



e-ISSN: 2319-8753 | p-ISSN: 2347-6710

IJIRSET

International Journal of Innovative Research in
SCIENCE | ENGINEERING | TECHNOLOGY



INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE RESEARCH

IN SCIENCE | ENGINEERING | TECHNOLOGY

Volume 11, Issue 4, April 2022

ISSN INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INDIA

Impact Factor: 8.118



9940 572 462



6381 907 438



ijirset@gmail.com



www.ijirset.com

Practices and Principles of Using Water Wheels in the Development of Microges in Small River Water

Pardaev Bobir Pulatovich¹, Ibroximov Shohruhbek Shuhratjon ogli²,

Qodirov Dilshod Botirovich³

"Mini and micro Hydroelectric Power Plants" direction, Stage 2 Master Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers", National Research University, Uzbekistan¹

"Mini and micro Hydroelectric Power Plants" direction, Stage 2 Master Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers ", National Research University, Uzbekistan²

Scientific Advisor:

Associate Professor, PhD, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"

National Research University, Uzbekistan³

ASBTRACT: The article discusses the methods and tools for using water wheels in the development of new modern microges.

KEYWORDS: MicroHPP, water wheels, electric power, turbine, Archimedes screws, hydropower, energy economics.

**КИЧИК ОҚИМ СУВЛАРИДА МИКРОГЕС ИШЛАБ ЧИҚИШДА СУВ ҒИЛДИРАКЛАРИДАН
ФЙДАЛАНИШ КЎНИКМА ВА ТАМОЙИЛЛАРИ**

¹Пардаев Бобир Пулатович

¹"Мини ва микро гидроэлектростанциялар" йўналиши

2-босқич магистранти

Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти"

Миллий тадқиқот университети

²Иброхимов Шохруҳбек Шухратжон ўғли

²"Мини ва микро гидроэлектростанциялар" йўналиши

2-босқич магистранти

Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти"

Миллий тадқиқот университети

Илмий раҳбар:

³Қодиров Дилшод Ботирович

3Доцент, PhD

Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти"

Миллий тадқиқот университети

Аннотация: мақолада янги замонавий микрогеслар ишлаб чиқишда сув ғилдиракларидан фойдаланиш усул ва воситалар кўриб чиқилган.

Калит сўзлар: МикроГЕС, сув ғилдираклари, электр энергия, турбина, Архимед винтлари, гидроэнергетика, энергия иқтисодиёти.

КИРИШ

Ҳозирги кунда электр энергиясига талаб ортиб бормоқда ва аҳолининг ўсиши иккита асосий муаммони келтириб чиқаради.

Биринчиси глобал энергия талабини қондириш билан бирга иссиқхона газлари эмиссиясини камайтириш, атроф-муҳит ифлосланиш олдини олиш зарурати. Бу муаммо ечимига қайта тикланадиган энергияга асосланган йирик электр станцияларидан фойдаланиш орқали эришиш мумкин. масалан, гидроэлектростанциялар.

Иккинчи муаммо - бу ҳозирги пайтдан бошлаб барча мамлакатлар ва одамларга энергиядан тенг фойдаланиш имкониятини бериш, ҳозиргача энергиядан фойдаланиш универсал ва кафолатланган эмас. Жаҳон энергетика статистикаси 1,2 миллиард одам электр энергиясидан фойдаланиш имкониятига эга эмаслигини тахмин қилмоқда. Микротармоқлар (яъни куввати 100 кВт дан кам) қайта тикланадиган энергияга асосланган гидроэлектростанциялар дастлабки инвестициялар даражаси пастлиги, кенг қамровлиги ва қишлоқ жойлари учун мослиги туфайли ушбу муаммонинг истиқболли ечими вариантдир.

Гидроэнергетика иккала муаммони ҳам ҳал қилишнинг қизиқарли вариантдир. Ҳозирги вақтда ГЭСлар бутун дунё бўйлаб қайта тикланадиган энергия манбалари сифатида энг кўп ҳисса қўшмоқда айниқса ривожланаётган мамлакатларда улар ўрнатилишда давом этмоқда. Бироқ, катта тўғонларга бўлган эҳтиёж туфайли, йирик гидростанциялар экотизимлар бўйича баъзи салбий таъсирларни келтириб чиқариши мумкин масалан: юқори оқимдаги катта майдонларни сув босиши, сув оқимининг узилиши, дарё орқали сув транспорт боғланиши узулиши, гидрологик режимининг ўзгариши ва дарёларнинг чўкинди ташиш жараёнлари бузулиши, баъзан эса салбий ижтимоий таъсирлар келтириб чиқариши мумкин. Бунинг ўрнига микро гидростанциялар катта гидростанцияларга қараганда экологик жиҳатдан қулай. Микро ГЭС учун мос ҳудудлар деярли барча мамлакатларда мавжуд, микро гидростанцияларнинг, ҳам чекка ҳудудлар энергия таъминоти, ҳам осон энергия олиш имконияти истиқболли ечим бўлиши мумкин.

Микро гидростанциялар айниқса қишлоқ ва марказлашмаган ҳудудларда ҳамда ривожланаётган мамлакатларда жуда машҳур ва жозибадор бўлиб бормоқда. Бу ерда катта масофалар одатда марказлаштирилмаган электр энергиясини ишлаб чиқариш ва тармоқдан ташқари электр станциялари талаб қилади. Микро гидростанциялар кичик ва олис ҳудудлар ёки чекка саноат майдончалари учун осон энергия олиш имкониятини бериши мумкин. Микро ГЭС учун мавжуд иншоотлардан, масалан, эски сув тегирмонлари, сув чархпалагларидан фойдаланиш мумкин бўлганлиги учун умумий ўрнатиш харажатлари минималлашади. Микро гидроэнергетика саноатлашган мамлакатларда ёқилғи қазиб олинишни камайтириш ва электр энергиясига талаб ўсишини қондириш учун ҳам катта аҳамиятга эга.

Микро гидростанциялар учун турбиналар:

Турбина гидростанциянинг сув оқимининг энергиясини механик энергияга конвертация қилувчи таркибий қисмидир. Асосан, турбиналар Пелтон турбиналари каби актив турбиналари ва Каплан ва Френсис реактив турбиналари каби турбиналарга бўлинади. Пелтон турбиналари 2000 м гача, Френсис турбиналари 700 м гача ва Каплан 40 м гача бўлган баландлик диапазонида ўрнатилади.

Бир неча метрли баландлик мавжуд бўлганда (масалан, <3 м), Франсис ва Каплан турбиналарини ўрнатиш мумкин, лекин уларда қатор камчиликлар мавжуд: улар тежамкор эмас, уларни ўрнатиш осон эмас, инвестиция харажатлари юқори ва 20 йилдан ортиқ ўзини қоплаш муддати. Атроф-муҳитга таъсири сезиларли, чунки бу турбиналар босимли кувурлар, тортиш кувурлари ва экранлар талаб қилади натижада дарёни чўкинди ташишига ва балиқларнинг дарё бўйлаб юқорига миграциясига тўсиқ бўлади.

Йиллар давомида бозорда паст босимли майдонлар учун янги гидроэнергетика конверторлари пайдо бўлди, масалан. Архимед винтлари, Гравитацион сув ғилдираклари ва оқим сув ғилдираклар. Ушбу машиналар одатдаги актив ва реактив турбиналарига қараганда кўпроқ экологик қулай ва тежамкор. Уларнинг айланиш тезлиги секинроқ ва босимли кувурларни талаб қилмайди, шунинг учун балиқларга қўйиладиган хавфлар ва чўкиндилик билан боғлиқ муаммолар минималлаштирилади. Шундай қилиб, техник хизмат кўрсатиш харажатлари камайтирилади ва тўлов муддати камайтирилади масалан, Каплан турбиналари билан жиҳозланган микро ГЭСларга қараганда анча паст Архимед винтлари (ёки ташқи таянч қопламаси айланмаса гидродинамик винтлар) ва Гравитацион сув ғилдираклари канал тубида баландлик фарқи бўлган майдонларда ишлатилади. гидростатик босим пичоқларга таъсир қиладиган сув оғирлиги босими томонидан ҳосил бўлади, у фақат пичоқлар устидаги сув чуқурлига боғлиқ бўлади. Шунинг учун бундай гидроэнергетика конверторлар босим машиналари ёки гидростатик босим ўзгартиргичлар деб аталади. Архимед винтлари ва Гравитацион сув ғилдираклари одатда 0,5 м дан 6-8 м баландлик ишлатилади ва улар қисман сувга ботирилади.

Архимед винтлари ўқ атрофида горизонтал юзага нисбатан 22°–35° бурчак остида айланади., Гравитацион сув ғилдиракларининг айланиш ўқи эса горизонтал бўлади. Гравитацион сув ғилдиракларига келсак, паст баландлик ғилдираклар 0,5 дан 1,5 м гача бўлган баландлик фарқлари учун ишлатилади ўрта баландлик

ғилдирақлари одатда 1,5 дан 4 м гача бўлган баландлик фарқлари учун ишлатилади ва юқори баландлик



(a)



(b)



(c)



(d)

ғилдирақлар 2,5 дан 6 м гача бўлган баландлик.

Гидрокинетик турбиналар бутунлай оқаётган сувга ботирилади ва улар одатда вертикал ўқ билан қурилади. Ҳозирги вақтда гидрокинетик турбиналар канал тубида баландлик фарқи бўлмаган ва минимал босимли майдонларда ҳам қўлланилиши мумкин. Икки турдаги гидрокинетик турбиналар аниқланиши мумкин: тортиш ва кўтарувчи тури. Тортиш тури, Савониус гидрокинетик турбинаси каби, пичоқларда таъсир этувчи тортишиш кучи турбинани бошқаради. Дарриус каби лифт турида турбинанинг айланиши пичоқлардаги кўтариш кучи билан таъминланади.

1d-расмда Дарриус турбина тасвирланган. Оқимли сув ғилдирақлари бир хил гидравлик баландлик фарқи бўлмаган оқаётган сув тинч оқим режими (ёки жуда кичик, потентсиал энергия кинетикдан кичик) шароитларда қўлланиладиган гидрокинетик турбиналар. Гидрокинетик қурилмалардан фарқли ўлароқ, оқим ғилдирақларининг айланиш ўқи горизонтал, Гравитацион сув ғилдирақлар каби (2-расм), ва у сувнинг эркин юзасига ўрнатилади, шунинг учун ғилдирақнинг фақат пастки қисми сув оқими билан ўзаро таъсир қилади. Оқимли сув ғилдирақлари турли мақсадларда ишлатилиши мумкин: маҳаллий фаолият ва тегирмонлар учун

қувват таъминот (қўлда ишлов бериш ёки экинларни майдалаш) (2a-расм) электр энергияси (2б-расм), ва суғориш каналларида сувни қуйиш учун қурилма сифатида, спирал насослар деб ҳам аталади. Электр энергиясини ишлаб чиқариш учун марказий ўққа ўралган спирал ғилдирак ўрнига ўққа электр генераторини ўрнатиш керак. Дарё суви трубанинг ташки четида тўпланади (ғилдирак айланасида жойлашган). қувур четидан ғилдирак ўқига сув қувур бўйлаб оқади, бу ерда дарё қирғоғи билан боғланган қувур охириги фойдаланувчига сув олиб боради. Умуман спирал насослар максимал 20 метр баландликка 43,6 м³/кун миқдоргача сув чиқара олади.

Оқим ғилдирақлари, асосан маҳаллий майдон, материаллар уларни ўрнатишда ҳам ашё сифатида ишлатилиши мумкин бўлган жойларга мос. Улар қурилиши оддий (кичик қурилиш ишлари талаб қилинади), ўрнатиш харажатлари паст, кам техник муаммоли ва юқори смарали қурулма ҳисобланади. Бундай технологиялар ишлаб чиқиш тўлиқ амалга ошириш кўплаб кичик дарёларда ГЭСлар ва иш ўринлари пайдо бўлишига олиб келиши мумкин, бу эса ўз навбатида ишлаб чиқариш барқарорлигини яратади..

1-расм. (a) параллел равишда учта Архимед винти (Енерка электр станцияси, Срессензаго, Италия, Емануеле Қуаранта сурати), (б) сув остидаги ғилдирак (Германия, Жералд Мюллер сурати), (с) юқоридан тушувчи сув ғилдираги, ОРМЕ тадқиқот лойиҳаси (Сисонио, Италия)(Қуаранта, 2017) ва (d) Дарриус гидрокинетик турбинаси (Политеснисо ди гидравлик лабораториясида ўрнатилган) Торино).

Оқим ғилдираклари: турлари ва иш доираси

Оқим ғилдираги томонидан оқатган сувда фақат оқимнинг кинетик энергияси ишлатилиши мумкин, лекин аслида оқим ғилдиракларининг ишлаши ва гидравлик ҳаракати Фроуде сонига (критик ёки ўта критик оқим) ва блокраниш нисбатига боғлиқ.

Блокраниш нисбати $B.H. = A/A_c$, сифатида аниқланади, бу ерда A сувга ботирилган ғилдирак пичоғи майдон (оқим йўналишига ортогонал равишда ўлчанади) ва A_c канал кесими. Паст даражадаги $B.H.$ ғилдиракнинг мавжудлиги канал ичидаги оқим майдонини сезиларли даражада ўзгартирмайди, фақат пичоқнинг кириш ва чиқиш жараёни туфайли ғилдиракка жуда яқин, ва суюқлик-тузилиш ўзаро таъсири бундан мустасно. Бу чуқур оқим ва катта дарёларда ўрнатилган ғилдираклар учун ҳос ҳолат бундай оқим ғилдираклари сузувчи ғилдираклар деб ҳам аталади ва қувват чиқиши $B.H.$ га боғлиқ.

Агар $B.H.$ кўпайса, оқимнинг асосий қисми ғилдирак орқали ўтишга мажбур бўлади, қувват чиқишини оширади. Масалан, $B.H. = 0,2$ да блокировка таъсири туфайли қувват ишлаб чиқариш ортиши 30% бўлади бузилмаган конфигурацияга нисбатан 10% дан кам бўлганда $B.H. \leq 0,05$ бўлади (Мюллер ва бошқ., 2010). Агар $B.H.$ ортиш давом эттирилса ($B.H. \rightarrow 1$), ғилдиракнинг тўсиши натижасида ҳосил бўлган дарё оқимидаги қувват йўқотишлари шунчалик юқори бўладики, критик оқимда сувнинг тарқалиши ва орқа оқим пайдо бўлиши яққол аниқланган сувнинг қуйи оқимга ўтиши фақат ғилдиракнинг айланиш тезлигига боғлиқ. Бу саёз сувда ўрнатилган сув ғилдираклари пичоқ узунлиги сув оқимнинг чуқурлигига ўхшаш бўлган ғилдиракни бошқариш ҳолати баландлик фарқи билан индукция қилинади. Агар тинч оқим режими ўта критик бўлса, юқоридаги оқим субкритикга айлантирилиши мумкин ёки у ғилдирак тезлигига қараб ўта критик қолиши мумкин.

Шу нуқтаи назардан, Мюллер ва бошқалар таклиф қилганидек уч турдаги оқим ғилдиракларини аниқлаш мумкин,



(a)



(b)



(c)

2-расм. Турли мақсадлар учун оқимли сув ғилдираклари: (а) механик энергия ишлаб чиқариш (АИАМС Италиянинг фотосурати), (б) электр энергиясини ишлаб чиқариш Турнок ва бошқалар, (2007) ва (с) суғориш тизимларида насослар (фотосурат Жаиме Мичавила томонидан тақдим этилган).

Саёз субкритик оқим ғилдираклари Гидростатик босим ғилдираклари (ГБФ) деб аталади саёз суперкритик оқимдаги оқим ғилдираклари (кинетик ғилдираклар) ва чуқур оқимдаги оқим ғилдираклари (сузувчи ғилдираклар). Оқим ғилдирак турлари 3-расмда тасвирланган. ГБФ нинг энг оптималлаштирилган дизайни (самарадорлик ва кичикроқ оғирлик нуқтаи назаридан) гидростатик босим машинаси ҳисобланади (ГБМ) сунъий яратилган гидравлик баландлик учун ишлаб чиқарилган, бу ҳолатда максимал баландлик фарқлари 2,5 м бўлиши мумкин. Детриж сув ғилдираклари ГБФ га ўхшаш машинадир ва ўлчовларни тушириш учун ишлатилади. Анъанавий ГБФ - бу ишчи пичоқ юзаси канал тубидан юқоридаги сув оқимига чўзиладиган гидроэнергетика машиналари, ГБМда эса ишчи пичоқ юзаси канал тубидан пастки оқим сув юзасига чўзилади. ГБМ кураклари тўлиқ тўлдирилади ва ундан ўтиши мумкин бўлган оқим ГБМ юқори оқимдаги сув чуқурлигига боғлиқ эмас, балки фақат ғилдирак ўлчамлари ва айланиш тезлигига боғлиқ. ГБМ ва ГБФ оқим ғилдираклари ишлаш чегараси 4-расмда чизилган ва бошқа турбиналар билан таққосланган. Умумий оқим тезлиги 0,5 дан 8 м³ / с гача ўзгариб туради.

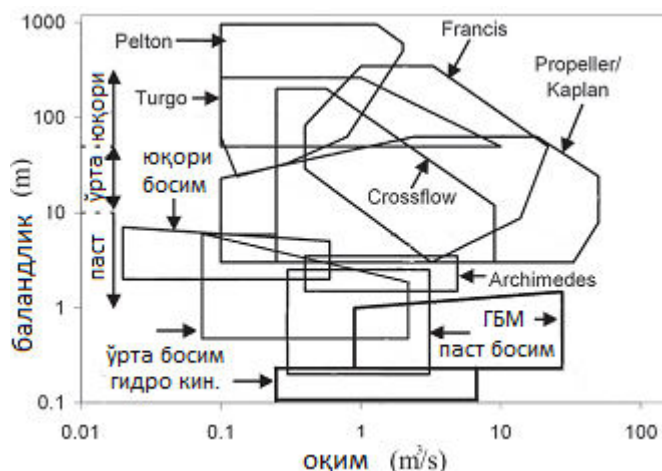
Бироқ, сув ғилдираклари дизайни ва оқим сув ғилдиракларининг самарадорлигини баҳолашда кўпинча оқим режими ҳисобга олинмайди (саёз / чуқур сув, субкритик / супер критик оқим), шунинг учун адабиёт маълумотлари кўпинча чалкаш, парчаланган ва таққослаш қийин бўлади.



3-расм. Оқимли сув гилдираклари: (а) субкритик саёз оқим (Қуаранта, 2017), (б) суперкритик саёз оқим (Емануеле Қуаранта фотосурати), чуқур оқим (АИАМС фотосурати. Италия) (с) ва Гидростатик босим машинаси (Ник Линтоннинг расми) (Линтон, 2013) пичоқларда тортишни камайтириш учун диагонали пичоқлар (d).

Шунинг учун ушбу қўлёманинг биринчи мақсади оқим режимига асосланган оқим гилдираклари, босим сув гилдиракларига қўшимча адабиёт маълумотларини тўплаш ва тартибга солиш эди.

Қувватига келсак, иккита ўлчовсиз ўзгарувчилар аниқлаш мумкин. Қаерда баландлик фарқи асосий бошқарувчи куч (ГБМ ва ГБФ), синовлар/симуляциялардан қувват чиқиши P сувнинг баланд ва пастки оқимларига асосланган кириш қуввати $P_{ик}$ га нормаллаштирилиши мумкин. оқимнинг юқоридан пастга қараб фарқи, яъни $P_{ик} = \eta g Q \Delta H$ (ρ - сув зичлик, g - тортишиш кучи, Q - оқим тезлиги ва ΔH - баландлик фарқи). Бундай нормаллаштирилган ўзгарувчига η самарадорлик дейилади.



4-расм. Гидроэнергетика конверторларининг иш шароитлари (Уиллиамсон ва бошқ томонидан мослаштирилган., 2014). Ушбу шарҳда муҳокама қилингани учун оқим сув гилдираклари ва ГБМ қалинроқ чизик билан таъкидланган.

Қачонки баландлик фарқлари кичик бўлса оқимнинг кинетик кучи бошқарув устунлиги, қувват коэффициенти Sn ни беради, чиқувчи қувватни оқим кинетик кучига нормаллаштириб ҳисобланиши мумкин $R_{кин} = 1/2 \rho Q v_1^2$ ($Q = A \cdot v_1$ - оқим тезлиги, A - бу пичоқ майдони ва v_1 - яқинлашиб келаётган оқим тезлиги). Sn коэффициенти одатда шамол ва гидрокинетик турбиналарда ишлатилади (Вермаак ва бошқалар, 2014). Бироқ, бир нечта тадқиқотлар бу коэффициентни Sn эмас, балки η деб атаган, Шундай қилиб, адабиётда нотўғри натижалар мавжуд. Ушбу шарҳда η ва Sn ажралиб туради.

Бундан ташқари, ўтказилган сўров тарихий сув ғилдиракларининг дизайн параметрлари ўртасидаги алоқадорлик йўқлигини аниқлади, диаметрлар одатда 3 м дан 4 м гача киритилган бўлса-да, оқим режимидан қатъий назар, айланиш тезлиги 12 айл дан паст ва кенглиги 2,5 м дан кичикроқ бўлган. Бу сув ғилдираги дизайнлари оптимал эмас ва эскирган дизайнлар асосида танланганлиги сабабли юзага келган. Ушбу мақоланинг учинчи мақсади адабиётлар натижалари асосида ва оқим режимини ҳисобга олган ҳолда оқим ғилдиракларининг муҳандислик дизайни бўйича кўрсатмаларни таклиф қилиш эди. Ниҳоят, муҳандислик дизайнидаги мавжуд бўшлиқлар ва очиқ саволлар таъкидланган, тадқиқот келажақ мақсадларини белгилашда ҳал қилиниши керак эди.

Хусусан, оқим режимидан мустақил равишда оқим ғилдиракларининг турлари, электромеханика ускуналари, материаллар ва ишлаб чиқариш жараёнларига оид адабиётлар каби умумий маълумотлар муҳокама қилинди. Умумий фикрлардан сўнг, критик саёз оқимда оқим ғилдираклари, суперкритик саёз оқимда оқим ғилдираклари, чуқур оқимдаги оқим ғилдираклари ишлаш хусусиятларини, гидравлик хатти-ҳаракатларини, яхшилаш стратегиялари учун оқим ғилдиракларининг дизайн кўрсатмалари тақдим этилди. Мақола охирида келажақ тадқиқот масалалари ҳам муҳокама қилинган кенг муҳокама бўлими тақдим этилди,

1-жадвал

Оқим суви ғилдираклари бўйича илмий ишлар. Ўрганилаётган сув ғилдирагининг тури ва гидравлик конфигурацияси ҳам хабар қилинади (саёз "S" ёки чуқур "D" сув, субкритик "M" ёки суперкритик "H" оқими). "T" назарий ишни, "E" экспериментал ишларни, "N" эса рақамли симуляцияларни билдиради. Электр компонентларига асосланган натижалар, тизимли таҳлиллар ва ишлаб чиқариш масалалари барча турдаги ғилдираклар учун амал қилади.

Муаллиф	Йил	тадқиқот тури	ғилдирак тури	анализ тури	тавсиялар
Patent, De Borda, Smeaton	XVIII century	Hydraulic performance	–	T, E	Capecchi (2013), Smeaton (1759)
Bach, Weisbach, Busquet, Bresse	XIX century	Hydraulic performance and design	D	T	Bach (1886), Bresse (1896), Busquet (1906), Weisbach (1849)
Baddhadi and Mikhail	1985	Hydraulic performance and design	SH	E	Baghdadi and Mikhail (1985)
Gotoh et al.	2001	Hydraulic performance and design	SM	E	Gotoh et al. (2001)
Domozhirev	2005	Structural analysis	D, SM, SH	T, E	Domozhirev (2005)
Müller et al.	2007	Hydraulic performance and design	D, SM, SH	T, E	Müller et al. (2007)
Turnock et al.	2007	Hydraulic performance and design	D	E	Turnock et al. (2007)
Li et al.	2008	Electrical analysis	D, SH, SM	E	Li et al. (2008)
Müller et al.	2010	Hydraulic performance and design	D	T, E	Müller et al. (2010)
Senior et al.	2010	Hydraulic performance and design	SM	E, T	Senior et al. (2010)
Batten and Müller	2010–2011	Hydraulic performance and design	D	T, E	Senior et al. (2008), Müller and Batten (2010), Batten and Müller (n.d.), Batten et al. (2011)
Dietz et al.	2011	Electrical equipment	D, SM, SH	T, E	Dietz et al. (2011)
Tevata et al.	2011	Hydraulic performance and design	SM	E	Anurat and Chainarong (2011)
Hadler and Broekel	2011	Hydraulic performance and design	D	T, E	Hadler and Broekel (2011)
Paudel et al.	2013	Hydraulic performance and design	SM	E	Paudel et al. (2013)
Luther et al.	2013	Hydraulic performance and design	SM	E	Sule et al. (2014), Sule et al. (2013)
Sonaje et al.	2013	Hydraulic performance and design	SH	N	Sonaje et al. (2013)
Kyaw et al.	2014	Structural analysis	SM	E	Kyaw et al. (2014)
Kumara	2014	Hydraulic performance and design	D	T, E	Kumara (n.d.)
Garcia et al.	2015	Hydraulic/structural analysis	SM	E, N	Garcia et al. (2015)
Liu et al.	2015	Hydraulic performance and design	D	T, N	Akinyemi and Liu (2015), Yucheng (2012)
Khan et al.	2015	Hydraulic/structural analysis	D	T, E	Khan et al. (2015)
Dutta et al.	2016	Fabrication	D, SM, SH	T, E	Dutta et al. (2016)
Cleynen et al.	2017	Hydraulic performance	D	E	Cleynen et al. (2017)
Butera et al.	2017	Hydraulic performance and design	SM	E	Butera et al. (n.d.)

Умумий фикрлар

1-жадвалда жамланган Оқим ғилдиракларида илмий тадқиқотлар энг қадимгиси XVIII асрда олиб борилган.

Вақт ўтиши билан Оқим ғилдираклари бўйича, назариялар маълумотлар ва ишлаб чиқариш усуллари яхшиланган. 20-асрда сув ғилдиракларига бўлган илмий қизиқиш пасайиб кетди, гарчи сув ғилдираклари ишлашда давом этса ҳам. Йигирма биринчи асрнинг бошларида қайта авж олди. Кўриниб турибдики, ишларнинг аксарияти гидравликани (қувват чиқиши ва оптимал айланиш тезлиги) кўрсаткичлар ўрганиш билан боғлиқ. Структуравий ва электр масалаларида ҳам озгина тадқиқот ишлари олиб борилди. Ваҳоланки

гидравлик кўрсаткичлар оқим режимида, боғлиқ бўлган бўлса конструктив ва электр компонентлари маълумотларини умумий деб ҳисоблаш мумкин.

Саёз сувда олиб борилган тадқиқотидан ғилдирак таркибий қисмларининг структуравий таҳлилларини топиш мумкин. Дизайн методологияси уч жиҳатлари асосида тақлиф этилди:

3D геометрик моделлаштириш суюқлик динамикаси рақамли ўлчов курулмалари билан таҳлил қилиш, суюқлик ўзаро динамик таъсиридан келиб чиқадиган кучлар бўйича таҳлил, сув ғилдирагининг юк моменти, буровчи моменти, қувват самарадорлиги, мил ва подшипник дизайни каби тузилмавий жиҳатларни ҳисобга олишни тавсия қилган ҳолда глобал дизайнини ишлаб чиқишга оид фикрларни бўлимда топиш мумкин.

Пичоқлар учун эскириш таҳлили ўтказилиб тизимли ва ишлаб чиқариш тақлифлари муҳокама қилинди. Бунинг учун материалларга нисбатан катта инвестициялар талаб қилиниши аниқланди. Дарҳақиқат, оқим ғилдираклари одатда ёғочдан қурилган бўлса-да, бугунги кунда мавжуд юқори зичликдаги полиэтилен (HDPE) каби энгилроқ ва кучлироқ инновацион материаллар жорий этилди. Оқим ғилдираклари жуда секин айланади ва улар узатиш қутиларини талаб қилади индуксион генераторлар ёрдамида электр энергиясини ишлаб чиқариш учун тахминан 100 марта кўпайтириш керак. Электромеханика ускуналари ва қувват олиш тизимларининг тавсифи мини гидростанциялар махсус узатиш қутиси ва уч фазали доимий магнит генератор билан жиҳозланган оқим ғилдирагидан электр чиқиши натижалари муҳокама қилинди. Бироқ, оқим ғилдиракларини электр энергияси ишлаб чиқариш учун ишлашида, қувват олиш ва бошқариш тизими энг жиддий камомадни ифода қилади. Янги индуксион генераторлар ва ақлли контроллерлар, уларнинг мураккаблигига қарамай, микро ва мини гидросхемаларни янада тежамкор қилиш вариант бўлиши мумкин.

Харажатларга келсак, тўлов муддати иккига бўлинган: замонавий оқим ғилдираклари учун 2 йил (гидродинамик шаклдаги махсус сузувчи тузилмадан фойдаланганда) ва анъанавий оқим ғилдираги учун 4 дан 7 йилгача. Маҳаллий ресурслар ва ишлаб чиқаришдан фойдаланилганда, ўрнатиш харажатларини сезиларли даражада камайтириш мумкин.

Саёз субкритик оқимдаги оқим ғилдираклари

Ушбу мақолада оқим ғилдирак пичоқлари узунлиги сув чуқурлиги жуда ўхшаш, бўлиб юқори блокировка эффектини ҳосил қилса сув оқимлари саёз деб ҳисобланади (Б.Н. деярли 1). Агар сув чуқурлиги критик чуқурликдан юқори бўлса, оқимлар субкритикдир ёки сув чуқурлиги критик сув чуқурлигидан паст бўлса, суперкритикдир. критик чуқурлик 3- а-б шаклда ғилдиракларнинг иккита мисоли тасвирланган.

Субкритик саёз оқимларда ғилдирак орқали оқиб ўтиши мумкин болган оқим тезлиги оқим ғилдирак ўлчамларига ва айланиш тезлигига боғлиқ

Назарий мулоҳазалар

Ушбу бўлимда саёз сувда оқим суви ғилдиракларининг қувватини баҳолаш учун назарий тенгламалар келтирилган. Адабиётда топишган тенгламаларда қуйидаги гипотеза одатда тахмин қилинган: (1) хатти-ҳаракат бир ўлчовли ва барқарор ҳолат ҳисобга олинади; (2) фақат битта пичоқ оқим билан ўзаро таъсир қилади; (3) пичоқ оқимга перпендикуляр. Қувват чиқишини баҳолашнинг энг соддалаштирилган кўриниши Р. Импульс назариясини қолдириб, чекланмаган оқимда v_2 тезликли баландлик фарқи пичоқларга таъсири натижасида ҳосил бўлган гидростатик куч:

$$P = \rho A (v_1 - v_2)^2 v_{2(1)}$$

Бу ерда А – сувга ботиш майдони, V_1 ва V_2 - оқим ва пичоқ мос равишда тезлиги Q - сув зичлиги. Назарий модел $v_2/v_1 = 0,33$ бўлганда максимал қувватни кўрсатади.

(1)тенгламани оқаётган оқимнинг кинетик кучига нормаллаштиришда $P_{кин} = 1/2 \rho A v_1^3 (A \cdot v_1 = Q, \text{бу ерда } Q - \text{оқаётган оқим тезлиги}), \text{қувват коэффициент олинади. Унинг максимал киймати } C_p = 0,296, \text{Шунинг учун, тенгламанинг кенгайтмаси сифатида аниқ } v_2/v_1 = 0,33. \text{Саёз оқимдаги оқим ғилдирагининг кучини қуйидагича баҳолаш мумкин:}$

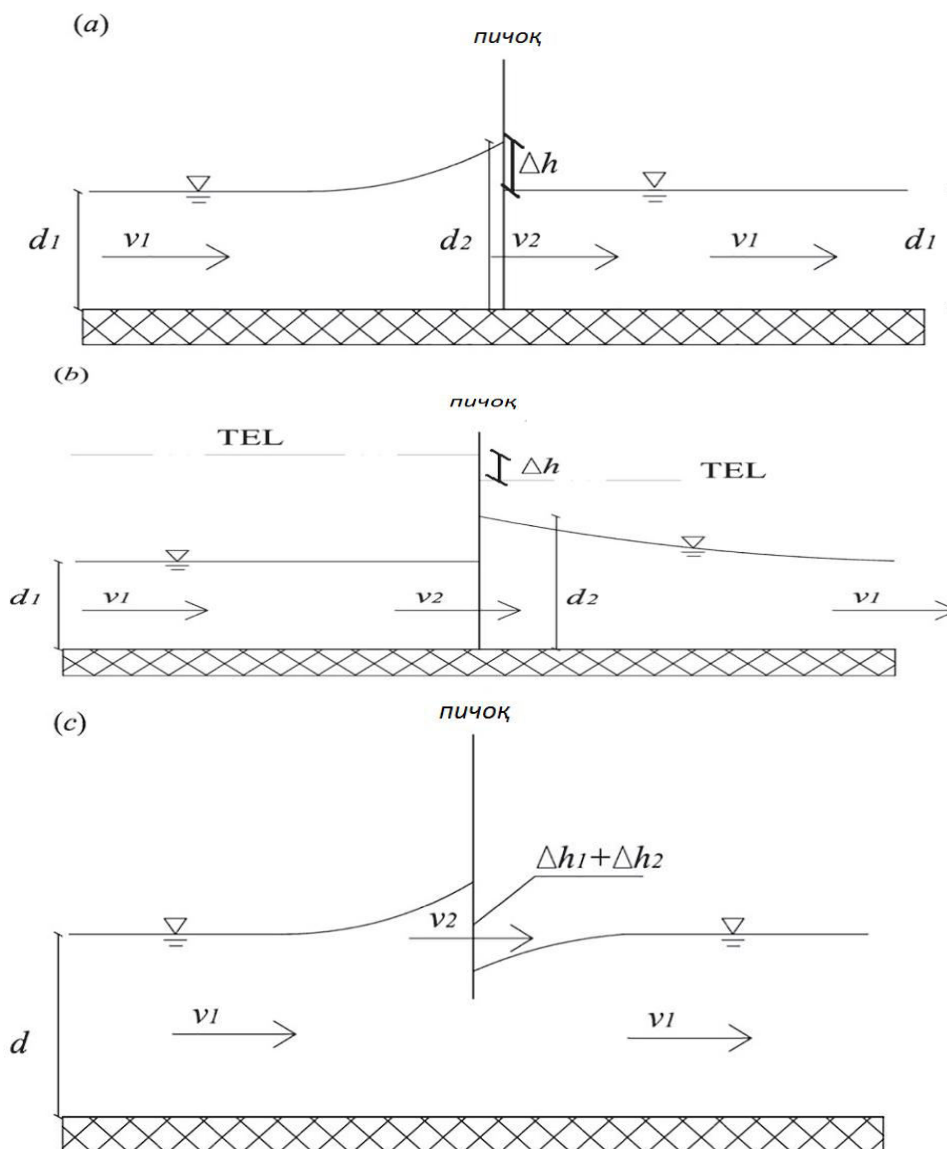
$$P = \frac{1}{2} \rho A C_p v_1^3. \quad (2)$$

C_p нинг киймати v_2/v_1 функцияси ва унинг назарий максимал киймати $C_p = 16/27$ (Бетз чегараси) га тенг, тенглама максимал импульс назарий киймати $C_p = 0,296$. Баландлик фарқи ҳисобга олинмаган ўлчамлари каналлардан кичикроқ бўлган оқим ғилдираклари (паст блокировка нисбати), яъни чуқур сувда оқим ғилдираклари ёки v_2/v_1 (охирги ҳолатда $C_p \rightarrow 0$) лиги учун амал қилади. Бунинг сабаби, $v_2 \leq v_1$ ва саёз сувда баландлик фарқи аҳамиятсиз бўлганда (блокировка нисбати юқорилиги сабабли) ва 5а-расмда тасвирланган назарий жараён ишлаб чиқариш қувватини ҳисоблаш учун ҳисобга олинган бўлиши керак. Субкритик

оқимлардан куйи оқимда бошқарилади, фақат юқори қисмида оқим тезлиги пичоқнинг тангенциал тезлиги билан бир хил бўлади, тинч оқим тезлигида бу пастроқ. Шунинг учун, юқори оқимдаги сув даражаси тўлиқ блокировка таъсири натижасида ортади. Шундай қилиб, баландлик фарқ пайдо бўлади, гарчи асл вазият баландлик нолга тенг бўлса ҳам. Пастки оқимда оқим тезлиги бузилмайди чунки субкритик оқимлар юқори оқимга боғлиқ эмас. Шунинг учун, назарий нуқтаи назардан, олдинги фикрларни ҳисобга олган ҳолда. ГБҒ диаметри кучсиз турбулент оқим ва кириш / чиқиш оқим қуввати йўқотишлари, самарадорлигини ҳисоблаш мумкин тенглама(3) (Сениор, Сазнгер ва Мюллер, 2010):

$$\eta = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{d_1}{d_2} \right) \quad (3)$$

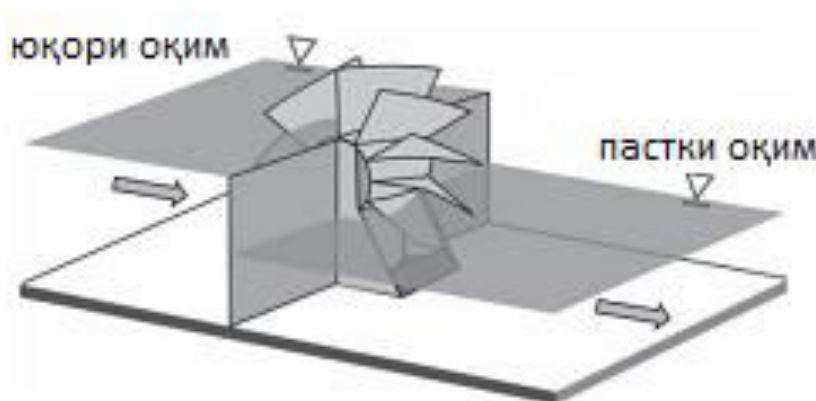
Бу ерда d_1 – тинч оқим чуқурлиги (пастки оқим чегараси d_2 юқори оқим чуқурлиги ($d_1 \leq d_2$)) тенгламада баландлик фарқи сабаб таъсир қилаётган гидростатик кучлар орқали чиқаётган қувват нормаллаштирилди $\Delta H = d_2 - d_1$ кирувчи қувват учун $P_m = \rho g Q \Delta H$ олинди. (3) тенгламадан олинган натижалар эксперимент натижаларидан озгина юқорироқ бўлди $0,6 \leq d_1/d_2 \leq 0,9$. Турбулент йўқотишларни $P_{турб} = 1/2 \rho A C_d v^3$ билан баҳолаш мумкин, бу ерда A - пичоқ майдони, $C_d = 1,5$ - тортиш коэффициенти ва v_b - пичоқ учи тезлиги ($v_b \sim v_2$).



6-расм).

5-расм. Оқим гилдиракларининг гидравлик ҳаракати сув оқими ва гилдиракнинг пичоқлари орасидаги назарий энергия алмашинуви. (а) субкритик саёз сувда оқим суви гилдираги (б) суперкритик саёз сувда оқим суви гилдираги, (с) оқим суви чуқур сувда гилдирак. v_1 - бузилмаган оқим тезлиги, v_2 эса пичоқ тезлиги

ГБҒ нинг оптималлаштирилган дизайни гидростатик босим машинасидир (ГБМ), маҳкам турувчи ва пичоқлар сувда айланаётганда минимал тортишиш ҳосил қилиш учун мўлжалланган. Стандарт ГБМ ўлчамлари ташқи диаметри (максимал диаметри) қуйи оқимдан уч баробар каттароқдир, марказий диаметри эса қуйи оқим чуқурлигидек



6-расм. Гидростатик босимли машинанинг (ГБМ) схематик эскизи. Эркин юзалар юқори ва пастки оқим тасвирланган (Сениор ва бошқалар, 2010).

Бу марказнинг диаметри баландлик фаркига тенг эканлигини англатади ва пичоқлар пастки оқим чуқурлигига ўхшаш чуқурликка эга бўлади. Юқори оқимдаги сув чуқурлиги марказнинг тепасига қадар даража ўзгариб туради. Пичоқлар тортишни камайтириш учун диагонал равишда ўрнатилади (қаранг 3д-расм). ГБМ оддий ГБҒга қараганда кичикроқ диаметрга эга ва у ихчамроқдир. Агар оқишлар ва турбулент йўқотишлар қузатилса, қувват чиқиши (4) тенглама билан баҳоланиши мумкин. (Линтон, 2013):

$$P = \eta_{th} P_{in} - \gamma Q_l \Delta H - K v_m^3 \quad (4)$$

бу ерда кириш қуввати $P_{in} = \rho g Q (d_1 - d_2)$ ва η_{th} (3) тенглама бўйича аниқланган эффективлик, лекин бунинг ҳисобга олиш учун тузатилган гилдирак диаметри чексиз узун эмас. Оқишларни $Q_l = Q (1 - dh/\Delta H)$ тахмин қилиш мумкин, dh билан кинетик босим баландлиги (Сениор ва бошқалар, 2010). K - турбулент йўқотиш омили, v_m эса пичоқнинг ўртача тангенциал тезлиги. K - ГБМда юзага келадиган қувват йўқотишлари барчасини ўз ичига олган эмпирик коэффициент (ортикча оқишлар бундан мустасно). $K = 1/2 f p b l$ сифатида ифодаланади, бу ерда b - пичоқ кенлиги, l пичоқ ени узунлиги ва $f = 2,5$ да узлуксизлик ва момент тенгламаларига асосланган назария ишлаб чиқилган бўлиб, унда ҳар бир қувват йўқолиши (билвосита) тенгламадаги K коэффициентига киритилган. Ушбу назарий модел ёрдамида самарадорликни экспериментал маълумотлардан 5% номувофиқлик билан аниқлаш мумкин.

Самарадорликни баҳолаш ва самарадорликни ошириш

Адабиётда саёз сувдаги оқим гилдиракларининг қувватини аниқлаш ва яхшилаш борасида баъзи тажрибалар самарали амалга оширилди. Диаметри 1,8 м бўлган ГБҒ амалий синовдан ўтказилди ва $0,6 \leq d_1/d_2 \leq 0,9$ учун $g=0,8$ ва $g=0,9$ ўртасида максимал самарадорликка эга эканлиги аниқланди. ГБҒ қовушли канал туб қисми билан яхшироқ натижа кўрсатди ва оптимал самарадорлик $d_1/d_2=0,8$ да эришилди. Оптимал тезлик $v_2 = 0,20 \sqrt{2g\Delta H}$ да аниқланди, пичоқлар сони n ва уларнинг шакли Б.Н томонидан ГБҒ учун тадбиқ қилинган синовдан ўтказилган оқим гилдираги максимал диаметри 0,60 м, қавариқ пичоқлар билан кенлиги 0,20 м ва узунлиги 0,15 м бўлган пичоқлар сонини 6 дан 10 та пичоқгача оширганда қувват ошди. диаметри 0,6 м бўлган текис пичоқли оқим гилдираги, қувват коэффициенти 0,30 дан 0,40 гача (оқим 0,15 дан 0,6 м/с гача бўлган тезликлар) пичоқлар сони 4 дан 8 тагача оширилди. Ишлаш пичоқ дизайнига боғлиқ эди, лекин барибир пичоқларнинг оптимал сонини ҳисоблаш учун умумий қондани тузиш мумкин; бу борадаги дизайн таклифлари, Саёз оқим гилдирак дизайнида муҳокама қилинади.

ГБМ нинг ишлаш принципи ҳақида биринчи тушунча Готох ва бошқаларда ўтказилган, бу ерда сув гилдираги (диаметри 0,5 м, кенлиги 0,23 м ва ўн икки пичоқлар билан) канал бўйлаб ўрнатилади. юқори ва

қуйи оқим сув сатҳининг ўртасидаги фарқи туфайли гидростатик куч оқим кинетик энергиясига қўшимча равишда ҳаракат қилади ва энергия ишлаб чиқариш қувватини оширади. Бошқа олимлар томонидан ГБМ чуқурроқ текширилди. $g=0,65$ оптимал тангенциал тезликда $v_2=(0,25-0,3)\sqrt{2gDH}$ (натижа ушбу шарҳда қайта ишланган) максимал самарадорликни топишга эришилди.

Бундан ташқари, эгилувчан каучук пичоқ учи билан битта ГБГ текширилди ва натижалар ГБМ га узайтирилиши мумкин. Турли канал кенгликлари ҳам синовдан ўтказилди. Сув ғилдирагининг диаметри 0,15 м, кенглиги 0,25 м, эди ва узунлиги 0,10 м, кенглиги 0,25 м бўлган 12 пичоқли. пичоқ қирраларида эгилувчан каучукдан фойдаланиш чўқиндиларни ташишни яхшилади ва балиқларга зарарни камайтирди, шунингдек самарадорликни оширди. Сув сирқишлари камайди. Канал кенглигини камайтириш орқали яхшиланишлар кузатилди максимал самарадорлик 0,50 дан 0,70 гача. Бундан ташқари, қуйи қарши оқим канали сув ғилдирагининг қуйи оқимида суперкритик оқим ҳосил қилди; бу ғилдиракка таъсир қилаётган баландлик ошишига олиб келди (шунингдек Самарадорликни баҳолаш ва ишлаш тақомиллаштириш). Пичоқлар сонини Линтон синовдан ўтказди ва $n=12$ дан $n=6$ гача бўлган самарадорликнинг ошишини топишди. (2013),

САЁЗ СУПЕРКРИТИК ОҚИМДАГИ ОҚИМ ҒИЛДИРАКЛАРИ НАЗАРИЙ МУЛОҲАЗАЛАР

Суперкритик оқимда оқим тезлиги критик оқимга нисбатан юқори. Назарий жиҳатдан, юқори оқим пичоқларга таъсири унчалик сезилмайди. Оқим пичоққа келиб урилгандан кейин тезлиги пичоқ тезлиги билан бир хил бўлиб қолади. Суперкритик оқимда юқори оқим баландлиги босими таъсир қилади, ва қуйи оқим тезлиги пичоқнинг тангенциал тезлиги билан бир хил бўлиб қолади. Энергия алмашинуви, баландликка, оқимнинг юқори кинетик энергиясига, боғлиқ бўлганлиги учун бу ғилдирак кинетик ғилдирак деб аталади. Пастки оқимдаги сув чуқурлигининг юқорилиги қарама-қарши гидростатик кучни келтириб чиқариши мумкин ва қуйи оқимидаги сув чуқурлиги учун критик чуқурлик $v_2/v_1=0,56$ нисбатини қабул қилади, бу ерда v_2 -ғилдирак тезлиги ва v_1 - юқори оқимдаги тинч сувнинг тезлиги (сув чуқурлиги dI билан).

Бир нечта мавжуд назариялар XVIII асрга тўғри келади. 1704 йилда Антуан Парент ўз назариясини баландликдаги юқори тезликли оқим ҳақида эълон қилганида. У оқим ғилдиракларининг самарадорлигини ҳисоблаб чиққанида, сув оқимининг пичоқларга таъсир қиладиган F кучи пичоқ ва сув оқими орасидаги нисбий тезликнинг квадратига пропорционал эди. Шунинг учун, $F \propto (v_1-v_2)^2$, бу ерда v_1 ва v_2 оқим ва мос равишда пичоқ тезлиги. Ушбу тахмин билан, максимал $v_2/v_1=1/3$ учун кувват коэффициенти $C_p=8/27$ бўлиши керак эди, лекин Парент оқимли сув ғилдиракларининг гидравлик самарадорлигини фақат $4/27$ гача чеклади. 1767 йилда де Борда ўзининг назариясини эълон қилди ва пичоқлар устидаги таъсир кучни ҳисоблаш учун $F \propto (v_1-v_2)^2$ эмас $F \propto v_1(v-v_2)$ деб фарз қилган ҳолда Парент тахлилни тузатди максимал кувват коэффициенти $v_2/v_1=1/2$ бўлганда $C_p=1/2$ бўлди. Де Борда ўз назариясини қабул қилиш учун яхши сабабларга эга эди, чунки у олган натижа тажрибага яхши мос келади. Кейин Жон Сметон Парент томонидан тақдим этилганидан юқори ($C_p = 4/27$) лекин де Борда томонидан тақдим этилганидан паст ($C_p = 1/2$) бўлган $C_p = 1/3$ максимал кувват коэффициенти кўрсатадиган экспериментал маълумотларни нашр этди. Бироқ гидравлик ҳаракатни яхшироқ тушуниш, шунингдек адекват баҳолаш учун ушбу турдаги энергия конверторини янада батафсил назарияси талаб қилинади

Самарадорликни баҳолаш ва самарадорликни ошириш

Суперкритик оқимлар билан ишлайдиган сув ғилдираклари ҳақида маълумотлар адабиётда критик оқим маълумотларига қараганда камроқ бўлганлиги учун топиш қийин. Мавжуд асосий ишлардан бири Багдҳади ва Михаил иши(1985). Бу ерда дарё тубига яқин сув ғилдираги текширилди. Юқори оқимнинг суви тор шлюз эшиги орқали мажбуран ўтказилди. Хужжатда ушбу дизайн билан $g=0,6$ гача бўлган самарадорлик олиш мумкинлигини тахмин қилинди. Германияда текис пичоқли сув ғилдираги физик моделида ўтказилган синовлар (оқим тезлиги 8 м3/с, сув чуқурлиги 0,47 м ва оқим тезлиги 5 м/с) пичоқлар $22,5^\circ$ олдинга эгилишида (радиал йўналиш бўйича) максимал қувват чиқишини кўрсатди. Натижалар, 38-40 кВт механик қувват ишлаб чиқариш мумкин, ва қувват коэффициенти $C_p = 0,4$ га тенг. Швейцария, 1892 йилда қурилган қоғоз тегирмонини қувватлантириш учун ишлатилган қуввати 26–33 кВт бўлган ғилдирак иши ҳам кўриб чиқилди.

Мазкур ишда турли хил пичоқ профилларини ўрганиш (горизонтал текисликда пичоқнинг эгрилигини ўзгартириши)да рақамли симуляциялар амалга оширилди. текис пичоққа нисбатан ярим доира шаклида деярли икки барабар кўп қувват ишлаб чиқарилган ва V шаклидаги пичоқ ёрдамида ундан юқори қувват олишга эришилган. Бунинг сабаби айланиш жараёнида юзага келадиган қаршиликнинг пастлиги ва оқим моментида яхшироқ фойдаланиш эди.

Саёз оқим муҳокамаси ва дизайн таклифлари

Олдинги ишларда эришилган натижаларга асосланиб, саёз сув ғилдиракларини лойиҳалаш учун баъзи стратегияларни аниқлаш мумкин. ГБГни 0,2-1,0 м гача бўлган баландлик фарқларида ишлатиш мумкин ва

қувват чиқиши 1,6 дан 9,2 кВт/м гача бўлган бўлса, ҳозирги вақтда ишлаб чиқариш қуввати 20 кВт/м га етиши мумкин.

Бунинг ўрнига, ГБМ ҳар бир метр кенглик учун 1,5-2,5 м³/с оқим тезлиги билан ва 1-2,5 м ўртасидаги баландлик фарқлари билан ишлатиш мумкин. ГБМ нинг айланиш тезлиги стандарт сув ғилдиракларига қараганда юқори, шунинг учун электр энергияси ишлаб чиқаришда узатмалар қутиларига бўлган талабни камайтиради. ГБМ ва ГБҒ нинг чиқиш оқими тезлиги жуда кичик, 1-1,5 м/с оралиғида

Канал ичида ўрнатиладиган жой тўғри танланган бўлиши керак. Яқинлашиб келаётган оқим тезлиги деярли аҳамиятсиз. ГБМ учун оптимал тангенциал тезлиги $v_2 = (0,25-0,3) \sqrt{2g\Delta H}$, ГБҒ нинг тангенциал тезлигидан юқори бўлиши мумкин.

Оқим ғилдираклари суперкритик оқимнинг ҳар бир метр кенлигига 10-13 кВт ишлаб чиқариши мумкин. Бироқ, оқим тезлиги 3 м/с ортқ бўлиши сезиларли даражада қувват ишлаб чиқаришга сабаб бўлади. бундай машиналарнинг хусусиятларини аниқлашга қаратилган тадқиқот ва маълумотлар адабиётда топилмаган. Муаллифнинг шахсий тажрибасига асосланиб, тўлиқ ҳажмдаги ғилдираклар суперкритик оқимда тез оқим ва ғилдирак тезлиги туфайли юқори қувват йўқотишларини кўрсатади (3b-расм). Кинетик ғилдиракларнинг тангенциал тезлиги v_2 яқинлашиб келаётган оқим тезлиги v_1 ва нисбатларнинг функцияси сифатида $v_2/v_1 = 0,30-0,55$ тавсия этилади. Бунинг сабаби оқим ва пичоқлар ўртасидаги алмашинув нисбийлигига боғлиқ. Бу фикр тарихий китобларда ҳам тасдиқланган (Бач, 1886; Брессе, 1896; Бускует, 1906; Вайсбах, 1849).

Ўтмишда одатда саёз сув оқим ғилдираклари кириш қувватини йўқотишларни камайтириш учун тўғри ёки бир оз олдинга эгилган пичоқлар билан қурилган. Замонавий даврда эришилган натижаларга асосланиб, тавсия этилган пичоқнинг олдинга эгилиши 22,5°, деб тарихий жиҳатдан таклиф қилинган дизайн умумлаштириш мумкин.

Пичоқнинг эгилиши яқинлашаётган оқим тезлигига параллел бўлиши керак, оқим тезлиги ва ғилдиракнинг тангенциал тезлиги вектор фарқидир. Бу шунингдек, оқимнинг кинетик энергияси муҳим бўлган гравитациявий сув ғилдиракларини, Сагбениен паст баландлик ғилдираклари ва вертикал ўқдаги сув ғилдиракларини лойиҳалашда оқим остидаги қувват йўқотишларни минималлаштириш учун умумий ёндашув. Ярим доира шакли юқори қувват коэффициентида олиб келиши мумкин, лекин ишлаб чиқаришнинг юқори харажатларига олиб келади.

Мослашувчан пичоқлар чўкиндиларни ташишни яхшироқ таъминлаши мумкин. Канал туби каварик бўлиши бўшлиқлар ва оқишларларда йўқотиш камайтириш учун фойдали бўлади. Пичоқлар сони ҳақида гапирганда, адабиётда ГБҒ ва ГБМ устида урта экспериментал тадқиқотлар топилган.

Кўпгина тадқиқотлар n сони ортиб борганда самарадорлиқнинг пасайишини аниқлади. Бундан ташқари, 6 пичоқли битта ГБМнинг иш самарадорлиги пастки тортишиш туфайли 12 пичоқли ГБМ дан юқори эди. n камайганлиги сабабли ишлаш яхшиланиши ўринли эди, чунки саёз ва критик оқимда қувватга ҳисса қўшган асосан баландлик фарқи. Демак, пичоқлар сонининг камайиши қаршилиқ камайиши, шундай қилиб, кам n сон кўпроқ қувват демакдир. Аммо қуйида минимал пичоқлар сони $n = n_{\min}$ тўлқин ва оқиш йўқотишлар кўпайишига олиб келади. Шунинг учун қаршилиқнинг камайиши ва оқиш билан тўлқин йўқотиш пасайиши ўзаро таъсир кўрсатади. N сони $n_{\min}$, дан паст бўлса ҳажмий йўқотишлар жуда кўп ортади, деб ҳисоблаш мумкин.

Агар битта пичоқ тўлиқ сувга ботганда (айланиш ўқи остида) юқори ва қуйидагилари оқим сувнинг эркин юзаси билан алоқада бўлиши кераклигини ҳисобга олсак. Шу тарзда, айланиш жараёнида бир пичоқ ўзининг оптимал ҳолатига тўлиқ ботирилганда, бошқа пичоқлар ҳажмли йўқотишларни камайтириш учун ундан узокда бўлиши керак. Бундай вазиятга қўлланиладиган геометрик ечим натижасида, $n_{\min}$ фақат $1/D$ нисбатига боғлиқ, бу ерда 1 - бу чўктирилган пичоқнинг чуқурлиги. Масалан, қачон $1/D = 0,2$, бўлса яъни адабиётда тавсия этилган умумий нисбат, $n_{\min} = 8, 1 \rightarrow 8$ га тенг. (Мюллер ва бошқ., 2010; W. Мюллер, н.д.)

Олтига пичоқли ГБМ учун адабиёт натижаларини ишлаб чиқиш $(n_{\min}/n)_{\text{opt}} = 0,88$, (гарчи сув остида жуда кўп импульсив ва тебранувчи кучлардан қочиш учун ўн иккита пичоқ одатда қабул қилинган бўлса ҳам), бу нисбат ғилдираклар учун 0,8 дан 1,1 гача бўлган. Қиймат $(n_{\min}/n)_{\text{opt}} = 1$ бўлиши мумкин дизайн йўриқномаси сифатида кўриб чиқилди. Бироқ, нисбат фақат ГБМ учун $1/D = 0,33$ да ва ГБҒ учун $1/D = 0,25$ да тасдиқланган. Демак, турли кўрсатма $1/D$ қийматлари тасдиқлаш учун СФД симуляциялар ёки тажрибалар керак бўлади.

Чуқур оқимдаги оқим ғилдираклари

Чуқур сув оқимлари паст Б.Н.га эга бўлганлари учун ғилдиракдан кейин сувнинг тарқалишини юзага келтирмайди. Дарҳақиқат, паст блокировка нисбати сабаб юқоридаги сув даражасига қараб оқим тезлигининг бир қисми ғилдирак атрофдан ва пастдан ўтади. Шунинг учун, токи мувозанатга эришилгунга қадар, юқори оқимдаги сув чуқурлиги ортиши, оқимнинг ғилдирак атрофидан ўтадиган қисми ортади.

Унинг ён томонларида ғилдиракни қўллаб-қувватлайдиган қайиқлар мавжуд бўлганда, ғилдирак сузувчи сув

гилдираги деб аталади (7-расм) (Мюллер ва бошқалар, 2010).

Сузувчи гилдираклар одатда катта очик канал оқимларида қурилган, шунинг учун девор ва блокировка таъсири аҳамиятсиз бўлади.

Катта сув чуқурлиги ва паст блокировка эффектлари сузувчи гилдиракларни жуда экологик тоза, атроф-муҳитга кам таъсир қиладиган балиқ ва чўкиндиларнинг ўтишига таъсир қилмайдиган машиналарга айлантиради.



(a)



(b)

7-расм. (а) Гидродинамик шаклдаги сузувчи тузилмага эга сузувчи сув гилдираги, у сувни гилдиракка минимал баландлик йўқотиши билан ўтказиши мумкин (экспериментал ўрнатиши, W.M.Ж. Баттен Баттен ва бошқалар. (2011));

(б) ҳақиқатдан ўрнатишган чуқур сувда сузувчи гилдирак мисоли, (Салмини Сантино Елеттротомессаниса фотосурати, Италия)

Сузувчи гилдиракларда балиқ миграциясига таъсирни минималлаштириш учун тўғон ва сув омборларига эҳтиёж йўқ. Бирок, сузувчи гилдиракнинг асосий камчилиги шундаки саёз оқимда гилдирагининг бир хил микдордаги энергиясини ишлаб чиқариш учун каттарок ҳажмда бўлиши керак. Бунга чуқур сувда учрайдиган паст оқим тезлиги сабаб бўлади. Шунинг учун, сўнгги пайтларда, сузувчи гилдиракларини яхшилаш мақсадида ўрганишлар олиб борилмоқда. Саёз оқимдаги оқим гилдираклари учун ишлатилган шу каби стратегиялар гидродинамик шаклдаги сузувчи конструкциялар ёрдамида сузувчи гилдиракларни сузувчи ГБҒга айлантиришда қўлланилди. Кейинги бўлимларда ҳам сузувчи гилдираклар, ҳам сузувчи ГБҒ муҳокама қилинади.

Назарий мулоҳазалар

Чуқур сувдаги қувват коэффициенти баҳолаш учун энг соддалаштирилган ва энг қадимги формулалардан бири Вейсбах томонидан ишлаб чиқилган, сув остида бўлган пичоқлар $n_{суб}$ сонини ҳисобга олган ҳолда. У $Cp=16/81 \cdot n_{суб}$ тенгласини берди, чуқур сувдаги гилдираклар учун ва оқим тезлиги гилдиракнинг тангенциал тезлигига яқинлашганда амал қилади. Бетз чегарасини ҳисобга олган ҳолда ($Cp=16/27$), сув ости пичоқларининг максимал назарий сони 3 та бўлиши керак. Аниқроқ баҳолашга эришиш учун қувват чиқиши 5с-расмда тасвирланган идеал жараёни ҳисобга олган ҳолда, сувга ботирилган пичоққа таъсир қиладиган кучга боғлиқ импульс алмашинуви ва кичик баландлик фарқи билан ҳисоблаш мумкин. Шундай қилиб, қувват чиқиши шу тенглама билан баҳоланиши мумкин. (5) (Мюллер ва бошқ., 2007):

$$P = \rho g \frac{b}{2} \left[(d_1 + \Delta h_1)^2 - (d_1 - \Delta h_2)^2 \right] v_2 + \rho b (d_1 + \Delta h_1) (v_1 - v_2)^2 v_2 \quad (5)$$

Бу ерда d - пичоқ кенлиги, v_1 ва v_2 - юқори оқим ва пичоқ тезлиги ва бошқа ўзгарувчилар 5с-расмда тасвирланган. Бевозта қилинмаган сув чуқурлиги d_1 . Экспериментал тестлар оқим тезлигидан мустақил $\Delta h_1/\Delta h_2=3/2$ ни аниқлади. Секин оқим тезлиги учун назарий қувват қийматлари экспериментал ўлчовлардан бироз фарқ қилди. (5)тенглама. Кичик баландликда сувга ботган пичоқдаги фарқ сақланиши учун гилдирак катта бўлиши керак.

Мюллер ва бошқалар(2010) томонидан ишлаб чиқарилган қувватни баҳолаш учун қуйидаги соддалаштирилган модел таклиф қилинган:

$$P = \frac{1}{2} \rho C_d A (v_1 - v_2)^2 v_2 \quad (6)$$

Бу ерда C_d -текис пластинкага ўхшаш тортишиш коэффициенти 2 га тенг қабул қилинади. Агар (6) тенгламада кинетик қувватга нормаллаштирилган қувват коэффициентини, назарий максимални олиш учун оқимнинг $v_2/v_1=0,33$ да $Cr=0,296$ бўлади.(6) тенглама (1) тенглама билан деярли бир хил. Бу максимал қувват ва оптимал айланиш тезлигини кам баҳолайди (самарадорликни баҳолаш ва самарадорликни ошириш бўлимида тажриба натижаларига қаранг). Бу пичокдаги баландлик фарқи (6) тенгламада ҳисобга олинмаганлиги сабабли олинган эди. Шунинг ҳам таъкидлаш жоизки, қачон майдон нисбати 5% дан юқори бўлса, ғилдиракнинг блокировка таъсири кўриб чиқилиши керак. Ючэнг (2012) да ишлаб чиқаришда қувват йўқотишларини баҳолашда қувват назарий модели яратишни таклиф қилди. Оқимнинг бурчак моменти ғилдиракнинг ҳаракатлантирувчи моменти таъминлади, қаршилик эса барча сув остидаги куракларнинг орқа томонидаги сувнинг ишқаланиш кучи туфайли юзага келган. Аналитик ҳисоблаш натижаларни, суёқлик динамик симуляцияси натижалари билан таққослаш йўли билан тасдиқланган.

САМАРАДОРЛИКНИ БАҲОЛАШ ВА САМАРАДОРЛИКНИ ОШИРИШ

Йиллар давомида чуқур сувда оқим ғилдиракларининг ишлашини аниқлаш учун тажрибалар ўтказилди. Пичок сонлари ва шакллари ҳам тадқиқ қилинган. диаметри 0,50 м бўлган сузувчи ғилдирак, кенглиги 0,25 м ва узунлиги 0,05 м бўлган пичоклар билан синовдан ўтказилди. Сув чуқурлиги 0,215 м да доимий равишда ушлаб турилган ва оқим тезлиги 0,2 дан 0,59 м/с ўртасида ўзгарган. Блоканиш даражаси 0,2 ни ташкил этди. Қувват чиқиши натижалари тузатилди, шунинг учун натижалар бузилмаган оқимдаги вазиятга ўхшаш бўлди. Максимал қувват коэффициенти $n=24$ учун $Cr=0,42$ эди. Агар валдаги ишқаланиш йўқотишлари ва турбулент йўқотишлар нол бўлса, еҳтимол максимал қувват коэффициенти де Борда томонидан кашф этилган $v_2/v_1=0,5$ учун $Cr=0,5$ бўлади.

Бунинг ўрнига, кам пичоклар сонлари учун ($n=8$ ва 12), максимал қувват коэффициенти мос равишда $Cr=0,25$ ва $Cr=0,35$,. Оптимал тезлик нисбати $v_2/v_1=0,4-0,55$ эди.

У шаклидаги кесимша ёрдамида суперкритик оқим учун Cr нинг кичик ўсиши мумкин бўлади. Саёз оқимида Мунозара ва дизайн таклифлар бўлимида муҳокама қилинган $n_{мин}$ маъносини ҳисобга олган ҳолда ўлчамлари $n_{мин}=10,7 \rightarrow 10$, шунинг учун $n_{мин}/n=0,45$ да $l/D=0,1$.

Кумарада (н.д.) (текширмаган) 0,60 м сузувчи ғилдирак диаметри ва 0,2 м кенглигида 0,54–0,6 м/с оқим тезлигида синовдан ўтказилди. Тўғри пичоклар, эгик ва ковушли пичоклар, турли хил сонли пичоклар (пичоклар кенглиги 0,2 м) ва узунлиги 0,1 м, яъни $l/D=0,16$, текширилди. Лекин Б.Н.ни ҳисоблаш имкони йўқ эди. Қувват чиқиши ва самарадорлик тўғри шаклдан ковушлига ўтишда топилган натижаларга мувофиқ ($n_{мин}/n=0,96$) $n=6$ дан $n=12$ ошди. Мюллерда бошқалар.(2010). Бироқ, қувват коэффициентлари 0,4 дан кам эди. диаметри 0,4 м ва текис пичокли сув ғилдираги 0,3 м/с тезлик оқимда синовдан ўтказилди. Оптимал пичокни ботириш 0,1 м, яъни $l/D=0,25$ ва Б.Н.=0,15 ва қувват чиқиши 6 дан 12 пичоклар гача камайди, шунинг учун $n_{мин}/n=1,6$. Максимал қувват коэффициенти $Cr=0,6$ дан кам эди. Бу қиймат (1) тенгламада башорат қилинганидан юқори чуқури назарий тенглама блокировка таъсирини ҳисобга олмайди.

Олдинги тадқиқотлар шунинг кўрсатдики, фақат пичок дизайнини ўзгартириш қувват ишлаб чиқаришни сезиларли даражада ошириш учун етарли эмас эди. Бу факт тадқиқотларни ғилдиракнинг сузувчи ва қўллаб-қувватловчи тузилишига қаратилишини англатади.(7-расм)

Сузувчи структура юқори оқимни ғилдиракка йўналтириб босимни ривожлантириш учун мўлжалланган. Оқим ўтиши учун қуйи оқим бўлими саёзроқ чуқурликда ва юқори тезликда чиқиши мумкин. Қўшимча структуранинг юқори қисмидаги тўсиқлар кириш оқим сиқилишини кучайтирди. Пастки оқимидаги босимни камайитириш учун моделнинг қуйи қисмига оқим сепараторлари ўрнатилди; қуйи оқимидаги сув сатҳи қисқартирилади шунинг учун ғилдирак айланиш жараёнини осонлаштирди. Ғилдирак остига таглик плитаси ўрнатилади, бу эса қувватни оширади. Босим фарқининг пайдо бўлиши (асосан сузувчи структуранинг ичида сақланган орқа сувнинг тарқалиши билан) ва пойдевор пластинка сузувчи ғилдиракни саёз сувда ГБҒ каби ишлашига имкон беради.

Бундай сузувчи структуранинг барқарорлигини таҳлил қилиш олиб борилди. Босим фарқи мавжудлигига қарамай, тенглама (2) Ушбу конфигурациядаги қувватни баҳолаш учун фойдаланилган.

Максимал қувват коэффициенти $Cr=0,7-0,8$ деб топилди (босим фарқига асосан), бундай сузувчи тузилмасиз эришиш мумкин бўлгандан икки баробар юқори. Бундай сузувчи оқим ғилдираги энергия жиҳатидан ҳам оқим ғилдирагининг ишлаб чиқариш ва ўрнатиш мумкин бўлган жойлар сони кўплиги учун энг истиқболли тури деб ҳисобланган. Ғилдирак остидаги нишабли пластинка СФД томонидан текширилди, гидродинамик шаклдаги

сузувчи тузилмасиз пластинка ғилдирак қувватини 2,7дан тахминан 4 мартага яхшилади. Бундан ташқари, пичоқларнинг оғиши радиалдан олдинга ўзгартирилди. Пастки пластинка ва шакли озгартирилган пичоқ билан энг самарали яхшиланишга эришилди, ғилдиракнинг атрофидаги тузулмасиз оптимал дизайнни таъминлай олмаслигини тасдиқлайди.

МУҲОКАМА ВА ДИЗАЙН ТАКЛИФЛАРИ

Агар чуқур оқимдаги яқинлашиб келаётган оқим тезлиги худди ўта критик саёз оқимдаги оқим ғилдираклари каби тангенциал тезликнинг ярми бўлса оқим ғилдираклари максимал $C_p=0,3-0,4$ қувват коэффициентини кўрсатади. Қувват чиқиши одатда ҳар бир метр кенлиги учун 0,5-2 кВтни ташкил қилади. Бироқ, чуқур оқимда ғилдиракнинг v_2 тангенциал тезлиги $v_2=(0,6-0,7)v_1$ гача оширилиши мумкин. (v_1 - бу яқинлашиб келаётган оқим тезлиги) махсус сузувчи тузилмалардан фойдаланилганда, қувват коэффициентини $C_p=0,7-0,8$ гача ошириш мумкин. Бундай сузувчи ғилдирак ўзини ГБҒ каби тута бошлайди ва тахминий қувват чиқиши 5 кВт/м га айланади.

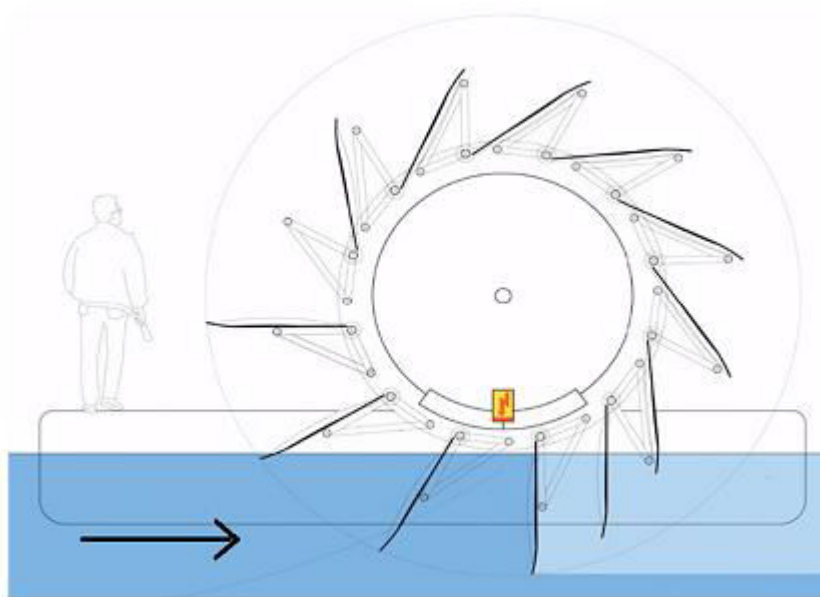
Пичоқлар сони ғилдиракнинг ишлашига таъсир қилади. Тарихий жиҳатдан, чуқур сувда сув ғилдираклари 10–12 пичоқ ва бир оз олдинга эгилган дизайнлари тавсия этилган (тахминан 10°–20° Веисбаҳ, 1849). Бах (1886) ва Бускет (1906) таклиф қилган 18-24 пичоқни ишлатган, Чаудй (1896) эса 6 дан 10 гача пичоқни таклиф қилди.

Бироқ, тарихий дизайнлар фақат эмпирик эди, аммо пичоқларнинг оптимал сони L/D нисбатига боғлиқ, бу ерда L -пичоқ узунлиги ва D -ғилдирак диаметри. Масалан, оптимал нисбати $L/D=0,1$ учун $n_{\min}/n=0,45$ топилди (Мюллер ва бошқ., 2010), $L/D=0,25$ учун $n_{\min}/n=1,62$ (Анурат & Чаинаронг, 2011) ва $L/D=0,16$ учун $n_{\min}/n=0,96$ (Кумара, н.д.), шунинг учун амалий коида $R^2=0,998$ билан $n_{\min}/n=7,76$ $L/D=0,31$ бўлиши мумкин.

Пичоқларни ҳаракатланувчи қилиш ёрдамида қувватни яхшилаш мумкин олдинга эгилган пичоқлар ёрдамида яқинлашиб келаётган оқим кинетик энергиясидан яхшироқ фойдаланиш ва чикувчи йўқотишларни ҳам минималлаштириш мумкин.

Бунда пичоқлар таг қисми роторга боғланган ҳолда бўлади (8-расм). Шу тарзда, пичоқлар жойлашуви автоматик тарзда эркин ўзгариши мумкин. Ғилдирак оқи остидан ўтгандан сўнг, пичоқлар автоматик равишда йиғилган жойлашувни қабул қилади. Шунинг учун, қуйи оқим сув юзасига кўтарилиш жараёнида оқим суви қаршилигини минималлаштиради (Дреус Вассеррад, н.д.).

Бироқ, пичоқнинг оптимал дизайни ғилдиракни яхшилаши мумкинлигига қарамасдан чуқур сувда оқим ғилдиракларининг қувват чиқишига асосан қўллаб-қувватловчи тузилмани яхшилаш орқали эришиш мумкин. Сузувчи тузилма сув оқимини ғилдиракка ўтказиш учун гидродинамик шаклга эга бўлиши керак. Бундай тузилма юқори оқимдаги сувнинг гидростатик кучини ва босимни ошириш орқали ғилдиракни эксплуатация қилиш, уни қуйи оқимда камайтириш имконини беради. Эгри пастки тўсик волуметрик йўқотишларни камайтириш учун фойдали бўлади, лекин оддийроқ фойдаланиш нишаб пластинка ҳам самарали эканлиги аниқланди (Акинеми & Лиу, 2015).



8-расм. Пичоқларнинг мойиллиги созланиши мумкин бўлган сузувчи ғилдирак, кириш ва чиқиш учун йўқотишлар ҳам минималлаштирилади. Манба: Сураат Хартмут Дреусдан олинган.

МУНОЗАРА

Умумий фикрлар

Оқимли сув ғилдиракларини рақобатбардош нархи ва содда конструкциялиги туфайли оқадиган сувда кизикарли технология деб ҳисоблаш мумкин.

Оқимни тавсифлашда сув ғилдираклари учун учта оқим режими аниқлаш мумкин: саёз суперкритик оқим, саёз критик оқим ва чуқур оқим. Оқим режимига қўшимча равишда ғилдирак геометриясига қўра, оқим ғилдиракларининг беш турини аниқлаш мумкин: критик саёз оқимдаги гидростатик босим ғилдираги (ГБГ), Гидростатик босим машинаси (ГБМ), суперкритик оқимда кинетик ғилдирак, критик саёз оқимдаги ГБГ эволюцияси сифатида, чуқур сувда сузувчи ғилдирак ва чуқур сувда сузувчи ГБГ потентсиал нуктаи назаридан анъанавий сузувчи ғилдиракнинг эволюцияси сифатида. Бундай таснифлаш ишлаш тамойилини яхшироқ ойдинлаштириш учун, айниқса айланиш тезлиги ва пичоқлар сони дизайн бўйича дастлабки кўрсатмаларни яхшироқ аниқлаш учун фойдали бўлди.

2-жадвалда ҳар бир ғилдирак тури учун эришиш мумкин бўлган максимал қувват чиқиши, самарадорлик ва қувват коэффициенти, оптимал тангенциал тезлик v_2 ва пичоқлар сони n жамланди. ГБМ ва кинетик ғилдирак энг самарали оқим ғилдиракларидир: ГБМ атайлаб босим фарқи билан ҳаракатланиш учун мўлжалланган, кинетик ғилдирак эса жуда тез оқимларда ишлатилади, шунинг учун кирувчи қувват аҳамиятлидир. Иш унумдорлиги камроқ оқим ғилдираги бу сузувчи турдир, чунки у секин оқимларда ишлатилади. Бироқ, максимал қувват коэффициенти сузувчи ғилдираклар кинетик ғилдиракларга ўхшайди, бу ерда юқори қувват йўқотишлари тез оқим ва юқори турбулентлик туфайли юзага келади.

Сузувчи ГБГларнинг қуввати оддий сузувчи ғилдиракникига қараганда икки баравар кўпдир; бу ҳолда гидравлик босим кичик бўлади, шунинг учун қувват ишлаб чиқаришга гидростатик куч ишлатилади. Одатда қувват коэффициенти $C_p = 0.35$ дан кам бўлган бошқа гидрокинетик қурилмалардан юқори қувват коэффицентига эга. (Вермаак ва бошқ., 2014). 2-жадвалдан фойдаланиб, гидравлик шароитдан келиб чиқиб, ҳар бир оқим ғилдирагининг эришиш мумкин бўлган қувват чиқишини аниқлаш мумкин.

ғилдирак тури	оқим тури	Max. η , C_p	kW/m	тезлик	$\frac{n_{min}}{n}$	расм
ГБГ	критик саёз	$\eta = 0.8-0.9$, $C_p = 0.4$	< 20	$\frac{v_2}{\sqrt{2g\Delta H}} = 0.20$	1	3a
ГБМ	критик саёз	$\eta = 0.60-0.65$	> 10	$\frac{v_2}{\sqrt{2g\Delta H}} = (0.25-0.3)$	1	3d
Кинетик ғилдирак	супер крт. саёз	$\eta = 0.4$, $C_p = 0.4$	10-13	$\frac{v_2}{v_1} = 0.3-0.55$	-	3b
Сузувчи ғилдирак	чуқур	$C_p = 0.4$	0.5-2	$\frac{v_2}{v_1} = 0.4-0.55$	$7.76 \frac{1}{D} - 0.31$	3c
Сузувчи ГБГ	чуқур	$C_p = 0.7-0.8$	5	$\frac{v_2}{v_1} = 0.6-0.8$	1	7

2-жадвал

Амалий иловалар учун оқим ғилдиракларининг гидравлик хусусиятларининг қисқача мазмуни. Ҳар бир ғилдирак тури учун эришиш мумкин бўлган максимал ишлаш кўрсаткичи ғилдирак турига қараб нормаллаштирилган қувват чиқиши, яъни самарадорлик η ёки қувват коэффициенти C_p билан ифодаланади. Қўшимча маълумотлар: ҳар бир метр кенглигида ишлаб чиқариш қуввати диапазони, оптимал тезлик v_2 ва пичоқлар сони n (v_2 одатда яқинлашиб келаётган оқим тезлиги v_1 ёки босим фарқи ΔH билан боғлиқ). Ушбу жадвал маълумотлари экспериментал тестлар орқали олинган.

ДИЗАЙН ЖАРАЁНИ

Ушбу шарҳда оқимли сув ғилдиракларини лойиҳалаш бўйича кўрсатмаларга эришиш мақсад билан муҳокама қилинди ва маълумотлар тақдим этилди. Назарий натижалар, экспериментал/рақамли маълумотлар ва тенгламалар бу ерда келтирилган дастлабки баҳолаш учун адекват восита деб ҳисоблаш мумкин бўлса-да, лекин оқим ғилдиракларининг гидравлик ҳаракати фақат махсус тажрибалар ва СФД симуляциялари орқали эришиш мумкин. Қуйида дизайн методологияси ичида концептуаллаштирилган дизайн таклифлари қисқача умумлаштирилади. Саёз оқимдаги дизайн таклифлари ва муҳокама ва дизайн тафсилотлар ва таклифлар учун мунозарага қаранг.

Ғилдиракнинг ишлаши учун танланиши керак бўлган энг муҳим параметр унинг тангенциал тезлиги v_2 бўлиб, уни 2-жадвалдан танлаш мумкин. Аммо, кинетик ғилдиракларда, суперкритик оқим туфайли, яқинлашиб келаётган оқим тезлиги тезроқ, одатда 3 м/с дан юқори,

Шундай қилиб, кинетик ғилдираклар сузувчи ғилдираклардан уч баробар тезроқ айланади. ГБҒ (ва сузувчи ГБҒ) нинг тангенциал тезлиги сузувчи ғилдиракларга нисбатан юқори. ГБМ нинг оптимал тангенциал тезлиги босим фарқи боғлиқ: бундай шароитларда Юқори оқим тезлиги аҳамиятсиз ва тезликни лойиҳалашнинг мақсади маълум бир оқим тезлигини чиқаришдир.

Сув ғилдирагининг кенлиги қувват чиқиши қатъий равишда боғлиқ бўлгани билан у канал кенлиги билан чекланган бўлсада сув ғилдирагининг диаметрини танлаш ҳали ҳам қийинчилик туғдиради.

Оптимал ғилдирак тангенциал тезлиги $v_2 = ND/2$ ни

2-жадвалдан жуда осон ҳисоблаш мумкин, шунинг учун ғилдирак айланиш тезлиги N ва ғилдирак радиуси (яъни диаметри) $D/2$ маълум. Шунинг учун ғилдирак тезлиги ва диаметрининг турли комбинациялари бўлиши мумкин. Ғилдирак тезлиги диапазонини муҳандислик иловалари учун оқилонга диаметрларни олиш учун, 1 м дан 5 м гача танланиши керак. Диаметри қанчалик баланд бўлса, харажат шунча юқори бўлади, лекин куйи оқимдаги қувват йўқотишлари қанчалик паст бўлса, туфайли сувнинг эркин юзасига нисбатан пичоқларнинг энг қулай мойиллиги. Якуний ечим энг яхши мурасага боғлиқ бўлади.

Айни пайтда бу борада ёрдамчи адабиётлар етарли эмас ўзаро таъсир, бу келажакда текширилиши керак.

ХУЛОСА

Оқим ғилдираклари оқатган оқимларга ўрнатилган микро гидроэнергетика конверторларидир. Курилиши оддий бўлганлиги туфайли улардан биринчи ишлатиладиган сув ғилдираги тури. Ҳозирги кунда жаҳон қонунчилигида белгиланган қайта тикланадиган энергияга эътибори туфайли ва чекка ҳудудларни энергия билан таъминлаш зарурати микро гидроэнергетикага ва оқим ғилдираклари жуда жозибабали технологияга айланмоқда. Оқим ғилдираклари жуда арзонлиги туфайли ривожланаётган мамлакатларга айниқса мос вариантдир.

Бу ерда назарий, экспериментал, рақамли натижалар ва адабиёт маълумотлари тўпланиб, муҳокама қилинди. Адабиёт натижалари шунини кўрсатади оқим ғилдиракларининг самарадорлигига ғилдирак геометрияси ва гидравлик шароитлари, гидравлик ҳаракати таъсир қилади. Максимал қувват чиқиш маълум бир гидравлик шароитларда ғилдиракнинг маълум тезлигида содир бўлади. Қувват ишлаб чиқаришни яхшилаш бўйича муваффақиятли тадқиқотлар ўтказилди. Энг самарали ютуқ бу Фақат ғилдиракнинг айланишига таъсир қилмасдан оптимал дизайнни олиш мумкинлиги, тезлик ва пичоқ дизайни, лекин айниқса ғилдиракнинг атрофидаги тузилмасида эканлигини англашдир. Бу фикр барча турдаги оқимлар сув ғилдираклари учун амал қилади. Саёз сувда ковушли таг қисмлари талаб қилинади бўшлиқлар ва оқишларни минималлаштириш, шу билан бирга, чуқур сувда, махсус сузувчи гидродинамик шаклдаги структура қувватни икки баравар ошириши мумкин. Қандай бўлмасин, оптимал самарадорликка эришишдаги пичоқларнинг шакли ва сони ҳам муҳим рол ўйнайди. Масалан, камида учта пичоқ бир вақтнинг ўзида сув билан алоқа қилишлари керак; бундан ташқари, олдинга текис пичоқ ёки ярим доира шакли бўлиши самарадорлигини сезиларли даражада ошириши мумкин. Самарадорликни саёз суперкритик оқимдаги оқим ғилдираги яхшироқ тушуниш учун қўшимча тадқиқотлар талаб қилинади. Қўшимча тадқиқотлар оқимнинг муҳандислик учун ғилдираклар, пичоқлар сони билан боғлиқ бўлган, уларнинг геометрик ўлчамлар ва ғилдирак диаметри каби дизайнидаги баъзи камчиликларни бартараф этиш талаб қилинади. Электромеханика ускуналар тадқиқ қилиниши керак бўлган муҳим жиҳатлардир. Ушбу шарҳ Оқим суви ғилдиракларининг замонавий ҳолатини белгилайди ва бундай ғилдиракларнинг яхши дастлабки дизайнига эришиш учун кўрсатмалар тақдим этилди.

REFERENCES

1. Akinyemi, O., & Liu, Y. (2015). CFD modeling and simulation of a hydropower system in generating clean electricity from water flow. International Journal of Energy and Environmental Engineering, 1–10.
2. Anurat, T., & Chainarong, I. (2011). The effect of paddle number and immersed radius ratio on water wheel performance. Energy Procedia, 9(0), 359–365.
3. Anyi, M., & Kirke, B. (2011). Hydrokinetic turbine blades: Design and local construction techniques for remote communities. Energy for Sustainable development, 15, 223–230.
4. Aqysta, (n.d.). Hyupump: Enabling sustainable irrigation through hydro-powered pump for canals. European funded project, Horizon 2020, H2020-SMEINST-1-2016-2017.
5. Bach, C. (1886). Die Wasserräder: Atlas (the waterwheels: Technical drawings). Published by Konrad Wittwer Verlag, Stuttgart (in German).
6. Bagdhadi, A. H. A., & Mikhail, S. (1985). Design of momentum water wheels used for mini hydropower. International Water Power and Dam Construction, 47–52.

7. Bahaj, A. H. A., Molland, A., Chaplin, J., & Batten, W. (2007). Power and thrust measurements of marine current turbines under various hydrodynamic flow conditions in a cavitation tunnel and a towing tank. *Renewable Energy*, 32(3), 407–426.
8. Banja, M., Monforti, F., & Scarlat, N. (n.d.). Review of technical assessment of national renewable energy action plans. JRC scientific and policy reports. ISPRA, Italy: European Commission, Directorate-General Joint Research Centre, Institute for Energy and Transport.
9. Batten, W. M. J., & Müller, G. (n.d.). Potential for using the floating body structure to increase the efficiency of a free stream energy converter. Proceedings of 34th International Association of Hydraulic Engineering & Research (IAHR) Biennial Congress, Brisbane, Australia, June 16–July 1, 2011.
10. Batten, W. M. J., Weichbrodt, F., Müller, G., Hadler, J., Semlow, C., Hochbaum, M., ... Frohle, P. (2011). Design and stability of a floating free stream energy converter. Proceedings of the 34th World Congress of the International Association for Hydro-environment Research and Engineering: 33rd Hydrology and Water Resources Symposium and 10th Conference on Hydraulics in Water Engineering. (pp. 2372–2380).
11. Blodgett, C., Dauenhauer, P., Louie, H., & Kickham, L. (2017). Accuracy of energy-use surveys in predicting rural mini-grid user consumption. *Energy for Sustainable Development*, 41, 88–105.
12. Bozhinova, S., Kisliakov, D., Müller, G., Hecht, V., & Schneider, S. (2013). Hydropower converters with head differences below 2.5m. Proceedings of the ICE-Energy 165,
13. Bresse, M. (1896). *Hydraulic motors*. New York: J. Wiley and Sons.
14. Busquet, R. (1906). *A manual of hydraulics*. London, Edward Arnold.
15. Butera, I., Fontan, S., Poggi, D., Quaranta, R., & Revelli, R. (n.d.). Laboratory results on the effect of channel geometry on a rotary hydraulic pressure machine. (European Geosciences Union General Assembly 2018, Vienna, Austria).
16. Capecchi, D. (2013). Over and undershot waterwheels in the 18th century. *Science-technology controversy. Advances in Historical Studies*, 2(3), 131–139.
17. Chaudy, F. (1896). *Machines hydrauliques*. bibliothèque du conducteur de travaux publics. in French.
18. Cleynen, O., Kerikous, E., Hoerner, S., & Thevenin, D. (2017). Influence of flotation bodies on the power characteristics of a free-stream water wheel. *Computational and Experimental Methods in Multiphase and Complex Flow IX* 55–60.
19. de Faria, F., & Jaramillo, P. (2017). The future of power generation in Brazil: An analysis of alternatives to amazonian hydropower development. *Energy for Sustainable Development*, 41, 24–35.
20. Dietz, A., Groeger, A., & Klingler, C. (2011). Efficiency improvement of small hydroelectric power stations with a permanent-magnet synchronous generator. *Electric Drives Production Conference (EDPC)*.
21. Domozhirov, L. (2005). Determination of service life of hydraulic turbine waterwheels with allowance for scattering of fatigue characteristics. *Power Technology and Engineering*, 39(2), 24.
22. Drews Wasserrad, German company. (n.d.). Pers. comm.
23. Dutta, A., Shrestha, B., Shahi, J., Chaudhary, V., & Lal Shrestha, P. (2016). Re-design and optimization of traditional undershot wheel using high density polyethylene (hdpe) blades. Proceedings of the International Symposium on Current Research in Hydraulic Turbines, Kathmandu University.
24. Elbatran, A. H., Yaakon, O., Ahmed, Y., & Shabara, H. (2015). Operation, performance and economic analysis of low head micro-hydropower turbines for rural and remote areas: A review. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 43, 40–50.
25. European Commission (2009a). Directive 2009/29/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 amending directive 2003/87/EC so as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading scheme of the community. Off. J., L 140, 0063–0087. 05/06/2009.
26. European Commission (2009b). RES directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable. Off. J., L 140, 0016–0062. 05/06/2009.
27. European Small Hydropower Association (ESHA) (2014). *Small and micro hydropower restoration handbook*. University of Athens.
28. Fergnani, N., Silva, P., & Bavera, P. (2016). Archimedean screw and intake head losses: Design optimization under variable flows, with or without inverter. *Hydro 2016 Conference*, Bordeaux, France.
29. García, M., Sola, J., & de la Morena-de la Fuente, E. (2015). Technical and functional analysis of Albolafia waterwheel (Cordoba, Spain): 3D modeling, computational-fluid dynamics simulation and finite-element analysis. *Energy Conversion and Management*, 92, 207–214.
30. Gotoh, M., Kowata, H., Okuyama, T., & Katayama, S. (2001). Characteristics of a current water wheel set in a rectangular channel. Proceedings of the ASME fluids engineering division summer meeting. Vol. 2. (pp. 707–712).
31. Hadler, J., & Broekel, K. (2011). Low head hydropower—Its design and economic potential. *Hydropower Applications*, 6, 1464–1471.

32. Kallis, G., & David, B. (2001). The EU water framework directive: Measures and implications. *Water policy*, 3(2), 125–142.
33. Khan, F., Ahmed, A., Khan, U., & Haider, F. (2015). Modeling, simulation and fabrication of an undershot floating waterwheel. *J. Eng. and Appl. Sci.*, 34(2), 55–69.
34. Kumara, L. (n.d.). Analysis of floating type water wheel for pico hydro systems in Sri Lanka. (Master of Science Thesis Energy Engineering Master's Programme Energy Technology EGI-2014-106 MSC EKV1067 SE-100 44, Stockholm).
35. Kyaw, A., Kyaw, P., & Aye, S. (2014). Design and stress analysis of undershot waterwheel for water pumping system. *Scientific Engineering and Technology Research*, 3(12), 2600–2605.
36. Laghari, J., Mokhlis, H., Bakar, A. H. A., & Mohammad, H. (2013). A comprehensive overview of new designs in the hydraulic, electrical equipments and controllers of mini hydro power plants making it cost effective technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 20, 279–293.
37. Li, W., Dong-Jing, L., Jian-Hong, L., Zan-Zia, C., Zone-Yuan, K., Huei-Yuan, J., ... Yeun-Jong, L. (2008). Installation and practical operation of the first micro hydro power system in Taiwan using irrigation water in an agriculture canal. *Power and Energy*
38. Society General Meeting—Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century. (pp. 1–6).
39. Linton, N. (2013). Field trials and development of a hydrostatic pressure machine. University of Southampton. PhD Thesis.
40. Lubitz, W. D., Lyons, M., & Simmons, S. (2014). Performance model of Archimedes screw hydro turbines with variable fill level. *Journal of Hydraulic Engineering*, 140(10), 04014050.
41. Lyons, M., & Lubitz, W. D. (n.d.). Archimedes screws for microhydro power generation. ASME 2013 7th International Conference on Energy Sustainability collocated with the ASME 2013 Heat Transfer Summer Conference and the ASME 2013 11th International Conference on Fuel Cell Science, Engineering and Technology. American Society of Mechanical Engineers.
42. Müller, G., & Batten, W. M. J. (2010). Potential, performance limits and environmental effects of floating mills for energy generation in rivers. *Proceedings of river flow 2010, International Conference on fluvial hydraulics*, Braunschweig, September 8–10.
43. Müller, G., Denchfield, S., Marth, R., & Shelmerdine, R. (2007). Streamwheels for applications in shallow and deep water. *Proc. 32nd IAHR Congress, Venice C(2c, Paper 291)*.
44. Müller, G., Jenkins, R., & Batten, W. M. J. (2010). Potential, performance limits and environmental effects of floating water mills. *River Flow 2010 - Dittrich, Koll, Aberle & Geisenhainer*.
45. Müller, G., & Kauppert, K. (2004). Performance characteristics of water wheels. *Journal of Hydraulic Research*, 42(5), 451–460.
46. Müller, G., & Wolter, C. (2004). The breastshot waterwheel: Design and model tests. *Proc. ICE Eng Sustain*, 157(4), 203–211.
47. Müller, W. (n.d.). *Die eisernen wasserräder- atlas (the water wheels — Technical drawings, 1899) (in German)*.
48. Paish, O. (2002). Small hydro power: Technology and current status. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 6, 537–556.
49. Paudel, S., Linton, N., Zanke, U., & Saenger, N. (2013). Experimental investigation on the effect of channel width on flexible rubber blade water wheel performance. *Renewable Energy*, 52, 1–7.
50. Paudel, S., & Saenger, N. (2016). Dethridge wheel for pico-scale hydropower generation: An experimental and numerical study. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental science*. Vol. 49.
51. Pujol, T., Vashisht, A., Ricart, J., Culubret, D., & Velayos, J. (2015). Hydraulic efficiency of horizontal waterwheels: Laboratory data and CFD study for upgrading a western Himalayan watermill. *Renewable Energy*, 83, 576–586.
52. Quaranta, E. (2017). Investigation and optimization of the performance of gravity water wheels. Politecnico di Torino, Italy. PhD Thesis.
53. Quaranta, E., & Müller, G. (2018-a). Improving the cost-effectiveness and the performance of undershot water wheels in very low and decreasing flow rate applications. *Hydraulic Research*, under review.
54. Quaranta, E., & Müller, G. (2018-b). Sagebien and Zuppinger water wheels for very low head hydropower applications. *Hydraulic Research*, Inpress. <https://doi.org/10.1080/00221686.2017.1397556>.
55. Quaranta, E., Müller, G., Butera, I., Capecchi, L., & Franco, W. (n.d.). Preliminary investigation of an innovative power take off for low speed water wheels. (International IAHR conference, New challenges in hydraulic research and engineering, Trento, Italy, 12-14 June 2018).
56. Quaranta, E., & Revelli, R. (2017). CFD simulations to optimize the blade design of water wheels. *Drinking Water Engineering and Science*, 10, 27–32.

57. Quaranta, E., & Revelli, R. (2015a). Output power and power losses estimation for an overshot water wheel. *Renewable Energy*, 35(2), 387–396.
58. Quaranta, E., & Revelli, R. (2015b). Performance characteristics, power losses and mechanical power estimation for a breastshot water wheel. *Energy*, 87, 315–325.
59. Quaranta, E., & Revelli, R. (2016a). Hydraulic behavior and performance of breastshot water wheels for different numbers of blades. *Hydraulic Engineering*, 04016072.
60. Quaranta, E., & Revelli, R. (2016b). Optimization of breastshot water wheels performance using different inflow configurations. *Renewable Energy*, 97, 243–251.
61. Senior, J. (2009). Hydrostatic pressure converters for the exploitation of very low head hydropower potential. University of Southampton..PhD Thesis.
62. Senior, J., Saenger, N., & Müller, G. (2010). New hydropower converters for very low-head differences. *Hydraulic Research*, 48(6), 703–714.
63. Senior, J., Wiemann, P., & Müller, G. (2008). The rotary hydraulic pressure machine for very low head hydropower sites. University of Southampton, Internal report.
64. Smeaton, J. (1759). An experimental enquiry concerning the natural powers of water and wind to turn mills, and other machines, depending on a circular motion. *Philosophical Transactions*, 51(1683-1775), 100–174.
65. Sonaje, N.P., Karambelkar, K.R., Hinge, G.A., & Sathe, N.J. (2013). Design of water wheel for micro power generation with supercritical inflow. *Golden Research Thoughts*, 3(1), 1–5.
66. Sule, L., Wardana, I., Soenoko, R., & Wahyudi, S. (2013). Performance of a straight-bladed water-current turbine. *Advances in Natural and Applied Sciences*, 7(5), 455–461.
67. Sule, L., Wardana, I., Soenoko, R., & Wahyudi, S. (2014). Angled and curved blades of deep-water wheel efficiency. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 8(6), 186–192.
68. Turnock, S., Müller, G., Nicholls-Lee, R., Denchfield, S., Hindley, S., Shelmerdine, R., & Stevens, S. (2007). Development of a floating tidal energy system suitable for use in shallow water. *Proceedings of the 7th European wave and tidal energy conference*. Porto, Portugal.
69. Vermaak, H., Kusakana, K., & Koko, S. (2014). Status of micro-hydrokinetic river technology in rural applications: A review of literature. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 625–633.
70. Harten M., v., Paudel, S., & Saenger, N. (2013). Nutzung kleiner fallhöhen: ausforschung und entwicklung (Utilisation of small head differences: Research and development). *Proc. Tagung Kleinwasserkraft*, Technical University of Stuttgart.inGerman.
71. Waters, S., & Aggidis, G. (2015). Over 2000 years in review: Revival of the Archimedes screw from pump to turbine. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 51, 497–505.
72. Weisbach, J. (1849). *Principles of the mechanics of machinery and engineering*. Philadelphia: Published by Lea and Blanchard.
73. Williamson, S. J., Stark, B. H., & Booker, J. (2014). Lowhead pico hydro turbine selection using a multi-criteria analysis. *Renewable Energy*, 61, 43–50.
74. Yucheng, L. (2012). Evaluation of paddle wheels in generating hydroelectric power. *Proceedings of the ASME 2012 international mechanical engineering congress & exposition IMECE*, November 9–15, 2012, Houston, Texas, USA.



INNO SPACE
SJIF Scientific Journal Impact Factor
Impact Factor: 8.118



ISSN INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INDIA



INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE RESEARCH

IN SCIENCE | ENGINEERING | TECHNOLOGY

 **9940 572 462**  **6381 907 438**  **ijirset@gmail.com**



www.ijirset.com

Scan to save the contact details