., Умиров Ф.Э., Номозова Г.Р., Махмудов.Р.А., Худойбердиев Ф.И. Калий хлориди ва натрий гипохлорит конверсияси асосида калий хлоратини олиш.....	119
Savriyev M.S., Do'stov H.B., Tilloyev L.I. Unconverted oil (uco) ning kimyoviy tarkibini gaz xromatografiya–mass-spektrometriya yordamida tahlil qilish.....	127

МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА	
Qo'ziyev Z.E. Quyosh fotoelektr panellarining asosiy parametrlarini tahlili va modellari.....	134
Tovboyev A.N., Tog'ayev I.B. Konveyer elektr yuritmalarida garmonik buzilishlarni kamaytirish hamda mexanik nosozliklarning elektr energiyasi sifatiga ta'sirini baholash texnologiyalari..	139
Sadullayev N.N., Murtazoyev F.F. Neft va gaz sanoatida energiya samaradorlikka ta'sir etuvchi omillar va energiya samaradorlikni oshirish imkoniyatlari.....	146
Жалилов Р.Б., Шарипова Н.О. Перспективы комбинированного производства электроэнергии, тепла и холода – актуальное направление в энергетике в условиях цифровой трансформации	150
Гафуров К.Х., Рахманов Ш.Б. Механизм влияния низкочастотного электрического поля на процесс сушки плодов (обзор).....	157
Ахмедов Х.И. Комплексное исследование химического состава, морфологии и эксплуатационных характеристик белых высокохромистых чугунов.....	161
Sayfiddinov Q.E. Ikki rotorli shamol turbinasini matlab/simulink tizimida modellashtirish va optimal parametrlarini aniqlash.....	168
Tovboyev A.N. Elektr tarmoqlarida ko'ndalang kompensatsiya tizimining funksional tahlili.....	174
Mamadjanov A.B., Akmalov J.X. Gravitatsion girdobli mikroges konussimon havzasining maqbul konstruksiyasini asoslash orqali energiya samaradorligini oshirish.....	180
Maxmudov B.M. Key factors in selecting drying process parameters and their impact on product quality and energy efficiency.....	189
ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР	
Тураев Х.С. Повышение надёжности и безопасности сложных технологических процессов с использованием принципов условной обратной связи.....	196
Sobirov M.N. Intelektual qurilmalarning internet tarmog'i (internet of things) ga asoslangan oziq - ovqat ishlab chiqarish va qayta ishlash korxonalarining umumiy modelini ishlab chiqish...	204
Sultonov S. Mathematical modeling of the output power of a mobile power plant with a garland turbine.....	212
ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Dehqonova N.A., Majidov K.X. Paxta moyini rafinatsiyalash jarayonlarida zamonaviy innovatsion texnologiyalarni qo'llash va ularning matematik modelini ishlab chiqish.....	218
Абдуллаева Г.У., Курбанов М.Т. Влияние лекарственных растений и их смеси на микро-биологические показатели комбикормов при хранении.....	226
Sharipov N.Z., Qo'ldosheva F.S. Gilos danagidan moy olish jarayonini ultratovushli maydonida jadallashtirish.....	232
Kuliyeva N.G'., Sharipov N.Z. Qovoq mag'zini quritish jarayonini ultratovush ta'sirida jadallashtirishning nazariy asoslari.....	236
Кабулов Н.А., Сабиров У.К., Окилов А.К. Машинное зрение для автоматизации контроля качества продукции.....	242
Садуллаев С.Х., Шахридинов Ф.Ф. Сравнительный анализ аминокислотного состава белков, полученных из местного зерна тритикале для помола хлебопекарной муки.....	245
ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Темирова Г.И. Табiiй мўйна хом ашёсининг физик-механик хусусиятларини иқтисодий харажатларга таъсирларини ўрганиш усуллари.....	253
Темирова Г.И. Аёллар устки кийими тайёрлашда фойдаланиладиган табiiй мўйна пакетининг физик-механик хоссалари.....	259

Uzoqova L.P. Tabiiy va sintetik charmlardan tayyorlangan ustki poyabzallarning shaklbardoshligini oshirish uchun shakllantirish rejimlarini ilmiy asoslash.....	264
Mirzaboyev J.B. Turli rusumli pnevmomexanik yigirish mashinalarida olingan ip sifat ko'rsatkichlarini tahlili.....	269
To'xtayeva Z.Sh., Abulova P.U. O'smirlar modasi talablari asosida antropometrik muvofiqlikning ergonomik ko'rsatkichlarini baholash.....	275
Azimova G.A., Kadirova D.N. Jun aralash tarkibli kiyimbop to'qimalarning texnologik ko'rsatkichlari tadqiqi.....	281
Gaybullayeva N.Z. Zamonaviy maxsus ish kiyimlari uchun innovatsion matolarning xususiyatlari va qo'llanilishi.....	285
Abduraxmanova F.A. Bikr qobiq yordamida poyabzal maketini barpo etish usullari.....	291
Uzoqova L.P. Poyabzal ishlab chiqarishda bichuvchi malakasining charmdan foydalanish koeffitsiyentiga ta'sirining ilmiy tahlili.....	296
Ихтиярова Г.А., Рахматова Г.Н., Асадова С.С. Исследования техники мокрого валяния - нунофелтинг на различных шелковых тканях.....	301
Эргашева Н.Д., Нигматова Ф.У., Шомансурова М.Ш., Музаффарова Ф. Модульное проектирование одежды как основа ресурсосбережения.....	306
Toshpulotov L.I., Xamrayeva S.A., Mardonov S.E. Ikki qatlamli ko'ylakbop matoning fizik-mexanik xususiyatlarini aniqlash uslublari.....	315
Kadirova D.N., Azimova G.A. Kiyimbop to'qimalarning tolaviy tarkibini aniqlash.....	320
Совутов М.Э., Мусаев Н.М., Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. Иссиқлик сақлаш хусусияти юқори бўлган трикотаж тўқималарининг сифатини баҳолаш.....	324
Xodjayeva M.E., Gafurova N.T. Yigiruvchilar uchun maxsus kiyim yaratishda o'tkazilgan tajribalarni matematik rejalashtirish va ratsional qiymatlarini aniqlash.....	329
Toshpulotov L.I., Xamrayeva S.A., Mardonov S.E. Turli o'rilishli ikki qatlamli ko'ylakbop matolar olish texnologiyasini ishlab chiqish.....	336
Нодирова М.Н., Танибердиев Ф.Р., Исломова М.С., Хамраева С.А. Ипларнинг узиш кучини аниқлаш усулини такомиллаштириш.....	342
Turdiyev B.E. Chigit shikastlanishini kamaytirish tajriba-sinov natijalari.....	345
Avezov M.F., Kuliyeva D.R. Yengil sanoat sohasida bazalt tolali matolardan foydalanishning ilmiy-asosiy tahlili.....	350
Musayev S.S., Qodirov T.J. Maxsus poyabzal tagligi uchun etilen propilen kauchuk va polipropilen asosidagi termoplastik elastomer kompozitsiyalarning mexanik xossalarini tadqiq etish.....	353
Muxammedova M.O. Boldir-tovon bo'g'imlari shikastlangan bemorlar uchun ilmiy asoslangan ortopedik poyabzal konstruksiyasini ishlab chiqish.....	360
Fayziyev S.H., Ibodullayev O.O. Paxta tozalash mashinasini yangi konstruktsiyasini ishlab chiqish.....	365
АНИҚ ВА ИЖТИМОИЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАҢЛАР	
Burxonov Z.A. Kutubxonada ish jarayonida avtomatlashtirilgan intellektual dezinfektsiyalovchi qurilmani ishlab chiqish.....	372
Xolova Sh.A. Effectiveness of implementing internet of things devices in occupational safety: real time monitoring approach.....	377
Мухамедбаев Аг.А. Легкий пористый заполнитель автоклавного генезиса.....	381
Gadoeva O.P. Bazalt asosidagi yangi qurilish materiallarini ishlab chiqarish texnologiyalari.....	388
ЭКОЛОГИЯ ВА АТРОФ МУҲИТ МУҲОФАЗАСИ	
Xaitov R.A., Axmedova M.B., G'ulomov I.G'. Ikkilamchi xomashyolaridan foydalanib ekologik toza qurilish materiallari ishlab chiqarish	394

Xaitov R.A., Axmedova M.B., Xalikova N.S. O‘simlik xomashyolaridan foydalanib ekologik toza mahsulot yetishtirish usullari.....	399
Pirimov R.R., Juraqulov A.X. Buxoro viloyati hududida qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlari.....	403
Yunusova G. R., Nabiyev A.A., Ro‘ziyev I.X. Chiqindi suvlar tarkibidagi AL, GA, TL ionlarini aniqlash usullari.....	411
Yaminov F.F., Obidov H.O. Oltingugurt-ishqorli oqova suvlarni tozalashning kimyoviy va kompleks usullari.....	417

UDK:621.311

GRAVITATSION GIRDOBLI MIKROGES KONUSSIMON HAVZASINING MAQBUL KONSTRUKSIYASINI ASOSLASH ORQALI ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH

¹Mamadjanov A.B., ²Akmalov J.X.¹Namangan davlat texnika universiteti, ²Farg'ona davlat texnika universiteti.

Annatsiya. Maqolada dunyo miqyosida jadallik bilan rivojlanib kelayotgan past bosimli mikroGESlar qatoriga kiruvchi giravitatsion girdobli mikro gidroelektr stansiyasi konussimon havzasining maqbul geometriyasini aniqlash orqali samaradorligini oshirish tahlili keltirilgan. Tadqiqot Solidworks Flow simulation dasturi orqali simulatsion tahlil qilindi. MikroGES yuqori samaradorlikka erishishi uchun, havzaning eng maqbul parametrlari aniqlangan. Havza konus qismining gorizontga nisbatan og'ish burchagi 45° , havza konus qismi balandligini havza diametriga nisbati $(h_k/D)=0,5$ havzaning suv chiqish diametrini havza diametriga nisbati $(d/D)=0,24$ ekanligi aniqlandi. Bu qiymatlar havzada girdob shakllanishi va tangensial tezligining ortishiga olib keldi.

Kalit so'zlar: mikroGES, Gravitatsion, Girdob, Tangensial tezlik, Solidworks Flow simulation, Konussimon havza.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗА СЧЁТ ОБОСНОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ КОНУСНОЙ БАССЕЙНЫ ГРАВИТАЦИОННОЙ ВИХРЕВОЙ МИКРОГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

¹Мамаджанов А.Б., ²Акмалов Ж.Х.¹Наманганский государственный технический университет, ²Ферганский государственный технический университет

Аннотация. В статье представлен анализ повышения эффективности гравитационной вихревой микро-гидроэлектростанции, относящейся к быстро развивающейся в мире группе микрогидроустановок низкого давления, за счёт определения оптимальной геометрии конического водосборного бассейна. Исследование выполнено методом симуляционного анализа в программе SolidWorks Flow Simulation. Для достижения высокой эффективности работы микроГЭС были определены оптимальные параметры водосборного бассейна. Установлено, что угол наклона конической части бассейна относительно горизонта составляет 45° , отношение высоты конической части к диаметру бассейна (h_k/D) равно 0,5, а отношение диаметра водосливного отверстия к диаметру бассейна (d/D) составляет 0,24. Эти значения обеспечили формирование устойчивого вихря и увеличение тангенциальной скорости потока в бассейне.

Ключевые слова: микроГЭС, гравитационная, вихрь, тангенциальная скорость, SolidWorks Flow Simulation, конический бассейн.

IMPROVING ENERGY EFFICIENCY THROUGH THE JUSTIFICATION OF THE OPTIMAL DESIGN OF THE CONICAL BASIN OF A GRAVITATIONAL VORTEX MICRO-HYDROPOWER PLANT

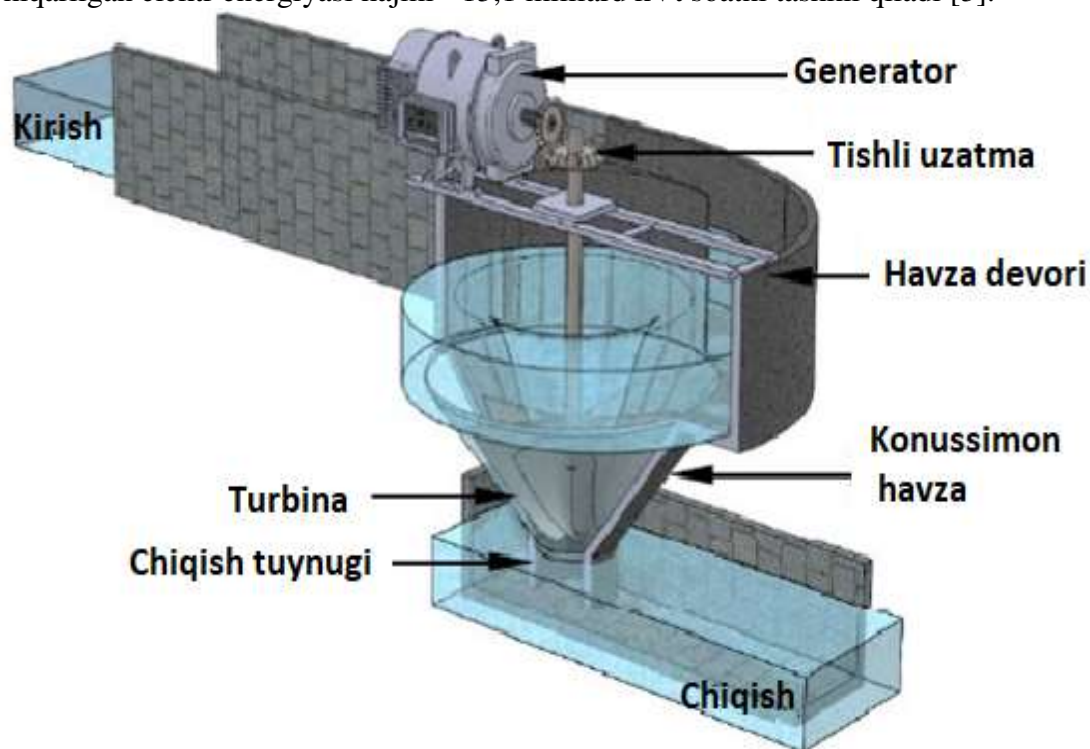
¹Mamadjanov A.B., ²Akmalov J.Kh.¹Namangan state technical university, ²Fergana state technical university

Abstract. The article presents an analysis of improving the efficiency of a gravitational vortex micro-hydropower plant, which belongs to the rapidly developing class of low-head micro-hydropower systems worldwide, by determining the optimal geometry of its conical basin. The study was carried out using simulation analysis in SolidWorks Flow Simulation. To achieve high efficiency of the micro-hydropower plant, the optimal parameters of the basin were identified. It was determined that the inclination angle of the conical section relative to the horizontal plane is 45° , the ratio of the cone height to the basin diameter $(h_k/D)=0.5$, and the ratio of the outlet diameter to the basin diameter $(d/D)=0.24$. These values led to the formation of a stable vortex and an increase in the tangential flow velocity within the basin.

Keywords: micro hydropower plant, gravitational, vortex, tangential velocity, SolidWorks Flow Simulation, conical basin.

Kirish. Jahon energetika amaliyotida noan'anaviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish ko'lamini kengaytirish, uglevodorodli yoqilg'i energetik resurslarni tejash orqali global iqlim o'zgarishlarini oldini olish va ekologik muvozanatni barqarorlashtirishga qaratilgan jumladan, kichik gidroenergetikaga oid ilmiy texnik ishlanmalar muhim ahamiyat kasb etadi. Shu jihatdan «2030 yilga borib rivojlanayotgan mamlakatlarda kichik energetik tizimlarning energiya ta'minotidagi ulushini 30-40 % ga yetkazish...» vazifalari belgilangan [1]. Bu borada jahon

amaliyotida keng rivojlanayotgan markazlashgan energiya ta'minotidan ajralgan, yakka holdagi kichik energetik tizimlar uchun energiya manbasi hisoblanadigan qayta tiklanuvchan energiya manbalaridan, jumladan mikro gidroelektr stansiyalardan oqilona foydalanish yuqori sur'atlarda ortib bormoqda va o'z navbatida mazkur sohaning rivojlanishiga katta e'tibor qaratilmoqda [2]. Hozirgi kunda Respublikamiz iqtisodiyotining muhim va ajralmas tarmog'i bo'lgan energetika sohasini tubdan rivojlantirish va zamonaviy talablar asosida sohaning texnik va texnologik darajasini yangilash maqsadida 2020-2030 yillarga mo'ljallangan konsepsiya ishlab chiqilgan. Unga ko'ra mamlakatimiz gidroenergetika sohasida 62 ta loyiha bo'yicha ishlarni amalga oshirish rejalashtirilgan, shu jumladan, umumiy quvvati 1537 MVt bo'lgan 35 ta gidroelektr stansiyalari qurilishi va quvvati 186 MVt ga oshirilgan 27 ta gidroelektr stansiyalarni modernizatsiya qilish mo'ljallangan. Natijada, 2030 yilga kelib, GESlarning umumiy quvvati 3785 MVtni tashkil qilib, ishlab chiqarilgan elektr energiyasi hajmi - 13,1 milliard kVt soatni tashkil qiladi [3].



1-rasm. Gravitatsion girdobli mikroGES

Dunyo miqyosida GESlar tomonidan ishlab chiqariladigan elektr energiyasi yirik gidroelektrostansiyalardan olinadi va ularning quvvati 100 MW dan ortiq. Ammo bunday yirik gidroelektrostansiyalar ekologiyaga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Umuman olganda, kichik gidroelektrostansiyalar 10 MW dan kam quvvat ishlab chiqaradi, ekologiyaga kamroq ta'sir qiladi. Elektr ishlab chiqarish quvvatiga ko'ra, mikro gidroelektrostansiyalar quvvatiga qarab 5 kW dan 100 kW gacha bo'ladi. Gravitatsion girdobli gidroelektr stansiyalar, suv girdob hosil qilishi uchun maxsus havza, uning pastki qismida suv chiqish tuynugi mavjud bo'ladi. Suv odatda havzaga kirib turbina qanotlariga uriladi va hosil bo'lgan mexanik energiya generatorga uzatiladi (1-rasm).

Gravitatsion suv girdobli gidroturbina tizimlari ham past bosimli mikro gidroenergetika tizimlari sifatida qo'llaniladi, chunki $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ dan $2 \text{ m}^3/\text{s}$ gacha bo'lgan oqim sarfida, 1-3 m gacha balandlikda 100 W dan 20 kW gacha quvvat ishlab chiqaradi [5,6]. Bunday gravitatsion girdobli mikro GESlarni rivojlantirish va samaradorligini havza dizayniga bog'liqligini o'rganish uchun ko'plab olimlarning tadqiqotlari o'rganildi. 2003 yili Avstriyalik muhandis Frans Zotloterer tomonidan silindrsimon shakldagi havzadan foydalanib elektr quvvati ishlab chiqarishga ilk patent olingan. Izlanishlar natijasida konussimon shakldagi havzada girdobning tangensial tezligini oshirish, girdob hosil qilish qulayligi tufayli yanada rivojlanib kelmoqda [9].

Izlanishlar natijasida olimlar havzalarning bir nechta turlarini taklif qilishgan, a) silindrsimon havza, b) konussimon havza [9]. Mulligan va boshqalar tomonidan olib borilgan izlanishlarda, girdob kuchiga bog'liq bo'lgan, suvning aylanishlar soni havza geometriyasiga bog'liqligini aniqlangan [11]. Havza geometriyasi tangensial tezlik, girdob balandligiga va samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi [7]. Tangensial tezlikning oshishi turbinaning gidrodinamik kuchini va samaradorligini oshiradi. Ko'plab tadqiqotchilar konussimon havzalarga qiziqish bildirishgan, chunki ular silindrsimon havzadan ko'ra kuchliroq girdoblar hosil qilish qobiliyatiga ega [12]. Dhakal va boshqalar konussimon va silindrsimon havzalar ko'rsatkichlarini tahlilini o'tkazdi. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, konusli havzalar bir xil oqim tezligi va balandlikda, yuqori tezlik bilan girdobni hosil qiladi.

Konussimon havzada, havza kengligi asta torayishi uzluksizlik tenglamasiga amal qilgan holda tezlikning oshishiga olib keladi. Bunday holda, girdob balandligi doimiy qiymatda saqlanadi [13]. Havzaning suv chiqish diametri, havza diametriga nisbati (d/D) va konusning burchagi (konusli havza uchun) girdob xususiyatini aniqlaydigan muhim geometrik parametrlar hisoblanadi [14]. Mulligan va boshqalar, silindrsimon havzada tadqiqot o'tkazdi va havzaning suv chiqish diametrini havza diametriga nisbati d/D girdobning shaklanishiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini aniqladi. Shunga binoan ushbu tadqiqot, havzaning suv chiqish diametrini havza diametriga nisbati $14\% < d/D < 18\%$ oraliqda bo'lgan silindrsimon havza maksimal girdob kuchini ta'minlaydi [15].

Havza diametri (D) ning o'zgarishi havo yadrosi maydonini o'zgarishiga olib keladi, chiqish diametrining (d) oshishi esa havo uyurmasining maydonini ortishiga olib keladi. Havo uyurmasining diametri muhim omil hisoblanadi [16]. 2014 yilda olimlar tomonidan silindrsimon havza ustida tadqiqot olib borilgan. Bunda $D=4d=268$, $d=67$, havzaning suv chiqish diametrini havza diametriga nisbati 0,25 olingan [17]. Konussimon havzadagi girdobning xarakteristikalarini konus burchagiga bog'liq. R.S. Sreeraj va boshqalar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda konus burchagini 10° dan 18° gacha o'zgartirdi va eng yuqori tangensial tezlikka erishishi [18]. S.Dhakal va boshqalar, 800 mm diametrli havzada konus burchagini 23° da yuqori tangensial tezlikka erishi keltirilgan [19]. Konussimon havza burchagining oshishi, tangensial tezligining oshishiga olib keladi [14]. Erna Septyaningrum va boshqalar tomonidan tavsiya etilayotgan konussimon havzasining o'lcham parametrlari (d/D)=0.20, konus burchagi 20° deb olingan [20].

1-jadval.

Gravitatsion girdobli mikro GES havzasi va kirish kanalining geometrik parametrlari bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari

Adabiyotlar	Havza turi	d/D	H/D	w/D	h/D	L/D	Quvvat W	Samara dorligi %
[22]	Silindir	0.14	1.53	0.50	0.0	2.20	2.83-9.83	14.4-48.6
[23]	konus	0.17	1.50	0.50	0.50	-		
[24]	konus	0.50	1.42	0.50	0.50	2.83	33	42.4
[25]	konus	0.22	1.06	0.32	0.16	2.08		
[26]	konus	0.13	1.96	0.42	0.42	0.45		
[27]	konus	0.20	0.37	-	0.33	-		55
[28]	konus	0.14	0.43	-	0.57	2.14		75
[29]	konus	0.16	1.84	0.59	-	-		
[29]	Silindir	0.18	1.57	0.36	0.0	1.51		
[30]	Concave(botiq)	0.34	1.27	0.42	0.89	3.30	3.0	45
[30]	Convex (qabariq)	0.22	1.35	0.28	0.59	2.19	2.0	45
[31]	konus	0.28	0.19	0.20	-	-		
[32]	konus	0.13	0.57	0.50	0.43	2.14		

Rahman va boshqalar izlanishi natijasida 2017 yilgacha gravitatsion girdobli mikro GESlarning umumiy samaradorligi 50% dan kam edi. Biroq, bugungi kunimizda gravitatsion girdobli mikro GESlar bilan bog'liq rivojlantirish jarayoni yaxshilanishi kuzatildi [21].

Metodologiya. Avval olib borilgan tadqiqotlarning aksariyat qismi nazariy va amaliy usullardan foydalangan holda gravitatsion girdobli mikro GESlarning havzasi geometrik parametrlarini yaxshilash va energiya samaradorligini oshirish uchun o'tkazildi. Tadqiqot ishlarini engillashtirish, tez va unumli ishlash uchun suyuqliklar dinamikasi hisobi (CFD) paketlaridan foydalangan holda raqamli usul (masalan, Ansys Fluent va CFX, Comsol multiphysics, Solidworks Flow simulation va boshqalar) asta-sekin gravitatsion girdobli mikro GESlarni o'rganish uchun ishlatiladigan asosiy vositasi sifatida keng qo'llanilmoqda. Gravitatsion girdobli mikro GESlarni o'rganishning asosiy maqsadi yuqori samaradorlikda ishlashga erishishdir.

Havza ichidagi oqim harakatini ifodalash uchun quyidagi uzluksizlik tenglamasi va Navier-Stoks formulalaridan foydalanildi [11].

Uzluksizlik formulasi:

$$\frac{\partial V_r}{\partial r} + \frac{\partial V_z}{\partial z} + \frac{V_r}{r} = 0$$

Navier-Stoks formulasi:

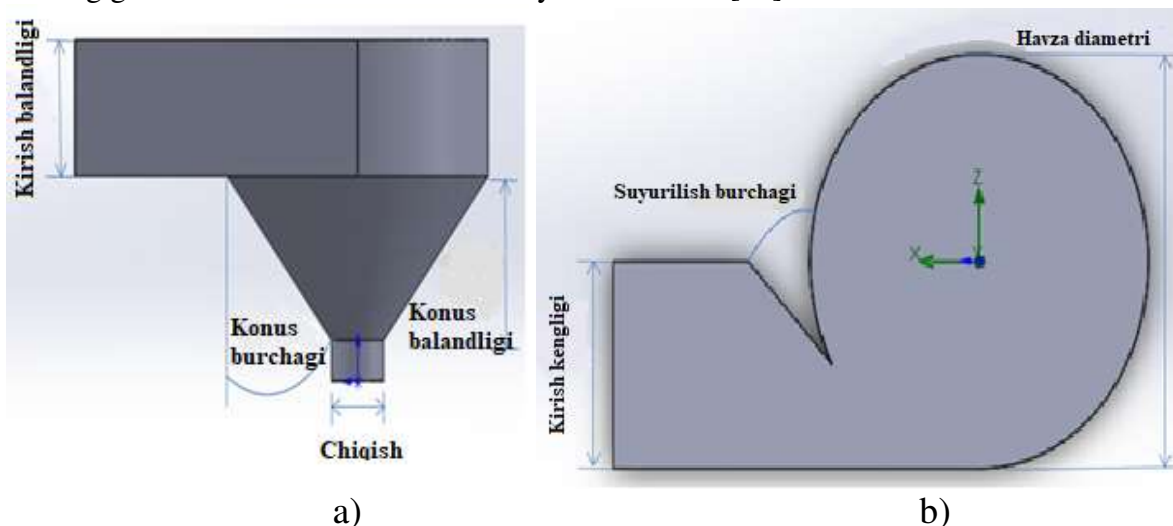
$$\partial V_r \frac{\partial V_t}{\partial r} + V_z \frac{\partial V_t}{\partial z} - \frac{V_r V_t}{r} = k \left(\frac{\partial^2 V_t}{\partial r^2} + \frac{\partial V_t}{r \partial r} - \frac{V_t}{r^2} + \frac{\partial^2 V_t}{\partial z^2} \right) \quad (2)$$

$$V_r \frac{\partial V_r}{\partial r} + V_z \frac{\partial V_r}{\partial z} - \frac{V_t^2}{r} + \frac{\partial \rho}{\rho \partial r} = k \left(\frac{\partial^2 V_r}{\partial r^2} + \frac{\partial V_r}{r \partial r} - \frac{V_r}{r^2} + \frac{\partial^2 V_r}{\partial z^2} \right) \quad (3)$$

$$\partial V_r \frac{\partial V_z}{\partial r} + V_z \frac{\partial z}{\partial z} + \frac{\partial \rho}{\rho \partial z} = g + k \left(\frac{\partial^2 V_z}{\partial r^2} + \frac{\partial V_z}{r \partial r} + \frac{\partial^2 V_z}{\partial z^2} \right) \quad (4)$$

Bu erda, V_t , V_r , V_z – mos ravishda tangensial, radial va o'qiy tezliklar; g - erkin tushish tezlanishi; k -qovushqoqlik koeffitsienti; ρ - suv zichligi.

Tadqiqotlar konussimon havza ustida olib borildi. Olib borilgan tadqiqotlarda (CFD) va amaliy ishlar tahlili, maqbul qiymatlari tavsiya etilgan. A. Sapkota va boshqalar, amaliy olib borgan ishlarida havzaning konus burchagini 42° olgan. Ishning energiya samaradorligi 49% ni tashkil etgan [22]. Biz olib borayotgan tadqiqotimizda tezlikni o'zgarishi asosida Solid Work Flow Simulation (CFD) dasturi yordamida maqbul burchakni aniqlangan. Tangensial tezlikning oshishi turbinaning gidrodinamik kuchini va ish faoliyatini oshiradi [12].



2-rasm. Konussimon havzaning a) yonidan, b) yuqoridan ko'rinishi

Natijalar. Avvalgi tadqiqot nashrlarimizda konus burchagini simulyatsion modellashtirish orqali 45° ekanligi aniqlangan [23]. Olingan natijalarni yanada mukammallashtirish va havza konus balandligini havza diametriga bog'liqligini ham o'rganildi. Havzaning konus burchagi o'zgarishi

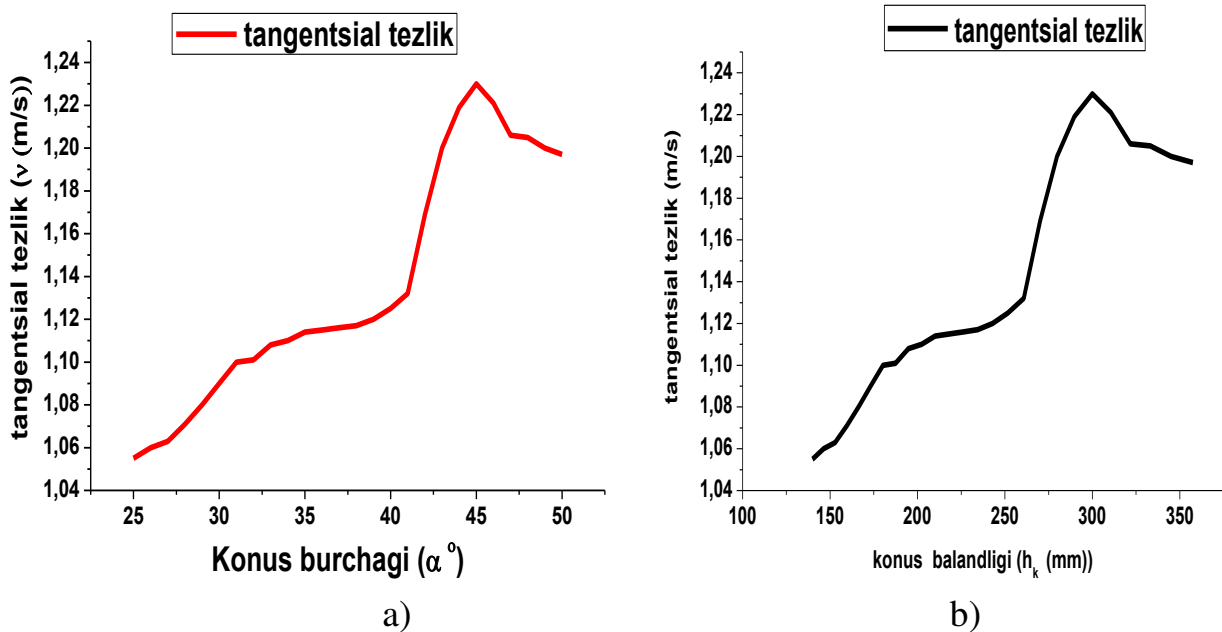
havza balandligini o'zgarishiga olib keladi, 3-rasm, 2-jadvalda keltirilgan konus qismi 45° bo'lgan havzaning simulyatsion modeli keltirilgan. Qolgan madellar [23] da keltirgan.

2-jadval.

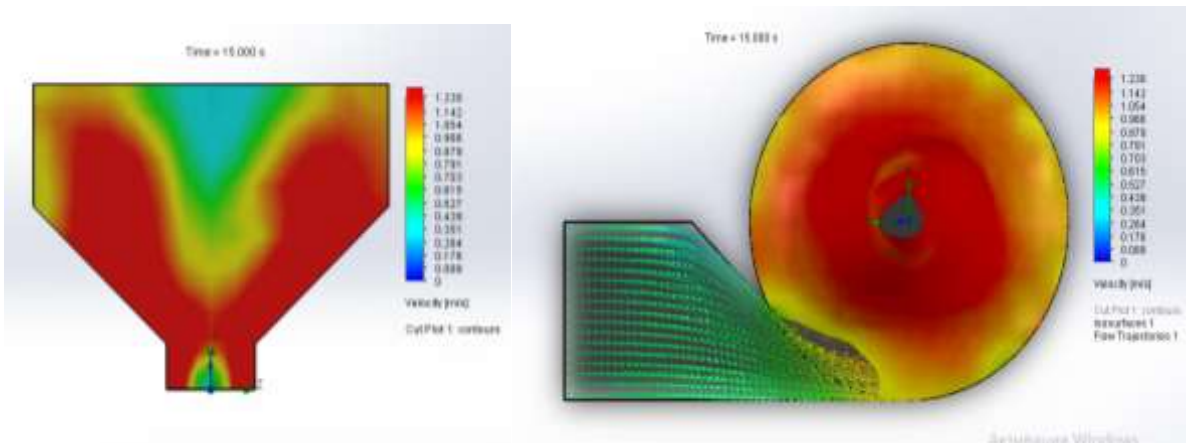
Havzaning konstruktiv paramerlari

№	Havza diametri D(mm)	Havzaning konus qismining balandligi h_k (mm)	Kanal kengligi (mm)	Kanal balandligi va silindir balandligi b (mm), h_s (mm)	Havzaning konus qismining gorizontga nisbatan (α)	Havzadagi suvning tangentsial tezligi ($\frac{m}{s}$)
1	600	139,89	300	200	25	1,055
2	600	146,32	300	200	26	1,060
3	600	152,86	300	200	27	1,063
4	600	159,51	300	200	28	1,071
5	600	166,29	300	200	29	1,080
6	600	173,21	300	200	30	1,090
7	600	180,26	300	200	31	1,100
8	600	187,46	300	200	32	1,101
9	600	194,82	300	200	33	1,108
10	600	202,35	300	200	34	1,110
11	600	210,06	300	200	35	1,114
12	600	217,96	300	200	36	1,115
13	600	226,07	300	200	37	1,116
14	600	234,39	300	200	38	1,117
15	600	242,94	300	200	39	1,120
16	600	251,73	300	200	40	1,125
17	600	260,79	300	200	41	1,132
18	600	270,12	300	200	42	1,169
19	600	279,75	300	200	43	1,200
20	600	289,71	300	200	44	1,219
21	600	300	300	200	45	1,230
22	600	310,66	300	200	46	1,221
23	600	321,71	300	200	47	1,206
24	600	333,18	300	200	48	1,205
25	600	345,11	300	200	49	1,200
26	600	357,53	300	200	50	1,197

Olingan natijalar asosida 3-rasmdagi kabi havza konus burchagining maqbul qiymatida tangensial tezlikning oshishi asoslangan. Ko'rishimiz mumkinki, tezlik ma'lum bir qiymatdan asta oshib, ma'lum qiymatdan asta kamaygan. Grafikda tezlik oshishi tasvirlangan bundan xulosa qilishimiz mumkinki 45° gacha konus burchagida tezlik oshdi va maqbul qiymatlaridan so'ng havza ichidagi suvning aylanma tezligi kamaydi. Ma'lumki konus burchagi 0° dan 90° gradusgacha o'zgartirish mumkin. Burchakni maqbul qiymatidan oshishi havza ichida girdob hosil bo'lmasligiga olib keldi. Suv esa o'z og'irlik kuchi ta'sirida harakatlanishiga olib keladi.



3-rasm. Girdob tangentsial tezligining: a) konus burchagi, b) konus balandligiga bog'liqlik girafigi.



4-rasm. Konussimon havzaning 45° va konus balandligini, tangentsial tezligining o'zgarishiga bog'liqlik(CFD tahlili)

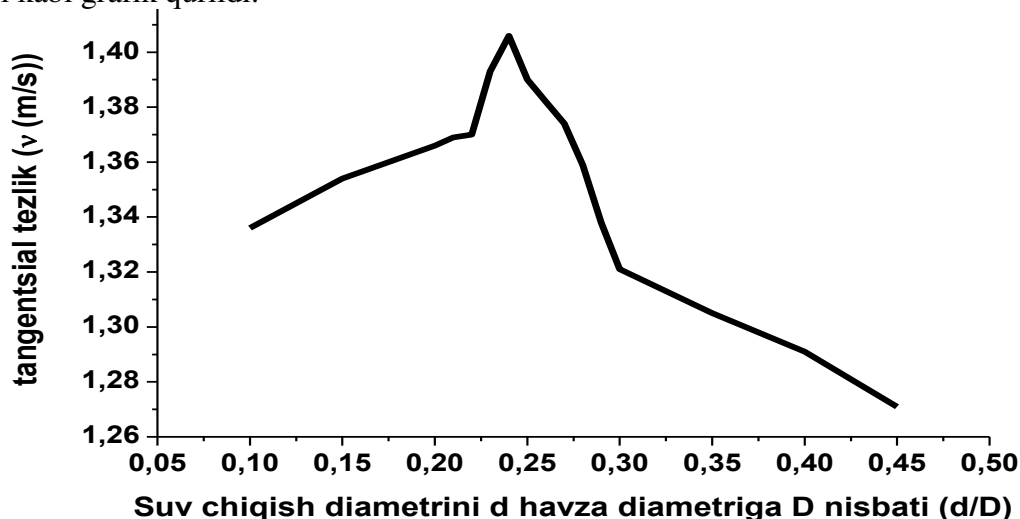
Tangentsial tezlik samaradorlika bog'liqligini bilgan holda, havza ichidagi tangentsial tezlikni o'zgarishini, diametrlar nisbatini (d/D) maqbul qiymatini aniqlash orqali (CFD yordamida) aniqlandi. Mulligan silindrsimon havza uchun 0.14 dan 0.18 deya belgilagan [15]. A. Sapkota va boshqalar o'z izlanishlariga ko'ra konussimon havza uchun (d/D) 0.18 olingan [17], energiya samaradorligi 49% tashkil qilgan. 3-jadvalga qarasak turli xil (d/D) nisbatlarda olib borilgan ishlarni ko'rishimiz mumkin [24-26].

3-jadval. Konussimon havza parametrlari

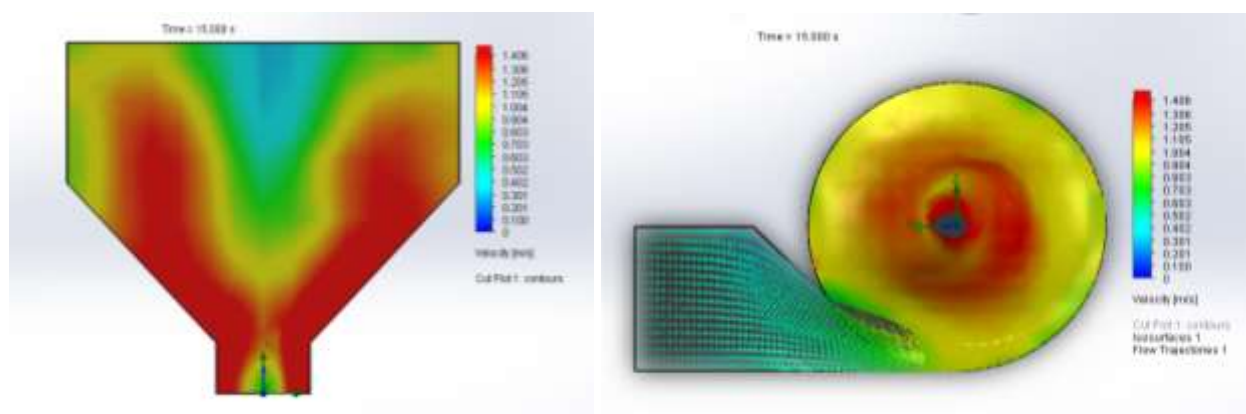
No	Suv chiqish diametrini d havza diametriga D nisbati.	havza konus qismining balandligini (h_k), havza diametriga nisbati (h_k/D)	Kanal kengligi (mm)	Kanal balandligi va silindir balandligi b (mm), h_s (mm)	Havzaning konus qismining gorizontga nisbatan (α)	Havzadagi suvning tangentsial tezligi ($\frac{m}{s}$)
1	0,10	0,50	300	200	45	1,336
2	0,15	0,50	300	200	45	1,354

3	0,20	0,50	300	200	45	1,366
4	0,21	0,50	300	200	45	1,369
5	0,22	0,50	300	200	45	1,370
6	0,23	0,50	300	200	45	1,393
7	0,24	0,50	300	200	45	1,406
8	0,25	0,50	300	200	45	1,390
9	0,26	0,50	300	200	45	1,382
10	0,27	0,50	300	200	45	1,374
11	0,28	0,50	300	200	45	1,359
12	0,29	0,50	300	200	45	1,338
13	0,30	0,50	300	200	45	1,321
14	0,35	0,50	300	200	45	1,305
15	0,40	0,50	300	200	45	1,291
16	0,45	0,50	300	200	45	1,271

Gravitatsion girdobli mikro GESlar samaradorligi diametrlar nisbatiga bog‘liq. 3-jadvalda ko‘rishimiz mumkinki, diametrlar nisbati 0,13 dan 0,50 gacha qiymatlarda tahlil qilindi. Solidworks Flow simulation (CFD) dasturi yordamida 6-rasmdagidek simulyatsiya va olingan natijalar asosida 5-rasmdagi kabi grafik qurildi.



5-rasm. Havza diametrlarining nisbatlarini tangentsial tezlikka bog‘liqlik girafigi



6-rasm. Konussimon havzaning 45°, havza diametrlarining nisbati (d/D) va havza konus qismining balandligini (h_k), havza diametriga nisbati (h_k/D) da tangentsial tezligining o‘zgarishi (CFD tahlili)

Xulosa. Energiya samaradorligini oshirish uchun oldin olib borilgan ishlarni tahlil qilindi. Olib borilgan izlanishlar gravitatsion suv girdobli mikroGESlarni energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan. Girdobni samarali hosil qilish uchun raqamli simulyatsion tadqiqotlar olib borildi. Bunda konussimon havzaning, konus burchagining maqbul qiymati 45° deb belgilandi. Chunki uzluksizlik tenglamasiga binoan havza diametrini asta torayishi, suvning tezligini oshishiga olib keladi. Yuqori gradusli burchaklarda suvning tushish tezligi ortadi lekin girdob uyurmasining kamayishiga, kuchsiz girdob hosil bo'lishiga yoki hosil bo'lmashligiga olib keladi. Havzaning suv chiqish diametrini havza diametriga nisbati (d/D) 0.24 ekanligi aniqlandi. Havza konus qismining balandligi ham girdob va tangentsial tezlikka bog'liqligi raqamli tahlil etildi. Havza konus qismi balandligini havza diametriga nisbati (h_k/D) = 0,50 teng ekanligi aniqlandi.

Adabiyotlar

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi "2022 — 2026 yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi PF-60 sonli farmoni.
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 22 avgustdagi «Iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohaning energiya samaradorligini oshirish, energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etish va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirishning tezkor chora-tadbirlari to'g'risida» gi PQ-4422-sonli qarori.
3. A.B.Mamadjanov. Инновационный метод выработки электроэнергии с использованием гравитационной водоворотной турбины. NamMTI ilmiy-texnika jurnali, maxsus son №1, 2019 234-238 betlar.
4. Zotlöterer, F. Hydroelectric Power Plant. 2022. Available online: <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2004061295> (accessed on 15 January 2023).
5. Timilsina, A.B; Mulligan, S; Bajracharya, T.R. Water vortex hydropower technology: A state-of-the-art review of developmental trends. *Clean Technol. Environ. Poliki* 2018, 20, 1737-1760.
6. Ruiz Sanchez, A; Sierra Del Rio, J.A; Guevara Munoz, A.J; Posada Montoya, J.A. Numerikal and experimental evaluation of concave and convex designs for gravitational water vortex turbine. *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci.* 2019, 64, 160-172.
7. A. B. Timilsina, S. Mulligan, and T. R. Bajracharya, "Water vortex hydropower technology: a state-of-the-art review of developmental trends", *Clean Technologies and Environmental Policy*, vol. 20, no. 8, pp. 1737–1760, 2018. doi: 10.1007/s10098-018-1589-0.
8. S. Wanchat and R. Suntivarakorn, "Preliminary design of a vortex pool for electrical generation," *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, vol. 13, no. 1, pp. 173–177, 2011. doi: 10.1166/asl.2012.3855.
9. S. Mulligan and P. Hull, "Design and optimisation of a water vortex hydropower plant", *Material Science and Engineering A*, vol. 6, p. 1, 2010.
10. T. R. Bajracharya and R. K. Chaulagai, "Developing innovative low head turbine for free-flowing streams suitable for micro-hydro-power in flat (Terai) regions in Nepal", Kathmandu: Center for Applied Research and Development (CARD), Institute of Engineering, Tribhuvan University, Nepal, 2012.
11. S. Mulligan, J. Casserly, and R. Sherlock, "Effects of geometry on strong free-surface vortices in subcritical approach flows," *Journal of Hydraulic Engineering*, vol. 142, no. 11, p. 1-12, 2016. doi: 10.1061/(asce)hy.1943-7900.0001194
12. S. Dhakal, A. B. Timilsina, R. Dhakal, D. Fuyal, T. R. Bajracharya, and H. P. Pandit, "Effect of dominant parameters for conical basin : Gravitational water vortex power plant specification of the appropriate boundary conditions at cells which coincide with or touch the domain boundary," *Proceedings of IOE Graduate Conference*, pp. 380–386, 2014. doi: 10.13140/RG.2.1.1455.7843.
13. S. Dhakal, A. B. Timilsina, R. Dhakal, D. Fuyal, T. R. Bajracharya, H. P. Pandit, N. Amatya, A. M. Nakarmi "Comparison of cylindrical and conical basins with optimum position of

- runner: Gravitational water vortex power plant”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 48, pp. 662–669, 2015. doi: 10.1016/j.rser.2015.04.030.
14. S. Dhakal, A. B. Timilsina, R. Dhakal, D. Fuyal, T. R. Bajracharya, H. P. Pandit, N. Amatya, A. M. Nakarmi “Comparison of cylindrical and conical basins with optimum position of runner: Gravitational water vortex power plant”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 48, pp. 662–669, 2015. doi: 10.1016/j.rser.2015.04.030.
15. S. Mulligan, J. Casserly, and R. Sherlock, “Effects of geometry on strong free-surface vortices in subcritical approach flows,” *Journal of Hydraulic Engineering*, vol. 142, no. 11, p. 1-12, 2016. doi: 10.1061/(asce)hy.1943- 7900.0001194.
16. N. H. Khan, “Blade optimization of gravitational water vortex turbine,” Master Thesis, Faculty of Mechanical Engineering, Ghulam Ishaq Khan Institute of Engineering Sciences and Technology, 2016.
17. Sean, Mulligan. Richard, Sherlock . John, Casserly. **Experimental and Numerical Modelling of Free-Surface Turbulent Flows in Full Air Core Water Vortices**. SimHydro 2014:Modelling of rapid transitory flows, 11-13 June 2014, Sophia Antipolis – Sean Mulligan.
18. R. S. Sreerag, C. K. Raveendran, and B. S. Jinshah, “Effect of Outlet Diameter on the Performance of Gravitational Vortex Turbine With Conical Basin,” *International Journal of Scientific and Engineering Research*, vol. 7, no. 4, pp. 457–463, 2016.
19. S. Dhakal, A. B. Timilsina, R. Dhakal, D. Fuyal, T. R. Bajracharya, and H. P. Pandit, “Effect of dominant parameters for conical basin : Gravitational water vortex power plant specification of the appropriate boundary conditions at cells which coincide with or touch the domain boundary,” *Proceedings of IOE Graduate Conference*, pp. 380–386, 2014. doi: 10.13140/RG.2.1.1455.7843.
20. Erna Septyaningrum, Ridho Hantoro, Naufal Khoodi Mouti, Wiwit Ria Rahayu. Gravitational Vortex Water Turbine (GVWT) Conical Basin Design: the Effects of Cone Angle and Outlet Diameter on Vortex Characteristics. *Journal of Mechanical Engineering Vol 21(1)*, 177-198, 2024 Universiti Teknologi MARA (UiTM), Malaysia. Received for review: 2022-10-03 Accepted for publication: 2023-10-03 Published: 2024-01-15 <https://doi.org/10.24191/jmeche.v21i1.25366>.
21. M J Khan, M T Iqbal, and J E Quaicoe, "River current energy conversion systems: progress, prospects and challenges," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 12, pp. 2177-2193, 2008.
22. Bajracharya, T.R.; Ghimire, R.M.; Timilsina, A.B. Design and performance analysis of water vortex power plant in context of Nepal. In *Proceedings of the 20th International Seminar on Hydropower Plants*, Vienna, Austria, 14–16 November 2018; pp. 1–20.
23. Khan, N.H.; Cheema, T.A.; Chattha, J.A.; Park, C.W. Effective basin–blade configurations of a gravitational water vortex turbine for microhydropower generation. *J. Energy Eng.* 2018, 144, 04018042. [CrossRef]
24. Srihari, P.S.V.V.; Narayana, P.S.V.V.S.; Sanathkumar, K.V.V.S.; Raju, G.J.; Naveen, K.; Anand, P. Experimental study on vortex intensification of gravitational water vortex turbine with novel conical basin. In *Proceedings of the 1st International Conference on Manufacturing, Material Science and Engineering (ICMMSE-2019)*, Telangana, India, 16–17 August 2019; p. 020082.
25. Sedai, A.; Yadav, B.K.; Kumal, B.B.; Khatiwada, A.; Dhakal, R. Performance analysis of gravitational water vortex power plant using scale-down model. In *Proceedings of the Current Research in Hydropower Technologies*, Kathmandu University, Dhulikhel, Nepal, 31 March 2020; p. CRHTX–24.
26. Ullah, R.; Cheema, T.A.; Saleem, A.S.; Ahmad, S.M.; Chattha, J.A.; Park, C.W. Preliminary experimental study on multi-stage gravitational water vortex turbine in a conical basin. *Renew. Energy* 2020, 145, 2516–2529. [CrossRef]

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ,
ФАН ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ**

БУХОРО ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

**Бухоро давлат техника университети нашри
“ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТАРАҚҚИЁТИ”**

Илмий-техникавий журнал

2025 йил, 6-сон. ISSN 1281-8193

Журнал таҳририят компютерида саҳифаланди.

Манзил: 200117, Бухоро ш., Қ.Муртазоев кўчаси 15.

Тел: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>

БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Издатель: Бухарский государственный технический университет

«РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Научно-технический журнал

Выпуск 6, 2025. ISSN 1281-8193

Отредактирована на компьютере редакции.

Адрес: 200117, г. Бухара, ул. К. Муртазаева, 15.

Тел.: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>

BUKHARA STATE TECHNICAL UNIVERSITY

Publisher: Bukhara State Technical University

DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Scientific and Technical Journal

Issue 6, 2025. ISSN 1281-8193

Yedited on the yeditorial computer.

Address: 200117, Bukhara, K. Murtazaev Street, 15

Tel.: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>