

АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН
Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология

ВАЗОРАТИ ЭНЕРГЕТИКА ВА ЗАХИРАҲОИ ОБИ
ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Донишқадаи энергетикӣи Тоҷикистон

ВБД 621.311.3:62-4

Бо ҳуқуқи дастнавис



ХОЛМИРЗОЗОДА Дустмуҳамад Нуруло

БАЛАНД БАРДОШТАНИ САМАРАНОКӢИ ЭНЕРГЕТИКӢИ
НЕРУГОҲӢОИ БАРӢИИ ОБИИ ХУРД
(дар мисоли неругоҳи Октябр)

ДИССЕРТАТСИЯ

барои дарёфти дараҷаи илмӣи номзади илмҳои техникӣ
аз рӯйи ихтисоси 05.14.00 – Энергетика
(05.14.02 – Неругоҳҳои барқӣ ва системаҳои электроэнергетикӣ)

Роҳбари илмӣ:

доктори илмҳои техникӣ, дотсент
Абдурахмонов Абдукарим Яқубович

Кӯшонӣён – 2025

МУНДАРИЧА

КАЛИМАҲОИ МУХТАСАРШУДА.....	4
МУҚАДДИМА.....	5
БОБИ 1. ТАҲЛИЛИ ЗАХИРАҲОИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКӢ ВА ХУСУСИЯТҲОИ ИСТИФОДАИ НЕРУГОҲҲОИ БАРҚИ ОБИИ ХУРДИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН.....	12
1.1. Захираҳои гидроэнергетикии Ҷумҳурии Тоҷикистон.....	12
1.2. Таҳлили сохти неруғоҳи барқи обии анъанавӣ.....	22
1.3. Асосҳои тарҳрезӣ ва сохтмони неруғоҳи барқи обии хурди автономӣ ва автоматикунонидашуда.....	24
1.4. Арзёбии самаранокии энергетикӣ ва устувории фаъолияти НБО–и хурд.....	33
1.5. Таъсири экологӣ ва иҷтимоии НБО–и хурд ба муҳити зист ва аҳолии маҳаллӣ.....	36
Хулосаҳо оиди боби якум.....	38
БОБИ 2. ИҚТИДОРИ НЕРУГОҲҲОИ БАРҚИ ОБИИ ХУРД ВА ОМИЛҲОИ АСОСИИ МУАЙЯНКУНАНДАИ ОН.....	39
2.1. Таъмир ва навсозии техникии неруғоҳи барқи обии хурди «Октябр».....	39
2.2. Алгоритми умумии ҳисобкунии иқтидори неруғоҳҳои барқи обӣ ва татбиқи лоиҳаҳо барои тарҳрезии неруғоҳҳои барқи обии хурд.....	41
2.3. Муайянсозии иқтидор ва фишори оби неруғоҳ бо истифода аз модели математикӣ.....	48
2.4. Шарҳи мухтасар ва усулҳои моделсозии математикии неруғоҳи барқи обии хурд дар муҳити Matlab/Simulink.....	52
2.5. Моделсозии математикии қисмҳои асосии неруғоҳи барқи обии хурд бо истифода аз барномаи MATLAB/SIMULINK.....	60
Хулосаҳо оиди боби дуюм.....	71
БОБИ 3. ТАҲЛИЛИ ТЕХНИКӢ ВА ИНТИХОБИ ОПТИМАЛИИ ГЕНЕРАТОРУ ТУРБИНА БАРОИ НЕРУГОҲӢ БАРҚИ ОБИИ ХУРДИ «ОКТЯБР».....	72

3.1. Таҳлили вариантҳои интихоби генератор барои неругоҳи барқи обии хурди автоматикунонидашуда аз нуқтаи назари самаранокии энергетикӣ.....	72
3.2. Лоиҳакашии сохти конструксионии генератори синхронии меҳвари қутбӣ ГСМҚ бо магнити доимӣ.....	73
3.3. Методологияи интихоби турбина бо назардошти параметрҳои гидравликӣ ва динамикии насосҳои марказгурез.....	74
Хулосаҳо оиди боби сеюм.....	86
БОБИ 4. ХУСУСИЯТҲОИ ЛОИҲАКАШӢ ВА СОХТМОНИ	
НЕРУГОҲҲОИ БАРҚИ ОБИИ ХУРД ДАР	
ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН.....	87
4.1. Принципҳои асосии лоиҳакашии неругоҳи барқи обии хурд.....	87
4.2. Ҳалли конструктивӣ ҳангоми лоиҳакашии неругоҳи барқи обии хурд.....	90
4.3. Хусусиятҳои техникӣ, экологӣ, гидрологӣ ва бехатарии ҳифзи муҳити зист ҳангоми лоиҳакашии неругоҳи барқи обии хурд.....	92
4.4. Мақсад ва асосҳои лоиҳакашии неругоҳи барқи обии хурд.....	95
4.5. Хусусиятҳои истифодаи гидрогенераторҳо бо гуногунии фишору сарфаи об дар НБО–и хурд.....	97
4.6. Таҳлили муқоисавии сохтори хароҷот дар НБО–и хурд ва бузург аз нуқтаи назари иқтисодӣ.....	100
4.7. Интихоби шакли турбинаҳо вобаста ба усули насби неругоҳи барқи обии хурд.....	110
Хулосаҳо оиди боби чорум.....	121
ХУЛОСАҲО.....	122
ТАВСИЯҲО ОИД БА ИСТИФОДАИ АМАЛИИ НАТИҶАҲОИ	
ТАҲҚИҚОТ.....	124
РӢҲАТИ АДАБИӢТ.....	125
ИНТИШОРОТИ АЗ РӢИ МАВЗӢИ ДИССЕРТАТСИЯ.....	139
ЗАМИМАИ А.....	142
ЗАМИМАИ Б.....	143
ЗАМИМАИ В.....	144

КАЛИМАҲОИ МУХТАСАРШУДА

НБО – Неругоҳи барқи обӣ

НБОХ – Неругоҳи барқи обии хурд

МБЭ – Манбаҳои барқароршавандаи энергия

КМСС – Колоннаи механикунонидашудаи саёри сохтмонӣ (СПМК–150)

САЛ – Системаи автоматикунонидашудаи лоиҳакашӣ

НБХ – Неругоҳи барқи ҳароратӣ

ЗКФ – Зариби кори ғоиданок

АП – Алюмини пулод

ЧХБД – Ҷудокунаки хаттии берунаи дуколонкагӣ (дар ҳавои кушод)

ЗТ – Зеристгоҳи трансформаторӣ

ЗКТ – Зеристгоҳи комплекси трансформаторӣ

ЧТ – Ҷевони (шкафи) тақсимкунанда

АИБК – Алюминийи изолятсияи болоии кабелӣ

ШИ – Шкафи идоракунанда

НТ – Насоси турбина

ШСХК “Барқи тоҷик” – Ширкати саҳомии холдингии кушодаи “Барқи тоҷик”

ШКДЗ – Шуъбаи корҳои дохилаи зудамал.

ҶСШКТ – Ҷамъияти саҳомии шакли кушодаи “Тяжмаш”.

КБЭ – Комиссияи байналмилалӣи энергетикӣ.

ГСМК – генератори синхронӣ бо меҳвари қутбӣ

ДЭ – дастгоҳҳои электрикӣ

ДЭТ – Донишқадаи энергетикӣи Тоҷикистон

ИМОГЭЭ – Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи

АМИТ– Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

АТИ – Асоси техникӣ–иқтисодӣ

САИРТ – Системаи автоматикунонидашудаи идоракунии раванди технологӣ

ДОФ – Дастгоҳи обгузаронии фишорӣ

МУҚАДДИМА

Мубрамии мавзуи таҳқиқот. Аҳамияти мавзӯи таҳқиқот дар заминаи вазъи кунунии устувории низоми энергетикаи Ҷумҳурии Тоҷикистон боз ҳам равшантар мегардад. Дар чанд соли охир, норасоии мунтазами нерӯи барқ яке аз мушкилоти ҷиддии рушди иқтисодиву иҷтимоии кишвар боқӣ мондааст. Гарчанде ки ҳаҷми истеҳсоли солонаи нерӯи барқ дар соли 2024 ба зиёда аз 21 миллиард кВт-соат расид, талаботи умумии кишвар аз ин нишондиҳанда каме бештар тақрибан 17,4 миллиард кВт-соат буд. Бо вуҷуди ин, тибқи маълумоти расмӣ Ширкати саҳомии ҳолдингии кушодаи «Барқи Тоҷик», норасоии умумии энергетикӣ дар ин сол ба 152 891 кВт-соат баробар гардид. Ин вазъ нишон медиҳад, ки захираҳои мавҷуда ба таври самаранок истифода намешаванд ва зарурати таҳияи тадбирҳои муассир барои коҳиши норасоӣ ва баланд бардоштани самаранокии истифодаи энергия ба миён меояд.

Бо вуҷуди ин, фаъолияти самаранокӣ НБОХ бо як қатор мушкилоти техникӣ ва ташкилии ҷиддӣ рӯбарӯ аст. Аз ҷумла, масъалаҳои марбут ба таъмини эътимоднокии кори онҳо, сатҳи пасти автоматикунонии равандҳои идоракунии ва набудани системаҳои муосири танзими кор дар ҳолати тағйирёбии сарборӣ, то ҳол пурра ҳал нашудаанд. Маҳз аз ҳамин ҷиҳат, таҳияи қарорҳои илмӣ дар самти баланд бардоштани самаранокӣ ва эътимоднокии генератори барқ дар ҳайати НБОХ ва таҷҳизоти автоматикунонидашуда, дорои аҳамияти баланди амалӣ, иқтисодӣ ва илмӣ мебошад.

Дарачаи коркарди илмӣ проблемаи мавриди омӯзиш: мубрамияти мавзӯи кори диссертатсионӣ боис ба ҷалби таваҷҷуҳи назаррас ва сафарбаршавии васеи қувваҳои илмӣ-тадқиқотӣ гардидааст. Дар ин самт корҳои зиёди назаррас анҷом дода шудаанд.

Бо дарназардошти дурнамои рушди неругоҳҳои барқи обии хурд дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, дар муассисаҳои таҳсилоти олии кишвар, аз ҷумла Донишқадаи энергетикаи Тоҷикистон ва Донишгоҳи техникаи Тоҷикистон ба

номи академик М.С. Осимӣ, иттилооти илмӣ ва таҷрибавии фаровон ҷамъоварӣ ва таҳия шудааст.

Махсусан, саҳми олимони Донишқадаи энергетикӣи Тоҷикистон Аминов Д.С., Давлатов А.М. ва Гулов Д.Ю. дар самти таҳияи конструксия ва лоиҳакашии генераторҳои асинхронӣ ва синхронӣ барои нерӯгоҳҳои барқи обии хурд, инчунин дар тақмили мошинҳои вентиلى бо системаи ангишти электрмагнитӣ қобили зикр аст. Дар Донишгоҳи техникӣи Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ бошад, олимони Абдурахмонов А.Я., Киргизов А.К., Диёрзода Р.Ш. ва Қасобов Л.С. тӯли чанд соли охир ба таҳқиқ ва таҳияи маводҳо ва технологияҳо барои истифодаи самараноки захираҳои гидроэнергетикӣ машғуланд.

Таdqикоти илмӣи анҷомёфта дар Донишгоҳи давлатӣи Урали Ҷанубӣ низ дар самти коркард ва таъбиқи манбаъҳои алтернативӣи энергия қобили таваҷҷуҳ мебошанд. Хусусан корҳои илмӣи муҳаққиқон Ганджа С.А., Воронин С.Г., Усынин Ю.С. ва Григорьев М.А., ки дар пойгоҳҳои байналмилалӣи Scopus ва Web of Science ҷой дода шудаанд, аҳамияти илмӣи баланд доранд.

Дар ҷараёни ин таҳқиқот, навъҳои гуногуни нерӯгоҳҳои барқи обии хурд, намудҳои сершумори генераторҳо ва низомҳои муосири идоракунии онҳо мавриди омӯзиши амиқ ва таҳлили низомнок қарор гирифтанд. Аз ҷумла, моделҳои генераторҳое, ки дар асоси принсипи индуктсияи магнитӣи баланд ва ҳамкорӣ бо вентиляторҳо фаъолият мекунанд, аз ҷиҳати қори ҳамзамон бо дигар элементҳои системаҳои электромеханикӣи муҳокима ва арзёбӣ шуданд. Бо истифода аз равишҳои замонавӣи моделсозии динамикӣ ва таҳлили низомҳои мураккаби электромеханикӣ, ки бо василаи платформаҳои муҳандисӣи рақамӣ амалӣ мегардад, натиҷаҳои муассир ба даст оварда шуданд.

Гарчанде ки дар самти баланд бардоштани самаранокии энергетикӣи нерӯгоҳҳои барқи обии хурд як қатор дастовардҳои арзишманд аз ҷониби муҳаққиқони дохиливу хориҷӣ ба даст оварда шудаанд, дар шароити

Ҷумҳурии Тоҷикистон, новобаста аз таваҷҷуҳи рӯзафзуни Ҳукумати ҷумҳурӣ ба рушди гидроэнергетикаи хурд, то ҳол як зумра мушкилоти муҳими илмию техникӣ ҳалли комил наёфтаанд.

Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо (лоиҳаҳо) ва мавзӯҳои илмӣ. Мавзӯи таҳқиқот бо ҳадафҳо ва вазифаҳои «Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030», «Барномаи таъмини амнияти энергетикӣ ва истифодаи самараноки нерӯи барқ» ва «Консепсияи рушди иқтисоди рақамӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон» иртиботи мустақим дошта, татбиқи амалии онҳоро дастгирӣ мекунад.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Мақсади таҳқиқот дар таҳияи усулҳои илмӣ асоснокшудаи автоматикунонии кори неругоҳҳои барқи обии хурд ифода меёбад, ки бо дарназардошти хусусиятҳои речаи кори турбинаҳои обӣ ва генераторҳои электрикӣ ба баланд бардоштани самаранокии энергетикӣ ва устувории кори онҳо равона шудаанд.

Вазифаҳои асосии тадқиқот:

1. Таҳлили сохтор ва принципи фаъолияти неругоҳи барқи обии хурди «Октябрь» ва низоми обгузари «Болға Басған» бо дарназардошти хусусиятҳои техникӣ таҷҳизот ва режими кори онҳо;
2. Асосноксозии сохтори функционалии НБОХ бо истифода аз маҷмӯи таҷҳизоти боэътимод, ки фаъолияти устувори низоми энергетикӣ маҳаллиро таъмин менамояд;
3. Интихоб ва асосноксозии модели оптималии генератор барои таъмини сатҳи баланди эътимоднокӣ, мутобиқ ба шароити мушаххаси қор;
4. Таҳия ва тақмили алгоритмҳои идоракунии ва ҳамоҳангсозии марҳилаҳои таҳия, тарҳрезӣ ва татбиқи лоиҳаҳои неругоҳҳои хурди барқи обӣ;
5. Интихоби шакли оптималии насосҳо ва муайянсозии параметрҳои асосии онҳо барои истифода дар таркиби турбинаҳои обӣ.

Объекти таҳқиқот: неругоҳҳои барқи обии хурди “Октябрь” дар вилояти Хатлони Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Мавзӯи (предмет) таҳқиқот: дар қори диссертатсионӣ хусусиятҳои техникую технологӣ ва самаранокии қори неругоҳи барқи обии хурд, воқеъ дар канали «Болға Басған»—и ноҳияи Кӯшонӣни вилояти Хатлон, ҳамчун объекти воқеии таҳқиқот мавриди омӯзиш ва таҳлил қарор дода шудаанд.

Методи таҳқиқот. Дар раванди иҷрои таҳқиқот методикаи таҳлили зина ба зинаи ҳар як элементи таркибии неругоҳи барқи обии хурд бо назардошти таъсири мутақобилаи онҳо ба системаи умумӣ истифода шудааст. Барои таҳлили қори неругоҳ моделҳои математикӣ таҳия ва татбиқ гардиданд, ки хусусиятҳои динамикӣ ва статикӣи системаҳои электромеханикиро инъикос менамоянд. Натиҷаҳои асосӣ дар шакли моделҳои математикӣ пешниҳод шуда, бо MATLAB/Simulink ва ANSYS амалӣ ва таҳлил гардиданд.

Навгони илмӣ таҳқиқот: дар натиҷаи таҳқиқоти гузаронидашуда, як қатор натиҷаҳои нав ҳамчун дастовардҳои илмӣ ин қор пешниҳод мегарданд, ки дорои аҳамияти назаррас барои рушди технологияи неругоҳҳои барқи обии хурд мебошанд:

1. Пешниҳоди сохтори оптималии неругоҳи барқи обии хурди «Октябрь», ки бо қорӣ намудани зерсохторҳои автономӣ ва низоми автоматонии идоракуний мутобиқ ба хусусиятҳои техникий канали обгузари «Болға Басған» амалӣ мегардад. Ин сохтор ба баланд бардоштани эътимодноқӣ ва мутобиқшавӣ ба шароити мушаххас мусоидат мекунад.

2. Таҳия ва пешниҳоди модели рақамии генератори барқӣ, ки имконият медиҳад нишондиҳандаҳои самаранокӣ ва устувории қори неругоҳҳои хурди обӣ дар шароити тағйирёбандаи сарборӣ беҳтар қарда шаванд.

3. Қорқарди модели математикӣ барои таҳлили речаҳои қори НБОХ, ки асос барои оптимизатсияи иқтидори энергетикӣ ва баланд бардоштани самаранокии умумии неругоҳ фароҳам месозад.

4. Татбиқи таҷрибавии лоиҳаи намунавии НБОХ бо дарназардошти параметрҳои воқеии шароити гидрологӣ ва асосноккунии техникий тарҳ дар

асоси моделсозии рақамӣ, ки имкони санҷиши саҳеҳ ва танзими режимҳои кориро таъмин менамояд.

Аҳамияти назариявӣ ва илмию амалии таҳқиқот:

1. Дар натиҷаи таҳқиқоти илмӣ дар ин кор, самтҳои рушди минбаъдаи системаҳои энергетикӣ муттаҳид, махсусан дар бахши таҷдид ва тақмили насоси марказгурез ва генераторҳои истифодашаванда дар нерӯгоҳҳои барқи обии хурд, пешниҳод гардидаанд.

2. Натиҷаи асосии амалӣ таҳияи модели комплекси рақамии ҳамгирошудаи генератор бо турбина ва низоми кубурҳои обгузар мебошад, ки барои баланд бардоштани сатҳи эътимодноӣ ва самаранокии кори нерӯгоҳи барқи обии хурди «Октябрь» мусоидат мекунад.

3. Дар асоси таҳлили техникӣ муфассал ва моделсозии системаи обтаъминкунӣ, тарҳи нав ва оптимизатсияшудаи ҷойгиркунии турбина ҳамчунин лоиҳаи тақмилёфтаи речаи кори нерӯгоҳ пешниҳод гардидаанд, ки имконият медиҳанд иқтидори истеҳсолии нерӯгоҳи барқиро дар шароити воқеии гидроэнергетикӣ маҳаллӣ ба таври назаррас афзоиш диҳанд.

Нуктаҳои ба ҳимоя пешниҳодшаванда:

1. Пешниҳоди сохтори нави техникӣ НБОХ «Октябрь» бо истифода аз таҷҳизоти пурра автоматоникардшуда, ки бе ниёзи ҳайати доимии хизматрасонӣ кор мекунад ва сатҳи баландии эътимодноӣ ва самаранокии энергетикиро таъмин менамояд.

2. Таҳияи моделҳои математикӣ ва симулятсияи режими кори нерӯгоҳ (аз ҷумла ҳисоб ва таҳлили иқтидор, фишори об, кори генератор ва турбина) дар муҳити MATLAB/SIMULINK, бо мақсади таҳқиқ ва оптимизатсияи нишондиҳандаҳои техникӣ.

3. Коркард ва татбиқи усулҳои беҳтарини идора ва танзими режими устувор барои фаъолияти автономии нерӯгоҳ, бо асосноккунии интиҳоби таҷҳизоти оптималӣ, аз ҷумла турбинаҳои марказгурез ва генераторҳои синхронӣ бо магнитҳои доимӣ, ки иқтидори истеҳсолиро зиёд ва хароҷоти нигоҳдорию коҳиш медиҳанд.

4. Натиҷаҳои амалии таҷдид ва пешниҳоди шакли инноватсионии НБОХ, ки дар бар мегирад таҷдиди кубурҳои обгузар, ҷойгиркунии таҷҳизоти нави идоракунии ва такмилёбии системаҳои автоматикӣ, ки боиси афзоиши нерӯи истеҳсолшаванда гардида, ҳамчун асос барои рушди нерӯгоҳҳои хурд дар минтақаҳои дурдаст хизмат карда метавонад.

Дарачаи эътимоднокии натиҷаҳо бо моделсозии математикӣ дар муҳити MATLAB/Simulink таъмин гардид, ки хусусиятҳои динамикии кори НБОХ «Октябрь»-ро бо дақиқии баланд инъикос намуд. Мутобиқати ҳисобҳо бо маълумоти таҷрибавӣ ва саҳроӣ самаранокӣ ва бозътимодии модели пешниҳодшударо собит карда, асос барои арзёбии иқтидор ва устувории система фароҳам овард.

Мутобиқати диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ. Натиҷаҳои кори диссертатсионӣ ба самтҳои тадқиқотии пешбинишуда дар шиносномаи ихтисоси илмӣ 05.14.00 – Энергетика (05.14.02 – Нерӯгоҳҳои барқӣ ва системаҳои электроэнергетикӣ) мутобиқат мекунад:

банди 1. Муносибсозии сохтор, параметрҳо, нақшаи пайваستкунииҳои электрикӣ ва таҳияи усулҳои таҳлил оиди параметрҳои речагии таҷҳизоти асосии нерӯгоҳҳои барқӣ;

банди 3. Таҳиясозии усулҳои ҳисоб, пешбиниҳо, оптимизатсия ва мутобиқсозии сатҳҳои ҷараёнҳои расиши кӯтоҳ дар нерӯгоҳҳои барқӣ ва шабакаҳои барқии системаҳои энергетикӣ;

банди 4. Таҳиясозӣ, тадқиқот ва тақмили технологияҳои мавҷуда ва азхудкунии технологияҳо ва таҷҳизоти нав барои истеҳсоли нерӯи барқ ва гармӣ, истифодаи сӯзишвории органикӣ ва алтернативӣ ва намудҳои энергияи барқароршаванда, обтайёркунии ва речаҳои обию химиявӣ, усулҳои коҳиш додани таъсири манфӣ ба муҳити зист, тақвияти эътимоднокии ва дарозмуддат кардани муҳлати хизмати элементҳои системаҳои энергетикӣ, маҷмӯаҳо ва дастгоҳҳои барқии ба онҳо шомилшаванда.

Саҳми шахсии довталаби дарачаи илмӣ дар таҳқиқот дар мустақилона навиштани диссертатсия, иштирок дар масъалагузории мавзӯи

тадқиқот, анҷом додани таҳқиқоти назариявӣ ва таҷрибавӣ, таҳияи пешниҳодҳо ва хулосаҳо, иҷрои таҳлил ва ҷамъбасти натиҷаҳо, инчунин татбиқ ва нашри онҳо дар маҷаллаҳои тақризшаванда инъикос ёфтааст.

Тасвиб ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия. Натиҷаҳои асосии рисолаи илмӣ дар ҷорабиниҳои илмии зерин мавриди муҳокима қарор гирифтаанд: конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалии «Рушди гидроэнергетика рушди Тоҷикистон» (20 декабри соли 2018, ноҳияи Кушонӣ), конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалии «Рушди иқтисодии энергетика дар Ҷумҳурии Тоҷикистон» (22 майи соли 2016, ш. Қўрғонтеппа), конференсияи ҷумҳуриявӣ илмӣ-амалии «Рушди энергетикаи устувор дар солҳои истиқлолият» 22-23 декабри соли 2016 бахшида ба таҷлили Рӯзи энергетик ва 10-солагии Донишқадаи энергетикӣ Тоҷикистон, конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалӣ (25 сентябри соли 2023 Алмаато, Қазоқистон), конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалӣ «Саноатикунории рақамӣ ва рушди энергетикӣ аз нигоҳи олимону муҳаққиқон» (25 апрели соли 2024, н. Қўшонӣ), конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалӣ: «Энергетика соҳаи калидии рушди иқтисодиёти миллӣ» (19 декабри соли 2024, н. Қўшонӣ).

Интишорот аз рӯйи мавзӯи диссертатсия. Бо тақвияти натиҷаҳои таҳқиқоти илмӣ анҷомёфта, маҷмӯи 11 маводи ҷопӣ илмӣ омода ва ба таърифи расонида шудаанд. Аз шумораи умумӣ, 2 мақола дар маҷаллаҳои илмӣ тақризшаванда, ки ба талаботи Комиссияи олии аттестатсионӣ назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон мутобиқат доранд, нашр гардидаанд. 8 мақолаи дигар дар маҷмӯаҳои маводи конференсияҳои илмӣ-амалӣ ва илмӣ-назариявӣ ба таърифи расидаанд. Илова бар ин, як патенти ихтирооти Ҷумҳурии Тоҷикистон низ ба даст оварда шудааст.

Соҳтор ва ҳаҷми диссертатсия. Рисолаи илмӣ аз муқаддима, ҷаҳод боб, хулосаҳои асосӣ, рӯйхати адабиёт (135 номгӯ) ва 3 замима иборат мебошад. Миқдори саҳифаҳои рисола 144 саҳифаи матни мошинавириро дар бар гирифта, 31 расм ва 9 ҷадвалро фаро гирифтааст.

1. БОБИ 1. ТАҲЛИЛИ ЗАХИРАҲОИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ ВА ХУСУСИЯТҲОИ ИСТИФОДАИ НЕРУГОҲҲОИ БАҶОИ ОБИИ ХУРДИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

1.1. Захираҳои гидроэнергетики Ҷумҳурии Тоҷикистон

Дарёҳо ва обанборҳо манбаҳои гидроэнергетикӣ мебошанд, ки аз сатҳи баҳр баланд ҷойгир шудаанд ва боз манбаҳои табииро дар бар мегиранд.

Энергияи об манбаи барқароршавандаи энергия мебошад ва аз ҷараёни дарё вобастагӣ дорад. Барои ҳамин ҳам захираҳои гидроэнергетикӣ нобаробар тақсим шудаанд, ба ғайр аз ин тавоноии ин захираҳо сол аз сол дигаргун мешавад. Тибқи таҳқиқоти олимони соҳа захираҳои гидроэнергетикии Тоҷикистон тақрибан баробари 40000 МВт буда, тахминан 5 % аз ин тавоноӣ истифода бурда мешавад.

Бояд қайд кард, ки манбаи асосии оби баҳри Арал дарёҳои калони Ҷумҳурии Тоҷикистон мебошанд. Аз ҷумла, дарёҳои Панҷ, Вахш, Сирдарё, Зарафшон, Кофарниҳон ва Бартанг нақши муҳиме дар таъмини захираҳои обӣ доранд. Дар ҷумҳурӣ наздик ба 947 дарёчаи калон ва хурд вучуд дорад, ки дарозии онҳо аз 10 км зиёд буда, дар маҷмӯъ дарозии умумии онҳо ба 28 500 км мерасад. Захираҳои энергетикӣ эҳтимолии дарёҳо ва кӯлҳои Тоҷикистон ба 64 млн. кВт баробар аст. Дар байни онҳо, Сирдарё яке аз дарёҳои калону муҳимтарини Осиёи Марказӣ маҳсуб ёфта, ҳавзаи обҷамъкунии он тақрибан 443 ҳазор км² мебошад.

Дарёи Сирдарё дар байни 39°23' то 46°0' арзиши шимолӣ ва 61°0' то 68°24' тули шарқӣ ҷойгир шудааст. Дарозии умумии он аз ҷануб ба шимол 800 км ва аз шарқ ба ғарб 1600 км мебошад. Ҳаҷми миёнаи солонаи ҷараёни оби ин дарё тақрибан 14 км³ ҳисобида мешавад. Манбаи асосии оби дарёи Сирдарё бештар аз қисматҳои ғарбии қуллаҳои Тяншон, шохаҳои Олой ва доманаҳои

шимолии кӯҳҳои Туркистон ташкил меёбад. Ҷузъиёти асосии манбаъҳои оби дарёи Сирдарё чунинанд:

1. Дарёи Норин, ки ибтидои худро аз обҳои қисми марказии Тяньшон мегирад.

2. Дарёи Вахш яке аз бузургтарин шохаҳои дарёи Аму буда, дар қисми шарқии низоми кӯҳии Олой ҷойгир аст ва дарозии он зиёда аз 524 км мебошад. Масоҳати ҳавзаи обҷамъкунии дарёи Вахш тақрибан 39100 км²ро ташкил медиҳад.

Шохаҳои асосии дарёи Вахш аз қисматҳои поёнии қуллаҳои Олой сарчашма мегиранд, ки бо номи маҷмӯи «Қизилсу» маъруф мебошанд. Ин шохаҳо дар минтақаҳои кӯҳӣ ва фарогири Олой ҷараён гирифта, обҳои худро ба низоми дарёҳои Вахш ворид мекунанд. Як гурӯҳи шохаҳои Қизилсу бо ҷараёни оби дарёи Олой пайваста, ба дарёи Мугсу мепайванданд. Дарёи Мугсу дар қисми шимолу ғарби Помир ҷараён мегирад ва бо омезиши обҳои дарёи Сурхоб якҷоя гардида, сарчашмаи асосии дарёи Вахсро ташкил медиҳанд.

Ҷараёни об дар дарёи Вахш бо назардошти хусусиятҳои гидрологӣ ва тағйирёбии мавсимӣ дар марҳалаҳои мухталифи сол тағйирёбанда аст. Дар фасли тобистон, бахусус моҳҳои июн ва июл, ҳаҷми ҷараёни об ба баландтарин сатҳ мерасад, ки ин асосан ба об шудани пирахҳо ва афзоиши шиддати боришҳо рабт дорад.

Дар фаслҳои тирамоҳу зимистон, бахусус моҳи декабр, январ ва март, талабот ба захираҳои об зиёд мешавад, ки баъзан бо камбудии об рӯбарӯ мегардад. Ҳаҷми миёнаи ҷараёни об дар дарёи Вахш ба таври умумӣ тақрибан 836 метри мукааб дар як сония (м³/с) мебошад, ки ин нишондиҳанда тақрибан 20,4%-и норасоии солонаи обро дар минтақаи вобаста ба баҳри Арал ташкил медиҳад. Ин норасоии об ба манбаъҳои муҳими обии минтақа таъсири ҷиддӣ мерасонад ва зарурати истифодаи оқилонаи захираҳои обиро таъкид менамояд.

Ҳамзамон, тағйирёбии режими ҷараёни об дар дарёи Вахш дар баробари омилҳои табиӣ, ба монанди тағйирёбии иқлим ва обшавии пирахҳо, инчунин

ба таъсири фаъолиятҳои инсонӣ, аз ҷумла истифодаи неругоҳҳои барқи обӣ ва тарҳҳои ирригатсионӣ вобаста аст. Аз ин рӯ, таҳлили муфасссали чараёни об ва мониторинги доимии он барои таҳияи стратегияи устувори идоракунии захираҳои обӣ дар минтақа муҳим мебошад.

Ҷадвали 1.1 – Потенсиали гидроэнергетики дарёҳои асосии дар ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон [20-22].

Номи дарёҳо	Масоҳати ҳавзаҳо		Захираҳои потенциали гидроэнергетикӣ		Сершавии хос бо кВт/км²
	км²	%	кВт	%	
Сирдарё	13182	9,3	250	0,8	18,9
Зарафшон	12381	8,7	2622	8,2	211,7
Кафарниҳон	14519	10,1	3662	10,5	231,5
Вахш	30873	21,6	14067	43,5	455,7
Панҷ	71907	50,6	12027	37,0	167,2
Ҳамагӣ	142862	100	32628	100	236,3

Дар ҷадвали 1.1 тақсими потенциали энергетикӣ ва обанборҳои дарёҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон бо тавоноии 32,6 млн. кВт ё ин ки 285,6 млрд. кВт·соат нишон дода шудааст [29].

Чи тавре, ки аз ҷадвали 1.1 дида мешавад, ба дарёҳои Панҷ ва Вахш қисми асосии захираҳои обӣ (80,5 %) рост меоянд. Тақсими потенциали захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон аз рӯи тавоноии обанборҳо [20-22, 32] дар ҷадвали 1.2 нишон дода шудааст.

Бо дарназардошти нақши калидии манбаъҳои обӣ дар таъмини барқароршавии низоми энергетикӣ ва рушди иҷтимоию иқтисодӣ, таҳқиқи хусусиятҳои гидроэнергетикии дарёҳо аҳамияти илмӣ ва амалӣ дорад.

Ҷадвали 1.2 – Тақсимои потенциали захираҳои обии Ҷумҳурии Тоҷикистон аз рӯи тавоноии об [20-22].

Тавоноии дарёҳо, ҳазор кВт	Миқдори дарёҳо	Ҳазор кВт	%
Зиёда аз 500	7	20087	62,13
100-500	28	6045	18,7
50-100	44	3002	9,26
25-50	135	2139	6,62
5-10	137	626	1,97
Камтар аз 5	190	439	1,94
Ҳамагӣ	512	32638	100,0

Дар ҷадвали 1.3 маълумоти муқоисавии иқтисодии (тавоннокии) дарёҳои калон ва миёнаи ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон пешниҳод гардида, он имконият медиҳад, ки манбаъҳои гидроэнергетикӣ аз рӯи ҷуғрофия ва ҳаҷми захираҳо таҳлил ва муқоиса шаванд. Ин маълумот асоси муҳими таҳияи стратегияҳои миллии рушди гидроэнергетика ва ҷалби сармоягузори хориҷӣ мебошад.

Аз ҷиҳати тавоноии миёна ба 1 км дарозии дарё, асосан дарёҳои Оби-Хингоб, Вахш ва Панҷ нақши калидӣ доранд. Дар ҷадвали 1.3 маълумот дар бораи тақсимои захираҳои гидроэнергетикӣ дарёҳои асосӣ ва шохаҳои онҳо дар Ҷумҳурии Тоҷикистон пешниҳод гардидааст.

Мувофиқи натиҷаҳои таҳлил ва баррасии манбаъҳои техникӣ, дар давраҳои гуногуни ташаккули иқтисодии Тоҷикистон муайян шудааст, ки иқтисодии назариявии гидроэнергетикӣ кишвар, бо дарназардошти сатҳи истифодаи имконпазир, ба тақрибан 18,2 млн кВт баробар буда, ҳаҷми истеҳсоли солонаи нерӯи барқ метавонад ба 146,7 миллиард кВт·соат баробар шуда, метавонад Ҷумҳурии Тоҷикистонро пеш аз ҳама ба истиқлолияти энергетикӣ расонад [43-45].

Ҷадвали 1.3 – Иқтидори қиёсии дарёҳои калон ва миёнаи дар ҳудуди
Ҷумҳурии Тоҷикистон [20-22].

Номи дарёҳо	Таъвоноии ба 1 км.дарозии обиро овардашуда, ҳаз. кВт/км
Панҷ	11,40
Вахш	11,30
Оби – Хингоу	10,12
Искандар – Дарё	5,19
Варзоб	4,62
Зарафшон	4,48
Оби – Хумоу	4,15
Бартанг	3,14
Ванҷ	3,72
Язғулом	3,66
Обихумбоу	3,40

Қисми зиёди ин захираҳои обӣ ба дарёҳое рост меоянд, ки иқтидори нерӯии ҳар яки онҳо аз 1,8 ҳазор кВт зиёд нест ва ба гурӯҳи обанборҳои миёнаҳаҷм ва хурди гидроэнергетикӣ дохил мешаванд. Ба ин гурӯҳ, нерӯгоҳҳои барқи обӣ шомиланд, ки дорои хусусиятҳои зеринанд: иқтидори умумии то 11 МВт, иқтидори ҳар як агрегати алоҳида то 6 МВт ва диаметри чархи кории турбина то ба 2,3 метр мерасад.

Бархӯрди таҳлилӣ ва арзёбиҳои муфассал [43-45] нишон медиҳанд, ки иқтидори эҳтимолии нерӯгоҳҳои барқи обии хурд дар дарёҳои водиҳо то ба 2,5 МВт ва дар шароити дарёҳои кӯҳӣ то ба 1,8 МВт маҳдуд мегардад. Дарёҳои кӯҳии Тоҷикистон бо чараёни тези об ва давраҳои тӯлонии яхбандӣ ҳос мебошанд, ки ин омилҳо имконияти татбиқи лоиҳаҳои нерӯгоҳҳои хурди обиро, бахусус бо сохтори бе сарбанд, дар минтақаҳои кӯҳии дурдаст ва камдастрас мусоид месозанд.

Тархрезии чунин зернеругоҳҳо асосан барои истифода дар обанборҳо ва рӯдҳои кӯчак ба назар гирифта мешавад, ки истифодаи онҳо дар бахшҳои истиқомати кӯҳистон метавонад ҳамзамон ба рушди иҷтимоию иқтисодии маҳал мусоидат намояд [54, 55].

Тибқи иттилои омори аз сарчашмаҳои бозғатимод [54, 55], маҷмӯи иқтидори техникии дарёҳои хурди кишварҳои Осиёи Марказӣ метавонад ба 3,2 миллион кВт расад ва ҳаҷми умумии нерӯи барқи истеҳсолшаванда дар як сол то 28,2 миллиард кВт·соатро ташкил диҳад. Ин нишондиҳандаҳо муҳим буда, имкони рушди истеҳсоли нерӯи барқароршаванда ва паст кардани вобастагӣ аз манбаъҳои анъанавии сӯзишвориро дар минтақа фароҳам месозанд. Тақсимои иқтидори гидроэнергетикии дарёҳои хурд дар кишварҳои Осиёи Миёна чунин мебошад:

- Қирғизистон – $\approx 1,5$ млн кВт (48,4%);
- Туркманистон – $\approx 0,2$ млн кВт (6,5%);
- Қазоқистон – $\approx 0,3$ млн кВт (9,7%);
- Ўзбекистон – $\approx 0,4$ млн кВт (12,9%);
- Тоҷикистон – $\approx 0,7$ млн кВт (22,6%).

Ҷадвали 1.4 – Захираҳои потенциалии гидроэнергетикии дарёҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон ва шохаҳои онҳо, ҳаз. кВт [20-22].

Номгуи дарёҳо	Таъвоноии асосии самт банди	Таъвоноии шохаҳо	Таъвоноии дарёҳо бо дарозии 10 км ва самтбандии нишеб	Ҳосили таъвоноии потенциали	Таъвоноии асосии дарё ва шохаҳои он	Вобастагии потенциали таъвоноии ба захираҳои оби Ҷумҳурии .%	Имкониятҳои техникии (саноати) захираҳои таъвоноии гидроэнергетикӣ	Дар амал истифодабарии захираҳои гидроэнергетикӣ	Ҳисаи имконияти техникӣ истифодабарии захираҳои гидроэнергетикӣ, %
Вахш	7797	3430	9967	21194	11227	34,73	6600	3558	53,9
Панҷ	5715	1086	1372	8173	6801	21,04	5238	-	-

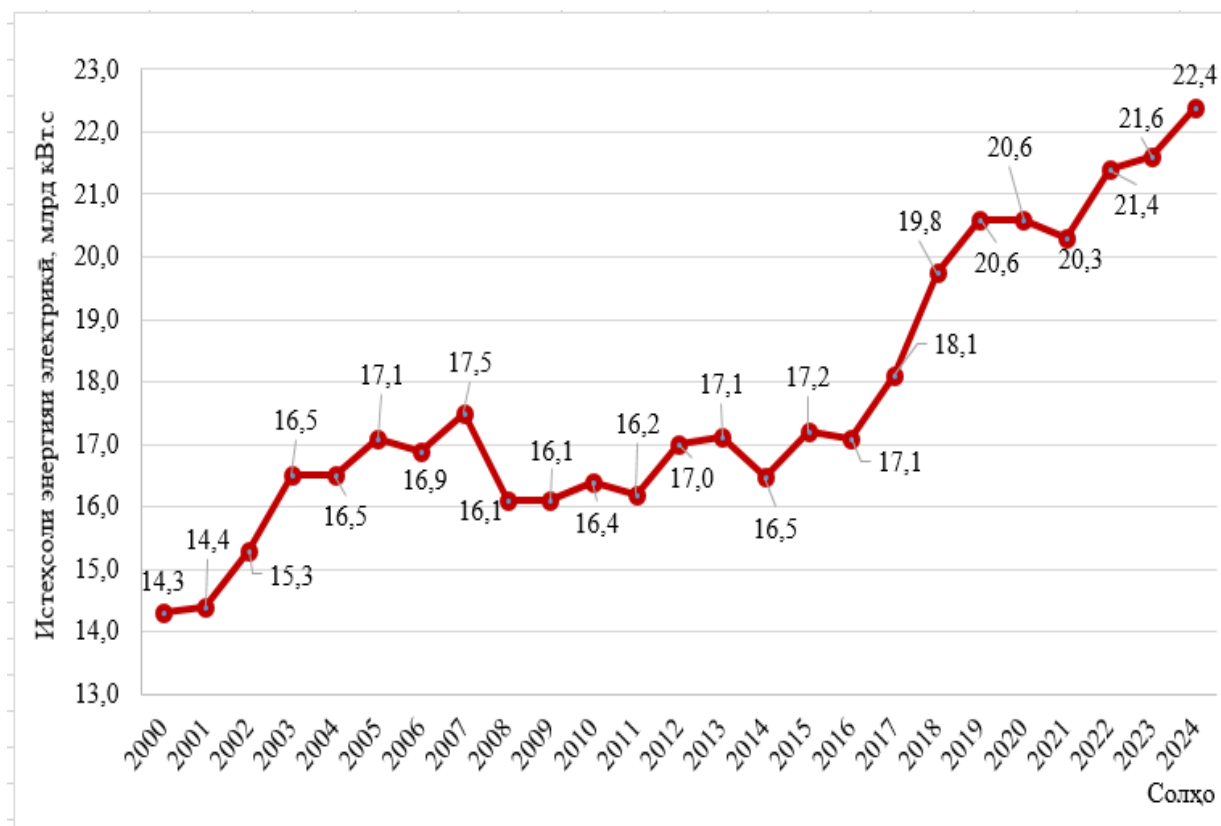
Кофарни хон	1310	1573	1264	4147	2883	8,92	1468	25,5	1,74
Оби- Хингоу	1920	920	2129	4969	2840	878	1620	-	-
Зараф шон	1353	1269	1278	3900	2622	8,11	1391	3,29	0,2
Бартанг	996	876	1209	3081	1872	5,79	872	0,8	0
Гунт	940	752	569	2261	1692	5,23	808	9	1,11

Чадвали 1.5 – Неругоҳҳои барқи обии хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон [20].

Номгӯй	Ҳамагӣ Миқдор (тавоноӣ [кВт])	Неругоҳҳои барқи обии хурди амалкунанда		Неругоҳҳои барқи обии хурди амал кунанда Миқдор (тавоноӣ [кВт])
		Миқдор (тавоноӣ [кВт])	Истеҳсоли энергияи эл ектрикӣ [кВт·соат]	
Ҳамагӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон	155/(12 184)	105/(4 686)	2 328340	50 /(7 486)
ВАХБ	35/(3432)	15/(725)	497785	20 /(2 707)
Вилояти Хатлон	8/(2185)	-	-	8/(2 185)
Вилояти Суғд	38 / (1882)	37/(1 002)	460336	1/(880)
НТҚ	74/(4 685)	53/(2 959)	1370219	21/(726)
<i>Аз он ҷумла</i>	X	X	X	X
Нуробод	9 / (239)	7 / (179)	23 269	2/(60)

Ваҳдат	24 / (1 650)	17/(1080)	468720	7/(570)
Тавилдара	4 / (136)	4 / (136)	59 024	-
Варзоб	8 / (1 061)	8/(1061)	599 924	-
жиргатор	7 /(285)	1 / (230)	99 820	6/(55)
Ҳисор	3 / (189)	3 / (189)	82 026	-
Шаҳринав	1 / (500)	-	-	1/(500)
Турсунзода	1 / (500)	-	-	1/(500)
Тоҷикобод	6 / (80)	5 / (50)	21 700	1/(30)
Рашт	11 / (45)	8 / (34)	15 86	3/(11)

Тағйирёбии динамикаи истеҳсол ва истеъмоли энергияи барқ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар солҳои 2000-2024 дар расми 1 нишон дода шудааст (бо истифода аз маълумотҳои ҶСКХ «Барқи Тоҷик»).



Расми 1.1 – Таҳаввули ҳаҷми истеҳсоли энергияи электрикӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар давраи солҳои 2000 то 2024

Дар Тоҷикистон барои рушди гидроэнергетикаи хурд, аз ҷумла сохтмони неругоҳи барқи обии хурд якчанд ҳуҷҷатҳои меъёрию ҳуқуқӣ, аз ҷумла, Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 02 феввали 2009 сол бо № 73 «Барномаи дарозмӯҳлати сохтмони неругоҳҳои хурд дар марҳилаи солҳои 2009 –2020». Инчунин, дар бисёр шаҳрҳо ва минтақаҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон декларатсияҳо бо мавқеҳои муайяни лоиҳаҳо барои тараққиёти минтақаҳо мавҷуд ҳастанд.

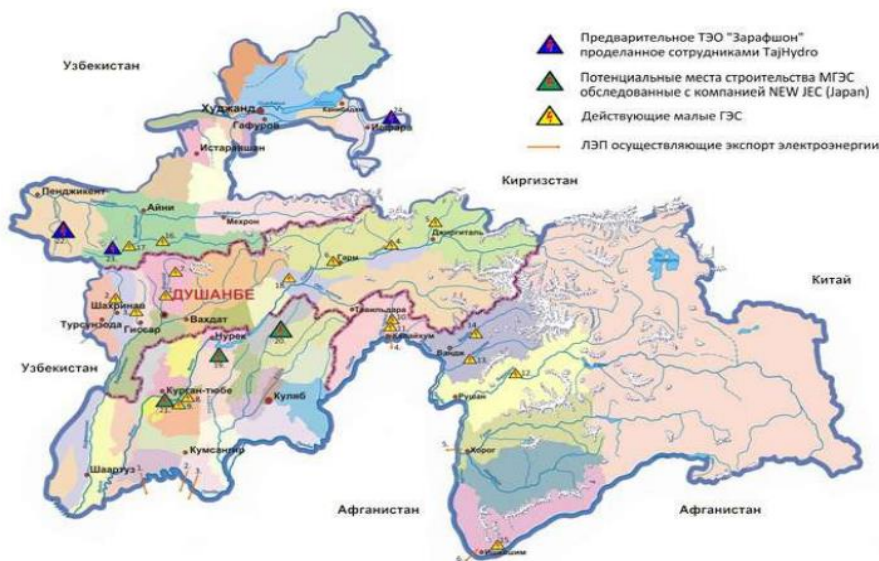
Дар оғози асри XX, бо сабаби набудани саноати рушдёфта, истифодаи нерӯи барқ дар ҳудуди Тоҷикистон хеле маҳдуд буд. Фаъолияти истеҳсолии муассисаҳои хурди мавҷуда асосан ба нерӯи барқи маҳаллӣ, ки тавассути генераторҳои дизелии мустақил таъмин мешуд, асос меёфт. Масалан, дар соли 2007 дар ноҳияи Исфара корхонаи хурди «САНТО» бо иқтидори 376,79 кВт ба фаъолият оғоз кард. Қобили зикр аст, ки нахустин неругоҳи барқи обӣ дар кишвар солҳои 1912-1913 дар рӯди Ғунд, дар шаҳри Хоруғ, бо мақсади таъмини нерӯи барқ барои қувваҳои сарҳадии Империяи Русия бунёд шуда буд. Бо ҳадафи таъмин намудани шаҳри Душанбе бо нерӯи барқ, солҳои 1927-1928 сохтмони неругоҳҳои нави барқи обӣ дар рӯди Варзоб ба барнома гирифта шуд. Аз ҷумла, 25 феввали соли 1931 сохтмони НБО «Варзоб–1» бо иқтидори 7200 кВт оғоз ёфт ва баъд аз шаш соли сохтмон 31 декабри соли 1936 он ба истифода супорида шуд.

Дар солҳои минбаъда дар мамлакат, аз ҷумла, дар Шаҳритуз, Исфара, Конибодом якчанд неругоҳҳо бо тавоноии умумии зиёда аз 17,3 МВт сохта шуданд. Дар идомаи рушди шабакаи энергетикӣ дар водии Варзоб, соли 1949 дар таркиби маҷмӯи неругоҳҳои мавҷуда неругоҳи дуюм бо иқтидори 14,4 МВт ба истифода дода шуд. Сипас, соли 1952 сохтмони НБО «Варзоб–3» бо тавоноии 3,5 МВт ба анҷом расида, он низ ба шабакаи энергетикӣ пайваست гардид. То имрӯз дар Ҷумҳурии Тоҷикистон зиёда аз 285 неругоҳи барқи обии хурд тавононашон аз 5 то 2500 кВт сохта ба истифода дода шудаанд, ки барои бо нерӯи электрикӣ таъмин намудани ноҳияҳои кӯҳӣ ва мавзеҳои душворгузари онҳо истифода бурда мешаванд.

Яке аз масъалаҳои калидӣ дар низоми хоҷагии халқи Ҷумҳурии Тоҷикистон, таъмини устувори минтақаҳои кӯҳӣ ва маҳалҳои душворгузар бо энергияи барқ мебошад. Илова бар ин, масъалаи муҳими дигар истифодаи самараноки потенциали гидроэнергетикии обанборҳои сунъӣ мебошад, ки қаблан бо ҳадафи обёрикунӣ заминҳои кишоварзӣ сохта шудаанд [2].

Дар расми 2 харитаи гидрографии кишвар, ки шомили дарёҳо, обанборҳо ва мавзёҳои дорои иқтидори сохтмони неругоҳҳои барқии обии хурд аст, оварда шудааст [4]. Масалан, деҳаи Сангикар дар ноҳияи Рашт бо беш аз 220 нафар аҳоли дар масофаи 43 км аз маркази ноҳия ҷойгир буда, дар он зернерӯгоҳи «Племсовхоз 110/10 кВ» мавҷуд аст. Аз ҷониби дигар, деҳаи Сари Осиёб дар ноҳияи Ховалинг аз нуқтаи наздиктарини шабакаи барқӣ дар масофаи дур қарор дорад. Махсусан, фосила байни маҳаллаи мазкур ва зернерӯгоҳи «Ховалинг 35/10 кВ» тахминан 50 км мебошад, дар ҳоле ки шумораи аҳолии деҳа 160 нафарро ташкил медиҳад.

Ҳамчунин, деҳаи Марзичи ноҳияи Айнӣ, ки дорои 160 нафар аҳоли мебошад, дар масофаи тақрибан 37 км аз зернерӯгоҳи «Айнӣ 35/10 кВ» воқеъ дар маркази ноҳия ҷойгир аст. Маълумоти муфассал дар бораи чунин маҳалҳои кӯҳӣ дурдаст дар ҷадвали 1 пешниҳод шудааст [5].



Расми 1.2 – Нақшаи ҷойгиршавии дарёҳо, обанборҳо ва нуқтаҳои потенциалии НБО-и хурд дар Тоҷикистон

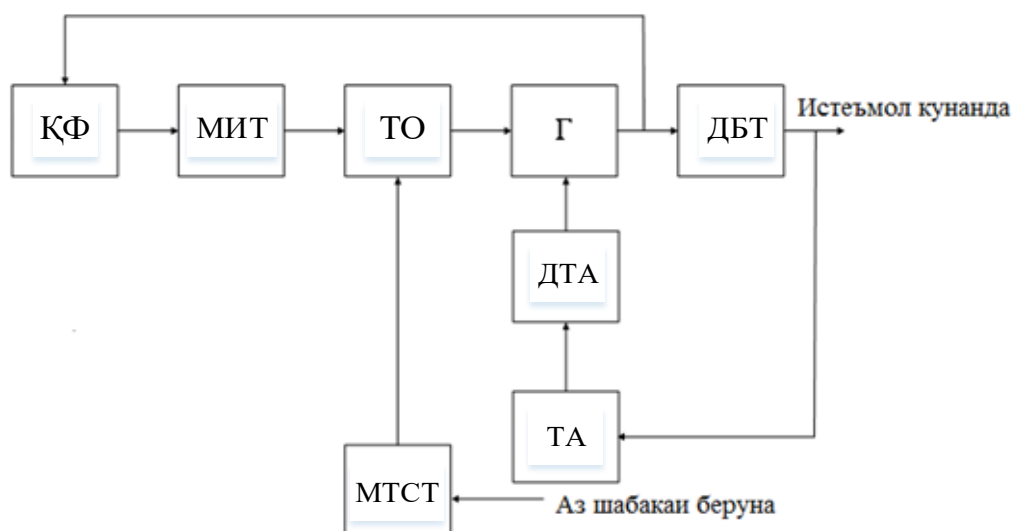
Ҷадвали 1.6 – Мавзеъҳои мушкилдастрас дар ноҳияҳои кӯҳии Ҷумҳурии
Тоҷикистон

Мавзеъ	Маҳалаи аҳолинишин	Масофаи маҳалаи аҳолинишин аз маркази ноҳия	Истифода баранда	Тавоноии неруғоҳи эдлектрикии обӣ
1	Булункул	90	32	25
2	Пасир	125	27	20
3	Ҳиндукуш 1	105	23	20
4	Ҳиндукуш 2	116	33	32
5	Хавдж	130	18	20

1.2. Таҳлили сохти неруғоҳи барқи обии анъанавӣ

Сохти анъанавии неруғоҳи барқи обии хурдро метавон бо мисоли неруғоҳи барқи обии хурди «Панҷруд», воқеъ дар ноҳияи Панҷакент, хуб нишон дод (расми 2). Ин неруғоҳ, ғайр аз сарбанд (П) ва кубурҳои оваранда (ПТ), аз як қатор унсурҳои дигари муҳими сохторӣ иборат мебошад, ки вазифаҳои асосии ҷамъоварӣ, интиқол ва табдили энергияро иҷро мекунанд. Ин элементҳо дар ҳамоҳангӣ бо ҳам фаъолият намуда, самаранокии умумии неруғоҳро таъмин мекунанд.

- турбинаи фишорбаланд (ТФ);
- генератор (Г);
- бастукушо-муҳофизатӣ ва таҷҳизоти тақсимоии (ДБТ);
- дастгоҳи тиристорӣ ангиизиш (ДТА);
- механизми иҷрокунандаи дарвоза (затвор)-и турбина (МИТ);
- механизми танзимкунандаи суръати турбина (МТСТ)
- танзимкунандаи ангиизиш (ТА);



Расми 1.3 – Асоси сохтани неругоҳи барқии обии хурди автономӣ ва автоматикунонидашуда

Гарчанде Ҷумҳурии Тоҷикистон дорои захираҳои фаровони гидроэнергетикии дарёҳои хурд мебошад, дар амалиёт як қатор омилҳо мавҷуданд, ки рушди васеи истифодаи неругоҳҳои барқи обии хурдро маҳдуд мекунанд. Ба чунин омилҳо набудани шабакаи дастрасии техникӣ, мушкилоти нигоҳдорӣ ва камбудии мутахассисони соҳибтахассус дар сатҳи маҳаллӣ дохил мешаванд. Ин ҳолатҳо боис мегарданд, ки қисми зиёди иқтидорҳои мавҷуда дар деҳаҳои кӯҳӣ истифода нашаванд ё самаранокии паст дошта бошанд.

Дар тарҳи конструктиви гидротурбинаҳо элементҳои идоракунии коркарди онҳо нақши муҳим мебозанд. Хусусан дар шароити тағйирёбии фишори воридшавандаи об, истифодаи механизмҳои махсус барои мутобиқсозии суръати гардиши турбина зарур мегардад. Ин механизмҳо метавонанд дар шакли дастгоҳҳои танзими чараёни об тавассути қубурҳои обгузар амалӣ гарданд [4,5], ё тавассути тағйири кунчи гардиши парраҳои кории турбина танзим карда шаванд [6,7]. Илова бар ин, дар баъзе ҳолатҳо, барои ба кор андохтани турбина, истифодаи гардонандаи иловагии затвори асосӣ низ зарур мебошад [8].

Дар ин ҳолат нақшаи функционалии неругоҳи барқи обӣ элементҳои кам дорад: қубури обгузар, турбина, генератор, дастгоҳи электроники идоракунии, диагностика ва тағйирдиҳандаи энергия. Ин асосан

эътимоднокии неругоҳи барқи обиро баланд мекунад ва имконият медиҳад, ки истифодабарии он дар речаи автономии хизматрасонӣ истифода шавад.

1.3. Асосҳои тарҳрезӣ ва сохтмони неругоҳи барқи обии хурди автономӣ ва автоматикунонидашуда

Неругоҳҳои барқи обии хурд (НБОХ) бо иқтидори истеҳсоли камтар аз 10 МВт ҳамчун манбаи барқии барқароршаванда ва экологӣ тоза шинохта шудаанд. Бо рушди технологияҳои автоматикунонӣ ва талабот ба таъмини нерӯи барқ дар минтақаҳои дур ва ғайримарказӣ, тарҳрезӣ ва сохтмони неругоҳҳои барқи обии хурди автономӣ ва автоматикунонидашуда (НБОХАА) ба яке аз самтҳои муҳим дар соҳаи энергетика табдил ёфтааст. Ин навъи неругоҳҳо имкон медиҳад, ки бо сарфи минималии захираҳо ва таъсири экологии камтарин нерӯи барқ боэътимод ва устувор истеҳсол гардад.

1. Муайян намудани мақсад ва талаботҳо

Аввалин марҳила дар тарҳрезии НБОХАА муайян намудани талаботи энергетикӣ ва хусусиятҳои истеъмолкунандагон мебошад. Муҳим аст, ки иқтидори неругоҳ ва речаи кори он ба талаботи нерӯи барқ мувофиқ бошад, то аз талафоти зиёдатӣ ва зиён ба захираҳои обӣ пешгирӣ карда шавад. Барои ин маълумотҳои таҳлилии дарозмуддати истеъмол, мавсимияти талабот ва имкониятҳои самаранок истифода бурдани неруи гидравликӣ ҷамъоварӣ ва таҳлил мешаванд.

2. Таҳлил ва омӯзиши гидрологӣ ва ҷуғрофӣ

Яке аз унсурҳои асосӣ дар тарҳрезӣ омӯзиши муфассали шароити гидрологӣ ва ҷуғрофии минтақа мебошад. Дар ин бахш:

- Маълумот оид ба ҷараёни об, сатҳи об, тағйирёбии мавсимӣ ва омилҳои климатӣ ҷамъоварӣ мешавад.
- Арзёбии доимияти ҷараёни об ва имконияти нигоҳдории захираҳо барои таъмини кори устувор дар тамоми сол амалӣ мегардад.

- Омӯзиши релеф ва шароити геотехникии замина барои интихоби макони беҳтарин ва таҳти назорат гирифтани хатарҳои табиӣ муҳим аст.

Ин таҳлилҳо асоси барои интихоби технологияи турбин, системаи ҷамъоварии об ва таҷҳизоти гидротехникӣ мебошанд.

3. Интихоби технологияи асосӣ ва таҷҳизот

Технологияи истеҳсолӣ дар НБОХАА бояд бо шароити ҷараён ва напори об, инчунин ба талаботи автономӣ ва автоматикунонии идора мувофиқ бошад. Асосан истифодаи турбинҳои гуногун (каплан, франсис, пелтон) вобаста ба хусусиятҳои обу ҳаво ва тарҳи гидротехникӣ ба нақша гирифта мешавад. Турбинҳои каплан барои ҷараёнҳои пастнапор ва ҷараёнҳои баландоб истифода мешаванд, дар ҳоле ки турбинҳои пелтон барои напорҳои баланд муфиданд.

Генераторҳои насбшаванда бояд қобилияти кор дар речаи тағйирёбанда ва мустақилро дошта бошанд. Интихоби таҷҳизоти автоматикӣ ва системаи идоракунии (ПЛК, SCADA ва ғайра) барои мониторинг, танзим ва муҳофизати таҷҳизот нақши калидӣ мебозанд.

4. Тарҳрезии системаи автоматикунонидашуда

Автоматикунории НБОХАА барои таъмини кори боэътимод, беҳатар ва самаранок хеле муҳим аст. Системаҳои автоматикунонидашуда метавонанд вазифаҳои зеринро иҷро намоянд:

- Назорати автоматии параметрҳои кори турбина ва генератор;
- Танзими ҷараён ва напори об бо мақсади баланд бардоштани самаранокӣ;
- Муҳофизати таҷҳизот аз хатарҳо ва ҳолатҳои ғавқулдда;
- Мониторинги пурраи ҳолати техникӣ ва баромадҳо бо имконияти пешгӯӣ ва бартарафсозии хатоҳо;
- Идоракунии вақти ғайри ва хомӯшшавии неруғоҳ бо назардошти талаботҳои истифодабарандагон.

Истифодаи системаи идоракунии худкор шароити фаъолияти устувори неругохро бидуни иштироки доимии кормандон фароҳам меорад, ки махсусан барои минтақаҳои дурдаст ва иншооти хурди энергетикӣ дорои аҳамияти амалӣ мебошад.

5. Тарҳрезии гидротехникӣ ва инфрасохтор

Дар тарҳрезии гидротехникӣ бунёди дамбаҳои хурд, каналҳо, қубурҳо ва дигар ҷузъҳои муҳим барои ташкили напор ва ҷараёнгирии об нақши асосӣ доранд. Ҳамаи ин бояд бо назардошти шароити табиӣ, муқовимати муҳити зист ва арзиши умумӣ амалӣ карда шаванд.

Инфрасохтори неругоҳ аз ҷумла, хонаҳои таҷҳизот, роҳҳои дастрасӣ ва системаҳои муҳофизатӣ бояд ба талаботи амниятӣ ва хизматрасонии осон ҷавобгӯ бошанд.

6. Сохтмон ва насби таҷҳизот

Марҳилаи сохтмон дар асоси лоиҳаи тарҳрезӣшуда амалӣ мешавад ва иборат аст аз:

- Омодасозии майдон ва сохтмони пойгоҳҳои гидротехникӣ;
- Монтаж ва васлкунии турбинҳо, генераторҳо ва системаи автоматикунонидашуда;
- Таъмини васоити дастрасӣ, роҳандозии коммуникатсия ва инфрасохтори ёрирасон.

Муҳим аст, ки дар раванди сохтмон назорати қатъӣ оид ба сифати корҳои сохтмонӣ ва мувофиқати он ба лоиҳа ва стандартҳо гузаронида шавад.

7. Санҷиш, озмоиш ва ба истифода додан

Пас аз анҷоми сохтмон ва монтажи таҷҳизот, тамоми системаҳо бояд бо озмоишҳои комплексӣ, аз ҷумла санҷишҳои гидравликӣ, электрикӣ ва автоматикунонидашуда таҳти санҷиш қарор гиранд. Ин раванд барои таъмини амнияти кор ва самаранокии неругоҳ зарур аст.

Ҳамзамон, таълим ва омӯзиши кормандоне, ки ба идора ва нигоҳдории неругоҳ машғул хоҳанд шуд, ҷузъи муҳими марҳилаи санҷиш ва ба истифода додан ба ҳисоб меравад.

8. Амалиёт ва нигоҳдорӣ

– Барои нигоҳ доштани кори устувор ва самаранокии НБОХАА лозим аст:

- Мониторинги доимӣ ва баҳодиҳии ҳолати техникӣ;
- Таъмири пешгирикунанда ва бартарафсозии фаврии нокомӣ;
- Навсозии системаи автоматикунонӣ ва таҷҳизот бо мақсади баланд бардоштани эътимодноки.

Системаи автоматикунонидашуда ва назорати он имкон медиҳад, ки камшавии хароҷоти идоракунӣ ва таъмирӣ таъмин гардад ва кори неруғоҳ дар ҳолати оптималӣ бимонад.

Тарҳрезӣ ва сохтмони неруғоҳи барқи обии хурди автономӣ ва автоматикунонидашуда як раванди мураккаб, вале муҳими соҳаи энергетика мебошад, ки барои таъмини нерӯӣ барқ дар минтақаҳои дур ва пастмасраф аҳамияти стратегӣ дорад. Ин нави неруғоҳҳо боиси паст шудани таъсири манфии экологӣ, кам кардани вобастагӣ аз шабакаҳои барқии марказӣ ва таҳкими рушди устувори энергетикаи маҳаллӣ мегарданд. Инноватсияҳо дар соҳаи автоматикунонӣ ва технологияи гидротурбинӣ имконият медиҳанд, ки чунин неруғоҳҳо бо самаранокӣ ва эътимоднокии баланди техникӣ фаъолият намоянд, ки ин барои рушди босуботи энергетикаи барқароршаванда аҳамияти калон дорад.

Дар неруғоҳҳои барқи обии хурд асосан генераторҳои синхронии бо ангишти электромагнитӣ истифода мешаванд [9–17]. Барои ин нави генераторҳо таъмини чараёни доимии ангишти зарур буда, чараёни ангишти тавассути тамосҳои ҳалқагӣ ворид мегардад [18]. Мавҷудияти ин тамосҳои ҳалқагӣ метавонад боиси камшавии эътимоднокии генератор гардад ва нигоҳдории мунтазами онҳоро тақозо намояд. Бо вучуди ин, баъзе генераторҳо метавонанд ангиштаҳои худкор дошта бошанд, ки талаботи нигоҳдорию коҳиш медиҳад [19].

Баррасии кӯтоҳи тарҳи функционалии неруғоҳҳои барқи обии хурд нишон медиҳад, ки ин системаҳо таҷҳизоти мураккаби техникӣ маҳсуб ёфта,

барои фаъолияти устувор ниёз ба нигоҳдории мунтазам ва назорати пайваста доранд.

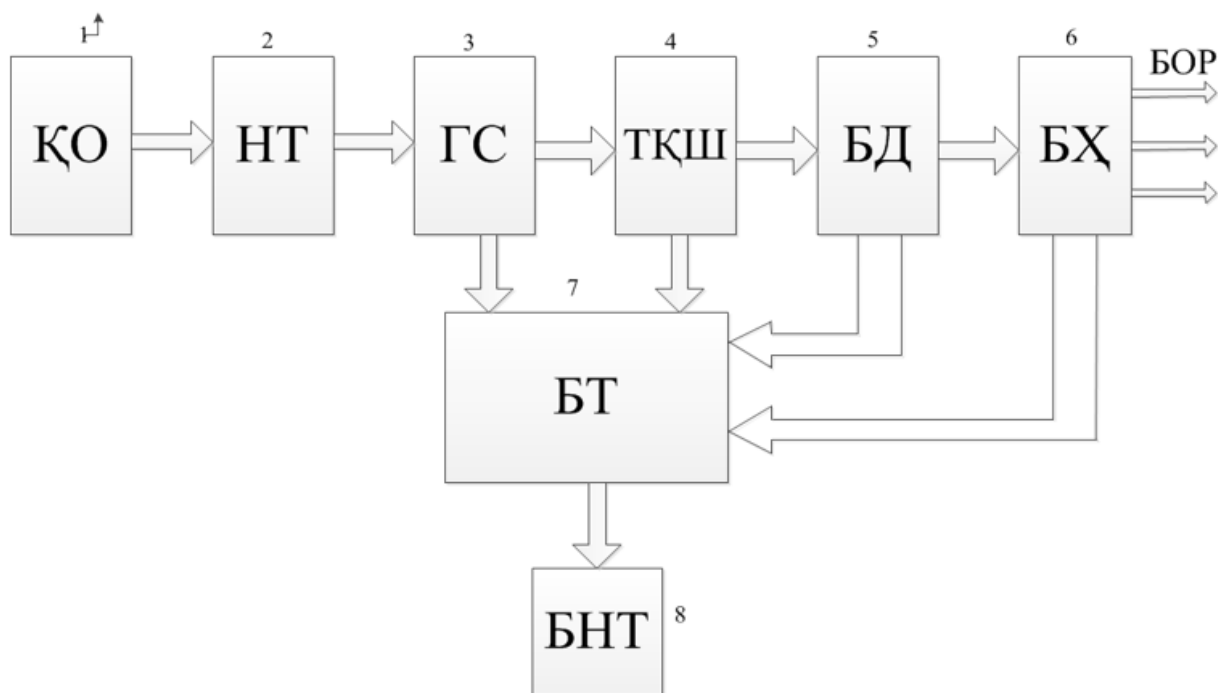
Қатъи назар аз миқдори бисёри ҳайати хизматрасон дар неругоҳи барқи обии хурди эътимоднокии он ва муҳлати хизмат на он қадар баланд мебошад. Масалан, аз 22 неругоҳҳои дар солҳои 2001–2010 ба кор даровардашуда, бисёри аз онҳо корношоям шудаанд.

Барои фаҳмидани сабабҳои қатъшавии фаъолияти неругоҳҳои барқи обии хурд, намунаҳои мушаххасро баррасӣ мекунем. Масалан, неругоҳи Ховалинг, ки соли 2010 дар деҳаи Сари Осиёб бо иқтидори 15 кВт·соат сохта шудааст, ҳамчунин неругоҳҳои хурди «Яхшо» ва «Хафса», ки мутаносибан соли 2009 ва 2010 дар ноҳияҳои Шурообод сохта шудаанд ва бо иқтидори 5 ва 15 кВт ба кор шурӯъ карданд, ҳоло бинобар вайроншавии генераторҳо ғайрифавол мебошанд.

Ҳамчунин метавон хулоса кард, ки сабаби аслии аз кор мондани неругоҳҳои барқи обии хурд, аксар вақт боисшавии нокомии системаи ангиизи генератор ва механизмҳои танзими турбина мебошад. Ба ибораи дигар, он қисмҳое, ки сифати нерӯи барқро таъмин мекунанд устувории амплитуд ва басомади шиддат, аз ҷумла низоми ангиизи генератор ва танзимгари суръати гардиши турбин ба ҳолати корношоямӣ мерасанд.

Аз ин ҷо бо мақсади баландкунии эътимоднокии онҳо ва пасткунии харачотҳои истифодабари неругоҳи барқи обии хурд, самти мукамалкунии таркиби элементҳои онҳо пайдо мешавад. Мақсади калидии рад кардан аз усулҳои анъанавии танзими амплитудайи шиддат, ки ба воситаи тағйир додани ҷараёни ангиизиш ва басомади гардиши турбина ё танзимои серборӣ амалӣ мешаванд, мавриди баррасӣ қарор мегирад [21–25].

Аз ҳамин лиҳоз, ба ҷои истифодаи унсурҳои классикии идоракунии таъмини устувории амплитуда ва суръати вокуниши шиддати баромади неругоҳи барқи обӣ бояд тавассути истифодаи таҷҳизоти муосири тағйирдиҳандаи электронии шиддат ва системаи ангиизиш генератор бо истифодаи магнитҳои доимӣ амалӣ карда шавад.



Расми 1.4 – Нақшаи функционалии автоматикардаси неругоҳи барқи
обии хурд

1. Қубури об (ҚО)
2. Насоси марказгурез (МТ), ки ба сифати гидротурбина истифодабурдани насоси марказгурез силсилави пешниҳод шудааст.
3. Генератори сефазаи синхронӣ (ГС), ки дар системаи барқи обии хурд ҳамчун манбаи асосии истеҳсоли энергияи барқ истифода мешавад. Дар ин система ба сифати генератор муҳаррики сефазаи синхронӣ бо ангишти доимӣ истифода бурда мешавад, ки ангишти тавассути магнитҳои доимии навъи силсилави таъмин карда мешавад.
4. Тағйирдиҳандаи қуввагии шиддат (ТҚШ) – унсури марказии идоракунии энергияи баромади неругоҳ, ки вазифаи табдили ҷараёно ба дӯш дорад. Он дорои се зерсохтор мебошад:
5. Блоки назоратии параметрҳои баромади неругоҳ (БНП), ки бо маҷмӯи датчикҳо муҷахҳаз аст. Ин блок иттилооти доимиро оид ба параметрҳои асосии электрикӣ, аз ҷумла қиматҳои ҷории шиддат, ҷараён, зудӣ, тавоноии барқӣ ва миқдори энергияи истеҳсолшуда ҷамъоварӣ ва

таҳлил менамояд. Маълумоти бадастомада барои идоракунии оптималӣ ва назорати самарабахши кори неругоҳ истифода бурда мешавад.

6. Блоки бастукушо–муҳофизатии дастгоҳҳо (БХ), ки он дар худ стандарти барои ҳама гуна неругоҳҳо бастукушо–муҳофизатии дастгоҳҳоро дохил мекунад.

7. Блоки назоратӣ–таҳлилгар (БТ) вазифадор аст, ки ҳолати техникавии элементҳои комплекси таҳхис карда, сатҳи коршоямии ҷорӣ ва ояндаро арзёбӣ намояд.

8. Блоки алоқа (БНТ) барои таъмин намудани иртибот ва интиқоли маълумотҳо оид ба параметрҳои баромад ва ҳолати ҷудогонаи унсурҳо дар маркази идоракунӣ ҷиҳозонида шудааст. Ин системаи идоракунӣ ба фаъолияти неругоҳи барқи обии хурд кӯмак мерасонад, зеро аввалан, баланд бардоштани сатҳи изолятсияи унсурҳои электронӣ дар қисмати асосии интиқоли иқтидори барқ, коҳиши талафоти тағйирёбӣ ва кам кардани андозаи дастгоҳҳоро имконпазир мегардонад; дуюм, татбиқи технологияи нави маводи магнитӣ бо энергияи нисбатан баландро ба вучуд меорад.

Илова бар ин, васеъ кардани доираи истифодаи дастгоҳҳои электронӣ имконият медиҳад, ки неругоҳи барқи обиро ба объекте табдил диҳем, ки хидматрасонии автономиро таъмин мекунад.

Барои расидан ба ин ҳадаф зарур аст, ки таҷҳизоти иҷрокунанда, ки вазифаи таҳхиси ҳолати қисмҳо ва агрегатҳои неругоҳро иҷро мекунанд, ҳамзамон бо системаи алоқа бо маркази идоракунии низоми таъминоти электрикии ҷумҳурий муттаҳид гарданд.

Бо инобати фикрҳои боло, нақшаи функционалии неругоҳи барқи обии хурд ҳамчун комплекси электротехникӣ метавонад бо ин намуд пешниҳод шавад (нақшаи 3).

Нақшаи структурии пешниҳодшуда агарчӣ возеҳ бошад ҳам, вале яке аз элементҳои он коркарди илмӣ–техникиро талаб мекунад, барои ҳамин ҳам онро муфассалтар дида мебароем.

Барои Q–ро зиёд намудан тавоноии неруи электрикӣ вобаста аз фишори об мебарояд, яъне рост намудани қубури он ба мо имконият медиҳад, ки тавоноиро зиёд намоем.

Барои муайян кардани иқтидори оптималии насос ва арзёбии қобилияти тағйирёбии диапазони суръати гардиши он дар шароити кор, зарур аст таҳқиқоти муфасссали гидродинамикӣ оид ба фаъолияти насос дар режими турбинӣ анҷом дода шавад.

Генератор ҳамчун муҳаррики синхронии бо ангеизиши магнитҳои доимӣ сохташуда, аз ҷиҳати технологӣ устувор ва санҷидашуда мебошад.

Бо вучуди ин, истифодаи он ҳамчун таҷҳизоти автономӣ бо хатари эҳтимоли садамаҳо, аз ҷумла сӯхтани кӯтоҳи байни печҳо дар ғалтаки генератор, ҳамроҳ аст.

Дар воқеъа, агар дар ҳолати ин расиши кӯтоҳ давр задан гирад, дар контури сарбастаи кӯтоҳ ҷараёнҳои баланд мегузаранд ва дар натиҷаи он ғалтак аз ҳад зиёд метафсад ва мумкин аст сӯхтор ба вучуд ояд.

Аз ин рӯ, масъалаи пешгирии намуди расиши кӯтоҳмуддат ва ё шиддатёбии зуд ба назар расидани онҳо ва қатъи ғаврии кори генератор аҳамияти муҳим дорад. Дар тағйирдиҳандаҳои ҷараёни тағйирёбанда бо басомади доимӣ ду варианти асосӣ истифода мешаванд: ё тағйирдиҳандаи дунимдаврӣ ва ё росткунандаи синусоидалӣ [28–30]. Нуқсони тарҳи аввали мазкур ин таъсири манфӣ ба генератори синхронӣ мебошад, ки ба сабаби истифодаи ҷараёни ғайрисинусоидӣ, нишондиҳандаҳои энергетикӣ коҳиш меёбанд. Росткунандаи синусоидалӣ имконият медиҳад, ки ҷараёнҳои фазаҳо бо сифати синусоидалӣ таъмин шаванд, вале ин тарҳ мураккаб буда, хароҷоти баландро талаб мекунад. Аз ин рӯ, баҳогузори оид ба самаранокӣ ва доираи истифодаи ин ду намуди росткунанда зарур аст.

Аз нигоҳи аввал, дар масъалаи тағйирдиҳандаи шиддати доимӣ ба тағйирдиҳандаи сефаза мушкилот вучуд надорад, зеро тарҳҳои мавҷуда хуб кор мекунанд ва мутавозин мебошанд. Бо ин ҳол, дар ҳолатҳои кор бо борҳои асимметрии мушкилот ба миён меоянд ва масъалаҳои мутобиқсозии шиддат ба диққати махсус ниёз доранд.

Масалан, мумкин аст як фаза бе бор бошад, дар ҳоле ки ду фазаи дигар то ҷараёнҳои номиналӣ бор дошта бошанд, ё ду фаза бордор ва як фаза бе бор

бошад. Ҳарчанд масъалаҳои мутобиқсозии бор дар ҳолатҳои тағйирдиҳанда таҳқиқ шудаанд [31], ҳалли техникийи онҳо мураккаб буда, тақмили бозсозиро талаб менамояд.

Блокҳои датчикҳои координатсияи баромади таҷҳизоти энергетикӣ ва блокҳои басту кушой муҳофизати дастгоҳҳо метавонанд бо истифода аз элементҳои стандартӣ татбиқ карда шаванд.

Дар ҳолати якум ин датчикҳои зудии стандартӣ ва қимати амалкунандаи шиддат ва боз датчикҳои ҷараён ва тавоноии истехсол кардашуда мебошанд. Дар ҳолати дуум ин бастукушо–муҳофизатии дастгоҳҳои стандартӣ мебошанд.

Талаботи иловагӣ ба онҳо баровардани иттилоот оиди координатаҳои ҷенкунанда ва аз ҳолати элементҳои бастукушо муҳофизати дар шакли рақамӣ ва импульсӣ барои таҳлили минъбада дар таҷҳизоти ташхисӣ ва интиқол бо воситаҳои алоқаи интихобшуда мебошанд.

Блоки ташхисӣ дар ин ҳолат муҳим мебошад, элементи алгоритмӣ мураккаб бояд дар речаи онлайн дар таҷҳизоти амалкунанда коршоямӣ онро баҳо диҳад ва на фақат пайдошавии вайроншавӣ, балки имконияти пешгуии пайдошавии онҳоро зоҳир кунад.

Дар ин ҳолат ба он аз датчикҳои гуногун, аз ҷумла, датчикҳои ларзиши баданаҳои турбина ва генератор иттилоот дохил мешавад. Аз рӯйи итилооти аз ин датчикҳо гирифташуда мумкин аст, ки аз ҳолати таъғирдиҳандаи ин таҷҳизотҳо баҳо дода шавад.

Ҷузъе, ки ба турбина насб мегардад, барои санҷиши ҳамоҳангии иқтидори турбин бо арзишҳои пешбинишуда истифода мешавад. Ҳамзамон, таҷҳизоти назоратӣ, мисли сенсорҳои ҳароратии генератор ва калидҳои тағйирдиҳандаи шиддат, маълумотҳоро ҷамъоварӣ намуда, имкон медиҳанд ҳолати иҷрои кори генератор ва системаи танзими таҳлил кунанд. Илова бар ин, сенсорҳо, ки мавҷудияти номувофиқии симметрияи майдони магнитиро

муайян мекунанд, барои ошкор кардани ҳолатҳои расиши кӯтоҳмуддат байни печҳо хизмат мерасонанд. Датагирии ин маълумотҳо бо арзишҳои шиддат ва чараёнҳои баромад ҳамоҳанг шуда, тавассути модели риёзии мушаххас дар қисми таҳлилии системаи идоракунӣ коркард мегарданд, ки бо истифода аз таҷҳизоти рақамӣ, сифати кори генераторро баҳогузорӣ ва мушкилотро ошкор мекунад. Барои муошират бо маркази идоракунӣ, алоқа метавонад тавассути шабакаҳои интернетӣ, каналҳои радиӣ ва дигар технологияҳои муосир ба роҳ монда шавад.

1.4. Арзёбии самаранокии энергетикӣ ва устувории фаъолияти НБО-и хурд

Дар шароити муосири рушди устувори энергетика ва баланд шудани аҳамияти манбаъҳои барқароршавандаи энергия, неруғоҳҳои барқи обии хурд (НБОХ) ба як ҷузъи муҳими стратегияи энергетикӣ бисёре аз кишварҳо табдил ёфтаанд. Онҳо дар қиёс бо неруғоҳҳои барқи обии калонтар, таъсири нисбатан камтар ба муҳити зист дошта, дар бисёр ҳолатҳо имкони фаъолияти мустақил ва маҳаллӣ доранд. Аз ин рӯ, масъалаи арзёбӣ ва таҳлили самаранокии энергетикӣ ва устувории фаъолияти онҳо ба як самти калидии муҳаққиқон, муҳандисон ва таҳиягарони сиёсати энергетикӣ табдил ёфтааст. Самаранокии энергетикӣ ба таври умум ҳамаҷун қобилияти НБОХ барои табдил додани энергияи гидравликӣ (энергияи оби ҷорӣ) ба энергияи барқӣ муайян карда мешавад.

Ин нишондиҳанда вобаста ба якчанд унсурҳо мебошад: самаранокии турбина, генератор, системаи интиқол ва идоракунӣ. Ҳар як камбуд дар ин звеноҳо метавонад ба коҳиши маҳсулнокии умумии неруғоҳ оварда расонад.

Барои арзёбии самаранокии умумӣ, асосан формулаи зерин истифода мешавад:

$$\eta = \frac{P_{эл}}{\rho g Q H}$$

ки дар он:

$P_{эл}$ - қудрати воқеии барқии истехсолшуда;

p - зичии об;

g - суръати ҷозоба;

Q - ҷараёни об;

H - напори ғоиданоки об.

Аз рӯйи таҳлилҳо, як НБОХ дар ҳолати оптималӣ метавонад то 85-92% самаранокӣ дошта бошад. Аммо дар шароити воқеии кор, ин нишондиҳандаҳо метавонанд то 70-75% коҳиш ёбанд, агар таҷҳизоти ба кор бурдашуда фарсуда бошанд, ё нигоҳдорӣ сари вақт анҷом дода нашавад.

Устувории ғаёолият: қобилияти мутобиқшавӣ ва эътимодноки.

Устувории ғаёолияти неруғоҳи барқи обии хурд на танҳо маънои кори пайваста ва тӯлонӣ бидуни қатъро дорад, балки муҳимтар аз он, қобилияти мутобиқшавии он ба шароити тағйирёбандаи муҳити зист, аз ҷумла тағйироти иқлимӣ, мавсимӣ, обуҳавоӣ, ҳамчунин ҳолатҳои ғайриҷашмдошт ва бӯҳронӣ мебошад. Дар шароити воқеии Тоҷикистон, ин омилҳо метавонанд обшавии бармаҳали пирахҳо, тағйироти ҷараёни дарёҳо, камобӣ ё баръакс сар задани сели шадидро дар бар гиранд. Дар робита ба НБОХ, ин маънои имкони истехсоли мунтазами нерӯӣ барқ дар шароити коҳиш ё афзоиши сатҳи об, тағйироти босуръати иқлим ва дигар хавфҳои дорад. Масалан, як неруғоҳе, ки дар давраи хушксолии дусола қобилияти тавлиди ҳатто 60% иқтидори худиро нигоҳ медорад, метавонад ҳамчун устувор арзёбӣ гардад.

Омилҳои таъсиррасон ба самаранокӣ ва устуворӣ

1. Хусусиятҳои гидрологии минтақа: Пуррагӣ ва устувории ҷараёни об яке аз омилҳои муҳимест, ки ғаёолияти мунтазами неруғоҳҳои барқи обиро таъмин мекунад. Хусусан дар минтақаҳои кӯҳӣ, ки ҷараёнҳои об бо тағйироти мавсимӣ зуд тағйир меёбанд, ин тағйирот метавонад ба коҳиши самаранокии неруғоҳҳо оварда расонад. Аз ин рӯ, дар тарҳи ин гуна неруғоҳҳо зарур аст

механизмҳои идора ва нигоҳдории об, аз қабилӣ ҳавзҳои нигоҳдорӣ ва системаҳои каналкашӣ, дар назар гирифта шаванд, то идоракунии захираҳои об бо мақсади таъмини кори боэътимод ва доимӣ амалӣ шавад.

2. *Сифати таҷҳизот ва сатҳи нигоҳдорӣ*: Таҷҳизоти нокифоя ё кӯҳнашуда метавонад боиси коҳиши самаранокӣ ва афзоиши шикаст гардад. Ба қор бурдани турбинаҳои замонавӣ бо идоракунии автоматикӣ, генераторҳои боэътимод ва системаҳои SCADA барои назорати дурдаст метавонад то 10–15% самаранокии неруғохро беҳтар намояд.

3. *Муҳити иҷтимоӣ ва дастгирии маҳаллӣ*: Маҳз робитаи хуб бо ҷомеаи маҳаллӣ метавонад шароити мӯътадилро барои фаъолияти бетаъхири неруғох таъмин намояд. Мушкilotи иҷтимоӣ, эътирозҳо ё камбудии дастгирии муассисаҳои маҳаллӣ метавонанд ба фаъолияти устувори НБОХ ҳалал расонанд.

4. *Ҳавфҳои табиӣ ва иқлимӣ*: Заминларза, боришоти ғавқулода, обҳезӣ, лағжиши кӯҳ метавонанд хатари ҷиддӣ дошта бошанд. Аз ин рӯ, баҳодихии ҳавфҳо ва татбиқи чораҳои муҳофизатӣ бояд ҳамчун қисми ҷудонопазири тарҳрезӣ ва истифодабарии НБОХ бошад.

Усулҳои тақвим ва арзёбии устуворӣ:

- *Мониторинги вақти воқеӣ*: Бо ёрии сенсорҳои рақамӣ ва интернетӣ чизҳо (IoT) ҳолати таҷҳизот ва чараёни обро дар вақти воқеӣ назорат кардан мумкин аст.

- *Таҳлили сенситивӣ ва моделсозии сценарияҳо*: Барои пешгӯии рафтори неруғох дар шароити хушксолӣ ё тағйирёбии иқлим.

- *Арзёбии давраи бозгашти сармоя ва LCOE*: Барои муайян кардани самаранокии иқтисодӣ ва қобилияти рушди дарозмуддат.

Далелҳои мушаххас аз таҷрибаи минтақа. Дар бисёр минтақаҳои кӯҳистонии Тоҷикистон, ки дастрасии доимӣ ба шабакаи энергетикӣ вучуд надорад, маҳз НБОХ метавонанд роҳи ҳал бошанд. Таҷрибаи истифодаи неруғохҳои хурди дарёи Обихингоб ё Ягноб нишон медиҳад, ки дар сурати

идоракунии дуруст, ин гуна стансияҳо метавонанд тӯли солҳо бо миқдори ками таъмир барқи кофӣ барои як деҳаи пурра таъмин кунанд.

Натиҷаҳои бозътимод ва дорои арзиши дарозмуддат танҳо дар сурате ба даст оварда мешаванд, ки арзёбии самаранокии энергетикӣ ҳамзамон бо таҳлили омилҳои техникӣ, иқтисодӣ, экологӣ ва иҷтимоӣ дар як заминаи ягона мавриди баррасӣ қарор гирад.

Аз ин рӯ, дар сиёсати энергетикии кишвар ва вилоятҳо бояд лоиҳаҳои НБОХ бо чунин усулҳои комплексӣ таҳия ва арзёбӣ шаванд, то тавонанд на танҳо қувваи барқ истеҳсол кунанд, балки дар баробари он, ба таҳкими амнияти энергетикӣ, рушди деҳот ва ҳифзи муҳити зист мусоидат намоянд.

1.5. Таъсири экологӣ ва иҷтимоии НБО-и хурд ба муҳити зист ва аҳолии маҳаллӣ

Имрӯз, дар заминаи баланд шудани аҳамияти рушди устувор ва истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия, неруғоҳҳои барқи обии хурд ҳамчун яке аз роҳҳои муҳими таъмини нерӯӣ барқ ба ҳисоб мераванд. Бартарии асосии чунин неруғоҳҳо дар он аст, ки онҳо бе ифлос кардани муҳити зист ва бе истифодаи сӯзишвории маъданӣ кор мекунанд, аммо дар баробари ин таъсири онҳо ба муҳити табиӣ ва ҳаёти иҷтимоии аҳоли наметавонад нодида гирифта шавад.

НБО-и хурд, гарчанде аз рӯйи иқтидор ва андоза бо неруғоҳҳои барқи обии калон қиёснопазиранд, вале таъсири онҳо ба табиат дар сатҳи маҳаллӣ метавонад назаррас бошад. Аз ҷумла, тағйири шароити ҷараёни об, таъсир ба муҳити зисти обӣ, тағйироти микроклиматӣ, инчунин масъалаҳои вобаста ба ҷойгиршавии иншоот ва дастрасии аҳоли ба захираҳои табиӣ.

Таъсири экологӣ

Дар навбати аввал, таъсири НБОХ ба муҳити зист бо тағйири речаи гидрологии дарёҳо ва ҷараёнҳои обӣ зоҳир мешавад. Сохтмони каналҳои обкашӣ ё бастанӣ қисме аз ҷараён метавонад ба коҳиш ёфтани оби зоҳирӣ,

тағйир ёфтани ҳарорати об ва зери хатар гузоштани муҳити зисти организмҳои обӣ оварда расонад. Махсусан, маҳдуд кардани муҳочирати табиӣи моҳӣ метавонад равандҳои экосистемавиро ҳалалдор созад.

Ғайр аз он, сохтмони нерӯгоҳ метавонад ба бурида шудани ҷангалҳо ва тағйири сохтори табиати соҳилҳо оварда расонад, ки ин дар навбати худ ба коҳиши гуногунии биологӣ дар минтақаҳо сабаб мешавад. Ҳатто тағйироти хурд дар мувозинати обӣ метавонад дарозмуддат ба таназзули экосистемаҳои маҳаллӣ оварда расонад.

Таъсири иҷтимоӣ

Аз ҷониби дигар, таъсири иҷтимоии НБОХ метавонад дучониба бошад. Аз як тараф, бунёди чунин нерӯгоҳҳо ба беҳтар гардидани шароити зиндагии аҳолии маҳаллӣ мусоидат мекунад. Таъмини барқи устувор ба деҳаҳо ва минтақаҳои дурдаст, имконияти истифодаи таҷҳизоти барқӣ, рушди хизматрасониҳо ва афзоиши иқтисодии истеҳсоли ҳамаи ин натиҷаи мусбати истифодаи НБОХ мебошанд.

Аз тарафи дигар, дар сурати банақшагирии нодуруст, сохти НБО метавонад боиси норозигии аҳоли гардад. Масалан, маҳдуд шудани дастрасӣ ба об барои кишоварзон, тағйири роҳҳои обрасонӣ барои чорводорон ё ҳатто ихроҷи аҳоли аз манотиқи таҳти сохтмон қароргирифта. Ҳамчунин, дар баъзе ҳолатҳо маҳрум шудани аҳоли аз манбаҳои анъанавии зист (моҳидорӣ, чарогоҳҳо) боиси муноқишаву норозигии иҷтимоӣ шуда метавонад.

Нерӯгоҳҳои барқи обии хурд (НБОХ) дар баробари мусоидат ба таъмини энергияи тоза, устувор ва дастрас, метавонанд паёмадҳои муҳими экологӣ ва иҷтимоӣ дошта бошанд. Аммо агар чунин лоиҳаҳо бо банақшагирии оқилона, арзёбии ҳамаҷонибаи таъсир ба муҳити зист ва ҷомеа, ҳамчунин бо ҷалби ғаёлонаи аҳолии маҳаллӣ амалӣ гарданд, метавонанд на танҳо ҳамчун манбаи нерӯи барқ, балки ҳамчун воситаи муҳими рушди иқтисодӣ, беҳбудии сатҳи зиндагӣ ва тавсеаи инфрасохтори маҳаллӣ хизмат кунанд. Дар ин ҳолат, НБОХ на танҳо як объекти энергетикӣ, балки як омили муҳими рушди устувори минтақавӣ хоҳад буд.

Хулосаҳо оиди боби якум

1. Яке аз равишҳои самараноки таъмин намудани эътимоднокии баланди таҷҳизоти электронии марбут ба коркарди ҳолатҳои фавқулодда, ба вижа дар нерӯгоҳҳои хурди барқи обӣ, татбиқи системаҳои одии бетамоси дорои тарҳи устувор ва безҳатиҷ ба танзими мураккаб мебошад. Ин гуна системаҳо бар асоси табдилдиҳии ибтидоии энергияи механикии турбинаҳо ба нерӯи электрикӣ бо истифодаи генераторҳои замонавии бетамос амал мекунанд.

2. Талаботи асосии сифатии энергияи барқӣ тавассути истифодаи табдилдиҳандаҳои нерӯгоҳӣ амалӣ мегардад, ки онҳо имконият медиҳанд танзими дақиқи басомади номиналӣ ва амплитудайи шиддати содиротӣ таъмин карда шавад.

3. Бо мақсади арзёбии амиқи ҳолати техникийи таҷҳизоти энергетикӣ ва муайян намудани самаранокии фаъолияти онҳо, усулҳои ташҳисии муосир ба кор бурда мешаванд, ки бар таҳлили ҳамзамонаи параметрҳои гидравликӣ, механикӣ, ҳароратӣ ва электрикӣ асос ёфта, тавассути муқоисаи натиҷаҳои чениш бо маълумоти моделҳои математикӣ татбиқ мегарданд.

4. Натиҷаҳои баҳодиҳии қобилияти кории Д Э бошад, ки дар речаи онлайн интиқол дода шавад (равона, хабар) ба бунгоҳи танзимгарон, ки кори истгоҳи электрикиро тафтиш мекунад дар ноҳияҳои дурдасти Тоҷикистон.

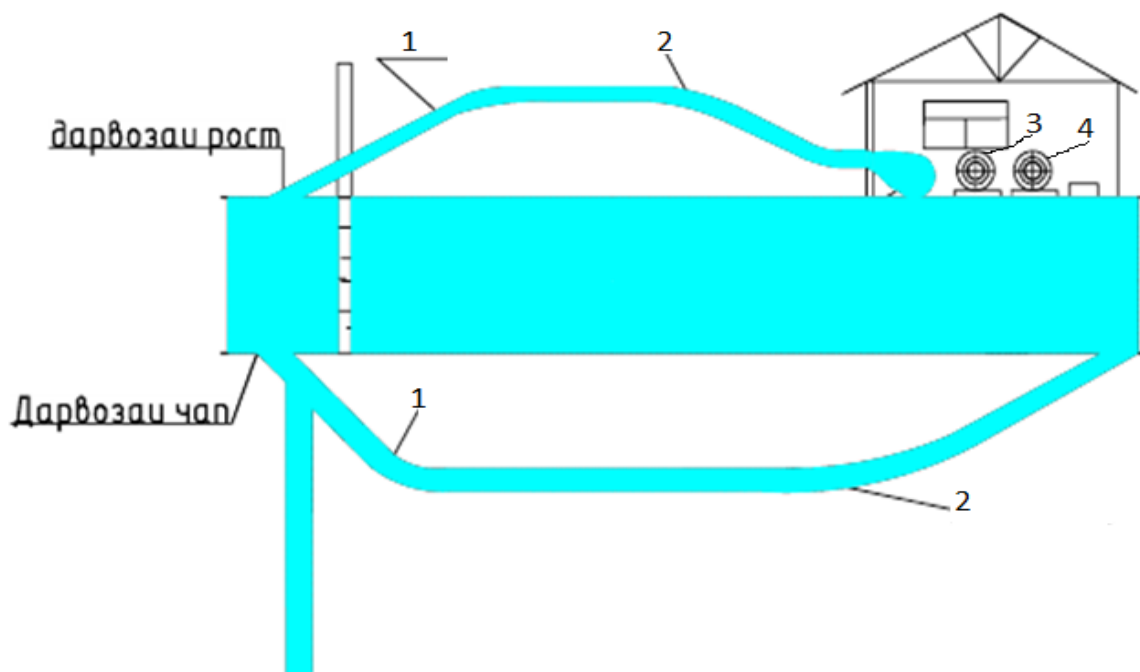
5. Воридоти сохти ташҳисӣ ва алоқа бо бунгоҳи марказии танзимгаро шароит фароҳам меорад, ки речаи саёравии (масофаи) корҳои Д Э бе ҷалби коргари хизматрасонро ба кор барем.

БОБИ 2. ИҚТИДОРИ НЕРУГОҲҲОИ БАРҚИ ОБИИ ХУРД ВА ОМИЛҲОИ АСОСИИ МУАЙЯНКУНАНДАИ ОН

2.1. Таъмир ва навсозии техникийи неругоҳи барқи обии хурди «Октябр»

Фишор ва маҷрои об барои истеҳсоли неруи электрикӣ нақши муҳим доранд. Ҳато сарфи якчанд литр об дар як дақиқа метавонад манфиатнок бошад, зеро иқтидор ба бузургии фишор ва бузургии қараён вобаста аст, яъне чӣ қадаре, ки ҳардуи ин бузургӣҳо зиёд бошанд, ҳамон қадар истеҳсоли неруи электрикӣ бештар мегардад.

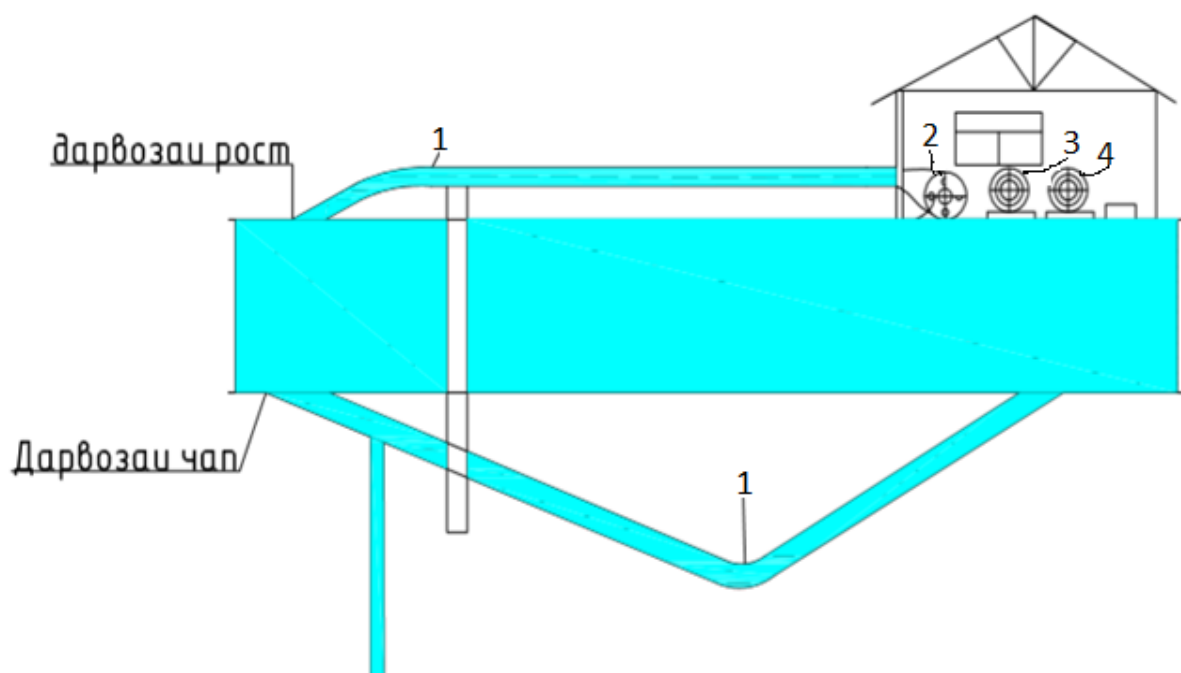
Яке аз самтҳои муассири беҳбудӣ ва рушди неругоҳҳои барқи обии хурд дар Тоҷикистон тармиму барқарорсозии неругоҳҳои мавҷуда мебошад. Тарҳрезии таҷдиди неругоҳи барқи обии хурди «Октябр» имконият медиҳад, ки бо зиёд кардани ҳаҷми об ва баланд бардоштани сатҳи резиши об то 7 метр истеҳсоли нерӯи электрикӣ ба 75 кВт-соат расонида шавад. Ин амал на танҳо иқтидори неругоҳро зиёд мекунад, балки кори он ҳам содда ва муназзам мегардад, чунки пас аз таҷдид неругоҳ метавонад бе ниёз ба ҳайати доимии коргарон ҷаъолият намояд ва энергияи истеҳсолшуда мустақиман ба шабакаи алоҳида интиқол дода шавад. Ҳамзамон иқтидор ва суръати генератор дар доираи танзимоти васеъ идора карда шуда, ин ба танзими шабонарӯзии ҷаъолияти неругоҳ мусоидат мекунад. Бо зиёд шудани фишори резиши об то 16,6 Ҷоиз ва бештар гардидани равиши об, иқтидори умумии неругоҳ метавонад то 50 Ҷоиз афзоиш ёбад, ки ин нишонаи мусбати самаранокии таҷдид мебошад. Дар ин раванд, нақши муҳимро қобилияти обғунҷоии канали «Болға Босған» мебозад, ки соли 1950 барои обёрии заминҳои хоҷагии собиқӣ ба номи Карл Маркс сохта шуда буд. Қобилияти лоиҳавии неругоҳи «Октябр» 75 кВт буда, аммо дар амал бо тавоноии 22 кВт кор мекард. Пас аз анҷоми корҳои таҷдид ва барқарорсозӣ иқтидори неругоҳ то 68 кВт расонида шуд, ки ба афзоиши самаранокии истеҳсоли нерӯи барқ мусоидат мекунад.



Расми 2.1 – Нақшаи неругоҳи барқи обии хурди Октябр пеш аз тармим: 1. Дарвозаи рост; 2. Бандиши 1 рост; 3. Бандиши 2 рост; 4. Генератори 1; 5. Генератори 2; 6. Дарвозаи чап; 7. Бандиши 1 чап; 8. Бандиши 2 чап

Чи хеле, ки аз нақша аён аст, наздик овардани канали об то ба неругоҳи барқи обӣ ду хамгашт дорад ва худӣ неругоҳи обӣ дар охири канал, дар ҳамӣ ҷойгир мебошад. Фишори об дар неругоҳи барқи обӣ 6 метрро ташкил медиҳад, ки ин барои истеҳсоли $22\text{ кВт} \times 8760 \text{ соат} = 192720 \text{ кВт.соат}$ неруи электрикӣ имконият медиҳад ва ин раванд аз таҷхизоту дастгоҳҳои кӯҳна ва паст шудани ҳаҷми фишори об дар канал вобастагӣ дорад.

Бояд қайд кард, ки печутобу қачиҳо дар лулаҳои обгузар ҳангоми интиқоли об суръати обро суст намуда, мутаносибан иқтидори аслии генераторро низ кам мекунад. Аз ҳисоби тармиму азнавсозии канали «Болга Босган» ва насби (неругоҳи электрикӣ) ӯ неругоҳи барқи обӣ, ки дар расми 2 оварда шудааст, (баъди тармими даврии канал), ки дар он ҷо ҳамаи печухамиҳо дар роҳи интиқоли об бартараф шудаанд. Инчунин, баландии фишори об дар неругоҳи электрикии обӣ то 7 метр расонида шуд.



Расми 2.2 – Нақшаи нуругоҳи барқи обии хурди Октябр баъд аз тармим:

1. Дарвозаи рост; 2. Бандиши 1 рост; 3. Чархи нуругоҳи барқи обии хурд; 4.

Генератори 1; 5. Генератори 2; 6. Дарвозаи чап; 7. Бандиши 1 чап

Тармим ва барқарорсозии системаи обравии нуругоҳи барқи обии «Октябр» имконият медиҳад, ки ҳангоми расидани фишори об ба 7 метр ва суръати ҷараёни об то 0,7 метр дар як сония иқтидори нуругоҳ ба 180 кВт расонида шавад. Ин таъдид имкон медиҳад, ки нуругоҳи барқи обии «Октябр» дар як соат то 180,26 кВт·соат энергияи барқ истеҳсол намояд. Дар натиҷа, ҳаҷми солонаи истеҳсоли нерӯи барқии нуругоҳ метавонад ба 4,326 МВт·соат баробар гардад, ки ин нишонаи муҳим ва мусбат дар рушди гидроэнергетикаи хурд дар минтақа маҳсуб мешавад.

2.2. Алгоритми умумии ҳисобкунии иқтидори нуругоҳҳои барқи обӣ ва татбиқи лоиҳаҳо барои тарҳрезии нуругоҳҳои барқи обии хурд

Истифодаи ҷаҳонии энергия аз рӯи барномаи барои соли 2030 таҳияшуда бо муқоисаи имрӯза аз рӯи пешгӯӣ бо баландшавии сатҳи иқтисодӣ, урбанизатсия ва афзоиши аҳоли, то 55% баланд мешавад.

Миқдори афзоиши талабот ба энергия ба сатҳи баланди кишварҳои тараққиқарда мутаносиб аст. Тибқи пешгӯиҳо, дар чунин шароит қисми зиёди талаботи энергетикӣ асосан аз ҳисоби сӯзишвории маъданӣ таъмин хоҳад гардид. Дар шароити муосир, нафт ва газ яке аз манбаъҳои асосии таъминоти энергетикӣ ҷаҳонӣ ба ҳисоб меравад ва пешбинӣ мешавад, ки истеҳсоли онҳо дар даҳсолаи наздик ба ҳадди аксар хоҳад расид. Бо вучуди ин, мушкилоти ҷиддӣ на танҳо коҳиши захираҳои ин манбаъҳои карбогидридӣ, балки истифодаи ғайриустувори онҳо ва маҳдуд будани манбаъҳои алтернативии энергетикӣ мебошад.

Ин омилҳо нигарониҳои ҷиддиро ба миён меоранд, махсусан бо назардошти таъсири манфии онҳо ба муҳити зист.

Пасманзари ҷаҳонӣ аз таъсири рӯзафзуни фаъолияти инсон бар муҳити зист, хусусан дар соҳаи энергетика, нишон медиҳад, ки равандҳои тағйири иқлим ба марҳилаи хатарнок ворид шудаанд. Яке аз омилҳои асосии ин вазъият истифодаи тӯлонии сӯзишвории канданию партоби газҳои гулхонаӣ мебошад, ки боиси таҳрики гармшавии глобалӣ мегардад. Пешбиниҳои таҳлилгарон хушдор медиҳанд, ки танҳо дар панҷ соли наздик, зарари иқтисодӣ аз офатҳои табиӣ, ки бо ин раванд алоқаманданд, метавонад аз 150 миллиард доллари ИМА дар як сол ҳам бештар гардад.

Иттиҳодияҳои байналмилалӣ ин равандро бо истифодаи сӯзишвории карбогидридӣ ба таври возеҳ рабт медиҳанд ва таъкид мекунанд, ки ин мушкилот тақозо менамояд, ки ба сӯи энергияи тоза ва устувор гузарем.

Бо рушди босуръати технологияҳои нав дар соҳаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия, шароити мусоид барои ҳалли масъалаҳои муҳими таъмини устувори барқ дар шароити тағйирёбандаи иқлим, нооромии бозори нафту газ ва таҳдидҳои вобаста ба амнияти энергетикӣ ба вучуд омадааст. Дар натиҷа, кишварҳои зиёде сиёсати энергетикӣ худро ба самти васеъ кардани ҳиссаи манбаъҳои тоза ва устувори барқ равона намудаанд.

Ҳоло, тибқи маълумоти созмонҳои байналмилалӣ, наздик ба 20% нерӯи барқ дар сатҳи ҷаҳон аз манбаҳои барқароршаванда, аз ҷумла гидроэнергетикаи калонҳаҷм, ба даст оварда мешавад. Аз ин шумор, тақрибан 6% саҳми манбаҳои барқароршавандаи ғайрихати суннатӣ аст, ки сол аз сол босуръат рушд мекунад. Пайваст кардани ин раванд ба рушди энергетикаи хурд метавонад қадами муҳим дар самти кам кардани партовҳои зараровар ва гузариш ба иқтисодиёти сабз бошад.

Ин тағйирот дар даҳсолаҳои наздик ба ҳайси роҳи асосии рушди технологӣ дар ҳамаи бахшҳои ҳаёт мебарояд ва метавонад воситаи муассири коҳиши таъсири манфии тағйирёбии иқлим гардад. Пешрафти минбаъдаи иқтисодиёти ҷаҳонӣ бе густариши технологияи барқароршавандаи барқ, бахусус гидроэнергетика, амалан номумкин ба назар мерасад.

Пешбурди иқтисодиёти маҳаллӣ, ки ба рушди манбаҳои барқароршавандаи нерӯ такя мекунад, ба ташкили ҷойҳои нави корӣ ва ҷалби сармояи дохилӣ ва хориҷӣ мусоидат менамояд. Ҳанӯз ҳам зиёда аз як миллиард нафар дар ҷаҳон ба нерӯи барқ дастрасӣ надоранд, ки ҳалли ин масъала яке аз ҳадафҳои стратегии рушди устувори энергетикӣ мебошад.

Бунёди хатҳои интиқоли нерӯ дар масофаҳои дур, ки барқро аз нерӯгоҳҳои бузург ба минтақаҳои ниёзманд мерасонанд, хароҷоти зиёди сармоявӣ талаб мекунад. Дар айни замон, сохтмони нерӯгоҳҳои нав бо истифода аз сӯзишвории маъданӣ бо хатарҳои муҳитзистӣ ва иқтисодӣ мувоҷеҳ аст. Дар чунин шароит, нерӯгоҳҳои хурд ва миёнаи обӣ метавонанд ҳамчун манбаи дастраси, бозьтимод ва экологӣ барои таъмини барқ дар минтақаҳои дурдаст хизмат намоянд.

Дар кишвари кӯҳистони Тоҷикистон, рушди низоми энергетикӣ зич ба захираҳои фаровони об вобаста аст. Дар солҳои 1950–1960, таҳқиқоти Академияи илмҳо нишон доданд, ки потенциали гидроэнергетикӣи кишвар хеле баланд буда, баъдан дар нашри «Захираҳои гидроэнергетикӣ» низ ҷамъбаст гардид. Аммо то имрӯз таҳқиқоти мукаммали нав дар ин самт анҷом нашудааст.

Бо вучуди ин, маълумоти мавҷуда нишон медиҳанд, ки ҳаҷми умумии истеҳсол ва истеъмоли нерӯи барқ дар Тоҷикистон дар панҷ даҳсолаи охир беш аз 20 маротиба афзоиш ёфта, дар соли 2024 ба зиёда аз 20 миллиард кВт-соат расидааст, ки қариб 90 фоизи он аз нерӯгоҳҳои обӣ ба даст меояд.

Арзёбии захираҳои энергетикӣ обҳои кишвар муайян намудааст, ки иқтидори умумии онҳо наздик ба 52 млн кВт буда, тақрибан 19 млн кВт-и он қобили истифода барои истеҳсолоти энергетикӣ арзёбӣ мегардад. Ин рақамҳо имконоти кишварро дар самти тавсеаи истеҳсоли нерӯи тоза ба таври воқеӣ нишон медиҳанд.

Ғайр аз ин, Тоҷикистон соҳиби шумораи зиёди дарёчаҳои кӯтоҳ ва миёнаҳаскиаст, ки барои сохтмони нерӯгоҳҳои хурди барқи обӣ хеле мувофиқанд. Одатан, чунин нерӯгоҳҳо дорои иқтидори умумӣ то 10 МВт ва турбинаҳои диаметрашон то 2 метр мебошанд.

Бино ба омили охирин, ҳаҷми истеҳсол ва истеъмоли барқ дар кишвар дар солҳои ахир ба таври назаррас афзоиш ёфта, танҳо дар соли 2024 ба ҳудуди 21 миллиард кВт-соат расид ин нишондиҳандаи қобили таваҷҷуҳ ва далели рушди мунтазами соҳа аст.

Тибқи таҳлилҳои муосири соҳа, иқтидори умумии гидроэнергетикӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон дар ҳудуди 50 миллион киловатт арзёбӣ мегардад. Ин арзёбӣ ба маълумоти беш аз 500 дарё асос ёфтааст, ки барои қисми зиёди онҳо маълумоти муфассали гидрологӣ ва энергетикӣ мавҷуд аст. Аз ин шумора, тақрибан 31 миллион киловатт ба ҳиссаи дарёҳои бузург рост меояд, дар ҳоле ки дарёҳои кӯтоҳтар, ки тӯлашон камтар аз 10 километр мебошад, қобилияти тавлиди то 18,5 миллион киловаттро доранд. Бо дарназардошти ин имкониятҳо, Тоҷикистон дар фазои пасошӯравӣ (кишварҳои ИДМ) пас аз Федератсияи Русия дувумин кишвари дорои захираҳои назарраси гидроэнергетикӣ ба шумор меравад. Ин афзалият, бахусус дар минтақаҳои кӯҳӣ, ки шароити табиӣ барои ин навъи энергия мувофиқ аст, аҳамияти стратегии ҷиддӣ дорад.

Тибқи ҳисобҳои академикӣ, иқтидори амалии гидроэнергетикӣ, ки дар шароити кунунӣ метавонад мавриди истифода қарор гирад, тақрибан 18,7 миллион киловаттро ташкил медиҳад. Дар сурати татбиқи пурраи он, ҳаҷми солонаи истеҳсоли нерӯи барқ метавонад ба беш аз 175 миллиард киловатт-соат бирасад. Ин захираҳо Тоҷикистонро қодир месозанд, ки ба ҳадафи таъмини истиқлолияти энергетикӣ ва рушди устувори иқтисодӣ дар заминаи манбаҳои барқароршавандаи энергия ноил гардад. Илова бар ин, Тоҷикистон дорои шумораи зиёди дарёҳои хурд мебошад, ки шароити табиӣ ва ҷуғрофии онҳо барои сохтмони нерӯгоҳҳои барқии обии иқтидори миёна ва хурд хеле мувофиқ аст. Ин манбаҳои алтернативӣ имконияти рушди соҳаи энергетикаи маҳаллиро, махсусан дар минтақаҳои дурдаст, таъмин менамоянд.

Ин нерӯгоҳҳо одатан бо тавоноии умумӣ то 10 Мегаватт, иқтидори ягонаи агрегат то 5 Мегаватт ва диаметри чархи турбина то 2 метр арзёбӣ мешаванд. Истефодаи нерӯгоҳҳои хурд дар минтақаҳои дурдаст ва бо дастрасии маҳдуд ба шабакаҳои барқ метавонад барои таъмини аҳоли ва рушди иқтисоди маҳаллӣ аҳамияти стратегӣ дошта бошад. Ин масъалаи ҳалталаб аҳамияти муҳим дорад, аз баски босамарии истифодабарии ҳар яке аз захираи энергетикӣ дар шароитҳои муайян бо ҳисобҳои техникӣ–иқтисодии дақиқ вобаста аст.

Дарёҳои кӯҳӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки тақрибан ҳамаи дарёҳои кишварро фаро мегиранд, бо суръати ҷараёни баланд ва муддати тӯлонии яхбандӣ (яъне яхнобандӣ) фарқ мекунанд.

Босамарии ҳалҳои лоихакашӣ барои татбиқ кардани лоиҳаҳои таъмини энергетикӣ бо бисёр омилҳо муайян мешавад, ки онҳо метавонанд ба низоми баҳодихии босамари иқтисодӣ мувофиқ бошанд.

Ҳалҳои умумиқабулшудаи лоиҳаҳо тавсифшавандаанд.

Ба низоми баҳодихӣ инҳо ворид мешаванд:

– ҳаҷми маблағгузорӣ, ки дар худ ҳаҷми хароҷотҳо барои коркарди лоиҳаи инноватсионӣ (барои ҳуҷҷатгузорӣ), барои таҷҳизот, васли онҳо ва ба истифодабарӣ дароварданро дар бар мегирад;

Манбаъҳои маблағгузориҳои лоиҳаҳои инвестиционӣ метавонанд дохилии кишвар ё хориҷӣ бошанд, ки дар онҳо хароҷотҳои вобаста ба пардохти фоизҳо барои қарзҳо низ дохил карда мешаванд.

Ҳамчунин, таҳлили хавфи татбиқи лоиҳа, таъсири беқурбшавии асёр, ва даромадҳои пешбинишуда аз амалисозии лоиҳаҳои муҳандисӣ бояд ба назар гирифта шаванд.

Ҳамзамон, хароҷотҳои ҷорӣ нигоҳдорӣ ва таъмири таҷҳизот дар ҳолати фавқулодда барои таъмини кори устувор бояд дар ҳисоботҳои молиявӣ инъикос ёбанд.

Меъёрҳои асосии баҳогузориҳои самаранокии лоиҳаҳои инвестиционӣ инҳоро дар бар мегиранд: арзиши тозаи ҳозира (NPV), меёри дохилии даромаднокии (IRR), давраи баргардонидани сармоя (Payback Period) ва дигар нишондиҳандаҳои муҳими иқтисодӣ.

Тавре ки дар ибтидо таъкид гардид, дар доираи лоиҳаҳои инвестиционӣ барои таъмини энергия барқароршаванда, ҳисоб кардани тамоми хароҷот аз таҳияи лоиҳа, таҳлили техникӣ иқтисодӣ, то идоракунии хавфҳо ва ҷобачогузориҳои маблағҳо бояд бо дақиқӣ ва бодикқат анҷом дода шавад. Ин раванд заминаи мустаҳками амалӣ ва молиявӣ татбиқи лоиҳаҳо фароҳам меорад ва хатари нокомӣ ё хароҷоти иловагиро коҳиш медиҳад. Хароҷотҳо барои тадқиқоти захираҳои об дар минтақаи таҳқиқот, ки одатан дар масофаҳои дур ва минтақаҳои қуҳистон ҷойгиранд, ба назар гирифта мешаванд. Ҳамзамон тадқиқот оид ба талаботи истеъмолкунандагони неруи электрикӣ низ муҳим буда, параметрҳои техникӣ таҷҳизоти гузаронанда, аз ҷумла тағйирдиҳандаҳои қувва, хатҳои кабелӣ, таҷҳизоти идоракунии генератор ва дигар асбобҳои зарурӣ барои таъмини кори устувори генератор, ҳисоб карда мешаванд. Хароҷот барои васл ва ба истифода додани таҷҳизот низ бояд дар бар гирифта шавад.

Пас аз муайян намудани ҳаҷми зарурии сармоягузорӣ манбаъҳои маблағгузориҳои лоиҳа, ки асосан ба ду гурӯҳи асосӣ – дохилӣ ва беруна ҷудо мешаванд, муайян карда мешаванд. Манбаъҳои дохилӣ ҳамаи

захираҳои молиявие мебошанд, ки вобаста ба пардохти фоизи қарзҳо мебошанд.

Аз рӯи меъёрҳои қабулшуда, маблағгузори омехта (микси сармоягузорӣ) низ ба таври васеъ истифода мешавад. Дар ин ҳолат қисми маблағҳо аз ҳисоби ташкилотҳои ҷудо мегардад, ки бо васлу насби таҷхизотҳо ва истифодаи онҳо машғуланд, ва қисми дигарашон аз ҳисоби сарчашмаҳои дигар таъмин мешавад.

Барои баҳогузори иқтисодии лоиҳа, нишондиҳандаҳои асосӣ мавҷуданд, ки барои таҳлил ва ҳисоботи хароҷоту даромадҳои лоиҳа заруранд. Яке аз нишондиҳандаҳои калидӣ арзиши софи овардашуда (Net Present Value NPV) мебошад.

NPV маблағи ҷорӣшудаи даромадҳои оянда аз лоиҳа ва сармоягузориҳои аввалини он мебошад, ки дар формулаи зерин ифода мешавад:

$$NPV = CF_0 + \sum_{t=1}^n CF_t / (1 + d)^t \quad (2.1)$$

Дар ин ҷо: CF_0 —ҷараёни маблағи (CashFlow) давраи сифрӣ (инвеститсияи аввала).

CF_t – дар давраи t ($t=1, 2, 3 \dots n$);

n – муҳлати амали лоиҳа (миқдори давраҳо);

d – гарави дисконт кардан.

Яъне, IRR меъёри ҳадди ақали коҳиши арзиши пул мебошад, ки дар он ҳолат лоиҳа ба тавозуни безарар (бе фоида ва бе зарар) мерасад.

$$0 = CF_0 + \sum_{t=0}^n CF_t / (1 + IRR) \quad (2.2)$$

Муҳлати бозгашти сармоя ($T_{ок}$) яке аз нишондиҳандаҳои асосӣ ва васеъ истифодашавандаи арзёбии самаранокии молиявии лоиҳа ба ҳисоб меравад. Барои сармоягузoron аҳамияти хос дорад, ки фаҳманд дар кадом давраи муайян маблағҳои дар лоиҳа сарфшуда тавассути даромадҳои ҳосилшуда

чуброн мегарданд. Ин мӯҳлати бозгашти маблағ, ҳамчун нишондиҳандаи суръати ғоидаоварии лоиҳа, ба арзёбии сатҳи хатар ва эътимоднокии он мусоидат мекунад. Қариб дар ҳама гуна лоиҳаҳои инфрасохторӣ ва энергетикӣ, ҳар қадар ки ин фосилаи бозгашт кӯтоҳтар бошад, ҳамон қадар сатҳи хатар пасттар ва ҷалби сармоягузoron осонтар сураи мегирад.

Мӯҳлати бозгашти сармоя яке аз нишондиҳандаҳои самарабахши молиявӣ ба шумор рафта, барои муайян намудани мувофиқати маблағгузории банақшагирифташуда замина фароҳам меорад. Дар баробари нишондиҳандаҳое чун арзиши софи ҳозира (NPV) ва меёри дохилии даромадноқӣ (IRR), мӯҳлати бозгашти сармоя (Ток) низ барои асосноккунии қарорҳои сармоягузорӣ васеъ истифода мешавад. Дар ҳамин замина, алгоритми умумии ҳисобкунии иқтидори неруғоҳи барқи обӣ дар расми 2.3. оварда шудааст.

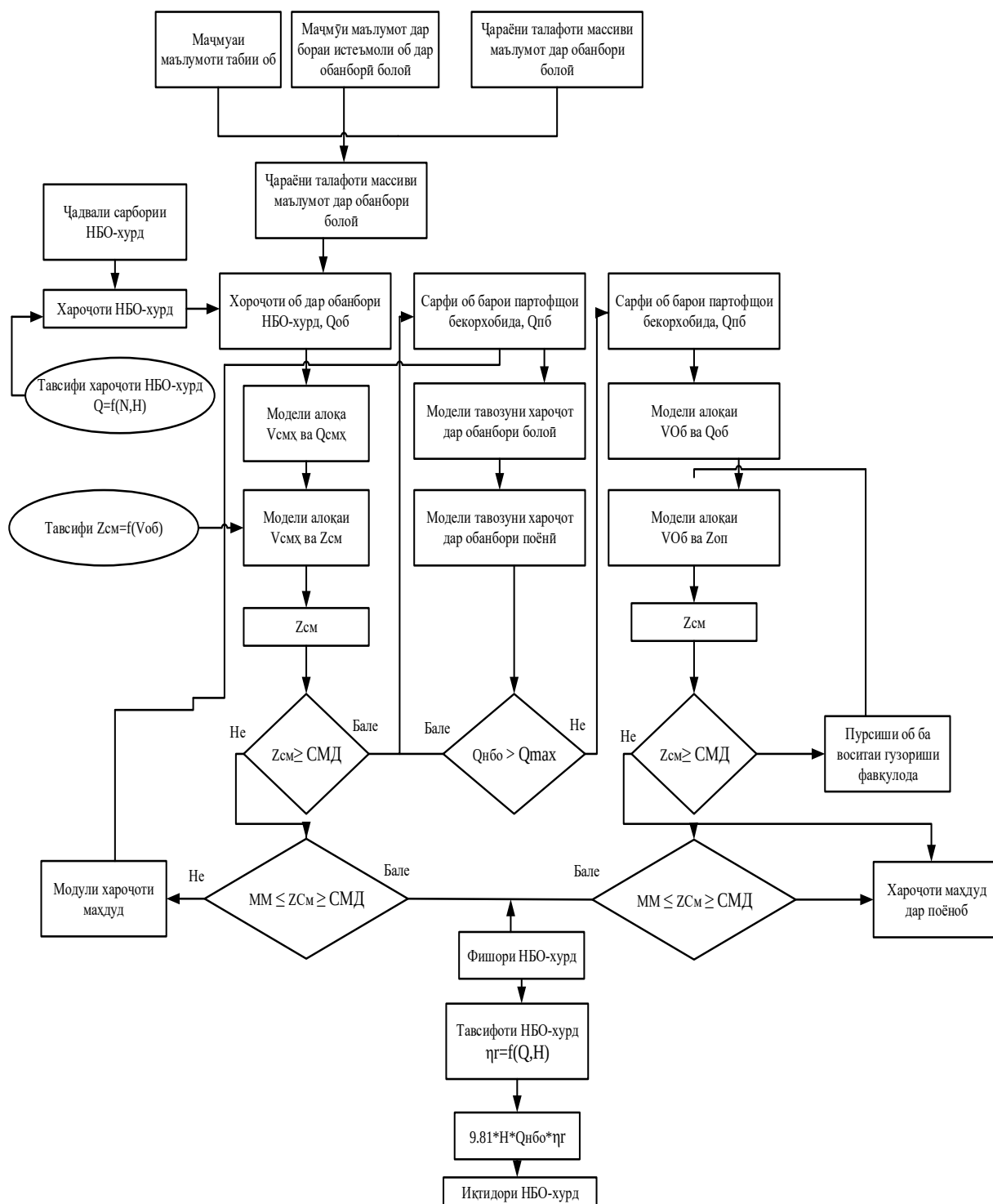
2.3. Муайянсозии иқтидор ва фишори обии неруғоҳ бо истифода аз модели математикӣ

Сохтори умумии модели тавлиди неруи барқи обӣ моделҳои математикии обанбори неруғоҳи барқи обӣ, муодилаҳои иқтидори агрегатҳои обӣ, мувозинати ҷараёни об ва фишори агрегатҳои электрикиро дар бар мегирад [100], [115].

Муайян кардани иқтидори неруғоҳи электрикии обии хурд як амалияи муҳими муҳандисӣ аст, ки барои дуруст тарҳрезӣ кардани неруғоҳ ва ҳисоб кардани қобилияти истеҳсоли неруи электрикӣ, барои расидан ба ҳадафҳои захиракунии ва истифодаи маводҳо кӯмак мекунад. Ҳамин тавр, мо метавонем иқтидори як неруғоҳи электрикии обии хурдро бо истифода аз якчанд параметрҳои асосӣ ҳисоб кунем. Барои муайян кардани иқтидори неруғоҳи электрикии обии хурд, бояд ба маълумоти зерин назар андозем:

Ҳисобкунии иқтидори неруғоҳи барқи обӣ тавассути формулаи классикии гидроэнергетикӣ анҷом дода мешавад, ки дар он омилҳои асосӣ

баландии афтодани об (напор), ҳаҷми сарфи об, самаранокии умумии таҷҳизот, инчунин зиҷии об ва суръати ҷозибаи замин ба инобат гирифта мешаванд. Истифодаи чунин модели ҳисобӣ барои арзёбии дақиқи иқтидори назариявии неругоҳ ва таҳияи нақшаи устувори амалишавии он мусоидат мекунад.



Расми 2.3 – Алгоритми умумии ҳисобкунии иқтидори неругоҳи барқи обӣ

Иқтидори электрикӣ (P) барои як неругоҳи барқи обии хурд бо истифода аз вобастагиҳои зерини механикӣ ҳисоб карда мешавад:

$$P = \eta \cdot \rho \cdot g \cdot H \cdot Q \quad (2,3)$$

P – иқтидори
барқӣ (ватт, W)

η – коэффитсиенти самаранокии турбина (ба таври умумӣ дар диапазони 0 то 1, ё 70%-90%)

ρ – массаи намуди об, ки ба таври умумӣ дар оби тоза 1000 кг/м^3 аст

g – ғишоби афтиши озод (9.81 м/с^2)

H – баландии фишори об (м)

Q – миқдори об ($\text{м}^3/\text{с}$)

Мисол меорем, ки як неругоҳи барқи оби хурд чунин параметрҳоро дорад:

- миқдори об: $Q=5 \text{ м}^3/\text{с}$
- баландии афтиши об: $H=4.5 \text{ м}$
- коэффитсиенти самаранокии турбина: $\eta=0.85$

Ҳоло, бо истифода аз формулаи мазкур, иқтидори электрии неругоҳи барқи обии хурдро ҳисоб мекунем:

$$P = 0.85 \cdot 1000 \cdot 9.81 \cdot 4.5 \cdot 5 = 187,4 \text{ кВт} \quad (2.4)$$

Параметрҳои таъсиргузор:

- баландии афтиши об (H): Агар баландии об зиёд бошад, иқтидори нури электрикӣ низ зиёд мешавад;
- миқдори об (Q): Миқдори об, ки мегузарад, ба самаранокии истеҳсоли нури энергетикӣ таъсир мерасонад. Ҳар қадар, ки миқдори об зиёд бошад, иқтидор бештар аст;
- коэффитсиенти самаранокии турбина (η): Вобаста аз сифати турбина, самаранокии он метавонад тағйирёбада буда, ба натиҷа ва мураккабии

истеҳсолоти неруи электрикӣ аз турбина ва механизми трансмиссионӣ таъсир мерасонад.

Муайян кардани иқтидори неругоҳи барқӣ обии хурд бо формулаи боло ва муайян кардани параметрҳои асосии об, баландии афтиш, самаранокии турбина ба тарҳрезии дуруст ва ҳисобкардани иқтидори неругоҳи хурд кӯмак мекунад.

Бо дарназардошти хусусияти мавсимии ҷараёни об ва тағйироти даврии сатҳи он, ҳисобкунии иқтидори неругоҳи барқӣ обии хурдро метавон бо истифода аз функсияҳои тригонометрӣ моделсозӣ кард.

Ин равиш имкон медиҳад, ки вобастагии ҳаҷми об ва баландии он бо мурури вақт ба ҳисоб гирифта шуда, намунаи математикӣ барои баровардани иқтидори неруи истеҳсолшаванда таҳия гардад.

Дар чунин ҳолат, модели энергетикӣ метавонад шакли умумии зеринро дошта бошад:

$$P(t)=\eta \cdot \rho \cdot g \cdot H(t) \cdot Q(t) \quad (2.5)$$

Дар ин ҷо:

- $P(t)$ – иқтидори барқӣ (Вт);
- η – коэффитсиенти самаранокии турбина;
- ρ - массаи об);
- g - шитоби афтиши озод (9.81 м/с^2);
- $H(t)$ - баландии афтиши об дар вақти t (метр);
- $Q(t)$ – миқдори об дар вақти t ($\text{м}^3/\text{с}$).

Намунаи маъмул барои ҳама турбинаҳо афзоиши босуръати самаранокӣ бо афзоиши суръати гардиш то арзиши максималӣ ва коҳиши босуръати он дар минтақаи суръати максималии ҷараёни он мебошад, дар ҳоле, ки пас аз гузаштан аз нуқтаи максималии қувваи ғаъол, камшавии сарбории ғаъол бо зиёд шудани суръати ҷараёни об аз ҳисоби зиёд шудани кушодани вентилҳо, ба амал меояд.

Агар хусусияти чараёни-фишори турбинаи гидравликиро ба назар гирем, пас бо зиёд шудани фишори турбина талафоти гидравликӣ дар агрегат тағйир меёбад, ки ин боиси паст шудани самаранокии он гардида, ба зиёд шудани фишори турбинаи гидравликӣ ба минтақаи бори пасттар мусоидат менамояд.

Самаранокии генератор бо формула [19] ҳисоб карда мешавад:

$$\eta_r = 1 - \left(\frac{1}{N_{\text{ген}}} \right) \cdot (\Delta N_{xx} + \Delta N_{pk} + \Delta N_{\text{ген}}) \quad (2.6)$$

дар ин ҷо: $\Delta N_{xx} N_{\text{ген}}$ – истеъмоли қувваи барқи генератор;

$\Delta N_{pk} N$ – истеъмоли қувваи барқ барои талафоти расиши кӯтоҳ;

$\Delta N_{pk} I$ – талафоти қувваи барқ дар системаи барангезанда.

2.4. Шарҳи мухтасар ва усулҳои моделсозии математикии нерӯгоҳи барқи обии хурд дар муҳити Matlab/Simulink

Энергия яке аз унсурҳои асосии таркиби коинот ба ҳисоб меравад. Он на танҳо барои таъмини фаъолияти ҳаётии инсон зарур аст, балки омили калидии рушди иқтисодиёт, маориф, тандурустӣ, нақлиёт ва инфрасохтори иҷтимоӣ низ мебошад. Дар солҳои охир, мушкилоти вобаста ба бӯҳрони энергетикӣ, аз ҷумла камшавии захираҳои сӯзишвории кандани, тағйироти номустақили бозори нафт, таъсири манфии иқлим ва афзоиши талабот ба нерӯи барқ дар сатҳи ҷаҳонӣ, бо шиддат рушд кардаанд. Ин мушкилот зарурати ҷустуҷӯ ва татбиқи роҳҳои алтернативии истеҳсоли энергияро бештар менамоянд.

Яке аз самтҳои умедбахши ҳалли ин масъала, истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия мебошад, ки дорои таъсири паст ба муҳити зист мебошанд. Ба чунин манбаъҳо, пеш аз ҳама, энергияи офтоб, шамол, биомасса ва энергияи обӣ шомил мешаванд. Хусусан, нерӯгоҳҳои барқи обӣ ҳамчун яке аз самараноктарин ва боэътимодтарин сарчашмаҳои тавлиди нерӯи барқ шинохта мешаванд. Принципи асосии кори нерӯгоҳи барқи обӣ дар истифодаи

энергияи оби ҷорӣ асос меёбад. Ҳангоми ҳаракати об зери таъсири қувваи ҷозиба, энергияи потенциалии он ба энергияи кинетикӣ табдил меёбад. Ин энергияи кинетикӣ тавассути гардиши турбинаҳои гидравликӣ ба энергияи механикӣ мубаддал мешавад, ки дар навбати худ генератор онро ба энергияи барқ табдил медиҳад. Энергияи бадастомада на танҳо барои таъмини шабакаҳои барқии маҳаллӣ истифода мешавад, балки дар дигар бахшҳои саноатӣ, аз ҷумла таҷҳизоти коркард, низ татбиқи васеъ пайдо кардааст.

Бар асоси маълумоти Агентии Байналмилалӣ Энергетикӣ (IEA), нерӯгоҳҳои калони барқӣ обӣ имрӯз тақрибан 16% ҳиссаи истеҳсоли умумии нерӯи барқ дар сатҳи ҷаҳонро ташкил медиҳанд. Бо вуҷуди ин, сохтмон ва истифодаи чунин нерӯгоҳҳо талаботи баланд ба захираҳои табиӣ, аз ҷумла заминҳои васеъ, бунёди сарбандҳо ва инфрасохтори мураккаби идоракунии обхезиро дар бар мегиранд. Илова бар ин, чунин лоиҳаҳо метавонанд ба муҳити зист таъсири манфӣ расонанд, аз ҷумла вайронсозии манзараи табиӣ ва тағйирёбии экосистемаҳо.

Дар ин замина, нерӯгоҳҳои барқӣ обии хурд (НБОХ) ҳамчун як шакли устувор ва аз ҷиҳати экологӣ тозаи истеҳсоли нерӯи барқ эътироф шудаанд. Микрогидроэлектростансияҳо зернавъи НБОХ одатан иқтидори аз 5 то 100 киловаттро фаро мегиранд ва метавонанд дар рӯдхонаҳо, ҷўйборҳо ва дигар манбаъҳои обии дорои ҷараёни табиӣ насб карда шаванд. Афзалиятҳои муҳими микрогидроэлектростансияҳо нисбат ба нерӯгоҳҳои барқ асоси сӯзишвории кандани ва атомӣ дар бар мегиранд:

- Коэффитсиенти баланди самаранокии табдили энергия (70–90%), ки то имрӯз ба сифати яке аз беҳтарин технологияи энергетикӣ шинохта шудааст;
- Коэффитсиенти баланди истифода ($CF > 50\%$), дар муқоиса бо тақрибан 10% барои фотоэлектрикӣ ва 30% барои турбинаҳои бодӣ;
- Суботи нисбии тавлиди барқ, яъне тағйироти тадриҷӣ ва пешбинишавандаи иқтидори баромад;
- Иқтидори баланди кор дар фасли зимистон, вақте ки талабот ба нерӯи барқ маъмулан зиёд мешавад.

Муқоисаҳои таҷқиқотӣ нишон медиҳанд, ки нерӯгоҳҳои барқи обии хурд бо иқтидори то 10 МВт барои сохтмон ва истифода талаботи баландтари сармоягузорӣ ва қабули қарорҳои стратегии сиёсӣ ва идорӣ доранд. Ин намуд нерӯгоҳҳо одатан бо мураккабии марҳилаҳои иҷозатдиҳӣ ва талаботи муътамади танзимӣ дучор мешаванд, ки метавонад таъбиқи онҳо дар шароити маҳдудро мушкил гардонад. Ҳамзамон, таъсири эҳтимолии ин нерӯгоҳҳо ба муҳити зист низ бояд бо диққат баррасӣ карда шавад.

Дар муқоиса бо дигар шаклҳои истеҳсоли нерӯи барқ, нерӯгоҳҳои барқи обии хурд бо хароҷоти камтари сармоявӣ, андозаи ҷисмонии маҳдуд ва қобилияти таъбиқ дар минтақаҳои дурдаст ва дорои аҳолии кам фарқ мекунанд. Ин навъи нерӯгоҳҳо шароити мусоидро барои таъмини мустақими нерӯи барқ ба як деҳа, маҳалла ё муассисаи алоҳида фароҳам оварда, имкони ҳалли босуръат ва камхароҷоти мушкилоти энергетикӣ сатҳи маҳаллиро медиҳад. Дар ҳамин замина, истифодабарии чунин нерӯгоҳҳо аз нигоҳи иқтимоӣ ва сиёсӣ ҳамчун як роҳи қобили қабул ва стратегӣ арзёбӣ мегардад.

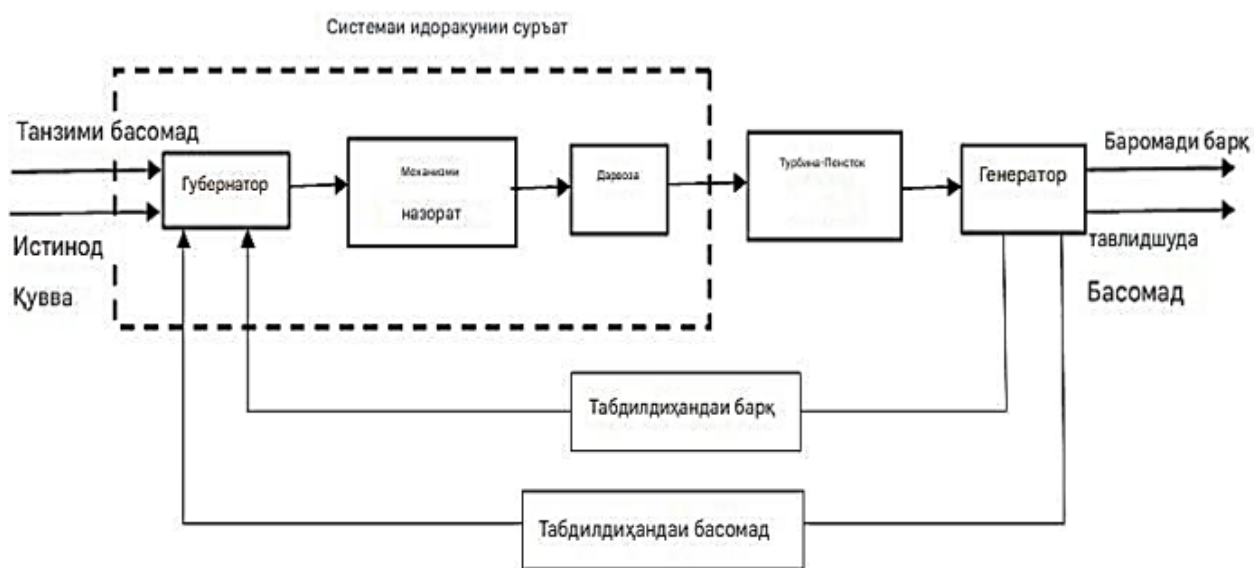
Бештари нерӯгоҳҳои барқи обии хурдтарин тибқи принципи "дарёӣ" амал мекунанд, ки дар он зарурати сохтани сарбанд ё обанбор вучуд надорад. Ба ҷои ин, қисми муайяни ҷараёни об тавассути қубур ё канали махсус ба турбинаи хурде равона карда мешавад, ки дар сатҳи пасттар ҷойгир аст. Ин тарҳ таъсири кам ба муҳити зист дошта, ҳамзамон сохтори техникӣ ва сармоягузорию осонтар мегардонад. Ба ҳамин шакл, ҷорӣ намудани нерӯгоҳҳои хурд дар маҳалҳо имкон фароҳам меорад, ки шабақаҳои барқӣ бо сифати боэътимод ва ҳудӯ сохта шаванд. Барои ноил шудан ба ин натиҷа, интихоби ҷойи муносиб, омӯзиши дақиқи захираҳои обӣ ва тарҳрезии системаи техникӣ бо эътибор додан ба шароити гидрологӣ ва хусусиятҳои ҷуғрофӣ минтақа зарур аст.

Танзимкунии турбинаи обии нерӯгоҳ

Нерӯгоҳи барқи обии хурд ҳамчун яке аз манбаъҳои анъанавии энергия шинохта мешавад. Он асосан аз ду қисми асосӣ иборат аст. Қисми якум – қисми механикӣ нерӯгоҳ мебошад, ки унсурҳои асосии он турбинаи

гидравликӣ, кубури фишоровар (пенсток), дастгоҳи идоракунӣ, муҳаррики гидравликии серво ва клапани назоратӣ мебошанд. Қисми дуюм – қисми электрикӣ мебошад, ки аз генератор ва бор (истеъмолкунанда) иборат аст.

Шакли мураккаби якҷояи турбинаи гидравликӣ, системаи идоракунӣ ва муҳаррики сервои гидроэлектрикӣ бо номи системаи идоракунии турбинаи гидравликӣ (hydro turbine governor) маъруф аст. Барои тавсифи раванди моделсозии математикӣ ва динамикии системаи идоракунии турбинаи гидравликӣ, ин фасл ба таври мушаххас бахшида шудааст.



Расми 2.4 – Нақшаи сохтории (структурии) функционалии нерӯгоҳи барқи обӣ

Дар расми 2.4. схемаи сохтории мукаммали нерӯгоҳи барқи обӣ (НБО) нишон дода шудааст. Дар ин система, оби дар обанбор чамъшуда дорои энергияи потенциалӣ мебошад, ки ба воситаи фарқи баландии сатҳ ва фишори гидростатикӣ муайян карда мешавад. Ҳангоми ҷараён ёфтани об тавассути кубури фишоровар ва клапани танзимкунандаи фишор, энергияи потенциалӣ ба энергияи кинетикӣ табдил меёбад.

Ин энергияи кинетикӣ турбинаро ба ҳаракат мебарорад, ки дар натиҷа ба он энергияи механикӣ (энергияи гардиш) дода мешавад. Оби ҷорӣ ба шохаҳои (лопастҳои) турбина таъсир мерасонад ва боиси гардиши он

мегардад. Азбаски вали турбина бо вали генератори синхронӣ мустақиман пайваст аст, энергияи механикӣ ба энергияи электрикӣ табдил дода мешавад.

Барои нигоҳ доштани устувории басомади барқ ва қувваи истеҳсолшаванда, дар система дастгоҳи танзими суръати гардиши турбина (губернатори турбина) мавҷуд аст. Ин система бо истифода аз алоқаи бозгашт (feedback control) тағйирёбии суръат ва басомадро нисбат ба арзишҳои номиналӣ пайгирӣ мекунад ва тавассути сигнали идоракунанда клапани идоракунандаи чараёни обро танзим менамояд.

Дар натиҷа, басомади истеҳсоли нерӯӣ барқ дар сатҳи синхронӣ нигоҳ дошта мешавад, ки барои кори устувори шабакаҳои барқии якҷояшуда муҳим аст.

Моделҳои математикии системаи идоракунии турбинаи обӣ

Дар чараёни фаъолияти нерӯгоҳи барқӣ обӣ, сарборӣ дар тӯли шабонарӯз пайваста тағйир меёбад, ки ин ба ноустувории басомади тавлиди нерӯи барқ оварда мерасонад. Бо мақсади нигоҳ доштани басомади муътадил ва мувофиқ бо талаботи шабакаи барқӣ, суръати гардиши турбина бояд дар сатҳи доимӣ нигоҳ дошта шавад. Ин вазифа тавассути механизми танзими автоматикии турбина, ки чузъи муҳими системаи умумии идоракунии нерӯгоҳ маҳсуб меёбад, амалӣ карда мешавад.

Системаи танзимкунанда чараёни обро, ки ба турбина ворид мегардад, мутобиқ ба сарбории ҷорӣ назорат мекунад. Дар натиҷа, турбина қобилияти мутобиқ шудан ба тағйироти сарбориро ба таври худкор пайдо мекунад, ки ин ба генератор имкон медиҳад, ки нерӯи барқро бо суръати устувор ва басомади муайян истеҳсол намояд.

Дар ин фасл, моделсозии системаи механикӣ–гидравликии идоракунии турбина бо назардошти омилҳои асосии таъсиррасон муфасссал баррасӣ мешавад. Ин модел ҳам турбина ва ҳам системаи идоракунии он (аз ҷумла сервомотор, клапани идоракунии ва чузъҳои иртиботӣ)-ро фаро мегирад.

Яке аз омилҳои муҳими таъсиррасон ба кори чунин системаҳо, инерсияи об дар қубури фишоровар (пенсток) мебошад, ки ба динамикаи кушода ё баста

шудани дарвозаҳои турбина таъсир мерасонад. Барои танзими дақиқи ин раванд, сервомотор тавассути сигналҳои назоратии воридшуда аз танзимгар клапани идоракуниро ба ҳаракат мебарорад ва бо ин васила миқдори оби воридшавандаро ба турбина мутобиқ месозад.

Моделсозии математикӣ дар асоси як қатор тахминҳои содакардашуда сурат мегирад, аз ҷумла:

- кубури фишоровар кӯтоҳ ва ноҳамвории дохилии он қобили сарфи назар аст;
- зарбаи гидравликӣ ночиз аст ва ҷараён бе фишорбандишавӣ сурат мегирад.

Ин тахминҳо асоси таҳия ва истифодаи муодилаҳои дифференсиалиро фароҳам меоранд, ки ҷараён ва фишори об дар дохили кубури фишордиҳандаро моделсозӣ мекунанд. Ин моделҳо хусусиятҳои динамикии кори як воҳиди турбинаро бо эътибор гирифтани таъсири фишор, суръати гардиш ва вақти посух нишон медиҳанд.

$$\frac{dq}{dt} = (h_s - h - h_l) \frac{qA}{L}$$

дар инҷо

q = истеъмоли ҳоси турбина

h_s = фишори статикӣ ғафсии об

h = фишор дар даромадгоҳи турбина

h_l = талафоти фишор ба воҳиди кубур

L = дарозии қитъаи кубур

A = майдони буриши уфуқӣ

Моделсозии контроллер

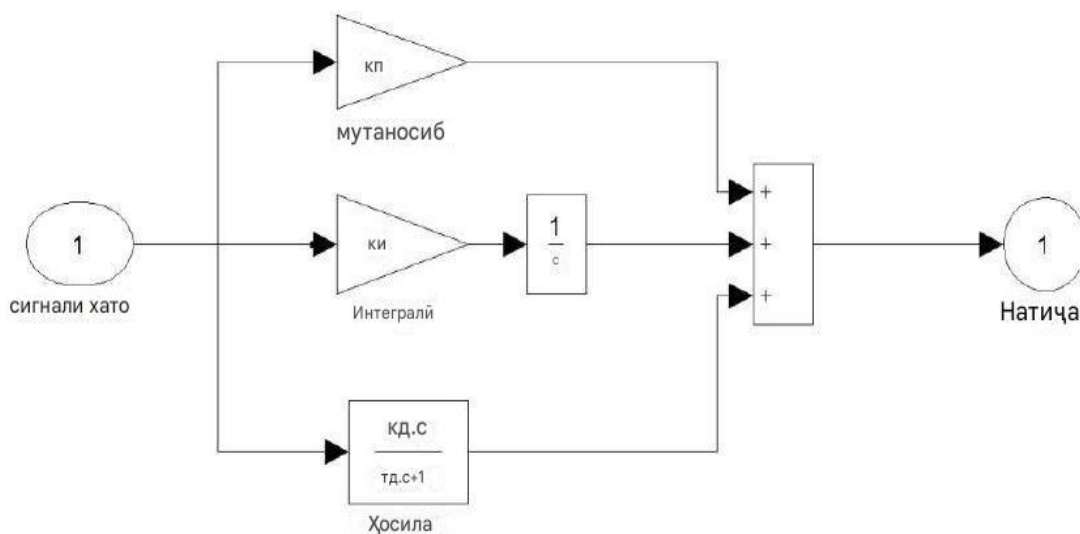
Дар ин система ҳамчун унсури асосии танзим, танзимгари ПИД (PID–controller) истифода мешавад. Ба вуруди ин контроллер хатогии суръат, яъне фарқи байни суръати воқеии гардиши турбина ва суръати истинод (суръати мақсаднок) ворид карда мешавад. Вазифаи танзимгари ПИД бартарафсозии ин

хатогӣ тавассути истехсоли сигнали ислоҳкунанда мебошад, ки ба воситаи он клапани идоракуний ва, дар натиҷа, ҷараёни об ба турбина танзим мешавад.

Номи ПИД аз се ҷузъи асосии функционалии он гирифта шудааст, ки дар ҳисобкунии сигнали идоракуний иштирок мекунамд ва он гоҳ идоракунии сечониба низ ном бурда мешавад:

- P – идоракунии мутаносиб (*proportional*), ки ба хатои ҷорӣ вобастагӣ дорад;
- I – идоракунии интегралӣ (*integral*), ки ҷамъшавии хатогихои гузашта–ро ба назар мегирад;
- D – идоракунии дифференсиалӣ (*derivative*), ки пешгӯии хатогихои оянда–ро дар асоси суръати тағйирёбии хатогӣ таъмин менамояд.
- Аз нигоҳи вақт:
- Ҷузъи P ба тағйироти ғаврии вуруд вокуниш медиҳад;
- Ҷузъи I таъсири хатогихои собиқаро ба назар мегирад ва кӯмак мекунад, ки хатогии устувор (*steady–state error*) бартараф шавад;
- Ҷузъи D суръати тағйироти сигналро таҳлил мекунад ва барои боздорӣ аз реаксияи зиёдатӣ (*overshoot*) ва бехатарӣ мусоидат менамояд.

Ҳамин тавр, танзимгари ПИД бо мутобиқсозии дақиқи ҷараёни идоракуний, кори устувор ва самараноки турбинаро дар шароити тағйирёбии сарборӣ ва басомад таъмин менамояд.



Расми 2.5 – Модели симулясионии контроллер дар simulink

Дар модели танзимгари турбинаи обӣ, муҳаррики сервои гидравликӣ (сервомотор) ҳамчун унсури иҷроӣ истифода мешавад, ки кушода ё баста шудани клапани дарвоза (gate valve)-ро бо дарназардошти сигнали воридшаванда аз контроллер таъмин менамояд.

Контроллер, ки хатогиро байни суръати гардиши воқеии турбина ва суръати истинод (setpoint) муайян мекунад, сигнали ислоҳкунанда тавлид намуда, онро ба муҳаррики серво мефиристад. Сервомотор, дар навбати худ, кушодашавии клапани дарвоза-ро танзим мекунад, ки боиси зиёд ё кам шудани ҷараёни об ба турбина мегардад. Ин раванд имкон медиҳад, ки суръати гардиши турбина мутобиқи талаботи система нигоҳ дошта шуда, устувории басомади генератори синхронӣ таъмин гардад.

Ин фасл ба таҳлил ва тавсифи муодилаҳое равона шудааст, ки равандҳои тағйирёбии ҷараёни об ва тавлиди қувваи механикиро бо дарназардошти таъсири суръати гардиши турбина, дараҷаи кушодагии дарвоза ва ҷойгиршавии лопасткаи кории турбини гидравликӣ модел мекунад.

Бо дарназардошти васеъ истифода гардидани турбинаи Френсис дар саноати гидроэнергетикӣ ва самаранокии баланди он дар муқоиса бо дигар намудҳои турбинаҳо, дар модели пешниҳодшуда низ маҳз ин навъи турбина интихоб шудааст. Хусусияти муҳими турбинаи Френсис ин аст, ки ҳангоми гузаштани об аз дохили он, фишори об паст мешавад, ки ин боиси тавлиди қувваи механикӣ мегардад. Қувваи тавлидшуда дар баромади турбина ба дараҷаи фишори мавҷуда ва суръати ҷараён вобастагӣ дорад.

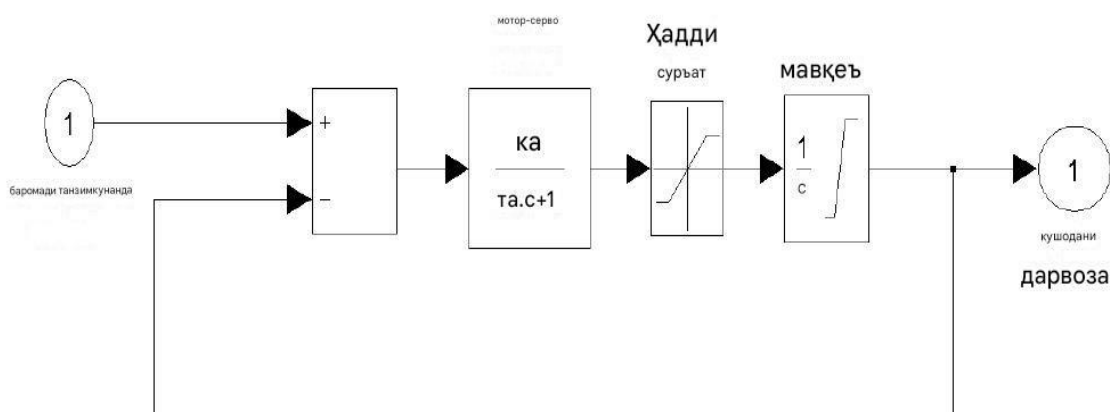
Азбаски иқтидори турбина бевосита ба ҷараёни об вобаста аст, система ба ҳолати устувор мерасад, вақте ки ҷараён тавассути клапани фишор дар сатҳи доимӣ нигоҳ дошта мешавад.

Моделсозии динамикии гузариш ва воқуниши турбинаи гидравликӣ дар асоси як қатор тахминҳои соддакардашуда анҷом дода мешавад, аз ҷумла:

– Лопаткаи турбина ҳамвор ва ғайриқобили деформатсия ҳисобида мешавад, яъне таъсири муқовимат ба зангзанӣ ва таъсири механикӣ ба он нодида гирифта мешавад;

- Зарбаи гидравликӣ ба унсури фишоровар (кубури фишоровар) ба инобат гирифта намешавад;
- Моеъ (об) фишурданашиаванда ҳисобида мешавад, ки ин соддагардонии муҳими модел аст;
- Суръати чараёни об дар дохили элементи фишор танҳо ба дараҷаи кушодашавии клапан (парда) вобаста аст;

Ҳамин тавр, ин модел имконият медиҳад, ки рафтори динамикии турбинаи Френсис дар шароити тағйирёбии сарборӣ ва кушодашавии клапанҳо моделсозӣ гардад, ки барои таҳлили устуворӣ ва самаранокии нерӯгоҳи барқи обӣ аҳамияти назаррас дорад.



Расми 2.6 – Модели системаи пайгирии гидроэлектрикӣ

2.5. Моделсозии математикии қисмҳои асосии нерӯгоҳи барқи обии хурд бо истифода аз барномаи MATLAB/SIMULINK

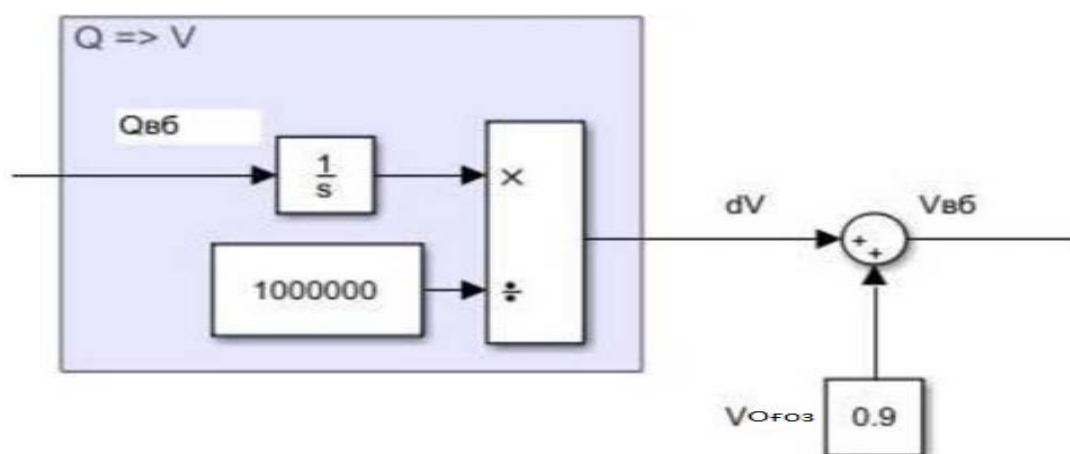
Дар раванди ин тадқиқот моделсозии математикии қисмҳои асосии нерӯгоҳи барқи обии хурд бо истифода аз барномаи MATLAB/SIMULINK тарҳрезӣ шудааст, ки метавонанд дар ҳалли мушкилоти гуногун, бо истифода аз маҷмӯи параметрҳои воридотӣ ва шартҳои ибтидоӣ кӯмак расонад.

1) Модели обанбори нерӯгоҳи барқи обӣ

Обанбори нерӯгоҳи барқи обӣ дар асоси хусусиятҳои морфометрии дар боло тавсифшуда амсиласозӣ карда шудааст. Ҳисоб кардани ҳаҷми об дар обанбор аз рӯи формулаҳои зерин сурат мегирад.

$$V(t) = V_{\text{и}} \pm \int Q_o dt \quad (2.7)$$

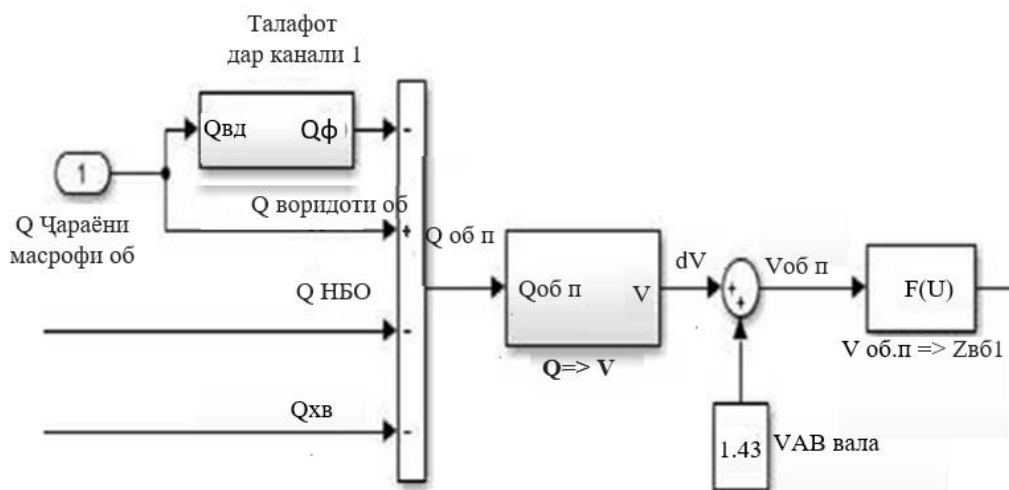
Дар расми 2.4 сохтори модели обанбор (резервуар) нишон дода шудааст, ки он бо истифода аз муҳити моделсозии визуалии Simulink дар доираи платформаи MATLAB амалӣ карда шудааст. Модел инъикоскунандаи раванди ҷамъшавӣ ва истеъмоли об мебошад ва дорои зерсистемаҳост, ки ҷараёни воридшавӣ, сатҳи об, баромади об ва реаксияи системаро вобаста ба тағйироти вурудӣ тасвир мекунанд.



Расми 2.7 – Модели ҳавзи болоии неругоҳи барқи обии хурд

Дар ин ҷо $V_{\text{и}}$ – ҳаҷми ибтидоии обанбор, м^3 ;

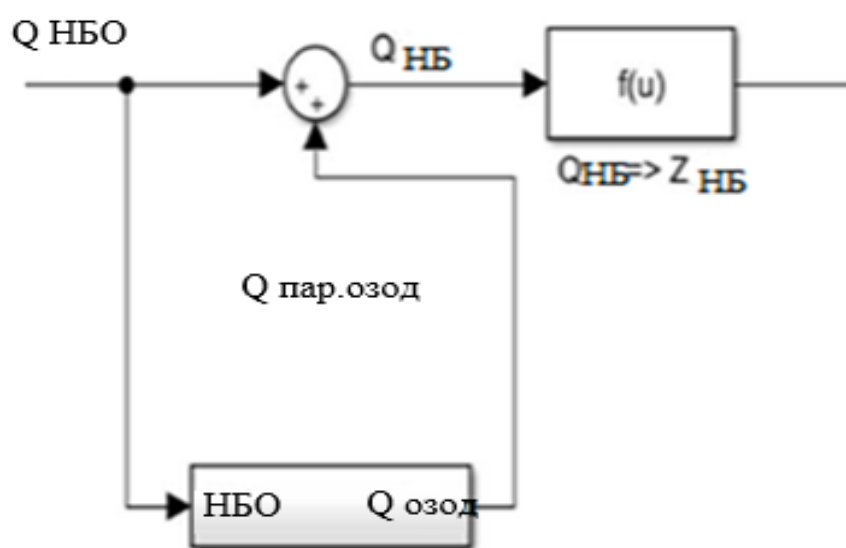
$V_{\text{и}}$ – суръати ҷараёни об дар обанбор, ки метавонад дар сурати пур шудани обанбор қимматҳои мусбат ва дар сурати аз об холӣ шудани обанбор қимматҳои манфӣ дошта бошад, $\text{м}^3/\text{с}$. Ҳангоми моделсозии ҳавзи болоии неругоҳи барқи обӣ талафоти ҷараёни обро пеш аз қитъа ба назар гирифта, модели мувозинати ҷараёнҳоро дар ҳавзи болоии неругоҳи барқи обии хурд тартиб дода, инчунин, дар асоси хусусиятҳои морфометрии обанбор аломати ҳавзи болоӣ ҳисоб карда мешавад. Модели болоии неругоҳи барқи обӣ якҷоя бо макети обанбор дар расми 2.5 оварда шудааст.



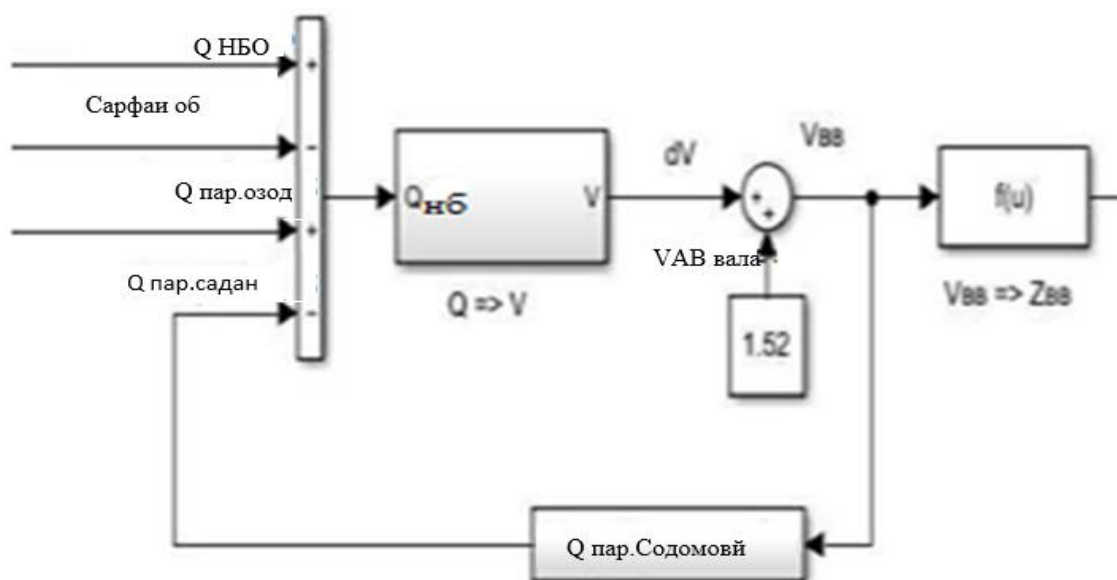
Расми 2.8 – Модели ҳавзи болоии неругоҳи барқи обӣ якҷоя бо макети обанбор

Ҳавзаи поёнии неругоҳҳои барқи обӣ якҷоя бо поёноби асосӣ

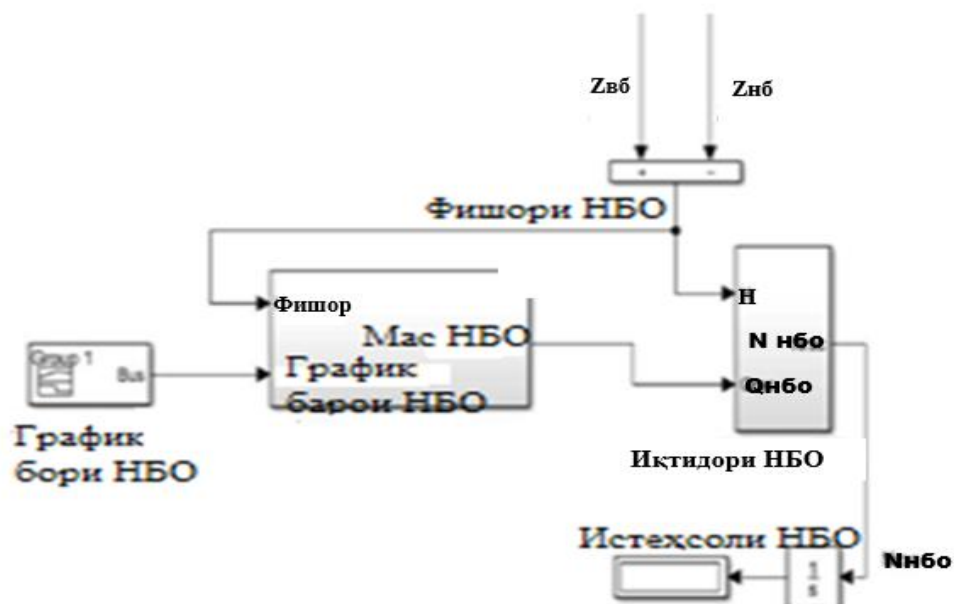
Ҳавзи поёнии неругоҳҳои барқи обӣ дар якҷоягӣ бо чараёни поёноби асосӣ нақши муҳими танзимкунандаро дар фаъолияти умумии системаи гидроэнергетикӣ мебозад. Барои ташкили модели ҳисоббарории дурусти тақсимои об, дар марҳилаи таҳлил модели қисми обгузари неругоҳ, ҳисобкунии тавозуни чараёнҳои асосии об ва низ модели обанбори нивелиркунанда мавриди истифода қарор мегиранд.



Расми 2.9 – Модели поёноб барои неругоҳи барқи обӣ, ки дар самти чараёни об кормекунад



Расми 2.10 – Модели поёноби неругоҳи барқи обӣ



Расми 2.11 – Модели ҳисобкардани неругоҳи барқи обӣ

Намунаи ҳисобкунии неругоҳҳои барқи обӣ

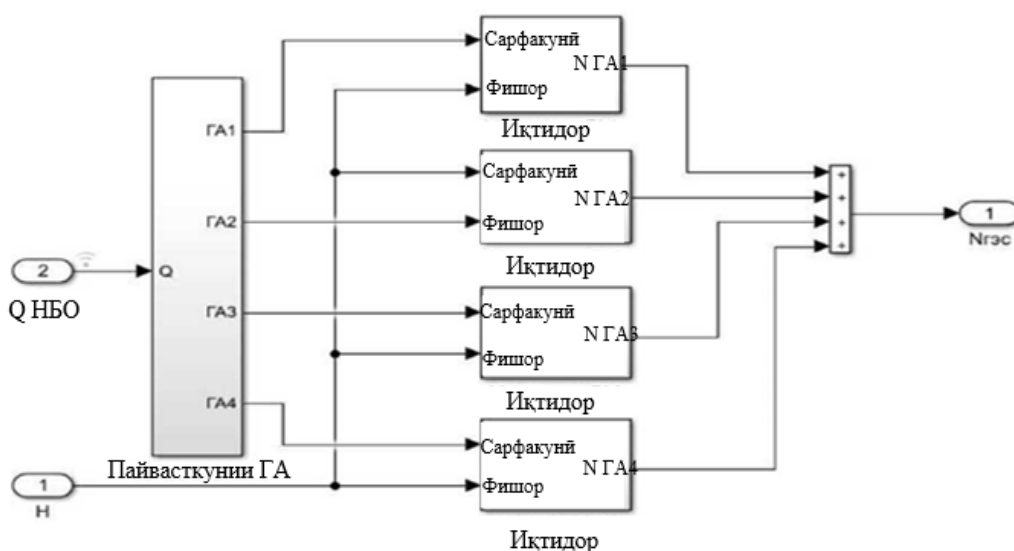
Ҳисоб кардани иқтидори неругоҳи барқи обӣ дар асоси графики пешбинишудаи бори неругоҳи барқи обӣ сурат мегирад. Тавоноии неругоҳи барқи обӣ бо хусусияти суръати об муайян карда мешавад. Дар асоси нишондодҳои ба даст овардашудаи хавзҳои болоӣ ва поёнии тавоноии неругоҳи барқи обии хурд ҳисоб карда шудааст.

Блоки «неруи неругоҳ», ки дар расми 2.9 нишон дода шудааст, блоки «Гузариши фурӯзон»-ро дар бар мегирад, ки барои пайваста ба қор даровардани агрегатҳои гидроэлектрикӣ, вобаста ба сарбории муқарраршуда аст.

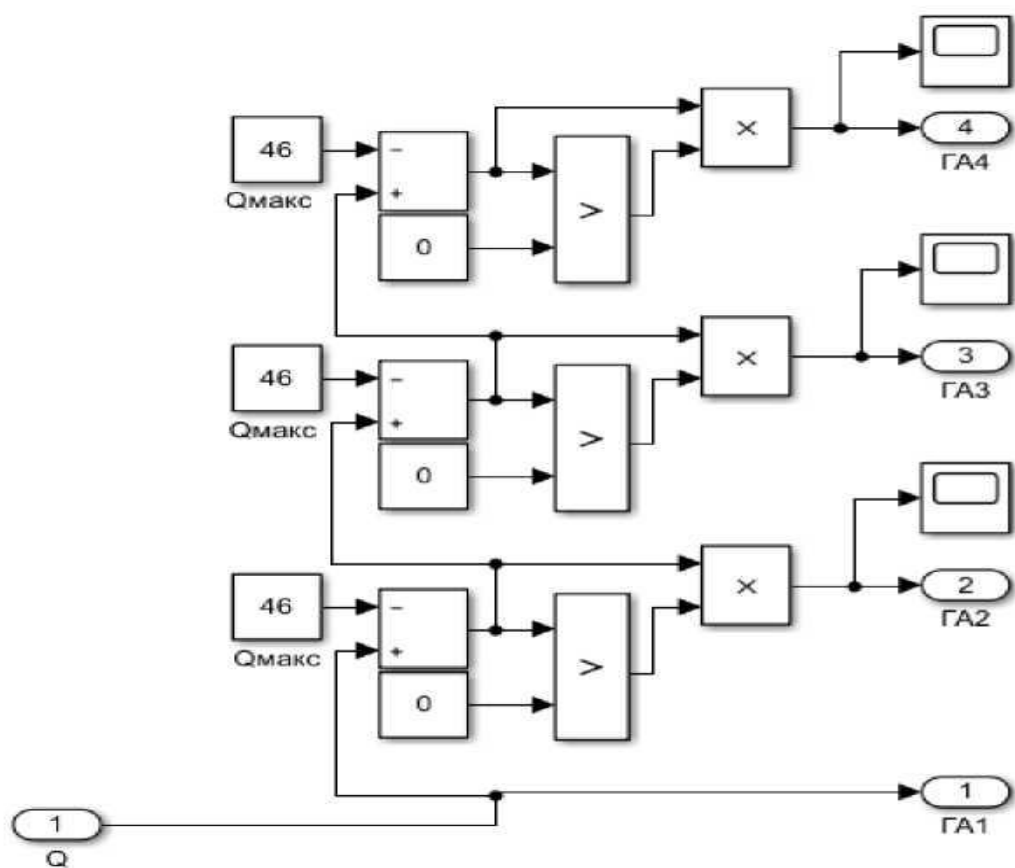
Ҳангоми ҳисоб кардани қувва, чараёни максималии об тавассути агрегат бо иқтидори он маҳдуд карда мешавад. Баъдан, блоки "GA Enable" суръати чараёни об тавассути дастгоҳро бо иқтидори он муқоиса мекунад. Агар шарт иҷро шавад, ки суръати чараёни об тавассути агрегат камтар аз иқтидори он аст, пас блокҳои боқимондаи "GA Power" ба амалиёт дохил карда намешаванд.

Агар қувваи барқ тавассути агрегат аз иқтидори он зиёд бошад, он гоҳ фарқияти суръати чараёни об бо фармони блоки "GA On" ба агрегати оянда фиристода мешавад. Схемаи блок дар расми 2.10 нишон дода шудааст. Блоки «GA Power», ки дар расми 2.11 нишон дода шудааст, барои ҳисобкардани қувваи тавлиди ҳар як агрегати неругоҳ масъул аст.

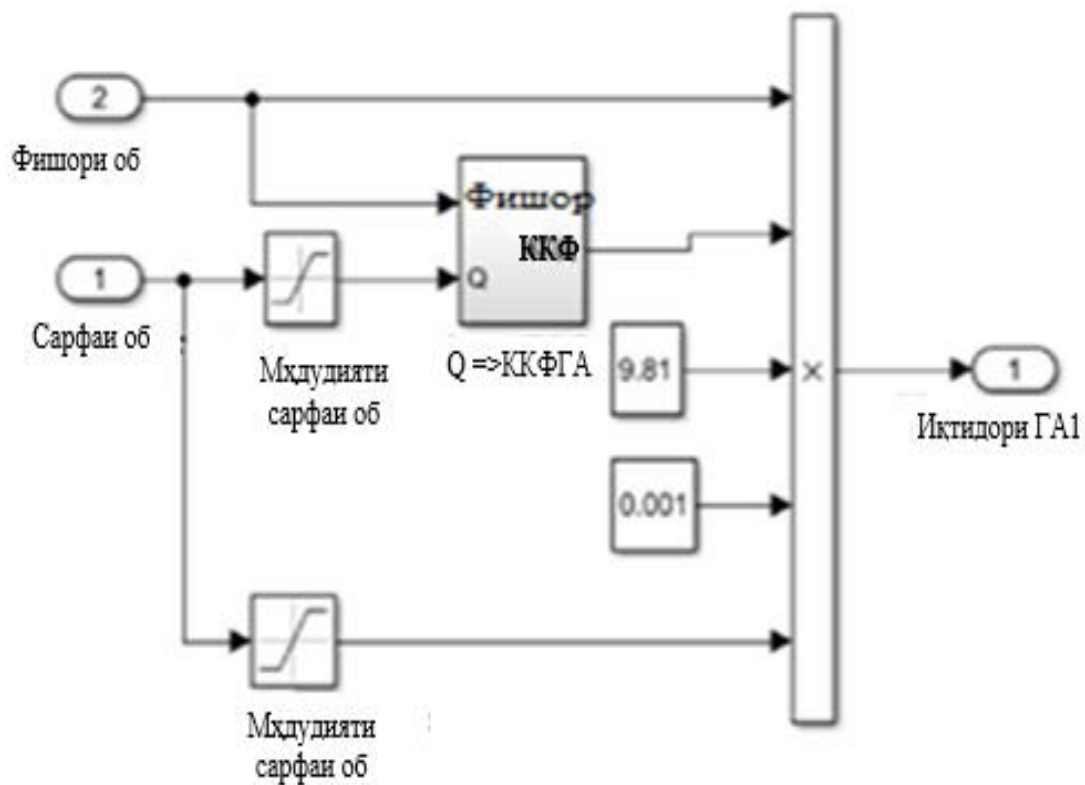
Дар маҷмӯъ, блок барои арзишҳои гуногуни фишор 3 хусусияти энергетикиро истифода мебарад. Ин интихоб аз он иборатаст, ки фишор дар неругоҳ дар давоми рӯз андаке тағйир меёбад ва арзиши самаранокии агрегат бо суръати якхелаи 0,1–0,3 фоиз фарқ мекунад. Блоки ҳисоббарорӣ дар расми 2.12. нишон дода шудааст.



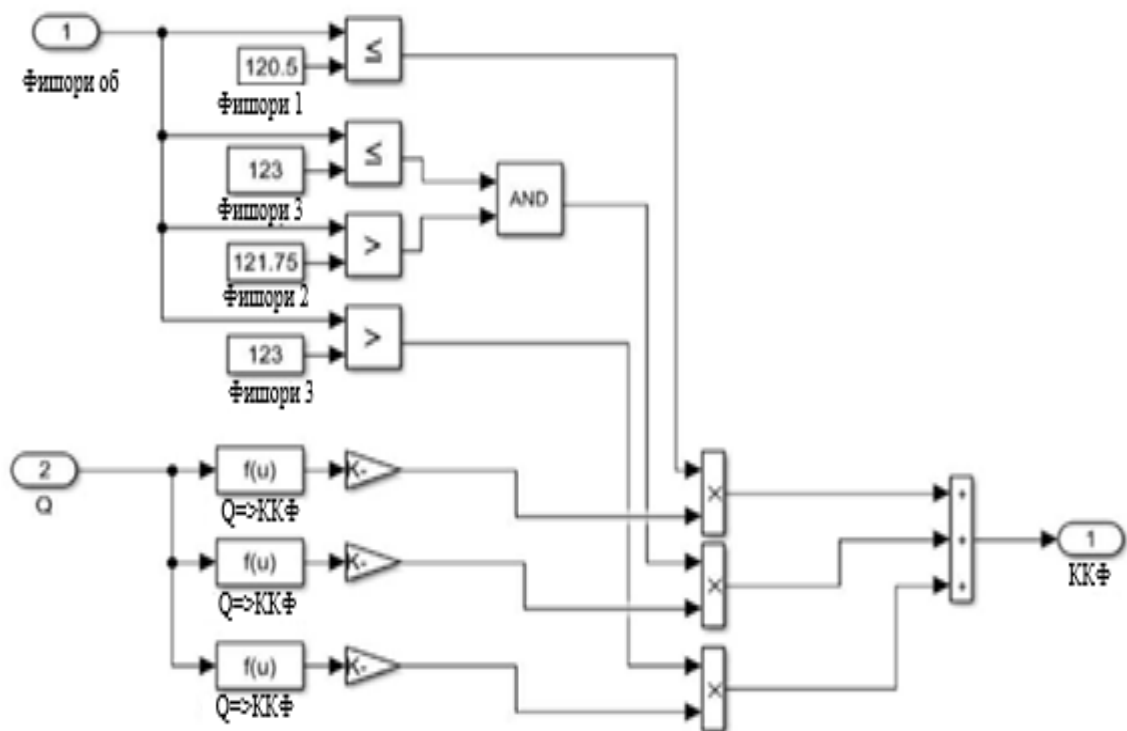
Расми 2.12 – Блоки "Неруи барқ"



Расми 2.13 – Блоки "GA Enable"



Расми 2.14 – Блоки ҳисобкунии иқтидори агрегатҳои гидроэнергетикӣ



Расми 2.15 – Блоки ҳисобкардани самаранокии агрегати барқи обӣ

Дар модели мукаммали нуругоҳи барқи обии хурд элементҳои алоҳидаи нуругоҳи барқи обии хурди дар боло зикршуда иштирок мекунанд. Дар расмҳои 2.13–2.17 модели мукаммали нуругоҳи барқи обии хурд ва силсилаи нуругоҳи барқи обии хурд нишон дода шудааст.

Таҳқиқ ва моделсозии ҳолатҳои гуногуни фаъолияти нуругоҳҳои хурди барқи обӣ (НБОХ) яке аз масоили асосии илмӣ ва амалӣ дар соҳаи гидроэнергетика мебошад. Дар ин раванд, хусусиятҳои тағйирёбандаи динамикӣ ва статикӣ дар шароити фарқияти сарфи об, фишор ва талаботи энергетикӣ бо истифода аз усулҳои мукаммали математикӣ ва симулятсияҳои компютерӣ таҳлил карда мешавад. Ин моделсозӣ имкон медиҳад, ки фаъолияти нуругоҳ бо таъия ба маълумоти воқеӣ дар муҳитҳои гуногун дақиқ пешгӯӣ шуда, идора ва оптимизатсия гардад, ки ин ба баланд бардоштани самаранокӣ ва устувории он мусоидат менамояд.

Дар раванди моделсозии кори НБОХ, ҳамаи речаҳои асосии кори он ба инобат гирифта мешаванд, ки дар онҳо равандҳои гидродинамикӣ ва

электромеханикӣ бо услуби системаҳои динамикии мураккаб тасвир карда мешаванд. Аз ҷумла, чунин речаҳо мавриди таҳқиқ қарор мегиранд:

– речаи пурбор (номиналӣ), ки дар он турбина ва генератор бо иқтидори номиналӣ фаъолият мекунанд;

– речаи қисман бор, ки ҳангоми кам шудани талабот ба нерӯи барқ амалӣ мегардад;

– речаи бе бор (бехосият), ки система дар ҳолати омодабош қарор дошта, вале нерӯи барқ истеҳсол намешавад;

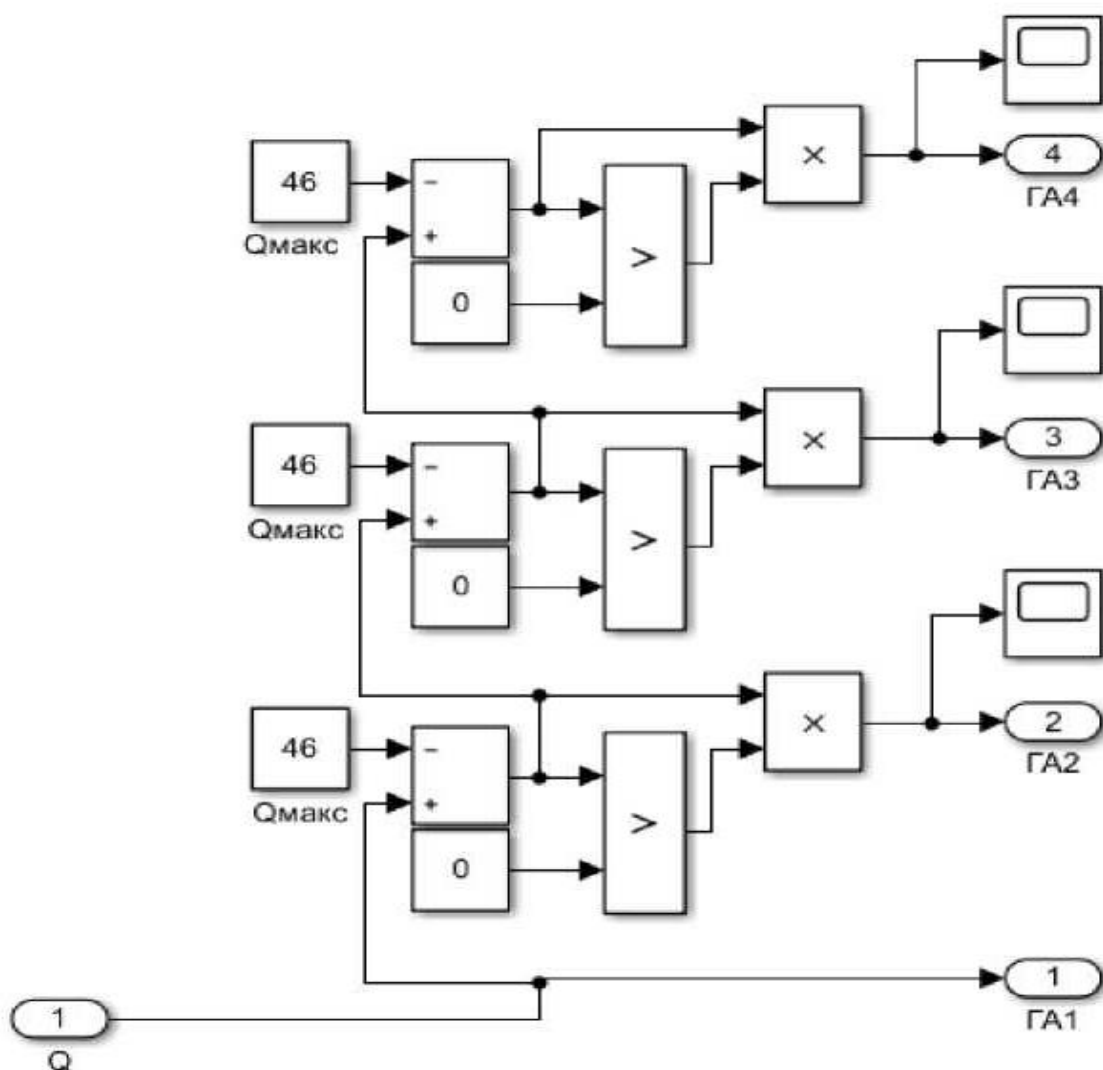
– речаи оғоз ва боздошт, ки барои таҳқиқи рафтори гузаришии система муҳим аст;

Барои ҳар як режими кори НБОХ, модел дар асоси муодилаҳои содашудаи чараёни мосъ, ки шакли тахминии муодилаи Навье–Стокс мебошанд, таҳия мегардад. Ин муодилаҳо ҳаракати чараён, тағйироти фишор ва масрафи обро дар дохили каналҳои обгузар, кубурҳои напор ва чарҳаи турбина модел мекунанд.

Ҳамзамон, барои таъмин намудани дақиқии баландтар, қонуни нигоҳдории энергия ҳам механикӣ ва ҳам гидравликӣ истифода мешавад, то интиқоли нерӯ байни зинаҳои гуногуни система, аз обанбор то генератори барқӣ, ба таври ҳамаҷониба арзёбӣ гардад.

Бо дарназардошти ин усулҳо, моделсозии динамикии кори НБОХ дар муҳити MATLAB/Simulink на танҳо як воситаи техникӣ таҳлил, балки платформаи пуриқтидори илмӣ мебошад, ки имкони арзёбии сценарияҳои гуногуни кори нерӯгоҳро фароҳам меорад. Ин раванд имкон медиҳад, ки равандҳои гидравликӣ ва энергетикӣ дар вақти воқеӣ таҳлил шуда, нуқтаҳои оптималӣ барои кори турбина ва генератор муайян шаванд.

Илова бар ин, моделсозӣ шароити таҳияи стратегияҳои идоракунии пешгӯишавандаро фароҳам меорад, ки метавонанд ба тағйироти сарфи об, талаботи воқеии нерӯ ва омилҳои иқлимӣ мутобиқ гарданд, то самаранокӣ ва эътимоднокии кори НБОХ дар дарозмуддат таъмин шавад.



Расми 2.16 – Моделсозии речаҳои гуногуни кори неругоҳи барқи обии хурд

Модели синусоидалии миқдори обро бо формулаи зерин ҳисоб карда мумкин аст:

$$Q(t) = Q_0 + A \cdot \sin\left(\frac{2\pi t}{T} + \phi\right) \quad (2.8)$$

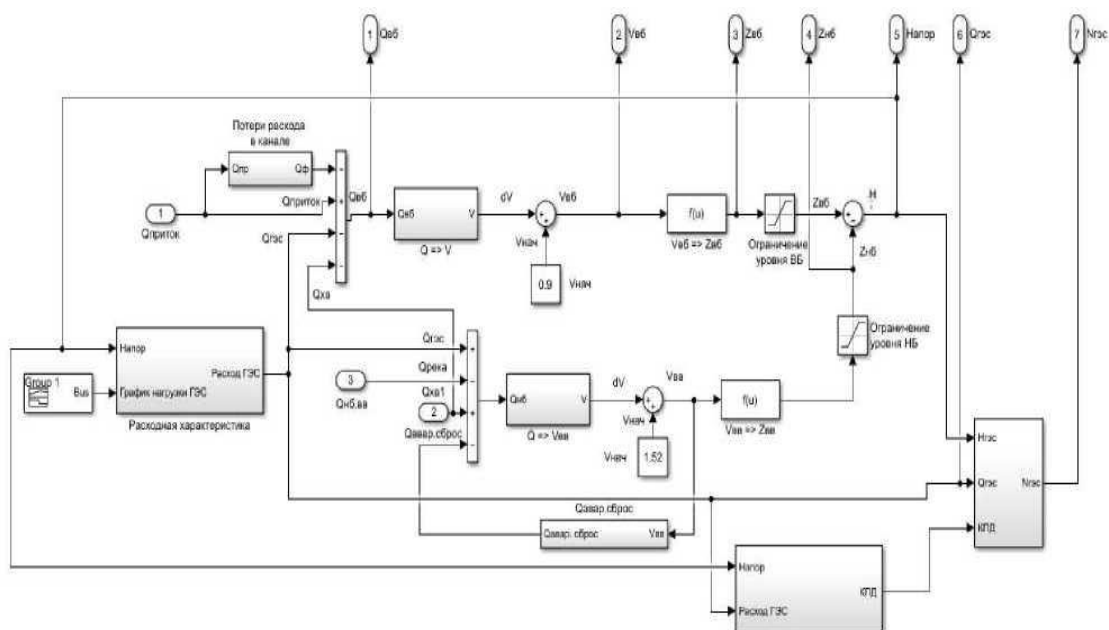
Дар ин ҷо: $Q(t)$ – миқдори об дар вақт ($\text{м}^3/\text{с}$),

Q_0 - миқдори миёнаи солонаи об;

A – амплитудай тағйиёбии миқдори об (нишон медиҳад, ки миқдори об ба чӣ андоза дар давоми сол тағйир меёбад),

T - давомнокии давра (дар рӯзҳо, одатан 365 рӯз),

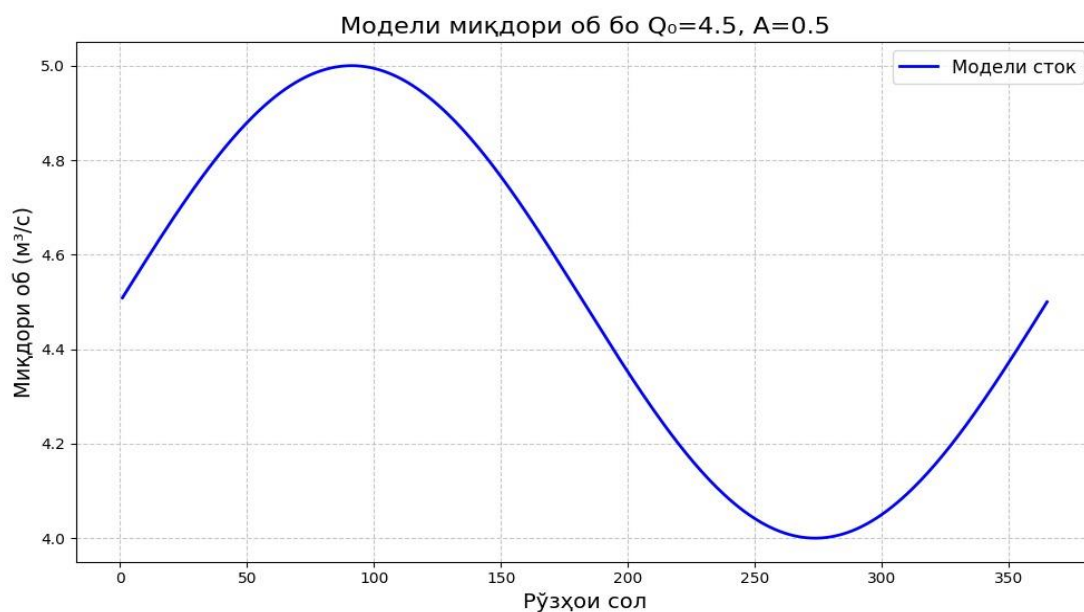
ϕ - фазаи суръат (ин нишон медиҳад, ки кадом вақт миқдори об бештар аст, барои мисол, дар авали баҳор).



Расми 2.17 – Модели неругохи барқи обӣ

Чи тавре, ки аз неругохи барқи обии зикршуда бармеояд: миқдори миёнаи солонаи об $Q_0=4.5 \text{ м}^3/\text{с}$, амплитудайи маҷроӣ об $A=0.5 \text{ м}^3/\text{с}$, давомнокии давра $T=365$ рӯз, фазаи суръат $\phi=0$ (максимум дар миёнаи баҳор) баробар аст.

Бо истифода аз ин формула, метавонем миқдори обро ҳаррӯз ҳисоб кунем, ки ба таври графикӣ дар нақшаи 2.18 оварда шудааст.



Расми 2.18 – Графикҳои модели математикии давраҳои миқдори об

Моделҳои динамикӣ барои баландии фишори об (H)

Вақт ва миқдори об дар як ҳолати кории неругоҳи барқи обӣ, ки метавонад як шароити мавсимӣ ё даврӣ дошта бошад ва ба тарзи зерин моделсозӣ мешавад.

Масалан:

$$H(t) = H_{\max} + A_h \cdot \sin(\omega_h t + \varphi_h) \quad (2.9)$$

Ин ҷо:

$H(t)$ – баландии умумии сатҳи об дар лаҳзаи вақт t ,

- $H_{\max}$ – арзиши миёна (ё максималии статикӣ) баландии сатҳи об,
- A_h – амплитудай тағйирёбии баландӣ (аз ҷумлаи ларзиши сатҳи об),
- ω_h – басомади даври тағйирёбӣ (рад/с),
- φ_h – фазаи ибтидоии ларзиш,
- t – вақт (с).

Моделҳои динамикӣ барои миқдори об (Q). Моделҳои динамикӣ барои миқдори об (Q) тавсифи тағйироти вақтии ҷараёни обро дар системаи неругоҳи барқи обӣ дарбар мегирад, ки ба таҳлили самаранокӣ ва устувории кори турбина ва неругоҳ кӯмак мерасонад.

Миқдори об низ метавонад бо функсияҳои тригонометрӣ моделсозӣ карда шавад ва ин нишон медиҳад, ки миқдори об дар давоми вақт чӣ гуна тағйир меёбад.

$$Q(t) = Q_{\max} + A_Q \cdot \cos(\omega_Q t + \varphi_Q) \quad (2.10)$$

Ин ҷо:

- $Q_{\max}$ – миқдори оби максималӣ;
- A_Q – амплитудай миқдори об;
- ω_Q – фазаи даври миқдори об;
- φ_Q – фазаи ибтидоии миқдори об.

Хулосаҳо оиди боби дуюм

1. Рушди бунёди неругоҳҳои барқии обии хурд дар Тоҷикистон бемамоният боло меравад ва дар айни замон неруи электрикии дар онҳо истеҳсолшуда 25,5 МВт – ро (ё 25,5 млрд кВт.соат) ташкил медиҳад. Тармими неругоҳи барқии обии хурди Октябр имкон медиҳад, ки дар як сол 4 МВт неруи электрикӣ истеҳсол карда шавад, ки метавонад маҳаллаи аҳолинишини наздикии ин неругоҳ, Муассисаи механиконидашудаи сайёри сохтмони №150 ва меҳмонхонаро бо неруи электрикӣ таъмин намояд ва барои беморхонаи вилоятии ба номи Бурӣ Воҳидов манбаи захиравии барқ бошад.

2. Бо истифода аз модели математикӣ, ки бо дарназардошти параметрҳои воқеии фишори об ва сарфи он таҳия шудааст, муайян карда шуд, ки иқтидори воқеии неругоҳро метавон бо тадбирҳои техникӣ назаррас афзоиш дод. Ҳисобҳо нишон доданд, ки иқтидори неругоҳ аз ҳисоби иваз кардани таҷҳизоти асосӣ метавонад то 20–25% зиёд шавад.

3. Алгоритми умумии ҳисобу тарҳрезии неругоҳҳои хурд, ки дар ин боб таҳия ва пешниҳод шудааст, имкони ҳисобкунии дақиқи иқтидор, фишор ва тавоноии энергетикиро дар шароити маҳаллии Тоҷикистон фароҳам меорад ва метавонад дар лоиҳаҳои дигари МБЭ низ татбиқ гардад.

4. Моделсозии қисмҳои асосии неругоҳ дар муҳити MATLAB/SIMULINK нишон дод, ки истифодаи генератори синхронӣ бо магнитҳои доимӣ ва турбинаи марказгурез ба баланд бардоштани самаранокии умумии неругоҳ мусоидат мекунад. Ин равиш метавонад ҳамчун асос барои автоматикунии дигар НБО–ҳо дар минтақаҳои кӯҳӣ хизмат намояд.

БОБИ 3. ТАҲЛИЛИ ТЕХНИКӢ ВА ИНТИХОБИ ОПТИМАЛИИ ГЕНЕРАТОРУ ТУРБИНА БАРОИ НЕРУГОҶИ БАРӢИ ОБИИ ХУРДИ «ОКТЯБР»

3.1. Таҳлили вариантҳои интихоби генератор барои неругоҳи барқи обии хурди автоматикунонидашуда аз нуқтаи назари самаранокии энергетикӣ

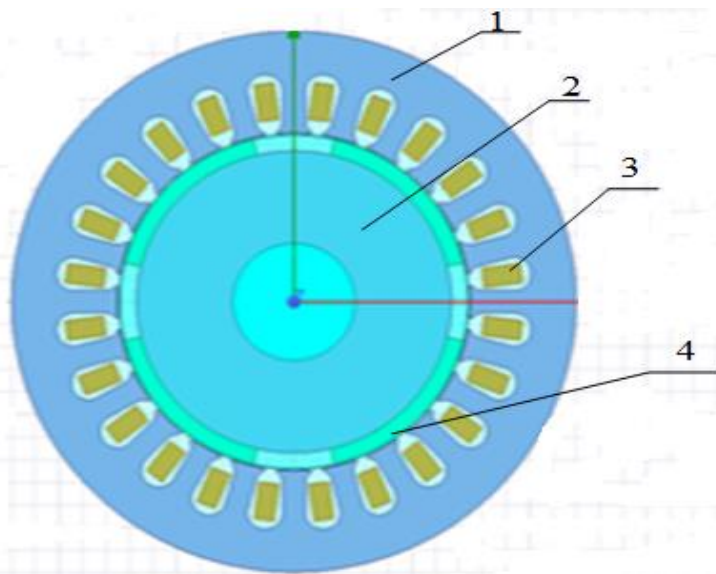
Дар давраи охир, дар заминаи пешрафти технологияҳои маводи магнитии нав ва такмил ёфтани методҳои истеҳсоли генераторҳои синхронии баландсифат, истифодаи муҳаррикҳо ва генераторҳои бо магнитҳои доимӣ (МД) ба таври назаррас густариш ёфтааст. Генераторҳои ин навъ дар таркиби системаҳои электромеханикӣ васеъ мавриди истифода қарор мегиранд, хусусан дар он мавридҳое, ки манбаи барқ дорои шиддати доимӣ мебошад ё дар оянда ба воситаи тағйирдиҳандаҳо ба манбаи ҷараёни тағйирёбанда табдил дода мешавад.

Дар шароити имрӯза, генераторҳои синхронии бо МД бештар дар манбаҳои барқароршавандаи энергия, аз ҷумла дар истоҳҳои шамоли ва неругоҳҳои барқи обии хурду миёна, мавриди истифода қарор мегиранд. Бартариҳои асосии онҳо иборатанд аз: сохтори содда ва фишурда, самаранокии баланд, коҳиши талафот дар ангишиш, беҳтаршавии қори система дар муҳити дурдаст ва камхароҷотӣ дар нигоҳдорӣ [1–6]. Истифодаи генератори сефазагӣ бо низоми ангишиши аз магнитҳои доимӣ ва росткунакҳои ду нимдаврагӣ яке аз усулҳои паҳнгардидаи конструксионии сохтмонӣ ҳисобида мешавад. Барои бартараф кардани он зарур аст, ки нисбати мушкилоти вучуддошта, росткунакҳои синусоидалие, ки метавонанд воридоти шиддати доимии амалиро бе набз ҳосил намоянд, истифода шаванд. Нақшаи идоракунии ва алгоритмҳои мураккаб барои росткунакҳои синусоидалие, ки онҳо ба қор бурдани калидҳои транзисториро дар ҷараёни росткунанда ва шиддат таъмин мекунанд ва нақшааш бо ҳамин росткунаки

идоранашаванда арзишнок мешавад. Омор нишон медиҳад, ки ҳангоми аз кор баромадани диоди қуввагӣ ё транзистор ба аз кор баромадани ҳамаи сохторҳои онҳо оварда мерасонад [9–11]. Барои бартараф кардани канбудиҳои номбаршуда фақат ҳолати зиёд кардани шумораи адади фазаҳои генератор ва росткунанда зарур аст. Аз ҳамин лиҳоз, дастгоҳҳои бисёрфазагии бо диоди идоранашаванда росткунак, ки дар низомҳои таъминоти барқӣ истифода мешаванд, масъули бо талаботи баландшаванда, аз рӯи эътимоднокии мебошад. Асоси илмии ин тадқиқотро арзёбии таъсири гармшавии шадид ва параметрҳои муҳими тарҳрезӣ, аз ҷумла шумораи фазаҳо ва намудҳои пайвасти симпечҳои генераторҳои синхронӣ бо ангишти доимӣ, ба сатҳи талафоти энергия ва тағйирёбии шакли шиддати баромад ташкил медиҳад.

3.2. Лоихакаи сохти конструксионии генератори синхронӣ-мехвари кутбӣ ГСМҚ бо магнити доимӣ

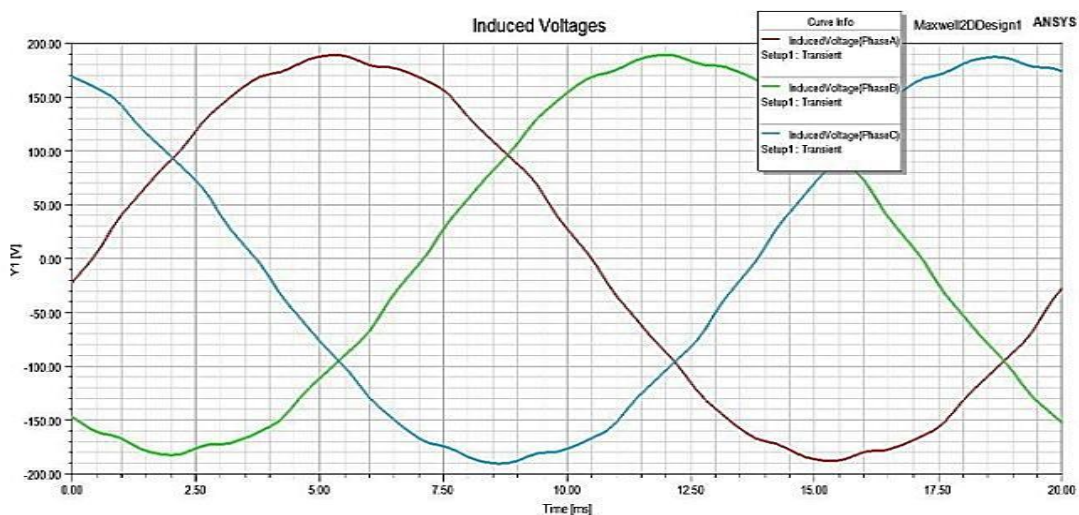
Дар асоси ҳисоботи пешина, барои генератори синхронии бо мехвари кутбӣ ва магнитҳои доимӣ (ГСМҚ) параметрҳои зерин муайян карда шуданд: диаметри берунаи лангари якор 123 мм, диаметри даруни тегчаи лангар (якор) 123 мм, диаметри берунаи индуктор 123 мм ва дарозии қисми ҷаъоли дилаки лангари якор 300 мм.



Расми 3.1 – Тарҳрезии генератори синхронӣ бо кутбҳои асосӣ ва бо магнити доимӣ

Дар расми 3.1 генератор барои модулсозӣ бо истифода аз усули ҳисоби чузъҳои сониявӣ нишон дода шудааст. Дилаки лангари синхронӣ (СГ) аз варақаҳои пӯлоди фулузии электротехникии тамғаи St3210 сохта шуда, адади кумаҳои якор (лангар) 24 мебошад. Индуктор низ аз пӯлоди сохтмони ҳамамон тамғаи St3210 тайёр гардидааст. Магнитҳои доимӣ шакли росткунҷа доранд ва ба индуктор часпонида шудаанд; шумораи кутбҳои индуктор 4 ($2p = 4$) мебошад.

Дар ин модул магнитҳои доимӣ истифода мешаванд, ки дорои коэффиенти баланд мебошанд ва бо тамғаи NdFeB пешниҳод шудаанд. Хусусиятҳои асосии онҳо инҳоянд: индуксияи боқимонда $B = 1,23$ Тесла; коэффиенти иқтидори магнитӣ (H_{ce}) ≥ 860 кА/м (магнитнокии $H_{сх} \geq 960$ кА/м); ҳосили зарби энергетикӣ ($W (BH)_{max}$) дар диапазони 287–310 кҶ/м³ мебошад.



Расми 3.2 – Қаҷхаттаи ҚЭҲ-и генератори сефаза

3.3. Методологияи интиҳоби турбина бо назардошти параметрҳои гидравликӣ ва динамикии насосҳои марказгурез

Мошинҳои гидравликӣ хусусияти универсалӣ доранд ва метавонанд вобаста ба шароит ҳамчун муҳаррик ё иҷрокунанда амал кунанд. Ин гуна таҷҳизот қобилияти тағйири самти гардишро дошта, вобаста ба зарурат метавонад ё ҳамчун насос барои интиқоли об, ё ҳамчун турбина барои

истеҳсоли нерӯи механикӣ истифода шавад. Дар чунин ҳолат, на танҳо самти гардиш, балки нишондиҳандаҳои асосии кори он, аз қабili фишор ва моменти гардиш низ дигар мешаванд [14].

Ба таври умум, турбинаҳои реактивӣ қобиланд ҳамчун насос ғайолият намоянд. Агар турбина дорои сохтори радиалӣ–меҳварӣ бошад, он метавонад ба як насос бо системаи марказгурез табдил дода шавад; дар ҳолати турбинаи меҳварӣ бошад, шакли насос низ меҳварӣ хоҳад буд.

Ҳангоми пайвасти турбинаи реактивӣ ба як системае, ки дар он об бо фишори муайян ҳаракат мекунад, имконият фароҳам меояд, ки турбина чун муҳаррики гардишдиҳандаи насос ғайол гардад. Дар натиҷа, энергияи гидравликӣ ба шакли механикӣ табдил ёфта, муҳаррики насос метавонад нақши генераторро иҷро намояд.

Неругоҳҳои барқи обии андозаи хурд, ки иқтидори онҳо на бештар аз 100 кВт аст, асосан бо истифодаи фарқияти баландии оби дарёҳо ва ё тавассути системаҳои дериватсионӣ ғайолият мекунанд. Як навъи паҳншудаи чунин неругоҳҳо — ин стансияҳои дериватсионӣ бо кубурҳои нарм мебошад, ки дар он кубурҳои чандиру сабук истифода мешаванд [14].

Тибқи таҳлилҳои иқтисодӣ, дар умум, тақрибан 30 то 40 фоизи хароҷот ба таҷҳизоти гидравликии неругоҳ ва 25 то 30 фоиз ба системаи обрасонӣ, яъне кубурҳо вобаста мебошад.

Яке аз роҳҳои муассири кам намудани арзиши таҷҳизоти гидравликӣ ва боло бурдани дараҷаи боэътимодии онҳо ин интихоби оптималии сохтори дохилии неругоҳ мебошад, ки омилҳои гуногуни динамикиро ба ҳисоб мегирад аз ҷумла таъсирҳои контактӣ ва тарқишҳо, ҳамчунин истифодаи кубурҳои чандир. Чунин равиш на танҳо асоси илмӣ дорад, балки имкони коҳиш додани нишондиҳандаҳои плагиатро низ фароҳам меорад [14].

Илова бар ин, таҳлили мукаммали динамикаи дохилии неругоҳ имкон медиҳад, ки механизмҳои асосии осебпазириро муайян карда, роҳҳои пешгирии онҳо пешниҳод шаванд.

Барои неругоҳи барқи обии бо кубури чандирӣ ва тавоноии то 30 кВт,

самаранокии энергетикии истифодаи тарҳи герметизатсияи энергоблок бо насосҳои марказгурез ва муҳаррикҳои асинхронии экранидашуда, ки дар ҳолати генераторӣ фаъолият мекунанд (генератори асинхронии экранидашуда, конденсаторӣ), аз назарияи илмӣ тасдиқ ва дар амал амалӣ шудааст [3]. Ин система бо истифодаи ангеизиши ғунҷоишӣ кор мекунад.

Нақшаи шартии неругоҳи барқи обии хурд бо обгузари фишорӣ дар нақшаи 1 оварда шудааст. Фарз мекунем, обгузар аз кубурҳои пластикии пайваस्तшуда иборат аст ва дарозии он бо s ифода мешавад. Ҳаҷми муайяни об дар он бо A нишон дода мешавад. Тибқи қонуни дуҷуми Нютон, шитоби маркази массаи ин моеъ ба қувваи умумие, ки ба он таъсир мекунад, мутаносиб аст. Барои моеъи идеалӣ, ин қувва асосан аз фишори дохилӣ ва таъсири майдони гравитатсионӣ ба вуҷуд меояд. Қувваи ҷозиба нисбат ба массаи элементи ҳаҷм ва шиддати майдон муайян карда мешавад.

Аз ин лиҳоз, метавон гуфт, ки

$$f_A \frac{dv}{dt} dm = f_A g dm - g_A p ds_A \quad (3.1)$$

Дар ин ҷой - массаи об бо ҳаҷми A .

Сатҳи ҳаҷми ҷудошуда, шиддати майдони ҷозиба (суръати афтиши озод);

p - фишори оби атрофи ҳаҷми A ;

$P_1 A$ – фишори зиёдотӣ,

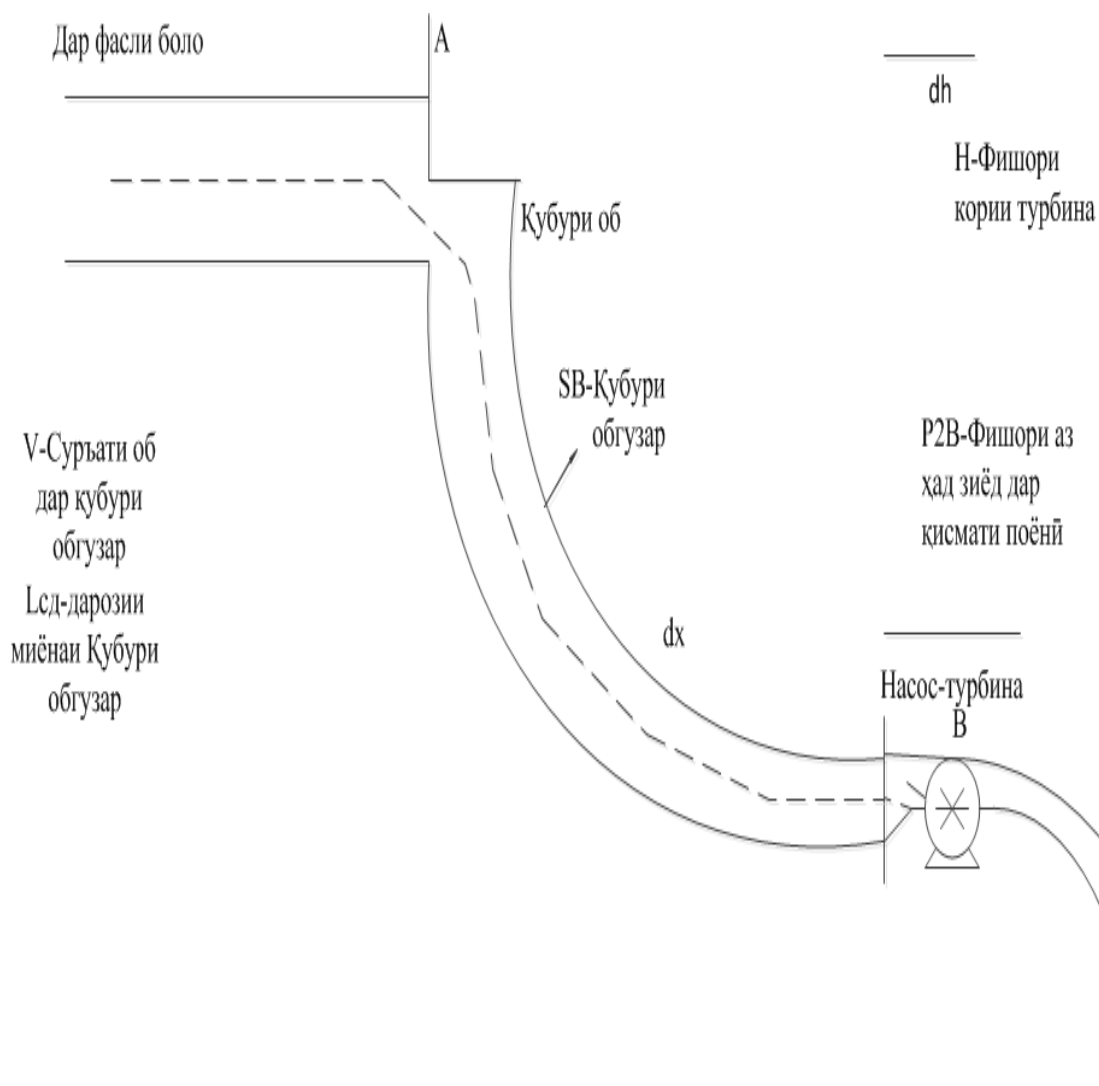
Ба ифодаи чунин адад гузашта мувофиқи формулаи Остроградский Гаусс аз интегралҳои сатҳӣ ба интегралҳои ҳаҷмӣ гузашта ва ба назар мегирем, ки $dm = \rho dA$, дар он ρ – зичии моеъ дар нуқтаи додашуда мебошад, ҳосил мекунем:

$$f_A \rho \frac{dv}{dt} dA = f_A \rho g dA - f_A \rho p dA \quad (3.2)$$

Бо сабаби ихтиёрӣ будани ҳаҷми A ва функцияҳои зеринтегралӣ дар

ифодаи (3.2) бояд дар ҳар нукта баробар бошанд:

$$\rho \frac{dv}{dt} = \rho g - dp \quad (3.3)$$



Расми 3.3 – Нақшаи шартии неругоҳи барқи обии хурди Октябр бо обгузари фишорӣ

Ҳосилаи dv/dt , ки дар формулаи (3.3) оварда шудааст, на танҳо тағйирёбии суръати моеъро дар нуктаи муайяни статикӣ дар ҳаҷми А нишон медиҳад, балки тағйироти суръати заррачаи муайяни моеъро дар ҳаҷми додашуда ифода мекунад. Аз ин p , барои тавсифи дурусттар бояд ҳосилаи dv/dt -ро тавассути бузургӣҳои ҳисоб кард, ки ба нуктаҳои статикӣ дар фазо тааллуқ доранд.

Мутобиқи принципи суперпозиция, тағйироти суръати заррачаи моеъ

дар муддати dt аз ду ҷузъ иборат аст: аввал, тағйироти суръат дар ҳамон нуктаи фаза дар вақти dt ; ва дуюм, фарқи суръат миёни ду нуктае, ки бо масофаи dr ҷудоанд ва заррача дар ин фосола ҳаракат мекунад.

Яке аз ин қисмҳо баробар аст ба:

$$\frac{dv}{dt}dt \quad (3.4)$$

Ки акнун ҳосилаи dv/dt дар фазои доимии x, y, z , т гирифта мешавад.

Қисми дуюми тағйирёбии суръат баробар аст ба:

$$dx \frac{dv}{dx} + dy \frac{dv}{dy} + dz \frac{dv}{dz} = (drd)v \quad (3.5)$$

Ҳамин тариқ, бо назардошти ифодаҳои (3.4) ва (3.5) тағйирёбии суръати dv бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$dv = \frac{dv}{dt}dt + (drd)v \quad (3.6)$$

Ҳарду тарафи баробарии (3.6) – ро ба dt тақсим карда, ҳосил мекунем:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dt} + (vd)v \quad (3.7)$$

Ифодаи (3.7) – ро ба ифодаи (3.3) гузошта ва баробарии ҳосилшударо ба r тақсим карда, ҳосил мекунем:

$$\frac{dv}{dt} + (vd)v = g - \frac{dp}{d} \quad (3.8)$$

Ифодаи (3.8) – ро бо dr , ҳангоми доимӣ будани зичии ρ интегронида, бо роҳи гирифтани интегралҳои мувофиқ байни нуктаҳои C ва D (ниг.расм. 1) чунин ҳосил мекунем:

$$f_D^C \frac{dv}{dt}dr + f_D^C \frac{dv}{dx} \cdot (vdx)dr = f_D^C gdr - f_D^C \frac{dp}{p}dx \quad (3.9)$$

Агар қабул кунем, ки қитъаи обгузари СД росткунҷа аст ва вектори dr ба вектори ягонаи ин қитъа мувофиқат мекунад, пас ҷараёни об дар обгузар якандоза хоҳад буд ва муодилаи (3.9) намуди зеринро мегирад:

$$f_D^c \frac{dv}{dt} dx + f_D^c \frac{dv}{dx} \cdot v dx = f_D^c g dx - f_D^c \frac{1}{p} \cdot \frac{dp}{dx} dx \quad (3.10)$$

Дар ифодаи (3.10) ҳудуди интегрониро кушода, dv – ро ҳосил мекунем:

$$\frac{dv}{dt} \cdot L + \frac{1}{2} \cdot (v_c^2 - v_D^2) = g \cdot \frac{H^2}{L} - \frac{1}{p} \cdot (p_c - p_D) \quad (3.11)$$

Агар ба назар гирем, ки $p_c = p_D$ дар дарозии ҷисман амалишавандаи обгузари L_{CD} бошад, пас ифодаи (3.11) бо чунин баробарӣ муайян карда мешавад:

$$\frac{dv}{dt} \cdot L + \frac{1}{2} \cdot (v_c^2 - v_D^2) - g \cdot \frac{H^2}{L} = 0 \quad (3.12)$$

Барои ифодаи (3.12) аломатҳои $v_c = v_{\text{баромад}}$ ворид карда ва ҳосил мекунем:

$$\frac{dv}{dt} \cdot L + \frac{1}{2} \cdot v_{\text{блх}}^2 - \frac{1}{2} v_D^2 - g \cdot \frac{H^2}{L} = 0 \quad (3.13)$$

Маълум аст, ки бузургии $v_{\text{баромад}}$ аз масоҳати S_B вобастагӣ дорад. Агар S_B бузургии танзимшаванда бошад, онгоҳ дар амалияи ҳисобии моделсозии равандҳо дар турбинаҳо коэффисиенти самаранокии кушодани обгузар $k_{\text{эф}}$ бо андозаи ворид карда мешавад. Барои обгузари масоҳаташ S_B :

$$k_{\text{эф}} = \frac{v}{v_{\text{блх}}} \cdot S_B \quad \text{онгоҳ} \quad v_{\text{блх}} = \frac{v}{k_{\text{эф}}} \cdot S_B \quad (3.14)$$

Ифодаи (3.13) – ро бо назардошти (3.14) барои ҳосилаи зерин менависем:

$$\frac{dv}{dt} = g \cdot \frac{H^2}{L^2} + \frac{1}{2 \cdot L} \cdot v_D^2 - \frac{1}{2 \cdot L} \cdot \left(\frac{S_B}{k_{\text{эф}}} \cdot v \right)^2 \quad (3.15)$$

Тавоноии сели турбинаи неругоҳи барқи обии хурд P_y , яъне қор дар воҳиди вақти моеъе, ки аз баландии H тавассути турбина мефарояд ва ба фишори қорӣ он мувофиқ аст, ба $\text{кг} \cdot \text{м}/\text{с}$ ҳисоб карда мешавад:

$$P_T = H \cdot Q \cdot \rho \quad (3.16)$$

Қисми чап ва ростӣ ифодаи (3.16) – ро ба g зарб мезанем:

$$P_T \cdot g = g \cdot H \cdot Q \cdot \rho \quad (3.17)$$

Ифодаи (3.13) – ро истифода бурда, $g \cdot H$ – ро барои речаи барқароршаванда муайян мекунем:

$$g \cdot H = \frac{L}{H} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot v_{\text{блх}}^2 - \frac{1}{2} \cdot v_D^2 \right) \quad (3.18)$$

Ифодаи (3.17)–ро бо назардошти (3.18) ва (3.14), ва инчунин таносуби $Q = S_B \cdot v_{\text{баромади}}$ табдил медиҳем:

$$P_T \cdot g = \frac{L}{H} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot v_{\text{блх}}^2 - \frac{1}{2} \cdot v_D^2 \right) \cdot s_{\text{с}} \cdot v_{\text{блх}} \cdot \rho = \frac{L}{2 \cdot H} \cdot \left[\left(\frac{s_{\text{с}}}{k_{\text{эф}}} \cdot v \right)^2 - v_D^2 \right] \cdot s_{\text{с}} \cdot \left(\frac{s_{\text{с}}}{k_{\text{эф}}} \cdot v \right) \cdot \rho$$

ё ин ки:

$$P_T = \frac{\rho \cdot L}{2g \cdot H} \cdot \left[\left(\frac{s_{\text{с}}}{k_{\text{эф}}} \cdot v \right)^2 - v_D^2 \right] \cdot s_{\text{с}} \cdot \left(\frac{s_{\text{с}}}{k_{\text{эф}}} \cdot v \right) \quad (3.19)$$

Тағйирёбандаҳои иловагии $x = v$, $u = \frac{k_{\text{эф}}}{s_{\text{с}}}$, $y = P_T$ –ро ворид

мекунем.

Бо назардошти тағйирёбандаҳои воридшуда, муодилаҳои (3.15) ва (3.19)–ро ба як системаи шакли стандартӣ якҷоя мекунем:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= g \cdot \frac{H^2}{L^2} + \frac{1}{2 \cdot L} \cdot v_D^2 - x^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot L \cdot u^2} \\ y &= \frac{p \cdot L}{2g \cdot H} \cdot \left(x^2 \cdot \frac{1}{u^2} - v_D^2 \right) \cdot s_{\text{с}} \cdot x \cdot \frac{1}{u} \end{aligned} \quad (3.20)$$

Қимати рақамии тавоноии турбина, ки дар асоси муодилаи дуюми система (3.20) бадаст омадааст, дар воҳиди $[кг \cdot м/с]$ ифода меёбад. Барои муайян намудани моментҳои марбут ба турбина ва генератор дар мувозинати механикӣ, метавон аз тавоноии маълум ва суръати гардиш истифода бурда, ҳисобро бо равишҳои зерин анҷом дод:

$$M [H \cdot m] = \frac{9,549 \cdot P [Bm]}{n_T [сек^{-1}]} \quad (3.21)$$

Аз муодилаи (3.21) дида мешавад, ки тавоноии ба муодилаи додашуда дохил аст, бояд андозаи $[P] = Вт$ – ро дошта бошад. Таносуби зеринро истифода бурда:

$$P \left[\frac{кг \cdot м}{сек} \right] = P \cdot \frac{g}{1000} [кг \cdot м] = P \cdot g [Bm] \quad (3.22)$$

Муодилаи тавоноӣ барои воҳиди ченкунии $[Вт]$ дар системаи (3.20) шакли зеринро мегирад:

$$y [Bm] = \frac{\rho \cdot L}{2 \cdot H} \cdot (x^2 \cdot \frac{1}{u^2} - v_D^2) \cdot s_\theta \cdot x \cdot \frac{1}{u} \quad (3.23)$$

Барои ёфтани суръати гардиши турбина $n_T [сек^{-1}]$ таносуби зеринро истифода мебарем

$$n_T = \frac{k_T \cdot E^{3/4}}{\sqrt{Q_T}} \quad (3.24)$$

Дар инҷо E – энергияи нисбии гидравликии турбина, $Дж/кг$; k_T – зароби тезҳаракатии турбина; коэффисиенти тезҳаракатии турбина бо истифода аз формулаи таҷрибавии зерин ҳисоб карда мешавад:

$Q_T = Q = S \cdot v_{баромад}$ – сарфаи турбина.

$$k_T = \frac{2,294}{H_T^{0,486}} \quad (3.25)$$

Дар инҷо $H_T = H \cdot \eta_{\Gamma T}$ – фишори соф, м; $\eta_{\Gamma T}$ – ККФ – и гидравликии турбина.

Ифодаи (3.18) – ро ба назар гирифта ифодаи (3.25) – ро муайян мекунем:

$$k_T = \frac{2,294}{H_T^{0,486}} = \frac{2,294}{(H \cdot \eta_{\Gamma T})^{0,486}} = \frac{2,294}{\left(\sqrt{\frac{L \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot v_{\text{блх}}^2 - \frac{1}{2} \cdot v_D^2 \right)}{g}} \cdot \eta_{\Gamma T} \right)^{0,486}} \quad (3.26)$$

Энергияи нисбии E бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$E = H_T \cdot g = H \cdot \eta_{\Gamma T} \cdot g \quad (3.27)$$

Дар натиҷа, бо назардошти формулаҳои (3.26) ва (3.27), ифодаи (3.24) шаклизеринро мегирад:

$$n_T = \frac{\frac{2,294}{H_T^{0,486}} \cdot (H_T \cdot g)^{0,75}}{\sqrt{Q_T}} = \frac{2,294 \cdot g^{0,75} \cdot H_T^{0,264}}{\sqrt{Q_T}} = \frac{12,716 \cdot (H \cdot \eta_{\Gamma T})^{0,264}}{\sqrt{s_{\text{с}} \cdot v}} \quad (3.28)$$

Ҳангоми кори неругоҳи барқи обии хурд дар ҳолати тавоноии устувор, зарурати истифодаи танзимгари гидравликӣ аз байн меравад. Дар натиҷа, эҳтиёҷ ба таҷҳизоти басту танзим низ баргараф мебардад. Илова бар ин, дар чунин шароит, таъсири хусусиятҳои гидравликии обқабулкунандаи фишордор, насоси ҷаъолшуда дар речаи турбина ва кубурҳои арматурӣ, ки бидуни танзимгар амал мекунанд, аҳамияти худро гум мекунанд, зеро вазифаи танзими тавоноӣ ба таври худкор ҳал мебардад [14]. Коэффициенти коэффициенти кори гидравликии турбина (ККФ) ба формулаи зерин баробар аст:

$$\eta_{\Gamma T} = \eta_{\Gamma} \cdot \eta_{OB} \cdot \eta_m, \quad (3.29)$$

Дар инҷо η_{Γ} – ККФ–и гидравликӣ, η_{OB} – ККФ–и ҳаҷмдор, η_m – ККФ–и механикӣ.

ККФ – и гидравликӣ.

$$\eta_{\Gamma} = 1 - \frac{0,42}{(1gD_{\text{ПР}} - 0,172)^2} \quad (3.30)$$

Дар инҷо $D_{\text{ПР}} = (4 \div 4,5) \cdot 10^3 \sqrt{\frac{Q}{n_T}}$ – диаметри чархи овардашуда, (мм)

ККФ – и ҳаҷмдор ва ККФ – и дохилии механикӣ дар наздикшавии аввал метавонанд чунин муайян карда шаванд:

$$\eta_{об} = \frac{1}{1 + \frac{0,68}{k_T^{2/3}}} \quad (3.31) \quad \eta_{м} = \frac{1}{1 + \frac{35}{k_T^{1,3}}} \quad (3.32)$$

Ифодаи (3.29) – ро бо назардошти (3.30) – (3.32) муайян мекунем ва ҳосил мекунем:

$$\eta_{\Gamma T} = \left(1 - \frac{0,42}{(1gD_{\text{ПР}} - 0,172)^2}\right) \cdot \left(\frac{1}{1 + \frac{0,68}{k_T^{2/3}}}\right) \cdot \left(\frac{1}{1 + \frac{35}{k_T^{1,3}}}\right) \quad (3.33)$$

Ифодаи (3.26) ва (3.33) – ро истифода бурда, муодилаи тартиб медиҳем:

$$s = \text{RootOf } 3680_z^{\frac{243}{250}} \left[\left[H_z^{\frac{1967}{1000}} \left[62500 \ln \left[4000 \left(\frac{Q}{nT} \right)^{1/3} \right] \right. \right. \right. \\ \left. \left. - 21500 \ln \left(4000 \left(\frac{Q}{nT} \right)^{1/3} \right) \right] \ln(10) - 24401 \ln(10)^2 / \right. \\ \left. \left(\left(250 \ln \left(4000 \left(\frac{Q}{nT} \right)^{1/3} \right) - 43 \ln(10) \right)^2 \left(25_z^{\frac{667}{1000} + 17} \right) \left(-z^{13/10} + 35 \right)^{\frac{240}{500}} \right) \right] 1147$$

Муодилаи нишондодашударо нисбати тағйирёбандаи $\chi = k_T$ ҳал мекунем:

$$s := \text{RootOf } 3680_Z^{\frac{243}{250}} \left[\left(\left(H_Z^{\frac{1967}{1000}} \left(62500 \ln \left(4000 \left(\frac{Q}{nT} \right)^{1/3} \right)^2 \right. \right. \right. \right. \\ \left. \left. - 21500 \ln \left(4000 \left(\frac{Q}{nT} \right)^{1/3} \right) \ln(10) - 24401 \ln(10)^2 \right) \right) \right)^{\frac{243}{500}} \\ \left(\left(250 \ln \left(4000 \left(\frac{Q}{nT} \right)^{1/3} \right) - 43 \ln(10) \right)^2 \left(25_Z^{\frac{667}{1000} + 17} \right) \left(-Z^{13/10} + 35 \right) \right) \right)^{1147}$$

Пайдошавии функсияи RootOf дар ифодаи барои $s(k_T)$ маънои онро дорад, ки решаҳои ифодаи додашударо ба решаи радикалӣ ифода кардан мумкин нест. Дар натиҷа ҳали универсалӣ аз рӯи тағйирёбандаи Z ҷустуҷӯ карда мешавад. Бо назардошти он ки суръати гардиши турбина ҳангоми танзимнамоии сарборӣ (балластӣ) начандон тағйир меёбад (дар ҳудудҳои лағжиши генератори асинхронии экраниронишуда), бузургии k_T – ро барои тавоноии номиналии турбина, ки дар ифодаи дар боло овардашуда барои истифода шудааст, муайян кардан мумкин аст. Суръатигардиши турбина n_T – ро баробар ба суръати гардиши номиналии генератор $n_{\text{ном.ЭАГ}}$, яъне $nT_{\text{ном.ЭАГ}}$ қабул мекунем.

Фарз мекунем, ки $n_{\text{ном.ЭАГ}} = 1420 \text{ об/мин} = 148,6 \text{ с}^{-1}$; $H=6,8\text{м}$; $D_B=0,15\text{м}$; суръати дарё v_D ба D (расми 1) ба $v_D = 1,4 \text{ м/с}$; $L=100\text{м}$ баробар аст [2].

Ифодаи (3.18)–ро истифода бурда, суръати об дар баромади обгузарро муайян менамоем.

$$v_{\text{блх}} = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H^2}{L}} + v_D^2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 6,8^2}{100}} + 1,4^2 = 3,32 \text{ м/сек}$$

(3.34)

Суръати $v_{\text{БЛХ}} = 3,32 \text{ м/с}$ ба кубури обгузари пурра кушода мувофиқ аст:

$$u=1 \Rightarrow k_{\text{эф}} = S_B = \pi \cdot D_B^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,15^2 / 4 = 0,01766 \text{ м}^2$$

(3.35)

Бигзор $u = 0,32$, яъне $k_{\text{эф}} = 0,32 \cdot S_B$. Бо назардошти (3.14) суръати обро дар баромади кубури обгузар муайян мекунем:

$$v = \chi = \frac{v_{\text{БЛХ}} \cdot k_{\text{эф}}}{S_B} = \frac{v_{\text{БЛХ}} \cdot 0,32 \cdot S_B}{S_B} = 0,32 \cdot 3,32 = 1,0624 \text{ м/с}$$

(3.36)

(масрафшавии об) Q – ро меёбем:

$$Q = S_B \cdot v = 0,01766 \cdot 1,0624 = 0,018762 \text{ м}^3/\text{с}$$

(3.37)

Барои қиматҳои додашудаи $n_{\text{ном.ЭАГ}} = 1420 \text{ об/мин} = 148,6 \text{ с}^{-1}$, $H=6,8 \text{ м}$ ва

$Q = 0,018762 \text{ м}^3/\text{с}$ ҳисобшуда, бузургии k_T –ро ҳисоб мекунем:

$$kT = \text{Rootf} \left(9342.156755 \cdot Z^{\frac{243}{250}} \left(- \left((1.75672250410^6 + 1.13985611610^5 \ln(10) \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. + 24401 \cdot \ln(10)^2 \cdot Z^{\frac{1967}{1000}} / (-Z^{13/10} + 35.) \left(25 \cdot Z^{\frac{667}{1000}} + 17. \right) (-1325.414088 \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. + 43 \ln(10)^2 \cdot Z^{\frac{243}{500}} \right) - 1147 \right) \right) \\ \text{evalf}(\%) k_T = 0.9681845119 \quad (3.38)$$

Ифодаи (3.26) – ро истифода бурда, ҳосили зарби $H \cdot \eta_{\text{ГТ}}$ бо назардошти

(3.37) муайян мекунем:

$$H \cdot \eta_{\text{ГТ}} = \left(\frac{2,294}{k_T} \right)^{2,0576} = \left(\frac{2,294}{0,9682} \right)^{2,0576} = 5,9 \quad (3.39)$$

Суръати гардиши турбина аз рӯи ифодаҳои (3.28) ва (3.38) баробар аст ба:

$$n_T = \frac{12,716 \cdot (H \cdot \eta_{\text{ГТ}})^{0,264}}{\sqrt{S_B \cdot V}} = \frac{12,716 \cdot (5,9)^{0,264}}{\sqrt{0,01766 \cdot 1,0624}} = 148,5 \text{ сек}^{-1} = 1419 \text{ об / мин}$$

Мувофиқи ифодаи (3.23) тавоноии турбинаро ҳосил мекунем:

$$P_T = \frac{\rho \cdot L}{2 \cdot H} \cdot \left(x^2 \cdot \frac{1}{u^2} - v_D^2 \right) \cdot S_B \cdot x \cdot \frac{1}{u} = \\ = \frac{998 \cdot 100}{2 \cdot 6,8} \cdot \left(\left(\frac{1,0624}{0,32} \right)^2 - 1,4^2 \right) \cdot 0,01766 \cdot \frac{1,0624}{0,32} = 3899 \text{ Вт} \approx 3,9 \text{ кВт}$$

Моделҳои ҳисоббарории таҳияшуда шароити фароҳам меорад, то ки робитаи байни сарфи об ва нишондиҳандаҳои асосии турбина, аз ҷумла суръати гардиш ва иқтидори истеҳсоли, муайян карда шавад. Ин модел бо истифода аз маълумоти гидрологии маҳал, аз қабili сарфи миёна, фишори мавҷуда, амплитудҳои тағйирёбии чараён ва хусусиятҳои мавсимии дарё таҳия

шудааст.

Хулосаҳо оиди боби сеюм

1. Интихоби генератори синхронӣ бо магнитҳои доимӣ сатҳи эътимоднокии кори неругоҳи барқи обии хурдро ба таври қобили мулоҳиза баланд мебардорад, зеро бартарафсозии тамосҳои ҳалқагӣ талаботи хизматрасонию давриро коҳиш медиҳад.

2. Алгоритме, ки барои муайян намудани коэффисиенти тезгардонию турбина ва модели қисмати гидравликию агрегат пешниҳод шудааст, бо тақвияти маълумоти таҷрибавӣ ва усулҳои таҳлили шумораҳои ҷараён тарҳрезӣ шудааст. Ин алгоритм имкон медиҳад, ки натиҷаҳои ҳисобшудаи параметрҳои асосии гидродинамикӣ, аз қобили фишор, сарфи об, ва шиддати ҷараёни барқӣ ба қимматҳои бадастомадаи таҷрибавӣ наздик шаванд. Аз ин ҳисоб, натиҷаҳои моделсозӣ бо вазъияти воқеии кори агрегат мутобиқ гардонидани мешаванд, ки ин барои таҳлили муфассали устуворӣ, эътимоднокӣ ва самаранокии система аҳамияти калидӣ дорад. Дақиқ шудани ин параметрҳо асоси муҳими баланд бардоштани дурустии пешгӯии рафтори гидроагрегат дар шароити кори тағйирёбанда мебошад.

3. Дар ҳолате, ки агрегат дар речаи кори устувор бо иқтидори доимӣ фаъолият мекунад, ниёз ба истифодаи унсурҳои мураккаби идоракунии, аз ҷумла танзимгари гидравликӣ, арматураи идорашавандаи кубурӣ ва муҳаррикҳои баръаксгардонидани насос, коҳиш меёбад ё комилан аз байн меравад. Сабаб дар он аст, ки ҳамаи параметрҳои кори гидроагрегат дар ҳолати мутавозин қарор доранд ва зарурати пайвасти тағйир додани ҳолати танзимкунандаҳо вуҷуд надорад. Аз ин ҷост, ки дар чунин шароит система дар шакли содатар, бо шумораи ками унсурҳои фаъол идора мешавад.

4. Методологияи интихоби турбина бо дарназардошти параметрҳои гидравликӣ ва динамикии насосҳои марказгурез, ки дар ин боб тавсиф

шудааст, метавонад ҳамчун асос барои тарҳрезӣ ва оптималии дигар неругоҳҳои барқи обии хурд дар шароити Тоҷикистон истифода шавад.

БОБИ 4. ХУСУСИЯТҲОИ ЛОИҲАКАШӢ ВА СОХТМОНИ НЕРУГОҲҲОИ БАРҚИ ОБИИ ХУРД ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

4.1. Принципиҳои асосии лоиҳакашии неругоҳи барқи обии хурд

Лоиҳакашии неругоҳи хурди барқи обӣ (НБО—и хурд) раванди мураккаб ва бисёрсоҳа мебошад, ки марҳилаҳои ба ҳам пайваست ва вобастаро дар бар мегирад. Ҳар як марҳилаи он ба самаранокии ниҳой ва устувории кори иншоот таъсири амиқ мерасонад. Дар адабиёти илмӣ ва таҷрибаи амалии сохтмони НБО, ҷанбаҳои калидӣ ҷудо карда мешаванд, ки таҳлили амиқ ва муносибати ҳаматарафаро талаб мекунанд.

Яке аз марҳилаҳои аввали муҳим интихоби макони ҷойгиршавии неругоҳ мебошад. Дар ин марҳила ба шароити гидрологии минтақа, аз ҷумла омӯзиши харҷи миёнаи солона ва мавсимии об, эҳтимоли обхезӣ ва дигар падидаҳои шадиди табиӣ, диққати махсус дода мешавад. Ҳамзамон, ҷанбаҳои экологӣ ва иҷтимоӣ, аз ҷумла таъсир ба экосистемаҳои маҳаллӣ, дастрасии техникӣ, рушди инфрасохтори муҳандисиву нақлиётӣ, ва эҳтимоли кӯчонидани аҳоли низ ба назар гирифта мешаванд.

Тадқиқоти гидрологӣ асоси муҳими қисми техникийи лоиҳа мебошад. Ҷамъоварӣ ва таҳлили маълумоти таърихӣ, истифодаи моделҳои муосири гидрологӣ ва ташкили системаи мониторинги доимӣ имкон медиҳад, ки захираҳои об ва динамикаи онҳо боэътимод арзёбӣ карда шуда, мутобиқати кори НБО ба шароити тағйирёбандаи муҳити зист таъмин карда шавад.

Лоиҳакашии унсурҳои конструктивии НБО таҳияи иншооти гидротехникӣ (плотинаҳо, обпартоҳо, обқабулқунандаҳо) ва қисмҳои электротехникӣ (генераторҳо, трансформаторҳо ва таҷҳизоти тақсимқунанда)

дар бар мегирад. Таъмини инфрасохторӣ, аз ҷумла роҳҳо, биноҳои хизматрасонӣ ва шабакаҳои коммуникатсионӣ, барои истифодабарии самараноки неругоҳ шароит фароҳам меорад.

Арзёбии иқтисодии лоиҳа имкон медиҳад, ки мақсаднокии молиявии он бо дарназардошти хароҷоти сармоягузорӣ ва истифодабарӣ, инчунин даромад аз фурӯши неруи барқӣ тавлидшуда муайян карда шавад. Таҳлили ҳамаҷонибаи иқтисодӣ барои ҷалби сармоягузoron ва таъмини бозгашти сармоя зарур мебошад.

Ҳисобҳои техникий лоиҳа бояд параметрҳои гидравликӣ (напор, харчи об, иқтидор), борҳои механикӣ ва нишондиҳандаҳои самаранокии энергетикиро фаро гиранд. Ҳамчунин, самаранокии умумии НБО тавассути коэффитсиенти амали фойданок ва ҳаҷми барқӣ истехсолшуда арзёбӣ карда мешавад.

Лоиҳакашии системаҳои автоматикунонии идоракунии ва мониторинг ба таъмини амнияти техникӣ ва самаранокии кор равона гардида, вокуниши саривақтиро ба ҳодисаҳои ғайричашиддошт таъмин менамояд.

Арзёбии оқибатҳои экологӣ ва таҳияи чораҳои кам кардани таъсири манфӣ ҷузъи ҷудонашавандаи лоиҳакашии муосири НБО мебошад. Мониторинги ҳолати муҳити зист ва амалисозии барномаҳои барқарорсозӣ барои мутобиқсозии фаъолияти НБО ба муҳити зист мусоидат мекунад.

Марҳилаи ниҳоии лоиҳакашӣ таҳияи ҳуҷҷатҳои техникий муфассал мебошад, ки нақшаҳо, тавсифи таҷҳизот ва маводҳо, ҳисоботҳои таҳқиқотӣ ва ҳисобу китобҳоро дар бар мегирад. Ин ҳуҷҷатҳо асос барои гирифтани иҷозатномаҳо ва оғози корҳои сохтмонӣ мебошанд.

Лоиҳакашии схемаи ташкили нақшавии қитъаи замин ҷузъи муҳим ва ҳатмии лоиҳакашии НБО ба шумор меравад. Ин схема ҷойгиркунии оқилонаи тамоми иншооти гидротехникӣ ва инфрасохториро дар заминаи релеф ва шароити маҳаллӣ таъмин намуда, таъсири муҳити зистро ба назар мегирад.

Пас аз интихоби қитъаи замин, иҷрои аксбардории топографӣ барои таҳияи харитаҳои асосии нақшавӣ зарур мебошад. Дар ин замина:

- чойгиркунии иншооти гидротехникӣ (сарбанди об, дамба, обқабулқунанда);

- чойгиркунии биноҳо ва зеристгоҳҳои электротехникӣ;
- ташкил ва тарҳрезии роҳҳои воридотӣ ва дохилӣ;
- пешбини майдончаҳо барои анбор ва логистика;
- минтақаҳои муҳофизати муҳити зист ва кам кардани таъсири манфӣ баррасӣ карда мешаванд.

Ҳангоми таҳияи ин схема талаботи ҳуҷҷатҳои меъёрӣ ва қонунгузори амалқунанда оид ба сохтмон ва экология ҳатман риоя мешаванд. Арзёбии таъсири муҳити зист ва гузаронидани муҳокимаҳои ҷамъиятӣ бо иштироки аҳолии маҳаллӣ ҷузъи муҳим дар марҳилаи лоиҳакашӣ мебошанд, ки ба шаффофияти раванд ва коҳиши хатарҳои иҷтимоӣ мусоидат мекунанд.

Баъд аз анҷоми лоиҳакашӣ, корҳои сохтмонӣ оғоз меёбанд, ки ба тайёрсозии замин, бунёди иншоот, насби таҷҳизоти барқӣ ва гузаронидани озмоишҳои техникӣ марбутанд. Дар давраи истифода, назорат ва нигоҳдории мунтазам, мониторинги ҳолати таҷҳизот ва арзёбии самаранокии фаъолият таъмин карда мешавад.

Ҳамин тавр, лоиҳакашии НБО–и хурд таҳлили ҷамаҷонибаи ҷанбаҳои техникӣ, иқтисодӣ, экологӣ ва иҷтимоиро талаб менамояд, ки дар натиҷа имкони татбиқи босамар ва устувори лоиҳа фароҳам мегардад ва саҳми муҳим дар таъминоти неруи барқ ва рушди устувори энергетикаи кишвар мегузорад.



Расми 4.1 – Намуди зохирии неругоҳи барқи обии хурд

4.2. Ҳалли конструктивӣ ҳангоми лоиҳакашии неругоҳи барқи обии хурд

Лоиҳакашии нерӯгоҳи хурди барқи обӣ (НХБО) раванди мураккаб ва серсамт мебошад, ки таҳлили дақиқи шароити табиӣ, параметрҳои техникӣ, талаботи экологӣ ва ҷанбаҳои иқтисодию иҷтимоиро талаб мекунад. Ин раванд аз марҳилаи интихоби навъи истгоҳ оғоз мегардад, ки метавонад бо ҷараёни рӯст, ҷамъоварӣ ё гардишӣ бошад. Ин қарор хусусиятҳои сохтории тамоми низомро муайян менамояд ва ба тарҳи минбаъдаи иншооти гидротехникӣ таъсири мустақим мерасонад.

Таҳлили параметрҳои гидравликӣ барои муайян кардани миқдори оби мавҷуда ва фишори он зарур буда, асоси интихоби навъи турбина ва генераторро ташкил медиҳад. Навъи таҷҳизот аз қабili турбинаҳои Пелтон, Фрэнсис ва Каплан бо назардошти баландии афтидани об ва ҳаҷми ҷараёни он интихоб мегардад. Генераторҳо бояд табдили самаранокро устувори энергияи механикиро ба энергияи барқӣ таъмин намоянд.

Лоиҳакашии таҷҳизот бояд бо риояи талаботи коршоямӣ ва эътимоднокии анҷом дода шавад. Илова бар ин, системаҳои муосири автоматикунонидашудаи идоракунии имкон медиҳанд, ки кори стансия

самаранок ва бе даҳолати доимии инсон амалӣ гардад. Ин системаҳо барои таъмини фаъолияти устувор ва назорати муттасил аз рӯйи речаҳои муқарраршуда хизмат мекунанд.

Дар баробари ин, қарорҳои конструктивӣ танҳо маҳдуд ба сарбанду канал нестанд, балки биноҳои таҷҳизотӣ, системаҳои обкашӣ ва инфрасохтори ҳамгироии энергияи барқиро низ дар бар мегиранд. Маводҳои сохтмонӣ бояд ба таъсири муҳити зист ва об тобовар бошанд, то устувории дарозмуддати иншоотро таъмин намоянд.

Илова ба ҷанбаҳои техникӣ, талаботи муҳити зист бояд ҷиддан ба назар гирифта шавад. Лоиха бояд таъсири худро ба экосистема, аз ҷумла ба муҳочирати моҳӣ ва сифати об, ба ҳадди ақал расонад. Андешидани тадбирҳо ҷиҳати ҳифзи гуногунии биологӣ ва таъмини мониторинги доимии муҳити зист дар ҳама марҳилаҳои лоихакашӣ ва истифода шартӣ ҳатмист.

Ҷойгиркунии самаранокҳои НХБО бояд бар асоси омӯзиши муфассали хусусиятҳои топографии минтақа ва таҳлили маълумоти гидрологӣ анҷом дода шавад. Омӯзиши захираҳои обӣ, таҳлили хатари обхезӣ ва дастрасии минтақа барои қорҳои сохтмонӣ, инчунин арзёбии таъсири эҳтимолӣ ба муҳити зист ва аҳолии маҳаллӣ барои интиҳоби ҷойи мувофиқ аҳамияти муҳим доранд.

Моделсозии гидравликӣ бо истифода аз маълумоти иқлимӣ ва речаи обкашӣ имкон медиҳад, ки қоркарди системаҳои ҷараён ва тақсимои об бо самаранокҳои баланд амалӣ гардад. Ин таҳлилҳо асоси илмӣ интиҳоби таҷҳизоти гидравликӣ ва электрониро фароҳам меоранд.

Лоихакашии молиявӣ, аз ҷумла арзёбии хароҷоти сохтмон ва истифода, таҳлили самаранокҳои иқтисодӣ ва нишондиҳандаҳои бозгашти сармоя, ҷиҳати ҷалби сармоягузoron ва шарикони молиявӣ аҳамияти ҳалкунанда дорад. Омодаҳои моделҳои оқилонаи иқтисодӣ, ки таъсири иҷтимоии мусбатро низ дарбар мегиранд аз ҷумла эҷоди ҷойҳои қорӣ ва рушди инфрасохтори маҳаллӣ метавонад татбиқи лоихаро осонтар намояд.

Чанбаҳои ҳуқуқӣ ва танзимии лоиҳакашии НХБО аз чанбаҳои техникую иқтисодӣ чудо нестанд. Риояи қоидаҳои стандартҳои миллии беҳатарӣ, иҷозатномаҳои экологӣ ва дигар санадҳои меъёрии амалкунандаи давлатӣ шартӣ ҳатмӣ татбиқи лоиҳа мебошад. Муоширати самаранок бо мақомоти маҳаллӣ ва ҷалби ҷомеа ба баррасии лоиҳа низ барои кам кардани хатарҳои низоъ ва баланд бардоштани сатҳи дастгирии иҷтимоӣ муҳим аст.

Дар маҷмӯъ, лоиҳакашии нерӯгоҳи хурди барқи обӣ раванди байнисоҳавӣ ҳамоҳангшуда мебошад, ки ба ҳамгироии самтҳои муҳандисӣ, экология, иқтисодиёт ва иҷтимоӣ таъя мекунад. Равиши ҳамачониба ба имконияти таъсиси як низоми устувор, самаранок ва аз лиҳози экологӣ тоза мусоидат менамояд, ки метавонад дар таъмини энергияи барқароршавандаи минтақа ва рушди он саҳми назаррас гузорад.



Расми 4.2 – Иншооти гидротехникии навъи дарғотӣ дар нерӯгоҳи барқи обии хурд НБОХ

4.3. Хусусиятҳои техникӣ, экологӣ, гидрологӣ ва беҳатарии ҳифзи муҳити зист ҳангоми лоиҳакашии нерӯгоҳи барқи обии хурд

Лоиҳакашии нерӯгоҳи хурди барқи обӣ (НХБО) як раванди бисёрқадам ва технологӣ мебошад, ки ба таҳлили ҳамаҷонибаи омилҳои гидрологӣ, геологӣ, экологӣ ва иқтисодӣ асос меёбад. Қарорҳои технологие, ки дар ҳар марҳилаи лоиҳакашӣ ва татбиқи он қабул карда мешаванд, бевосита ба самаранокӣ, эътимодноки ва устувории кори нерӯгоҳ, инчунин ба коҳиши таъсири манфӣ ба муҳити зист таъсир мерасонанд.

Марҳилаи калидии лоиҳакашӣ таҳқиқоти пешакӣ мебошад, ки омӯзиши муфассали ҷойҳои эҳтимолии сохтмонро бо назардошти маълумоти гидрологӣ, захираҳои обӣ ва арзёбии таъсир ба экосистема дар бар мегирад. Фаҳмиши амиқи тағйирёбии мавсимии ҷараёни об, хусусиятҳои геологӣ ва шароити иҷтимоӣ имконият фароҳам меорад, ки маълумоти ибтидоии боэътимод барои таҳияи қарорҳои техникӣ ҷамъоварӣ шавад.

Лоиҳакашии техникий НХБО интихоби намуди стансия (ҷараёнӣ, ҷамъоварӣ ё омехта) ва таҳияи иншооти гидротехникӣ, аз ҷумла сарбандҳо, каналҳо ва обпартоҳоро дар бар мегирад. Қарорҳои конструктивӣ бояд устуворӣ ва эътимоднокии истифодаи дарозмуддатро дар шароити табиӣ ва гидрологии маҳал таъмин намоянд.

Интихоби таҷҳизот дар асоси ҳисобҳои гидравликӣ, ки ҷараён, фишор ва иқтидори истифодаи обро дар бар мегиранд, амалӣ карда мешавад. Турбинаҳои навъи Каплан, Фрэнсис ва Пелтон вобаста ба шароити маҳал интихоб мешаванд, дар ҳоле ки генераторҳо мувофиқи иқтидори ҳисобшуда бояд табдили устувори энергияи механикиро ба барқӣ таъмин намоянд. Ҷорӣ кардани системаҳои автоматикунонии идоракунии ва мониторинги пайваста имкон медиҳад, ки кори устувори нерӯгоҳ таъмин гардад.

Ба ҷанбаҳои экологӣ диққати махсус дода мешавад. Арзёбии таъсир ба муҳити зист, таҳияи ҷорабиниҳо барои ҳифзи захираҳои табиӣ ва барқарорсозии экосистемаҳо, инчунин ҳамкорӣ бо ҷомеаҳои маҳаллӣ ва ташкилотҳои муҳити зист барои кам кардани хатарҳои иҷтимоӣ ва баланд бардоштани дастгирии лоиҳа муҳиманд.

Дар марҳилаи сохтмон, истифодаи маводҳои устувор ва экологӣ тоза, ҳамчунин технологияҳои модуль барои кӯтоҳ кардани муҳлати корҳои сохтмонӣ ва коҳиши хароҷот аҳамияти калидӣ доранд. Назорати сифат ва риояи талаботи техникаю экологӣ шартҳои татбиқи муваффақи лоиҳа ба ҳисоб меравад.

Таҳлили молиявӣ арзёбии муфассали хароҷоти сармоягузорӣ ва истифодабарӣ, пешбинии даромадҳо ва стратегияи ҷалби сармоягузориҳо дар бар мегирад. Иҷрои банақшагирии босалоҳият метавонад устувории молиявии тамоми давраи ҳаёти лоиҳаро таъмин намояд.

Пас аз ба истифода додани нерӯҳо, ташкил ва татбиқи низоми мониторинги ҳолати техникӣ ва экологӣ, таъмири хидматрасонии мунтазам ва омӯзиши кадрҳо барои таъмини фаъолияти беҳатар ва самараноки НХБО зарур аст. Ҳамин тавр, лоиҳакашии НХБО ҳамчун раванди мураккаби байнисоҳавӣ бояд на танҳо ба беҳсозии параметрҳои техникӣ, балки ба нигоҳдории тавозуни экологӣ ва самаранокии иқтисодӣ равона карда шавад. Иҷрои мукаммали ҳамаи марҳилаҳо аз таҳқиқоти ибтидоӣ то сохтмон ва истифодабарӣ имкон медиҳад, ки манбаи бозғамӣ ва устувори энергияи барқароршаванда таъсис дода шавад.

Ҷанбаҳои муҳити зист дар лоиҳакашии НХБО

Лоиҳакашии НХБО бевосита бо маҷмӯи тадбирҳо оид ба ҳифзи муҳити зист алоқаманд мебошад, ки ҳадафи он коҳиши таъсири манфӣ ба экосистемаҳо ва мусоидат ба рушди устувори минтақавӣ мебошад. Нерӯгоҳҳои хурди барқи обӣ, бо сабаби андозаи хурд ва дараҷаи пасти таъсиррасонӣ, метавонанд воситаи самараноки истеҳсоли нерӯи тоза бошанд.

Тадбирҳои асосии экологӣ ҳангоми лоиҳакашӣ ва татбиқи НХБО иборатанд аз:

1. Арзёбии захираҳои обӣ ва экосистемаҳо таҳлили ҳолати обанбор, ҷараёни об, тағйироти мавсимӣ ва гуногунии биологӣ, ки барои муайян кардани минтақаҳои ҳассос ва ҳифзи табиати онҳо зарур аст;

2. Гузаронидани экспертиза ва мониторинги экологӣ баҳогузори таъсири эҳтимолии лоиҳа ба муҳити зист ва насби системаҳои мониторинг барои назорати пайваста ва вокуниши саривақтӣ ба тағйироти муҳити атроф;

3. Чораҳои коҳиши таъсири манфӣ пешгирии эрозияи соҳил, ҳифзи роҳҳои муҳочирати моҳӣ (насиби иншооти моҳӣгузар), ва истифодаи технологияи беосеб;

4. Ҳамкории иҷтимоӣ ҷалби ҷомеаҳои маҳаллӣ ва ташкилотҳои экологӣ дар раванди қабули қарорҳо ва таъмини шаффофияти лоиҳа;

5. Интиҳоби технологияи экологӣ тоза интиҳоб ва истифодаи таҷҳизоти ба муҳити зист камзарар, аз ҷумла афзалият додан ба намудҳои ҷараёни табиӣ;

6. Таъмини амният ва омӯзиши кормандон рушди системаҳои зидди офат ва оmodасозии кадрҳо ба ҳолатҳои фавқулодда ва ҳифзи муҳити зист;

7. Муносибати ҳамоҳангшудаи иқтисодӣ–экологӣ таъмини мувозинати хароҷоти ҳифзи муҳити зист бо самаранокии энергетикӣ ва молиявии лоиҳа.

Дар маҷмӯъ, ҳамгирии тадбирҳои экологӣ ба лоиҳакаи НХБО имконият медиҳад, ки рушди энергетикаи барқароршаванда бо ҳифзи муҳити зист мутобиқ карда шавад. Ин равиш на танҳо барои суботи экологӣ, балки барои суботи иҷтимоӣ ва иқтисодии минтақаҳо низ аҳамияти аввалиндараҷа дорад.



Расми 4.3 – Намуди зоҳирии неругоҳи барқи обии хурд ва таъсири он ба муҳити атроф

4.4. Мақсад ва асосҳои лоиҳакашии неругоҳи барқи обии хурд

Дар солҳои 50-уми асри гузашта, дар қаламрави Ҷумҳурии Тоҷикистон зиёда аз сад неругоҳи хурди барқи обӣ фаъолият мекарданд, ки солона то 40 миллион киловатт-соат неруи барқ истеҳсол менамуданд. Ин неругоҳҳо дар рушди иқтисоди маҳаллӣ ва таъмини устувори неруи барқ ба аҳоли ва бахшҳои истеҳсоли саҳми назаррас доштанд. Бо гузаштан ба низоми мутамаркази таъминоти барқ дар кишвар, қисмати зиёди ин неругоҳҳо тадриҷан аз қор бозмонданд. Дар поёни асри XX бо мақсади рушди устувори минтақаҳои дурдасти Тоҷикистон, барномаи махсуси рушди энергетикаи хурд таҳия шуд. Ин барнома ҳам таҷдид ва таъмири неругоҳҳои хурди мавҷударо дар бар мегирифт ва ҳам сохтмони як силсила неругоҳҳои нав бо қувватҳои 22 то 69 кВт ва истеҳсоли солонаи то 350 миллион кВт·соатро пешбинӣ мекард. Бо сабаби миқдори зиёди неругоҳҳои лоиҳабандишуда, зарурият ба таъсиси системаи ягонаи шаклҳои лоиҳакашӣ пайдо гардид, ки хусусиятҳои технологияи муосир, автоматикунонидашуда, мутобикшаванда ва стандартизатсияшударо фаро мегирифт.

Ин система имкон фароҳам меорад, ки фаъолияти ташкилотҳои амалкунандаи соҳа бо тарзи мутамарказ ва мақсаднок идора шуда, ҳамзамон вақти таҳия ва хароҷоти лоиҳаҳо барои неругоҳҳои барқи обии хурд ба таври назаррас кам карда шавад.

Равиши мақсадноки лоиҳакашӣ тақозо менамояд, ки масъалаҳои конструктивӣ ва ҳиҷмӣ-нақшавӣ дар доираи принципҳои маҷмӯии «Лоиҳакашӣ, сохтмон ва истифодаи НБО-и хурд» ҳал шаванд. Максималӣ гардонидани шаклдории таҷҳизот, истифодаи конструкцияҳои сохтмони пешрафта ва ҷузъҳои тайёри агрегатҳо дар муҳити саноатӣ нақши муҳими самаранокии татбиқи лоиҳаҳоро мебозад.

Неругоҳҳои барқи обии хурд, ки ба шакли модуль ва аз қисмҳои стандартӣ ташкил шудаанд, танҳо қисматҳое, ки вобаста ба шароити маҳаллӣ мебошанд, ниёзи мутобиксозии инфиродиро доранд. Лоиҳаҳои таҳияшуда дар асоси системаи ягона барои минтақаҳои кӯҳии Тоҷикистон бо дурнамои васеъ мувофиқанд.

Бо назардошти рельефи кӯҳӣ, чараёни обҳои рӯизаминӣ, аз ҷумла дарёҳои хурд, дар фасли зимистон бо сарфи нисбатан кам ва устувори об фарқ мекунад. Ин ҳолат ба коҳиши боришот ва кам шудани обшавии барф вобаста буда, ба ҳаҷми умумии об таъсири бевосита мерасонад.

Дар ҳамин ҳол, сарфи солонаи об дар ин гуна дарёҳо метавонад 3 то 5 маротиба аз сатҳи сарфи зимистона зиёдтар бошад. Дар мавсими баҳору тобистон, ки хос ба обшавии фаъолонаи барф ва ях дар минтақаҳои баландкуҳ мебошад, обравҳо ба таври назаррас зиёд шуда, ба борбардории ғавқулодаи низоми обгузар боис мегарданд. Дар ин ҳолат, сатҳи обгузар метавонад чандин маротиба бештар аз нишондиҳандаи зимистона гардад.

Яке аз омилҳои муҳими рушди гидроэнергетикаи хурд дар кишварро инчунин рушди шабакаи хоҷагии об ва сохтмони неругоҳҳои барқи обии хурд дар асоси иншооти обии мавҷуда ташкил медиҳад. Аксарияти ин иншоотҳо дар ибтидо бо ҳадафҳои ирригатсионӣ бунёд ёфтаанд ва дар таркиби онҳо дастгоҳҳои махсуси гидротехникӣ ба назар гирифта нашуда буданд. Аз ин рӯ,

мутобиқсозии онҳо бо мақсади истеҳсоли неруи барқ на танҳо зарур, балки иқтисодан низ мақбул арзёбӣ мешавад.

Нишондодҳои технику иқтисодии неругоҳи барқи обии хурд ҳангоми сохтмони онҳо дар обанборҳо неругоҳи барқи обиро хеле хуб аст, яъне ҳангоми истифодабарӣ маҷмуаи иншоотҳои гидротехникӣ КАФ— онҳо ба 30 – 50% мерасад.

4.5. Хусусиятҳои истифодаи гидрогенераторҳо бо гуногунии фишору сарфаи об дар НБО-и хурд

Барои сохтмони силсиланеругоҳҳои барқи обии хурд, таҳлили дақиқи хусусиятҳои гидрологии дарё зарур аст. Ин таҳлилҳо ба муайян кардани иқтидори неругоҳ, интихоби вариантҳои мувофиқи тарҳбандӣ ва истифодаи таҷҳизоти гидроиқтидорӣ навин мусоидат мекунанд [16].

Ҳоло энергетикаи хурд дар сатҳи ҷаҳонӣ ҳамчун яке аз намудҳои босуръати рушдбандаи манбаҳои барқароршавандаи энергия эътироф гардида, аз ҷониби истеҳсолкунандагони энергия дастгирӣ мешавад. Дар манбаҳои мухталиф маълумотҳои гуногун оид ба татбиқи неругоҳҳои хурд мавҷуданд [16].

Энергетикаи хурд яке аз роҳҳои муассири кам кардани таъсири манфии инсон ба муҳити зист маҳсуб ёфта, дар шароити афзоиши пайвастаи истеъмоли энергия аҳамияти муҳим дорад. Гарчанде ки энергетикаи хурд наметавонад пурра алтернативаи энергетикаи калон бошад, вале метавонад ба ҳайси як ҷузъи муфид ва иловагӣ нақш бозад.

Рушди ин соҳа ба як қатор омилҳо вобаста буда, ки аз ҷумлаи онҳо метавон чунинҳоро номбар кард [16]:

- бо пурзӯр гардидани талаботи экологӣ;
- бо кам шудани сохтмони объектҳои бузурги энергетикӣ;
- аз зиёд гардидани доимии арзиши сӯзишвории органикӣ;
- беҳтар намудани таъмини энергияи минтақаҳои дурдаст.

Дар рушди энергетикаи хурд, субъектҳои манфиатдор метавонанд ташкилотҳо бо шаклҳои гуногуни молиявӣ бошанд, аз ҷумла давлатӣ, кооперативӣ ва хусусӣ. Сохтмон ва ба истифода додани неругоҳҳои хурди барқи обии давлатӣ бо иқтисори зиёда аз 1 МВт дар амалияи кишварҳо васеъ паҳн гардидааст. Ҳамзамон, неругоҳҳои дорои иқтисори нисбатан кам барои сармоягузори хусусӣ ё саҳҳомӣ имкониятҳои мусоид фароҳам меоранд.

Набудани баъзе заминаҳои меёрии ҳуқуқӣ метавонад ба раванди татбиқи технологияҳои нав монеа шавад ва инчунин боиси номуайяниҳо дар танзими муносибатҳои байни истеҳсолкунандагон ва истеъмолкунандагони энергияи хурд мегардад. Ин ҳолат таъсири худро дар ҳамоҳангсозии фаъолияти онҳо бо шабакаҳои энергетикӣ умумӣ низ гузошта метавонад, хусусан дар мавриди истифодаи механизмҳои “огоҳкунанда” барои пайваستшавӣ ба системаи барқрасонӣ [16]:

Дар баробари ин, як қатор омилҳои мавҷуданд, ки рушди гидроэнергетикаи хурдро маҳдуд месозанд, аз ҷумла:

- дар корхонаҳои истеҳсолгар мавҷуд набудани воситаҳои гардишӣ барои истеҳсол ва тайёр намудани маҳсулоти нав ва дар истифодабарандагони эҳтимолӣ мавҷуд набудани воситаҳои озод барои пешпардохти истеҳсоли таҷҳизоти зарурӣ барои онҳо;

- мавҷуд набудани захираҳои зарурии моддӣ – техникӣ ва молиявӣ барои сохтмони неругоҳи барқи обии нав;

- зиёд гардидани ҳолатҳои напардохтани истеъмолгарон аз неруи электрикӣ, махсусан дар минтақаҳои қуҳӣ ва деҳот;

- пасту баландшавии нархи маводҳо ва таҷҳизот;

- дар Тоҷикистон амалан мавҷуд надоштани бозори муносири таҷҳизоти энергетикӣ.

Дар чараёни сохтмони неругоҳи барқи обии хурд якчанд иштирокчӣ бо мақсадҳои гуногун ҷалб гардида, омилҳои зеринро фароҳам меоваранд:

- сармоягузорӣ бо мақсади гирифтани натиҷаи ниҳой бо хароҷоти минималӣ ва дар муддати кӯтоҳ;

– муассисаи лоиҳакашиё, ки ба паст кардани нарху кам кардани муҳлати лоиҳа шавқманд нест, болои ин таҷрибаи лоиҳабандии чунин объектҳо дар ӯ умуман кам аст ва дараҷаи ихтисоснокии кормандонаш он қадар баланд нест;

– пудратчӣ–ташкilotи сохтимоию васлгари одатан бетаҷриба, ки иҷроиши чунин корҳоро дар шароити ниҳоят маҳдуди воситаҳо гузаронида наметавонад;

– таъмингари таҷҳизот, ки кӯшиш мекунад агрегатҳои гаштаашро, ки шояд ба шароитҳои техникӣ муносиб набошад, бо нархи максималӣ фурушад;

– маъмурияти маҳаллие, ки кӯшиш мекунад ба буча маблағи зиёд чудо гардида, ҷойҳои навӣ корӣ муҳаё кунад, захираҳои худиро хеле сарфакорона истифода барад.

Ғайр аз мушкилоти хусусияти техникӣ ва иқтисодӣ, татбиқи амалии лоиҳаҳои неругоҳҳои хурди барқи обӣ (НБОХ) ҳамчунин бо монетаҳои маъмурӣ ва институционалӣ рӯ ба рӯ мегардад. Бисёре аз сохторҳои назоратӣ ва иҷозатдиҳанда бо ҷалби доимии худ ба равандҳои тасдиқ ва ҳамроҳангсозии лоиҳаҳо таъсир мерасонанд. Дар баъзе ҳолатҳо, воқуниши гурӯҳҳои манфиатдор, аз ҷумла ширкатҳои вобаста ба интиқоли сӯзишвории маъданӣ, метавонад боиси кашокаш ва муҳолифат гардад, ки татбиқи босамари лоиҳаро зери суол мебарад.

Бо дарназардошти омилҳои зикршуда, раванди тарҳрезӣ ва сохтмони неругоҳи барқи обии хурд ба чанд зинаи калидӣ тақсим мешавад. Дар ин марҳилаҳо, низоми идоракунии автоматикӣ ва муҳофизати техникӣ таҳия мегардад, ки параметрҳои танзими иқтидор, назорати шиддати нерӯ, таъмини амният ва воқуниши худкор ба ҳолатҳои ғавқулода дар он пешбинӣ мешаванд.

Муносибат нисбат ба баҳодиҳии ҳар як таркиби он ба таври воқеӣ аз лоиҳабандии неругоҳи электрикии обии калон фарқ мекунад, зеро неругоҳи барқи обии хурд нусхаи хурдкардашудаи неругоҳи муқаррарӣ нест, балки ин як чизи принсипали фарқкунандаи тамоман нав мебошад [4].

Вазифаи дар пешистода бо он мушкили мегардад, ки дар айни замон ягон муассисаи таълимӣ мутахассисони лоихакаши неругоҳи барқи обии хурдро тайёр намекунад.

4.6. Таҳлили муқоисавии сохтори хароҷот дар НБО–и хурд ва бузург аз нуқтаи назари иқтисодӣ

Чӣхати усули фароҳам овардани фишори об, дар тамоми неругоҳҳои барқи обии хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон насби дериватсионӣ амалӣ шуда, аз рӯйи принципи анъанавӣ иҷро гардидаанд.

Иқтидори гидроагрегат дар шакли умумӣ бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$P = 9.81 \times Q \times H \times \eta, \text{ кВт} \quad (4.1)$$

Суръати маҷрои об ва сарфи об алоқаи зеринро дороанд:

$$Q = V \times F, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}, \quad (4.2)$$

ки дар ин ҷой Q = сарфи об – $\text{м}^3/\text{с}$

H –фишор, м.

V –суръати ҷараёни об, $\text{м}^2/\text{с}$.

η – ККФ – и гидроагрегат.

Фишор ва суръати маҷро алоқаи зерин дарбар мегирад:

$$H = \frac{V^2}{2 \times g}, \text{ м} \quad (4.3)$$

Дар гидротурбинаҳои муқаррарӣ аз ҳисоби фишори баланд ва зиёд танг кардани бурриши ҷараёни об, суръати баланди об ба даст меояд. Шумораи гардиши ҷархи кории гидротурбина аз суръати резишҳои об ба парраҳо вобастагӣ дорад.

Дар варианти сохтмони неругоҳи барқи обии хурд оид ба лоихаи шаклдодашуда ҳангоми насб кардани турбина ва генераторҳо ба ҳамон як шумораи гардиш, дар фишорҳои гуногун бо ёрии дастгоҳи равонкунанда шумораи зарурии гардиш дар ҳудуди муайян ба даст меояд.

Дар ҳолати варианти шаклдодаи иқтидорҳои аз ҷониби мо пешниҳодгардида, бештар намуди турбинаи радиалии – меҳвари иҷроиши уфуқӣ рост меояд.

Гидроагрегатҳои шаклдаровардашуда метавонанд чӣ дар вақти сохтмони неругоҳи барқи обӣ нав ва чӣ дар вақти барқарорсозиву навсозии неругоҳи электрикии оби амалкунанда истифода шаванд.

Гидротурбинаҳо бо таҷҳизоти назоратӣ–ченкунӣ ва системаи автоматикунонидашудаи идораи агрегат мучаҳаз гардонида мешаванд ва ин имкон фароҳам месозад, ки бе иштироки ҳайати коргарӣ таҷҳизоти неругоҳи электрикии обӣ бо таври автоматӣ идора шаванд.

Беҳтар аст, ки истифодаи турбинаи радиалӣ – меҳвари ба таври уфуқӣ иҷрогардида ҳангоми фишори кам ва сарбории дар ҳудуди аз 50 – 70 то 100% аз иқтидори номиналӣ бошад, ҳамзамон, муҳлати миёнаи истифодаи ККФ – и турбинаҳои радиалию– меҳварӣ аз параҳои гардишдор дошта дида болотар аст.

Ҷузъиёти асосии ҳар як турбина–ин чархи корӣ ва дастгоҳҳои рабонкунанда мебошанд. Дастгоҳҳои рабонкунанда аз парраҳои рабонкунанда иборат мебошад, ки метавонанд якбора ба як кунҷ тоб хурда, суръати ҷараёни обро дар пеши чарх тағйир диҳанд.

Дар натиҷаи ин сарфи об дар чархи корӣ кам шуда, иқтидори турбина низ тағйир меёбад. Дар сарбанди об бо сабаби тағшин ё судашавӣ сатҳи об тағйир меёбад, вале бо ёрии дастгоҳи рабонкунанда шумораи доимии гардишро нигоҳ доштан мумкин аст.

Ҳар як гидротурбина метавонад дар ҳудуди муайяни тағйироти фишор кор кунад.

Дар неругоҳи барқи обии дериватсионӣ ҳамон як шакли турбина метавонад дар мафҳумҳои гуногуни фишор ва инчунин дар ҳудудҳои муайян истифода шавад.

Дар адабиёти техникӣ пешниҳод мешавад, ки барои истифодаи таҷҳизоти шаклдодашуда ҳангоми мавҷудияти фишори гуногун гидротурбинаро бо генератор ба тарзе васл сохтан лозим, ки ҳангоми гуногун

будани шумораи гардиши турбина, доимӣ ва пай дар пай будани гардиши генератор таъмин гардад. Дар баъзе ҳолатҳо васл намудани гидроагрегатҳои ду суръатро тақлиф месозанд.

Нишондодҳои техникую–иқтисодии неруғоҳи барқи обии хурд, ҳангоми барпо намудани сохтмони он дар неруғоҳи барқи обӣ амалкунанда хеле беҳтар аст, яъне ҳангоми ба таври комплексӣ истифода бурдани иншооти гидротехникӣ он ба ба 30 – 50 % мерасад.

Истифодаи қарордодҳои стандартӣ ва шакл додашуда ба таври воқеӣ хароҷотҳоро дар неруғоҳи электрикии обии хурд кам мекунад.

Мувофиқи маълумоти мутахассисони соҳаи энергетика, олимони ин хароҷотҳоро метавонанд аз хароҷоти умумӣ 10–15 % кам кунанд.

Таҷрибаҳои мавҷударо дар бораи истифода бурдани турбинаҳои гуногун дар ҳудуди муайяни фишор истифода бурда, мумкин аст, ки дар ҳар гуна бузургии фишор ва сарфи об дар неруғоҳи барқи обии хурд сохта шавад.

Масалан, ҳангоми фишори $H = 50 - 70$ м он метавонад турбинаҳои тобдори–паррадорӣ радиаливу–меҳварӣ истифода шавад. Интиҳоби шакли турбинаи беҳтарин дар натиҷаи муқоисакунии техникую–иқтисодӣ бо дарназардошти шартҳои муҳтасар бо истифодаи силсилаи таҷҳизотҳои гидроқувватӣ иҷро мегардад. Таҷҳизоте, ки силсилаи тайёр карда мешавад, бо нишондодҳои баланди техникую–истифодабарӣ ва нархи дастрас доштани фарқ мекунад. Феҳристи турбинаҳои паррадор ва радиалӣ-меҳварӣ ва белчадор дар ҷадвали 4.1 нишон дода шудааст [120].

Ҷадвали 4.1 – Марҳилаҳои Барномаи рушди энергетикаи хурд барномаи кӯтоҳмуддати сохтмонӣ, солҳои 2009-2020 [120].

№	Номгӯи НБО-и хурд	Нишондоди техникӣ		Минтақаи ҷойгиршавӣ (шаҳр, ноҳия)	Арзиши пешакӣ ҳаз. дол	Сарчашмаҳои маблағгузорӣ
		Тавоноии муқараршуда 14 кВт	Истеҳсол и нерӯи барқ ҳазор кВт.ч			

Барномаи кутоҳмуддати сохтмони 2009 – 2011						
НБО-ҳои хурд						
1	«Марзич»	4305	25830	Айнӣ	3433	БИР
2	«Шаш Болой»	185	1110	Нуробод	489	БИР
3	«Сангикар»	1006	6036	Рашт	1133	БИР
4	«Фатҳобод»	283	1698	Тоҷикобод	780	БИР
5	«Питовкул»	1106	6636	Чирғатол	1721	БИР
6	«Хорма»	334	2004	Балҷувон	529	х.ҚТ, ҚСК «Барки Тоҷик»
7	«Тоҷ»	305	1830	Шаҳринав	540	х.ҚТ, ҚСК «Барки Тоҷик»
8	«Ширкент-3»	576	3456	Турсунзода	883	х.ҚТ, ҚСК «Барки Тоҷик»
9	«Кӯҳистон»	500	3000	Мастҷоҳ	600	х.ҚТ, ҚСК «Барки Тоҷик»
10	«Чептура»	500	3000	Шаҳринав	320	х.ҚТ, ҚСК «Барки Тоҷик»
11	«Тулак»	650	3900	Рашт	780	х.ҚТ, ҚСК «Барки Тоҷик»
12	«Пушти боғ»	200	3000	Балҷувон	240	х.ҚТ, ҚСК «Барки Тоҷик» Вазорати Молияи ҚТ
13	«Дичик»	260	1151	Айнӣ	853	АБР (ЯФСБ №9089 ТАЈ)
14	«Ховалинг»	100	600	Ховалинг	120	ПРООН
15	«Бохтар»	1280	11059.2	Бохтар	1500	КВД «Роҳи оҳан» ҚТ
16	«Кӯлоб»	220	1900.8	Кӯлоб	230	Кумитаи давлатии амволи назди ҚТ
17	«Сурхтеппа-1»	330	1980	Қ. Румӣ	396	Хадамоти гумруки назди ҚТ
18	«Дарғ»	250	540	Айнӣ	30	Идомаи ҷадвали 4.1
19	«Арнохун»	200	1728	Кӯҳистони Мастҷоҳ	240	
20	«Сабзор»	250	1500	Исмоили Сомонӣ	300	маҳаллӣ ва хориҷӣ
21	«Лолагӣ - 2»	ПО	660	Ҳисор	132	
22	«Пасдруд»	1500	9000	Айнӣ	1800	
23	«Нушори боло»	710	4260	Тоҷикобод	852	
24	«Ғуломон»	650	3900	Тоҷикобод	780	
25	«Язғулом-1»	1900	16000	Ванҷ	2280	
26	«Язғулом-2»	1900	16000	Ванҷ	2280	

27	«Оқ-сў-1»	1200	7200	Мурғоб	1440	
28	«Оқ-сў-2»	1300	7800	Мурғоб	1560	
29	«Лакон»	2500	10800	Исфара	3000	
30	«Такоб»	750	4500	Варзоб	200	ҚСҚ «Комбинати маъдантозакунии Такоб»
31	«Меҳнатобод»	100	600	Восеъ	120	Кумитаи давлатии амволи назди Ҳукумати ҚТ
32	«10-солагии истиқлолият»	545	3270	Ваҳдат	645	Фонди «Новая Энергия» Россия
33	«Ситораи Сурх-1»	150	1296	Ваҳдат	150	Инвесторҳои маҳаллий ва хориҷӣ
34	«Ситораи Сурх-2»	100	1000	Ваҳдат	120	
35	«Хитой»	3000	25920	Қаббор Расулов	3600	
36	«Арғумон»	165	1425.6	Данғара	198	
37	«Пештова-2»	320	2764.8	Балчувон	384	
38	«Сурхак-1»	150	1296	Мўъм/бод	180	
39	«Шоҳон»	235	1410	Шуробод	282	
40	«Даштичўм»	280	1680	Шуробод	336	
41	«Шаббода»	200	1728	Фархор	240	
42	«Камолобод»	190	1641.6	Восеъ	228	
43	«Пахтакор»	330	2257.2	Чилликул	396	Инвесторҳои Идомаи қадвали 4.1
44	«Яккатут»	280	1915.2	А. Қомӣ	336	
45	«Себзор»	10000	60000	Рошткала	12000	
46	«Чуянгарон-1»	1000	6000	Ваҳдат	1200	
	Мини МГЭС					
47	«Дашти Оббурдон»	70	252	Кўҳистони Мастчоҳ	84	
48	«Оби Рўшан»	15	90	Ховалинг	1	
49	«Лолагӣ-1»	50	300	Ҳисор	60	
50	«Лангар»	55	330	Кўҳистони Мастчоҳ	182	БРО (ЯФСБ №9089-ТА1)
51	«Харангони боло»	70	420	Варзоб	84	Фонди байналхалқии Арал
52	«Палдорак»	75	648	Кўҳистони Мастчоҳ	90	Аҳолий
53	«Табуш-6»	15	90	Кўҳистони Мастчоҳ	10	Аҳолий
54	«Сурхоб»	60	360	Фархор	72	Аҳолий

55	«Нур-1»	50	300	Варзоб	60	Аҳоли
56	«Фучерч»	80	480	Варзоб	96	Инвесторҳои маҳаллӣ ва хориҷӣ
57	«Навокандоз»	35	210	Варзоб	42	
58	«Луликутал»	80	480	Кӯлоб	96	
59	«Мичурин»	30	180	Восеъ	36	
60	«Айнӣ»	80	480	Варзоб	96	
61	«Зеробод»	70	302.4	Айнӣ	84	
62	«Басмавда»	70	151.2	Ғонҷӣ	84	
63	«Пугус»	60	129.6	Ашт		
64	«Пештова-1»	55	475.2	Балҷувон	66	
65	«Толеъ»	65	561.6	Муъминобо д	78	
66	«Севак»	40	120	Нуробод	48	
	Ҳамагӣ	43530	280843.4		51593	
Барномаи миёнамӯхлати сохтмон, 2012-2015 года						
Неругоҳҳои миёнаи барқи обӣ (НМБО)						
1	«Нуробахш»	5000	3000	Данғара	6000	Инвесторҳои маҳаллӣ ва хориҷӣ
2	«Сарипул»	200	1200	Рашт	240	
3	«Мучихарф»	500	3000	Нуробод	600	
4	«Ҳакимӣ-1»	500	1500	Нуробод	600	
5	«Чилликул»	1360	7790.4	Вахш	1632	
6	«Нурофар»	100	600	Ваҳдат	80	
7	«Андигон»	200	1200	Ваҳдат	240	
8	«Гурумбок»	300	1800	Тавилдара	360	
9	«Келес»	1000	6000	Ҷиргатол	1200	
10	«Карагушхона»	1000	6000	Рашт	1200	
11	«Назар-Айлоқ»	2400	14400	Рашт	2880	
12	«Хоит»	125	750	Рашт	150	
13	«Беги Сиёҳ»	350	1050.0	Рашт	420	
14	«Катасой»	3000	6480	Истаравша н	36	Идомаи ҷадвали 4.1
15	«Шарора»	350	756	Ашт	420	
16	«Ҷонбахт»	320	2764.8	Ховалинг	384	
17	«Пирён»	300	1800	Айнӣ	360	
18	«Ноздробод»	150	900	Ваҳдат	180	
19	«Алмосӣ»	100	600	Ҳисор	120	
20	«Ҷўянгарон-2»	1360	8160	Ваҳдат	1632	
21	«Ширговад»	500	3000	Ванҷ	600	
22	«Ванҷ»	1000	8000	Ванҷ	1200	

23	«Шахристон-1»	210	453.6	Шаҳристон	252	
24	«Ясман»	100	300	Рашт	120	
25	«Дуоба»	200	600	Рашт	240	
26	«Потибед»	250	1500	Айний	300	
27	«Фатмовут»	200	720	Айний	240	
28	«Анзоб»	2000	12000	Айний	2400	
29	«Нур-2»	100	600	Ҳисор	120	
30	«Хичборак»	100	300	Рашт	120	
31	«Миёнаду»	100	600	Тавилдара	120	
32	«Сарҳад»	100	600	Фархор	120	
33	«Ширкент-2»	520	3120	Турсунзода	624	
34	«Темурмалик»	100	600	Темурмалик	120	
35	«Ворух»	500	3000	Исфара	600	
36	«Даштак»	150	1296	Кӯҳистони Мастҷоҳ	180	
37	«Гукат»	200	864	Кӯҳистони Мастҷоҳ	240	
38	«Чилгазӣ»	1080	2332.8	Исфара	1296	
39	«Лоҳутӣ»	280	1814.4	Ҷилликул	336	
40	«Гулбулоқ»	100	864	Данғара	120	
41	«Сурҳак-2»	150	1296	Муъмин-обод	180	
42	«Даҳана 1-5»	1600	13824	Қӯлоб	1920	
43	«Тоқакапа»	125	1080	Қӯлоб	150	
44	«Тосқалға»	165	1425.6	Восеъ	198	
45	«Шобика 1-2»	320	5529.6	Восеъ	384	
46	«Ситораи Сурх»	760	3830.4	Ҷ. Румӣ	912	
47	«Сурхтеппа-2»	1250	6300	Ҷ. Румӣ	1500	
48	«Шӯробод-1»	375	2790	А. Ҷомӣ	457	Идомаи ҷадвали 4.1
49	«Шӯробод-2»	120	1036.8	А. Ҷомӣ	14	
НБО-ҳои хурд						
50	«Арбобӣ-2»	60	360	Ваҳдат	72	
51	«Личак»	80	480	Ваҳдат	80	
52	«Шаватки»	50	540	Айний	60	
53	«Хумдон»	70	210	Нуробод	84	
54	«Ҳакимӣ-2»	60	180	Нуробод	72	
55	«Яҳак-юст»	40	120	Нуробод	48	
56	«Лайрон»	50	300	Тавилдара	60	
57	«Лочург»	80	480	Тавилдара	96	
58	«Бомгура»	75	450	Ваҳдат	90	

59	«Чилонди»	70	210.0	Циргатор	84	
60	«Чашмасор»	70	420	Файзобод	84	
61	«Шахристон-2»	40	86.4	Шахристон	48	
62	«Туткул»	65	561.6	Ҷ. Румӣ	78	
63	«Пингон»	50	300	Рашт	60	
64	«Дуоба»	70	151.2	Айнӣ	84	
65	«Ғузн»	80	691.2	Мастҷоҳ	96	
66	«Хуҷаҳо-1»	70	151.2	Ғонҷӣ	84	
67	«Ҷуйи нав»	60	129.6	Ғонҷӣ	72	
68	«Ашт»	50	108.0	Ашт	60	
69	«Мулоконӣ»	60	518.4	Балҷувон	72	
70	«Увайс»	80	691.2	Ховалинг	96	
	Ҳамагӣ	32850	185067.2		39380	
Барномаи дарозмуддати сохтмон, 2016-2020 сол						
НБО-ҳои миёна						
1	«Язғулом 3»	1900	16000	Ванҷ	3800	Инвесторҳои маҳаллӣ ва байналхалқӣ
2	«Язғулом 4»	1900	16000	Ванҷ	3800	
3	«Язғулом 5»	1900	16000	Ванҷ	3800	
4	«Сорва»	150	900	Ваҳдат	180	
5	«Палдорак-1»	250	2160	Мастҷоҳ	300	
6	«Рукшиф-1»	200	3456	Кӯҳистони Мастҷоҳ	240	
7	«Самҷон»	500	3000	Кӯҳистони Мастҷоҳ	600	
8	«Падаск»	880	5280	Мастҷоҳ	1056	
9	«Искиҷ»	500	3000	Ҳисор	600	
10	«Файзобод»	465	3459.6	А. Қомӣ	558	
11	«Ҷавонӣ»	170	1020	Роғун	204	
12	«Ғули сурх»	100	600	Роғун	120	
13	«Лугур»	350	2100	Роғун	420	
14	«Шингилич»	130	390	Рашт	156	
15	«Руноб»	250	750	Рашт	300	
16	«Хидириён»	250	1500	Рашт	300	
17	«Ҷафр»	100	600	Рашт	120	
18	«Қалъанак»	120	720	Рашт	144	
19	«Сиполинг»	120	360	Рашт	144	
20	«Войдара»	100	300	Нуробод	120	
21	«Сангвор»	100	600	Тавилдара	120	
22	«Чарсем»	10000	60000	Шуғнон	12000	
23	«Намадгута»	1500	13000	Ишқошим	168	
24	«Рошорв»	600	5000	Рушон	720	
25	«Ямҷун»	140	840	Ишқошим	168	

26	«Бичхарв»	140	840	Ванч	168
27	«Киштудаки»	196	423.3	Панчакент	235
28	«Падруд»	1134	6804	Панчакент	1361
29	«Курговад»	1500	10000	Дарвоз	1800
30	«Ленинобод»	145	820.8	жилликул	174
31	«Дукак»	300	1800	Нуробод	360
32	«Лайрун»	150	450	Нуробод	180
НБО-ҳои хурд					
33	«Шодмонӣ»	60 1	360	Нуробод	72
34	«Лангар»	30	180	Нуробод	36
35	«Саидон»	30	180	Нуробод	36
36	«Кабутиён»	30	180	Нуробод	36
37	«Улфатобод»	30	180	Нуробод	36
38	«Ҳасандара»	60	360	Нуробод	72
39	«Сари пулак»	30	180	Нуробод	36
40	«Чавчӣ»	60	360	Нуробод	72
41	«Гирдоб»	40	240	Нуробод	48
42	«Лангар»	60	360	Тавилдара	36
43	«Рога»	30	180	Тавилдара	36
44	«Марғзор»	40	240	Роғун	48
45	«Некнот»	80	480	Панчакент	96
46	«Гирдоб»	45	270	Панчакент	54
47	«Хучаҳо-2»	60	259.2	Ғончӣ	72
48	«Обчӣ-1»	40	86.0	Ғончӣ	48
49	«Басманда-2»	80	172.8	Ғончӣ	96
50	«Ғулистон»	50	175	Муминобод	60
51	«Шаҳринав»	30	105	Муминобод	36
52	«Каскун»	50	150	Нуробод	60
53	«Валгон»	40	345.6	Мастҷоҳ	48
	Ҷамъ	26801	175735.3		32161
	Ҳамагӣ	103181	641645.9		123134

Гидроагрегатҳои шаклдодашуда дар зиёда аз 38 кишвари ҷаҳон, аз ҷумла дар Австралия, ИМА, Канада ва Чин истеҳсол карда мешаванд. Таҳлили маълумотҳои овардашуда дар ҷадвали 4.1 нишон медиҳад, ки:

– турбинаҳои меҳварӣ барои диапазони фишор аз 10–20 м то 500–600 м пешбинӣ шудаанд ва метавонанд ҳам дар иҷроиши уфуқӣ ва ҳам амудӣ насб карда шаванд;

– турбинаҳои белчадор (Francis) барои фишорҳои миёна ва баланд, яъне аз 30–50 м то 500–1000 м, дар тарҳҳои амудӣ ва уфуқӣ истехсол мешаванд.

Ин маълумот дар интиҳоби турбинаи мувофиқ барои шароити мушаххаси гидравликӣ ва баландии фишори об нақши муҳим мебозад ва барои тарҳрезии оптималии неругоҳҳои барқи обии хурд асоси илмӣ фароҳам меорад.

Феҳристи оиди фишор ва сарфи об барои як турбина имкон медиҳад, ки шакли гидроагрегат муайян карда шавад.

Нигоҳ доштани пайдарпайии гардиши наварди турбина бо тағйирёбии сарфи об роҳандозӣ мегардад, ки бо ёрии гардиши парраҳои равшанкунанда тариқи ҷархи корӣ мегузарад ва тариқи системаи автоматикунонии идоракунии агрегат ва ҳаракатовари гидромеханикаи сервомухаррик роҳандозӣ мегардад.

Бо дарназардошти он ки муҳаррикҳои камхарҷ одатан бо суръати баланди гардиш (аз 750 то 1000 гардиш дар як дақиқа ва бештар) кор мекунанд, дар ҳоле ки турбинаҳои фишори паст, махсусан дар неругоҳҳои хурд, дорои суръати нисбатан пастии гардиш (125 то 300 гардиш дар як дақиқа) мебошанд, мутобиқсозии байни онҳо тавассути истифодаи системаҳои интиқоли механикии бисёрмарҳилавӣ амалӣ мегардад.

Ин гуна дастгоҳҳои механикӣ имкон медиҳанд, ки турбина ва генератор бо суръати мувофиқ ва самаранок пайваست шаванд, ки дар натиҷа кори устувор ва муассири системаи энергетикӣ таъмин мегардад.

4.7. Интиҳоби шакли турбинаҳо вобаста ба усули насби неругоҳи барқи обии хурд

Дар ҳолати ниҳой барои лоиҳакашии неругоҳи барқи обии хурд дар навбати аввал гидроагрегатҳои якхеларо истифода бурдан лозим ва раванди кориро бе иштироки ҳайати корӣ намуда, автоматӣ қунонидан лозим аст.

Хароҷот барои таҷҳизоти техникийи неругоҳи барқи обӣ бо арзиши корҳои сохтмонию – васлгарӣ баробар ва баъзан аз он зиёдтар аст. Барои

ҳамин ҳангоми интиҳоби дастгоҳу таҷҳизотро харидорӣ намудан лозим, ки ба тарзи силсилавӣ истехсол шуда бошад. Бо ин восита барои лоиҳабандии индивидуалӣ ва таҳқиқӣ, хароҷоти зиёдати ро пешгирӣ кардан мумкин. Самаранокӣ аз корандозӣ ва истифодабарии таҷҳизоти яххела, ҳангоми лоиҳабандии неругоҳи барқии обии хурд аз 10 то 50% аз хароҷоти умумӣ барои таҷҳизотро ташкил медиҳад.

Сохтмони неругоҳи барқии обии хурд бартариятҳои худро дошта, сармояи зиёди якваторо талаб намекунад ва онҳоро зуд давра ба давра, дар муҳлати 2–3 сол ба қор андохтан мумкин аст.

Дар охири давраи сохтмони васеи неругоҳи барқии обии хурд дар Тоҷикистон як қатор неругоҳи барқии обӣ бо фишори гуногун сохта ба истифода дода шуданд. Ин неругоҳҳои барқии обӣ дар боби пешина номбар карда шудаанд. Минбаъд ҳангоми оғози неругоҳи барқии обии хурд, зимни лоиҳабандӣ тавсия дода мешавад, ки фишорҳои дар ҳудуди 5 – 100 м қабул карда шаванд. Далели дигар ин феҳристи гидротурбинаҳое, ки дар собиқ ИҶШС–СССР ва баъд дар Руссия бо фишори аз 5 то 75 метр истехсол мешаванд, мебошад.

Дар асоси таҷрибаи сохтмон ва истифодаи неругоҳҳои барқии обии хурд метавон хулоса баровард, ки дар оянда низ сохтмони чунин иншоотҳо бояд асосан дар дарёҳои хурди минтақаҳои куҳӣ, ба монанди Тиён-Шон ва Помир, амалӣ гардад. Хусусияти асосии гидрографи дарёҳои куҳӣ дар вобастагии қавии сарфи об ба фаслҳои сол ифода меёбад. Дар мавсими зимистон сарфи об коҳиш ёфта, иқтисори неругоҳ ба таври назаррас паст мешавад. Дар фасли тобистон бошад, бинобар афзоиши назарраси обрав, қисми зиёди об бидуни истифодабарӣ берун партофта мешавад. Дар давраҳои ғайритобистона, аз ҷумла зимистон, баҳор ва тирамоҳ, аксари агрегатҳо ё пурра бекор мемонанд ё дар речаи нимқувва ғайрифаъол мекунанд, ки ин ба самаранокии умумии неругоҳ таъсири манфӣ мерасонад ва хароҷоти сохтмонро афзоиш медиҳад. Бо вучуди ин, агар дар асоси сарфи миёнаи солони об тарҳрезӣ ва баҳодихӣ анҷом дода шавад, таъсири ин камбудӣ нисбатан суст зоҳир мегардад ва

ҳалли масъалаҳои энергетикӣ бо усули устувору самаранок имконпазир хоҳад буд.

Дар шароити муосири энергетикии кишвар, муносибати нав нисбат ба лоиҳабандӣ ва истифодаи неруғоҳҳои барқи обии хурд зарур аст. Дар ҳоле ки танзими истеҳсоли энергия дар системаи энергетикӣ одатан дар неруғоҳҳои бузурги обӣ ва ҳароратӣ анҷом дода мешавад, неруғоҳҳои хурд метавонанд нақши муҳимеро дар шабакаҳои тақсимои минтақавӣ ва таъминоти мустақили объектҳои алоҳида бозӣ кунанд. Аз ин рӯ, муносибати таҳлилӣ ва қобили мутобиқшавӣ дар интиҳоби иқтидор ва режими кори неруғоҳҳои хурд бояд дар меҳвари сиёсати энергетикии устувор қарор гирад.

Чунин равиш ба арзёбӣ ва таҳлили лоиҳа на танҳо имкони асоснок намудани хароҷоти капиталӣ ва ҷорӣ, балки низ арзёбии миқдори энергияе, ки дар муҳлати муқарраршуда истеҳсол мегардад, фароҳам месозад. Бо гузаронидани таҳлили мухтасари ҳисобӣ ва муқоисаи вариантҳои гуногун, метавон ба ҳулосаҳои амалигардонидашаванда расид, ки барои сиёсатгузорӣ ва ҷалби сармояи дохилӣ ва хориҷӣ дар ин соҳа бисёр муҳим мебошад.

Як қатор ширкатҳои истеҳсолгарони таҷҳизот барои неруғоҳи барқи обии хурд барои сохтани агрегатҳои якхела манфиатоваранд. Яке аз чунин ширкатҳо ҚСШК “Тяжмаш” – и Федератсияи Россия гидротурбинаҳоро барои неруғоҳи барқи обии хурд лоиҳабандӣ, тайёр ва пешниҳод менамуд.

Дар ҚСШК “Тяжмаш” як қатор гидрогенераторҳои якхелаи радиалӣ–меҳварӣ барои неруғоҳи барқи обии хурд таҳия шудаанд, ки онҳо ба таври амудӣ ва уфуқӣ тайёр шудаанд.

Турбоагрегатҳои шаклдодашуда ҳам дар вақти сохтмони неруғоҳи барқи обии нав, ҳам дар вақти навсозии барқарорсозии неруғоҳи барқи обии мавҷуда ва аз кормонда истифода мешавад.

Хусусиятҳои гидроагрегатҳои истеҳсолшуда инҳоянд:

– аз ҷиҳати экологӣ тоза будани таҷҳизоти пешниҳодгардида, ки дар он резиши равған ба об дида намешавад;

– тавҳили дастгоҳҳои гуногунҳаҷм ва бузургҳаҷм, ки харочотро ҳангоми васл кардан кам карда, муҳлати бо кор андозиро метезонад;

– истифодаи қарордодҳои муосир ва маводҳо дар турбинаҳо, ки истифодабарии турбинаҳоро ниҳоят нисбат ба неругоҳи барқи обӣ беҳтар месозад;

Гидротурбинаҳо бо таҷҳизотҳои назоратӣ – ченкунӣ ва инчунин бо системаи идоракунии автоматӣ агрегат низ таҷҳизонида мешаванд, ки ин имкон фароҳам месозад, ки ҳангоми кор дар неругоҳи барқи обӣ истифодабарӣ ба тариқи автоматӣ назорат карда шавад ва ҳайати корӣ бояд кам бошад.

Таҳлили лоиҳаҳои шакли неругоҳи барқи обии хурди муосир, ки аз ҷониби ширкатҳои хориҷӣ таҳия мешаванд ва аз рӯйи хусусиятҳои онҳо ба неругоҳи барқи обии хурд дар муайян мебошанд.

Ҷадвали 4.2 – Барномаи дарозмуддати сохтмони неругоҳи барқи обии хурд барои солҳои 2020-2022 [22, 120].

№	Неругоҳи барқи обии - хурд	Нишондодҳои техникӣ		Минтақаи ҷойгиршавӣ (шаҳр, район)	Арзиши пешакӣ ҳазор доллар	Сарчашмаҳои маблағгузори
		Тавоноии муқарраршуда 14кВт	Истеҳсоли Неруи барқ Ҳазор кВт.ч			
1	2	3	4	5	6	7
Барномаи дарозмуддати сохтмони неругоҳи барқи обии хурд барои солҳои 2020-2022						
1	Шодмонӣ	60	360	Нуробод	72	Инвесторҳои маҳаллӣ ва хориҷӣ
2	Лангар	30	180	Нуробод	36	
3	Саидон	30	180	Нуробод	36	
4	Кабутиён	30	180	Нуробод	36	
5	Улфатобод	30	180	Нуробод	36	
6	Ҳасандара	60	360	Нуробод	72	
7	Сари пулак	30	180	Нуробод	36	
8	Чавчӣ	60	360	Нуробод	72	

9	Гирдоб	40	240	Нуробод	48	
10	Лангар	60	360	Тавелдара	36	
11	Роға	30	180	Тавелдара	36	
12	Марғзор	40	240	Роғун	48	
13	Некнот	80	480	Панҷакен т	96	
14	Пули гирдоб	45	270	Панҷакен т	54	
15	Хуҷахон-2	60	259,2	Ганҷӣ	72	
16	Обҷӣ-1	40	86,0	Ганҷӣ	48	
17	Басманда- 2	80	172,8	Ганҷӣ	96	
18	Гулистон	50	175	Муминоб од	60	
19	Шаҳринав	30	105	Муминоб од	36	
20	Каскун	50	150	Нуробод	60	
21	Валгон	40	345,6	Куҳистон и Мастҷоҳ	48	
	Ҳамагӣ	26801	175735,3		32161	
	Дар маҷмӯъ	103181	641645,9		123134	

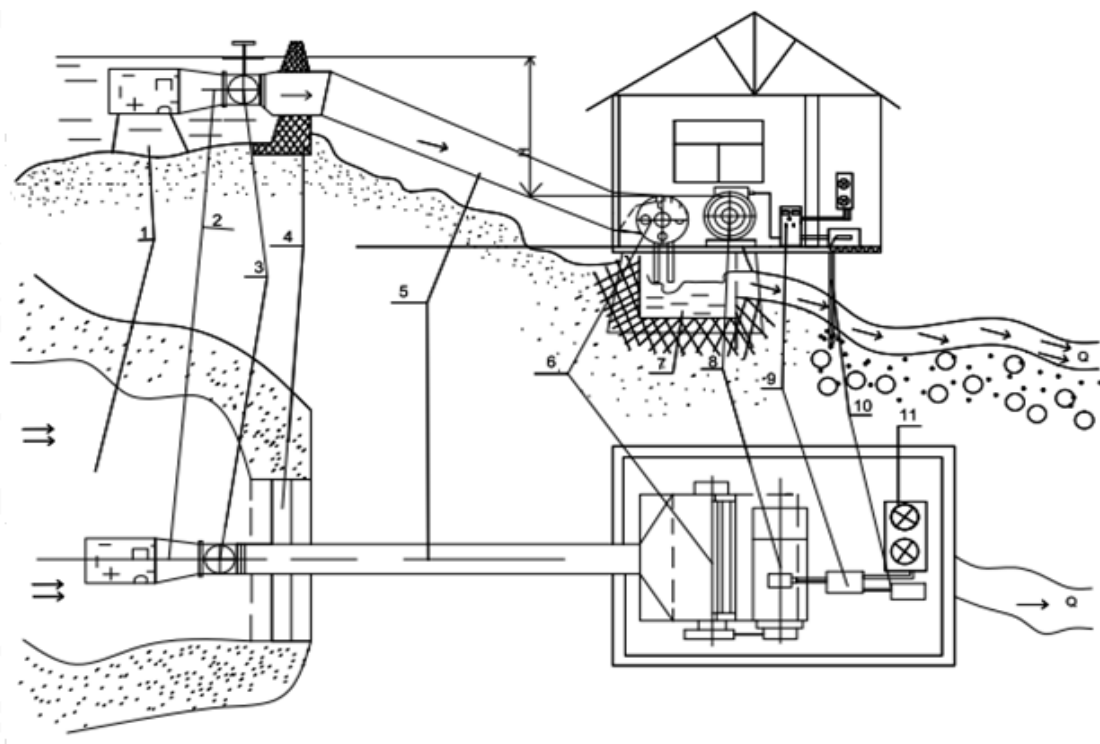
Чунин турбинаҳо дар фосилаи фишори 5–800 м истифода мешаванд, ки дар ин ҷо бояд бартарияш ба агрегатҳои ба қисматбандии уфуқӣ дода шуда, ба конструкцияи мавҷудаи иншооти гидротехникии бинои неругоҳи барқи обӣ мувофиқат мекунад ва васли турбина ва генераторро осон мегардонад. Дар чунин агрегатҳо қуввае, ки дар асоси гардиши массаи қисмҳо ба вучуд меоянд, мавҷуд нест, ки дар натиҷаи ин имконият барои истифодаи генераторҳои силсилавии стандартӣ пайдо мегардад.

Ҷадвали 4.3 – Рӯйхати неругоҳҳои ғаболияткунанда ва сохташаванда дар минтақаҳои ҚТ

Номгӯ	Микдори шумораи умумии (тавоноӣ)	Неругоҳҳои барқи обии амалкунанда бо микдори тавоноӣ?	Неругоҳҳои барқи обии сохташаванда бо микдори (тавоноӣ)?	Истеҳсоли неруи барқ, кВт. соат
Умумӣ	155 (12184)	105 (4686)	50 (7498)	2328340
Вилояти Мухтори Кӯҳистони Бадахшон	35 (3432)	15 (725)	20 (2707)	497785
Вилояти Хатлон	8 (2185)	-	8 (2185)	-
Вилояти Суғд	38 (1882)	37 (1002)	1 (880)	460336
Ноҳияҳои тобеи ҷумҳурӣ	74 (4685)	53 (2959)	21 (1726)	1370219
Нуробод	9 (239)	7 (179)	2 (60)	23269
Ваҳдат	24 (1650)	17 (1080)	7 (570)	468720
Сангвор	4 (136)	4 (136)	-	59024
Варзоб	8 (1061)	8 (1061)	-	599974
Ҷирғатол	7 (285)	1 (230)	6 (55)	99820
Ҳисор	3 (189)	3 (189)	-	82026
Шаҳринав	1 (500)	-	1 (500)	-
Турсунзода	1 (500)	-	1 (500)	-
Тоҷикобод	6 (80)	5 (50)	1 (30)	21700
Рашт	11 (45)	8 (34)	3 (11)	15686

Камбудии асосии қисматбандҳои уфуқӣ зиёд будани баландии фуруҳамӣ мебошад ва ин дар он ҳолатҳое пайдо мегардад, ки генераторро аз сатҳи максималии об васл кардан лозим бошад.

Гидроагрегати дар расми 4.1 нишондодашуда бо таҷҳизоти силсилабарориш таҷҳизонида шудааст. Бо таркиби вай ба ғайр аз турбинаи радиали меҳварӣ генератори як вақта, танзимгари худкор, сарчарха ва ҳалқаи обравии фишордор дохил мешавад. Наварди гидротурбина ва генератор бо ёрии муфти элаستيки ва сарчарха пайваست мешавад [102].



Расми 4.4 – Нақшаи аслии неругоҳи барқи обии хурд

1. Неругоҳи барқи обӣ;
2. Даромадгоҳи об;
3. Дарвозаи неругоҳи барқи обии хурд;
4. Дарғоти неругоҳи барқи обии хурд;
5. Обгузари зери замин;
6. Чархи неругоҳи барқи обии хурд;
7. Обгузари неругоҳи барқи обии хурд;
8. Генератор;
9. Блоки энергия;
10. Трансформатори неругоҳи барқи обии хурд;
11. Истеъмолкунандагон.

Ин пешниҳод ба баҳши электроэнергетикаи амалии кишвар равона гардида, истифодаи он дар таҷҳизоти тавлиди неруи барқ дар шароити аҳолинишин, муассисаҳои хизматрасонӣ ва объектҳои хурди саноатӣ комилан мувофиқ мебошад. Махсусан дар минтақаҳои дорои дастрасии маҳдуд ба

шабакаи барқи марказонӣ, татбиқи неругоҳҳои барқи обии хурд, ки энергияи потенциалии обро ба неруи электрикӣ табдил медиҳанд, ҳалли воқеии мушкилоти таъминоти энергетикӣ ба шумор меравад.

Неругоҳҳои барқи обии хурд ҳамчун манбаи бозғайимод ва аз ҷиҳати экологӣ тоза, имконияти таъмини неруи электрикӣ барои шаҳрчаҳо, деҳот, хоҷагиҳои инфиродӣ, муассисаҳои маишӣ ва корхонаҳои истеҳсолии хурдро фароҳам меоранд. Истифодаи онҳо, махсусан дар минтақаҳои кӯҳсор ва дурдасти кишвар, ки сохтмони хати интиқоли барқ на танҳо аз ҷиҳати молиявӣ гарон, балки аз лиҳози муҳандисӣ низ мураккаб мебошад, самаранок ва ғоиданок арзёбӣ мегардад.

Дар ин робита, таъкиди Пешвои миллат муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон дар маросими ифтитоҳи НБО-и «Роғун» низ саривактӣ ва дорои аҳамияти стратегӣ мебошад. Ў зикр намуданд: «Дар Тоҷикистон зиёда аз 1200 дарё ва дарёча мавҷуд аст, ки дарозии умумии онҳо 14 316 километрро ташкил медиҳад». Дар байни онҳо, шумораи зиёди дарёчаҳое мавҷуданд, ки дарозии онҳо аз 10 то 25 километр буда, дорои потенциали воқеии истифода барои неругоҳҳои барқи обии хурд мебошанд. Ин гуна иқтидор бояд самаранок ба кор андохта шавад ва ҳамчун баҳши муҳими амнияти энергетикӣ маҳаллӣ ва рушди устувори иқтимоиву иқтисодии ноҳияҳои дурдаст хизмат кунад.

Ин ҳолат ба гидротехника дахл дорад ва онро дар сохтмони неругоҳи барқи обии хурд дар ҳар ноҳия истифода бурдан мумкин аст.

Маълум аст, ки дар неругоҳи барқи обии хурд иншооти асосӣ канали диверсионие мебошад, ки дар шакли хати фишор сохта шудааст.

Барои неругоҳҳои барқии обии хурд ба ҷои турбинаҳои реактивӣ насб кардани турбинаҳои ғайри афзалтар аст, зеро турбинаҳои ғайри нисбат ба неругоҳи реактивӣ самаранокӣ гидравликии баландтар доранд ва ҳангоми истифодаи онҳо, тағирёбии якбораи сарбории генератор ва мушкилоти обкашӣ дар қубурҳои об осонтар аст.

Турбинаи ғайри мувофиқи шакли ҷарх сохта шудааст, ки дар қад-қадӣ парраҳои он устувор буда, қобилияти гардиш дар атрофи меҳвари васлкунӣ

онро дорад. Хар як парраи дар шакли ду чӯйҳои хамида ба ҳам пайваст ва дар кунҷ чудо карда мешавад.

Неругоҳи барқии обии хурди “Октябр”, ки турбинаи фаъол дорад дар канори он парраҳои шакли гирдшакл сохта шуда, генератор ва механизми паст кардани суръати чархи турбина ба суръати генератор ва механизми тормози сунъии шахтаи генератор гузошта шуда, дар шакли муфтаи гидродинамикии идорашаванда сохта шудааст. Як чархи он ба шахтаи генератор сахта пайваст карда шудааст ва чархи дуум ба ин ҷо ба самти меҳвари ҳаракаткунанда васл карда мешавад. Қобилияти тағйир додани фосилаи байни чархҳои муфта барои танзими миқдори моменти боздорӣ дар ҷои генератор аз сифр то арзиши максималии момент мебошад.

Ҳоло неругоҳи барқии обии хурди Октябр дар канали Болга Босгон кор карда, дорои иқтидори 22 кВт мебошад ва ба воситаи турбинаи он об мувозӣ ба тарафи самти ҷараёни об ба воситаи канал ҷорӣ мешавад.

Тахминан аз канал ба паҳлӯ бо кунҷи тақрибан 45 градус ва якбора самти об ба 90 градус ба сӯи канал перпендикуляр тағйир ёфта, ба чархҳои (обгирандаи) насос, ки ба генератор пайваст аст, мерезад.

Баландии об дар сарбанд аз боло то БЭФ–и поёнӣ 7 метр аст, аммо то ба генератор тақрибан 5 метр аст, ки ин бесамар аст. Барои баланд бардоштани фишори об, яъне истеҳсоли неруи барқ, зарур аст, ки хати об (қубур) дар кунҷи 45° бо кунҷҳое, ки нисбат ба ҷараёни (канал) аз обгиранда рост карда шавад ва аз неругоҳи барқии обии хурд ба ҳаракати об қатъиян перпендикуляр гузошта шавад.

Дар конфигуратсияи пешниҳодгардида, ҷойгиршавии чархи турбина нисбат ба канали обгузар ба таври кундаланг ба амал меояд, ки дар он генератор бевосита ба меҳвари чарх пайваст шудааст ва низоми ҷойгиршавии он ба ҷараёни об перпендикуляр мебошад. Барои афзоиши самаранокии истифодаи энергияи кинетикии ҷараёни об, чархи турбина дар сатҳи 7 метр поёнтар аз сатҳи канал насб мегардад. Ин тағйирот на танҳо суръати ҷараёни обро зиёд менамояд, балки боиси бартараф гардидани тағйироти ногаҳонии

самти ҳаракат (кунчи 90°) мегардад, ки дар натиҷа фишори гидравликӣ дар минтақаи турбина афзоиш ёфта, иқтидори истеҳсоли неруи электрикӣ мутаносибан баланд мешавад.

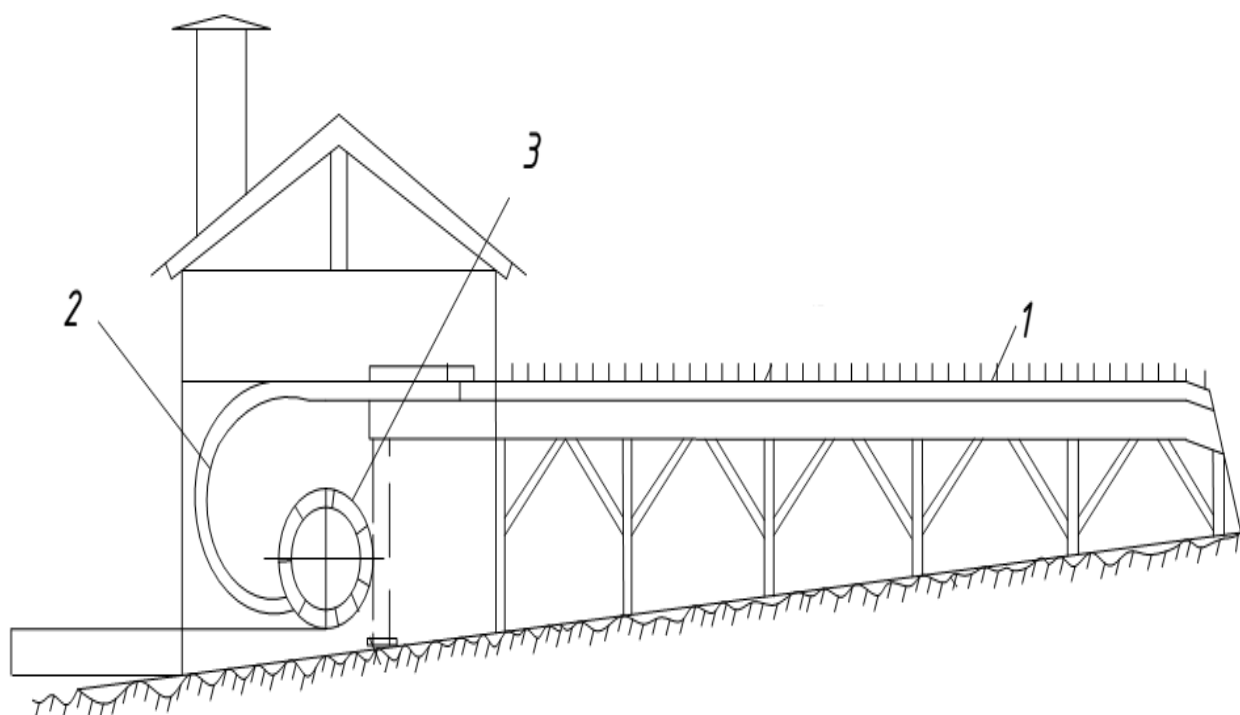
Дар диаграммаи устувории мавҷуда ва насби неругоҳи барқии обии хурд нишон дода шудааст, ки неругоҳи барқи обии хурди пешниҳодшуда аз як обпарто –1, турбина –2 ва гидрогенератор –3 иборат аст, ки ба турбина тавассути интиқоли 4 пайваست карда шудааст, ки меҳвари турбина ба чараёни об перпендикуляр ҷойгир аст (расми 2) ва энергияи дар генератор ҳосилшаванда ба пункти трансформатор барои баланд бардоштани шиддат ва интиқоли он ба масофаи дур то 2 километр, аз ҷумла ба беморхонаҳо ва дигар истеъмолкунандагони энергияи электрикӣ гузаронида мешавад.

Дар солҳои 70-уми асри XX, дар пайи равандҳои мутамарказсозии истеҳсолот ва истифодаи нерӯ, фаъолияти як қатор неругоҳҳои барқи обии хурд қатъ гардид. Ин раванд ба бунёди неругоҳи барқии обии Норак рост омад, ки ҳамчун неругоҳи бузурги минтақавӣ нерӯи барқро ба шабакаи ягонаи ҷумҳуриявӣ интиқол меод ва ниёз ба манбаъҳои хурди мустақили энергетикӣ кам гардид. Дар натиҷа, аксари неругоҳҳои хурд аз истифода бароварда шуданд.

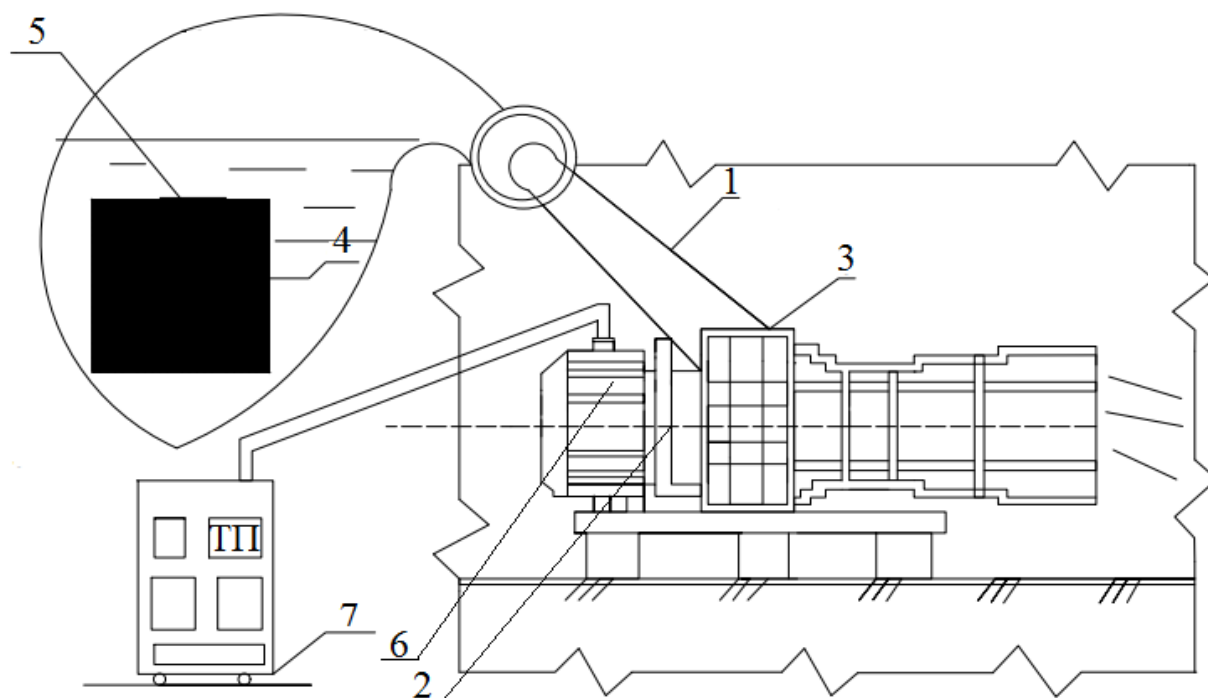
Бо вуҷуди ин, дар давраи пасошӯравӣ, хусусан баъд аз соли 1990, эҳтиёҷ ба манбаъҳои мустақили таъминкунандаи нерӯи барқ дар минтақаҳои дурдаст ва иншооти ҳаётан муҳим афзоиш ёфт. Дар ин замина, неругоҳи барқи обии хурди “Октябр”, ки қаблан аз фаъолият бозмонда буд, мавриди навсозӣ қарор гирифт. Навсозии он аз ҷониби колоннаи сайёри механиконидашудаи сохтмонӣ (СПМК-150) ба анҷом расид. Аз он замон ин неругоҳ на танҳо аҳолии маҳалли зистро бо нерӯи барқ таъмин менамояд, балки ҳамчун манбаи эҳтиётии таъминоти барқ барои беморхонаи вилоятии ба номи академик Б. Воҳидов низ хизмат мекунад.

Неругоҳи “Октябр” оби заруриро аз канали таъминотӣ бо номи “Болга Босган” қабул менамояд, ки он ҳамчун манбаи асосии таъмини неругоҳ бо чараёни доимии об хизмат мекунад. Тибқи параметрҳои лоиҳавии ин иншооти

гидротехникӣ, паҳноии канал 7 метр ва чуқурии он 1,2 метрро ташкил дода, чунин андозагирӣ имкон медиҳад, ки дар дохили он то 18 м³/с об бидуни қатъ ва бо устувории баланди гидравликӣ ҷорӣ гардад. Ин канал на танҳо барои фаъолияти муътадили неругоҳ аҳамияти калидӣ дорад, балки инчунин нақши муҳимро дар системаи обёрии минтақа иҷро мекунад. Аз ҳисоби чараёни он, заминҳои кишоварзии собиқ колхозӣ ба номи Карл Маркс, ки дар ҳудуди ноҳияи Кӯшонӣён ҷойгир аст, бо об таъмин мегарданд.



Расми 4.5 – Усули ҷобаҷогузори неругоҳи барқи обии хурд



Расми 4.6 – Сохти неругоҳи барқи обии хурди Октябр

Неругоҳи барқи обии хурди бесарбанд аз унсурҳои зерин иборат мебошад: оббарандаи фишордор, турбинаи фаъол бо чанбари муччаҳаз бо белчаҳо дар шакли кафлез, генератор, инчунин механизми редуксионӣ барои мувофиқсозии суръати гардиши чархаҳои кори турбина бо суръати гардиши генератор. Дар сохтори он, механизми боздории сунъии гардиши генератор пешбинӣ шудааст, ки дар шакли муфтаи идорашаванда иҷро гардидааст.

Яке аз парраҳои муфта ба наварди генератор саҳт мустаҳкам шудааст, дар ҳоле ки парраи дигари он бо имконпазирии тағйири ҷойгиршавӣ дар самти меҳвар ва танзими фосолаи байни қисми зананда ва пазирандаи муфта ҳаракат мекунад. Ин имкон медиҳад, ки лаҳзаи боздорӣ дар наварди генератор аз сифр то қимати максималӣ танзим карда шавад.

Хусусияти фарқкунандаи тарҳи пешниҳодшуда дар он аст, ки оббарандаи фишордор ба таври рост сохта шуда, маҷмӯаи генератор ва турбина дар якҷоягӣ амудӣ насб гардидаанд ва нисбат ба сатҳи қаблӣ як метр поёнтар дар самти ҳаракати об ҷойгир карда шудаанд.

Хулосаҳо оиди боби чорум

1. Хусусиятҳои лоиҳакашии НБО-и хурд дар Тоҷикистон бояд ба шароити маҳал мутобиқ гарданд, аз ҷумла ба рельефи кӯҳӣ ва маҳдудияти дастрасӣ ба шабакаҳои барқии марказӣ. Ин талаб менамояд, ки неругоҳҳо бо сохторҳои содда, камхарҷ ва худкор тарҳрезӣ шаванд, то фаъолияти устувор ва бозьтимодно ро таъмин намоянд.

2. Истифодаи гидрогенераторҳо бо фишор ва сарфи гуногуни об, ки сохтори оптималии онҳо дар зербобҳо таҳлил шудааст, нишон медиҳад, ки барои баланд бардоштани самаранокӣ бояд мувофиқати байни параметрҳои об (фишор ва сарф) ва тарҳи турбина таъмин гардад. Ин масъала тавассути моделсозии параметрҳои техникӣ ва интихоб намудани шакли оптималии таҷҳизот ҳал мешавад.

3. Таҳлили иқтисодии муқоисавии сохтори хароҷот байни неругоҳҳои хурд ва калон нишон дод, ки сарфи хароҷот дар НБО-и хурд нисбатан камтар буда, дар шароити маҳалҳои дурдаст аз ҷиҳати иқтисодӣ самараноктар аст. Таҷҳизоти каммасраф ва сохтори идоракунии автоматоникардасуда дар коҳиши хароҷоти корбарӣ ва хизматрасонӣ саҳми назаррас доранд.

4. Интихоби шакли оптималии турбинаҳо вобаста ба усули насб яке аз омилҳои муҳим ва калидӣ дар баланд бардоштани самаранокии энергетикӣ ва эътимоднокии қори неругоҳ маҳсуб мешавад. Дар таҳқиқоти анҷомёфта истифодаи насосҳои марказгурез ҳамчун турбина, ҳамчунин мутобиқсозии онҳо бо параметрҳои маҳаллӣ тавассути таҳлили муфассали гидродинамикӣ ба таври ҷиддӣ асоснок гардидааст.

5. Дар маҷмӯъ, таҳқиқоти илмӣ дар боби чорум нишон медиҳад, ки тарҳи техникӣ НБОХ бояд дар заминаи меъёрҳои нави муҳандисӣ ва истифодаи технологияи автоматонӣ тарҳрезӣ шавад, ки ин барои рушди устувори энергетика дар минтақаҳои кӯҳии Тоҷикистон ва расидан ба истиқлолияти энергетикӣ мусоидат мекунад.

ХУЛОСАҲО

Дар асоси тадқиқоти гузаронидашуда дар доираи диссертатсия хулосаҳои илмӣ ва натиҷаҳои амалии зерин пешниҳод мегарданд:

1. Яке аз роҳҳои асосӣ ва мақсадноки баланд бардоштани эътимоднокии дастгоҳҳои садамавии электрикӣ дар иншоотҳои энергетикӣ, аз ҷумла неругоҳҳо, бунёд ва таҷдиди неругоҳҳои барқии обии хурд мебошад, ки ба ҳалли масъалаҳои муҳим ва мураккаби илмӣ-техникӣ равона карда шудааст [1-М].

2. Сифати асосии талаботии энергия бо ёрии табдилдиҳандаҳои неругоҳи барқӣ таъмин карда мешавад, ки барои таъминоти басомади арзӣ ва амплитудаҳои шиддати содиротӣ шароит фароҳам меоранд [2-М].

3. Барои тафтишоти ҳолати оиққорӣ ва баҳодиҳии қобилияти кории дастгоҳҳои электрикӣ, ки дар асоси таҳлили робитаҳо бо қисмҳои гидравликии механикӣ, ҳароратӣ ва андозаҳои электрикӣ, бо роҳҳои қиёс кардани қимату андозаҳои онҳо, ки дар натиҷаи модулҳои математикӣ ҳисобӣ шудаанд, асоснок карда шудааст [1-М].

4. Натиҷаҳои баҳодиҳии қобилияти кории дастгоҳҳои электрикӣ бошад, дар речаи онлайн ба бунгоҳи танзимгарон, ки кори истгоҳи электрикиро тафтиш мекунанд, расонида мешавад, хусусан дар ноҳияҳои дурдасти Тоҷикистон [2-М].

5. Воридоти сохти ташҳисӣ ва алоқа бо бунгоҳи марказии танзимгаро шароит фароҳам меорад, ки речаи саёравии (масофавӣ) корҳои неругоҳи барқи обии хурдро бе ҷалби коргари хизматрасон ба кор бурд [4-М].

6. Рушди сохтмони неругоҳи барқи обии хурд дар Тоҷикистон беамоният боло меравад ва дар айни замон неруи электрикии дар онҳо истеҳсолшуда 25,5 МВт - ро (ё 25,5 млрд кВт.соат) ташкил медиҳад. Тармими неругоҳи барқи обии хурди "Октябр" имкон медиҳад, ки дар як сол 595680 кВт.соат ё ≈ 595.7 МВт.соат. истеҳсол карда шавад ва ба он метавонад маҳаллаи аҳолинишини наздикии ин неругоҳ, муассисаи механиконидашудаи

сайёри сохтмони №150 ва меҳмонхонаро бо нуруи электрикӣ таъмин намояд, инчунин, барои беморхонаи вилоятии ба номи Бурӣ Воҳидов манбаи захиравии барқ бошад [11-М].

7. Ҳангоми насб намудани гидроузели нуругоҳи барқи обии хурд дақиқан омӯхтани шароити маҳал зарур мебошад. Ин барои пешгирӣ намудани таъсири ҳодисаҳои табиӣ дар шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон, монанди фаромадани ярҷ, омадани сел ва ғурумадани тарма, мусоидат менамояд [5-М].

8. Барои баланд бардоштани эътимодноки ва самаранокии энергетикӣ нуругоҳи барқи обии хурд, интихоб намудани генератор бо магнити доимӣ кори нуругоҳро беҳтар менамояд [6-М].

9. Алгоритми пешниҳодшуда барои муайян намудани коэффитсиенти тезгардии турбина моделсозии дақиқи қисми гидравликии гидроагрегатро таъмин намуда, қиматҳои ҳисобии ба таври санҷишӣ муайянкардаи тавоноиро бо ҳам мувофиқ менамояд [2-М].

ТАВСИЯҲО ОИД БА ИСТИФОДАИ АМАЛИИ НАТИҶАҲОИ ТАҲҚИҚОТ

1. *Татбиқи моделҳои рақамӣ ва алгоритмҳои идоракунии автоматикардашуда дар лоиҳакашии НБОХ.* Бо истифода аз моделҳои таҳияшуда дар муҳити MATLAB/Simulink ва дигар абзорҳои муҳандисӣ, метавон дар неругоҳҳои барқи обии хурд речаҳои оптималии кори турбина ва генераторро муайян ва амалӣ намуд, ки ин ба баланд гардидани самаранокӣ ва коҳиши талафоти энергетикӣ мусоидат мекунад.

2. *Истифодаи генераторҳои синхронӣ бо магнитҳои доимӣ дар тарҳи НБОХ.* Генераторҳои бо магнитҳои доимӣ дар муқоиса бо системаҳои анъанавӣ дорои самаранокии баланд ва эътимоднокии устувор мебошанд. Ин технология, махсусан барои шароити дурдаст ва минтақаҳои кӯҳӣ, тавсия мешавад, зеро нигоҳдории он камтар ва кори он боэътимодтар мебошад.

3. *Татбиқи лоиҳаҳои муосиргардонии НБОХ дар асоси намунаи таҷдиди неругоҳи «Октябр».* Лоиҳаи таҷдиди НБОХ «Октябр», ки бо истифода аз усулҳои лоиҳакашии муосир ва тарҳи гидротехникии беҳсозиишуда амалишаванда мебошад, метавонад ҳамчун намуна барои таҷдид ва рушди неругоҳҳои хурди мавҷуда дар минтақаҳои дигари ҷумҳурӣ хидмат намояд.

4. *Интеграцияи таҳқиқоти илмӣ дар раванди таълим ва омодагории мутахассисон.* Мавод ва натиҷаҳои илмӣ бадастомада (моделҳо, алгоритмҳо ва таҷрибаҳо) барои омӯзиши фанҳои тахассусии марбут ба энергетика дар муассисаҳои таҳсилоти олий, махсусан дар самти идоракунии автоматикунонидашуда ва лоиҳакашии НБОХ, тавсия карда мешаванд.

РҶҶХАТИ АДАБИЁТ

1. Азим Иброҳим, Петров Г.Н., Леонидова Н.В. Истифодаи саноатии энергияи обии хурд дар Тоҷикистон. Маҷаллаи маъдан. Шумораи махсус. Москва, 2004, с. 40-43.
2. Нурмаҳмадов Ч.Н. Барқи обии Тоҷикистон. Захираҳо ва нақшаҳо. Душанбе, Эҷод, с.2005.
3. Абдуллоева Ф.С., Баканин Г.В. ва дигарон. Захираҳои гидротехникии РСС Тоҷикистон.-Л.: Недра, 1965.-235с.
4. Аверьянов В.К., Карасевич А.М., Федяев А.В. Проблемаҳои энергетикаи хурд: ҳолати ҳозира ва перспективаҳои тараққиёт. Ҷилди. 1, 2.- М.: ИД-ШАРҶИ кишвар, 2008.-321 с.
5. Авазов Т.А., Петров Г.Н. Об ва энергия. Маҷмаи Тоҷикистон дар тақсими захираҳои оби Осиёи Марказӣ. Бунёди байналмилалӣ наҷоти Арал. Душанбе. 2003 с. 100 с.
6. Анкудинов А.А., Коротков В.В., Сараева Г.И. Нерӯи обии хурд воятаи самараноки баланд бардоштани амнияти энергетикӣ ва экологии минтақаҳои Русия мебошад // Проблемаҳои муосири илм ва маориф. - 2014. - № 5.
7. Андреев А.Е. и др. Гидроэлектростанции малой мощности: Учеб. пособие / Под. Ред. Елистратова В.В. Спб.: Изд-во Политехн. Ун-та. – 2005. – 432 с.
8. Петров Г.Н., Ахмедов Х.М. Малая гидроэнергетика Таджикистана. Душанбе: Дониш, 2010-180 с.
9. Ларионов А.Д. Проблемы подтопления берегов крупных равнинных водохранилищ // Гидротехническое строительство. – 1992. – № 7. – С. 11–15.
10. Коновалова О.А. Малая гидроэнергетика: проблемы, трудности и пути их преодоления. – Мурманск, 2013. – 56 с.
11. Шелест В.А., Крапчин И.П., Грюнталь Ю.Л. Проблемы развития и размещения электроэнергетики в Средней Азии. – М.: Наука, 1964. – 248 с.

12. Муслимов В.Х., Янин Г.С. Гидроэнергетические ресурсы Чечено–Ингушской АССР // Гидротехническое строительство. – 1989. – № 5. – С. 3–5.
13. Тулебердиев Ж.Т. Развитие энергетики Кыргызстана / К.Р. Рахимов, Ю.П. Беяков. – Бишкек: Шам, 1997. – 296 с.
14. Воронин, С., Давлатов, А., Султонов, О., Косимов, Б. и Гулов, Д. 2019. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ МИНИ-ГЭС КАК ОСНОВА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГОРНЫХ РАЙОНОВ ТАДЖИКИСТАНА. Вестник Южно-Уральского государственного Университета. Серия: «Энергетика». 19, 3 (сен. 2019), 100–107. DOI:<https://doi.org/10.14529/power190311>.
15. Программа развития малой гидроэнергетики в Таджикской Республике на 1998–2000 годы и на период до 2005 года. – Бишкек: АО «Кыргызэнерго», 1998. – 26 с.
16. Холмирзоев, Д.Н. Проектирование и строительства малых ГЭС (МГЭС) в Республике Таджикистан / Д.Н. Холмирзоев // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия естественных наук. – 2022. – № 2-3(102). – С. 61-64.
17. Коноплев Е.В. Микро– и малые гидроэлектростанции в качестве резервных источников электроснабжения: учебно–методические рекомендации по выполнению лабораторно–практической работы. – Ставрополь, 2014. – 60 с.
18. Обзорная информация о современном состоянии и перспективах развития гидроэнергетики в Таджикской Республике. – Бишкек: РИЦ Кыргызпатента, 2002. – 24 с.
19. Михайлов Л.П., Родниковский А.Ш., Фельдман Б.Н. Малая гидроэнергетика и перспективы её развития // Гидротехническое строительство. – 1983. – № 8. – С. 5–7.
20. Киргизов А.К. Развитие и оптимизация режимов электроэнергетической системы с распределёнными возобновляемыми источниками энергии методами искусственного интеллекта (на примере

Республики Таджикистан): дис. ... канд. техн. наук: 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы. – Душанбе, 2017. – 189 с.

21. Киргизов А.К. Развитие и оптимизация режимов электроэнергетической системы с распределёнными возобновляемыми источниками энергии методами искусственного интеллекта (на примере Республики Таджикистан): автореф. дис....канд. техн. наук: 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы / Алифбек Киргизович Киргизов. – Томск, 2017. – 22 с.

22. Нормативные правовые акты и национальные стандарты по возобновляемым источникам энергии, действующие в Республике Таджикистан. – Душанбе, 2011. – Режим доступа: <http://energo-cis.ru/wyswyg/file/Zakon/Nacional/Tadghikistan/RES%20by%20laws%20rus.pdf> (дата обращения: 30.07.2025).

23. Виссарионов, В.И. Техничко–экономические характеристики малой гидроэнергетики (справочные материалы) / В.И. Виссарионов, Н.К. Малинин, Г.В. Дерюгина и др. // Методическое пособие. М.: Изд-во. МЭИ, 2001. – 120 с.

24. Возобновляемые источники энергии. Часть 2. Большая и малая гидроэнергетика // Газета «МК–Дагестан», 20 марта 2017. – Режим доступа: <http://mkala.mk.ru/articles/2017/03/20/vozobnovlyaemye-istochniki-energii.htm> (дата обращения: 01.07.2025).

25. Фельдман Б.Н., Марканова Т.К., Серёгина М.И. Состояние и тенденции развития малой гидроэнергетики // Энергетическое строительство за рубежом. – 1987. – № 3. – С. 14–17.

26. Энергетика, экономика, эффективность, экология: научно–производственный журнал. – Бюллетень № 1 (1), декабрь 2004. – 56 с.

27. Малинин Н.К., Тягунов М.Г. Экономика малой гидроэнергетики за рубежом // Гидротехническое строительство. – 1983. – № 12. – С. 55–57.

28. Обзорная информация о современном состоянии и перспективах развития гидроэнергетики в Таджикской Республике. – Бишкек: РИЦ Кыргызпатента, 2002. – 24 с.

29. Жабудаев Т.Ж. Гидроэнергетические установки. – Бишкек, 2009. – 223 с.
30. Карелин В.Я., Волшаник В.В. Сооружения и оборудование малых ГЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 186 с.
31. Кривченко В.И. Гидравлические машины, турбины и насосы. – М.: Энергия, 1978. – 231 с.
32. Ларионов А.Д. Проблемы подтопления берегов крупных равнинных водохранилищ // Гидротехническое строительство. – 1992. – № 7. – С. 11–15.
33. Илюшин В.Ф., Куперман В.Л., Мостков В.М. и др. Строительный тоннель с облегчённой обделкой на Курпсайской ГЭС // Гидротехническое строительство. – 1980. – № 5. – С. 8–11.
34. Васильев Ю.С., Хлебников С.Н. Основа энергетического оборудования гидроэлектростанций. – Санкт-Петербург: Издательство СПбГТУ, 2002. – 127 с.
35. Энергетика, экономика, эффективность, экология: научно-производственный журнал. – Бюллетень № 1 (1), декабрь 2004. – 56 с.
36. Малинин Н.К., Тягунов М.Г. Малая гидроэнергетика зарубежом // Гидротехническое строительство. – 1983. – № 6. – С. 49–52.
37. Ляпичев Ю.П. Гидротехнические сооружения: учебное пособие. В 2 кн. – М., 2008. – 291 с.
38. Гидротехническое разоружение для малой энергетики горно-предгорной зоны / под ред. Н.П. Лаврова. – Бишкек, 2009. – 496 с.
39. Логинов Г.И. Гидравлические процессы при водозаборе из малых горных рек. – Бишкек, 2014. – 191 с.
40. Потапов В.М., Ткаченко П.Е., Юшманов О.Л. Использование водной энергии. – М.: Колос, 1972. – 340 с.
41. Бабурин Б.А., Бобров Б.И., Ванштейн А. и др. Гидроэнергетика и комплексное использование водных ресурсов. – М., 1982. – 560 с.
42. Алымкулов К.А., Беяков Ю.П. Генераторы малых ГЭС. – Бишкек, 2014. – 146 с.

43. Алымкулов К.А., Беляков Ю.П. Энциклопедия энергетики Таджикистана. – Бишкек, 2015. – 524 с.
44. Маматханов Д.М., Баштан А.П., Аманалиев Н.А. Гидроэнергетика Советского Таджикистана. – Фрунзе–Кыргызстан, 1976. – 104 с.
45. Рахимов К.Р., Беляков Ю.П., Мамыров Р.С. Динамика топливно–энергетического комплекса Таджикской Республики после суверенизации и прогноз к 2005 году. – Бишкек: КТУ, 1990. – 224 с.
46. Рахимов К.Р. Задачи использования гидроресурсов Киргизии и некоторые пути их развития // Труд ФПИ, Повышение эффективности работ энергосистем. – 1982.
47. Рахимов К.Р. К вопросу изучения и использования гидроресурсов Киргизии: тезисы научно–технической конференции. – Фрунзе, 1980.
48. Фесенко Г.П. Гидроэнергетические ресурсы Киргизии и пути их использования: тезисы докладов научно–технической конференции энергетиков Киргизии. – Фрунзе, 1978. – С. 16–21.
49. Большаков М.Н. Первые шаги изучения водных ресурсов Киргизии и путей дальнейшего использования их в народном хозяйстве. – Фрунзе: Кирг. ФАН СССР, Вып. 2, 1954. – С. 47–51.
50. Беляков Ю.П. Энергетическое использование малых рек и ирригационных систем Киргизской ССР / Зырянов А.Г., Сулайманов М.С. // Гидротехническое строительство. – 1989. – № 6. – С. 4–6.
51. Рахимов К.Р. Отчёт о научно–исследовательской работе «Разработка стратегии развития энергетики Таджикистана на уровень 2010 и 2020 годов» (1–й этап). – Бишкек, 2004. – 20 с.
52. Рахимов К.Р., Беляков Ю.П., Мамыров Р.С. Динамика топливно–энергетического комплекса Таджикской Республики после суверенизации и прогноз к 2005 году. – Бишкек: КТУ, 1990. – 224 с.
53. Ресурс поверхностных вод СССР – основные гидрологические характеристики (за 1963–1970 гг.): Том 14. Басейны Иссык–Куля, рек Чу, Талас, Тарим.

54. Рахимов К.Р. и др. Развитие энергетики Кыргызстана. – Бишкек: Нур, 1997. – 293 с.
55. Липкин В.И. Микро и малые гидроэлектростанции в Таджикской Республике / Э.С. Богомбаев. – Бишкек, 2010. – 116 с.
56. Программа развития малой гидроэнергетики в Таджикской Республике на 1998–2000 годы и на период до 2005 года. – Бишкек: АО «Кыргызэнерго», 1998.
57. Бычков Н.М., Горелов В.П., Горелов В., Качанов А.Н. Гидроагрегат для выработки энергии на малых реках // Ученые записки Павлодарского гос. университета. – 1999. – № 1. – С. 32–37.
58. Васильев Ю.С. Влияние плотин и водохранилищ на окружающую среду // Проектирование и строительство больших плотин. – М., 1982. – Вып. 7.
59. Андреев В.Б., Грановский Г.А., Веремеенко И.С. и др. Справочник по гидротурбинам / Под общ. ред. Н.Н. Ковалёва. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. – 496 с.
60. Юшманов О.Л., Шабанов В.В., Голямин И.Г. и др. Комплексное использование и охрана водных ресурсов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 303 с.
61. Guangquan D. Small hydro cascade developments in China // International Water Power and Dam Construction. – 1986. – Vol. 38, № 4. – P. 16–20.
62. Gordon J.L., Noel C.R. The economic limits of small and low-head hydro // International Water Power and Dam Construction. – 1986. – P. 23–26.
63. Маменко А.С. Решаются проблемы действующих и строящихся ГЭС // Энергобизнес. – 1998. – № 39. – С. 48.
64. Новоженин В.Д. Развитие гидроэнергетики страны, проблемы и перспективы // Гидротехническое строительство. – 2000. – № 8/9.
65. Шайтанов В.Я. Организация строительства гидроэнергетических объектов в современных экономических условиях // Гидротехническое строительство. – 2000. – № 8/9. – С. 38–40.

66. Лохматиков Г.П., Троицкий А.П., Чусов А.Н. Пути повышения надёжности и долговечности оборудования при монтаже реконструируемых ГЭС // Труды СПбГТУ. – 1998. – № 475. – С. 24–29, 242.

67. Кириллин В.А. Энергетика. Главные проблемы: в вопросах и ответах. – М.: Знание, 1990. – 128 с.

68. Пташкина Г.О. Математическое моделирование речного стока при проектировании малых гидроэлектростанций // Вестник Челябинского агроинженерного университета. – 1999. – № 29. – С. 125–132, 193.

69. Бекаев Л.С., Марченко О.В., Пинегин П. Мировая энергетика и переход к устойчивому развитию. – Новосибирск: Наука, 2000.

70. Беляков Ю.П. К вопросу об экономической эффективности и целесообразности эксплуатации каскада Аламединских ГЭС / Т.И. Попова // Материалы 2-й респ. науч.–техн. конференции молодых учёных Киргизии. – Фрунзе, 1981. – С. 72–73.

71. Коноплев Е.В. Микро и малые гидроэлектростанции в качестве резервных источников электроснабжения: учебно–методические рекомендации по выполнению лабораторно–практической работы / Е.В. Коноплев. – Ставрополь, 2014. – 60 с.

72. Лабейш В.Г. Нетрадиционные источники энергии / В.Г. Лабейш. – Санкт–Петербург, 2003.

73. Каганов Г.М. Гидротехнические сооружения: учебное пособие. Кн. 1, 2 / И.С. Румянцев. – М.: Энергоиздат, 1994.

74. Рахимов К.Р. Техничко–экономическое обоснование реанимации и строительства перспективных малых ГЭС / К.Р. Рахимов. – Бишкек, 2012. – 64 с.

75. Алымкулов К. Проектирование унифицированных серий однофазных электродвигателей малой мощности для общепромышленных и бытовых электроприводов / К. Алымкулов. – Бишкек, 2001. – 59 с.

76. Смирнов И.Н. Гидравлические турбины и насосы / И.Н. Смирнов. – М.: Высшая школа, 1969. – 400 с.

77. Липкин В.И. Микро гидроэлектростанции: пособие по применению / Э.С. Богомбаев. – Бишкек, 2007. – 30 с.
78. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования / И.П. Крючков. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1989. – 608 с., ил.
79. Рожкова Л.Д. Электрооборудование станций и подстанций / В.С. Козулин. – М.: Энергия, 1987.
80. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций / Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова. – Москва: Издательский центр «Академия», 2006.
81. Кузнецов В.А. Вопросы технико-экономического проектирования крупных гидростанций в энергосистемах / В.А. Кузнецов. – М.: ГЭИ, 1953.
82. Масликов В.И. Социально-экономические предпосылки строительства малых ГЭС в горных районах // Гидротехническое строительство. – 1988. – № 4.
83. Бекаев Л.С., Марченко О.В., Пинегин П. и др. Мировая энергетика и переход к устойчивому развитию / Л.С. Бекаев и др. – Новосибирск: Наука, 2000.
84. Мировая энергетика: прогноз развития до 2020 г. / Пер. с англ. под ред. Ю.Н. Старшикова. – М.: Энергия, 1980. – 256 с.
85. Федоров М.П., Заир-Бек И.А., Анисимов А.С. Технико-экономическая оценка водоохранных мероприятий на водохранилищах каскада ГЭС // Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды. – Л., 1987. – № 10.
86. Гидроэнергетические установки / Под ред. Д.С. Щавелева. – Л.: Энергия, 1972. – 392 с. с илл.
87. Абдурашитов Ш.Р. Общая энергетика: учебное пособие, 2-е изд., переработанное и дополненное / Ш.Р. Абдурашитов; Уфимский гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2006. – 334 с.

88. Щавелев Д.С., Губин М.Ф., Куперман В.Л. и др. Экономика гидротехнического и водохозяйственного строительства. – М., 1986. – 231 с.

89. Эрлихман Б.Л. Энерго–экономические расчёты гидроэлектростанций. – М.: Энергия, 1969. – 271 с.

90. Рахимов К.Р. Некоторые варианты каскада ГЭС на р. Чу на участке Орто–Токой – ВБЧК. – Бишкек: Издательство "Кыргызстан", 1983.

91. Раупов Н.М. Оценка экономической эффективности унификации малых ГЭС / К.Р. Рахимов // Вестник ТТУ им. Академик Осими. – Душанбе, 2015. – С. 93–97.

92. Раупов Н.М. Обоснование унификации проектирования и строительства малых ГЭС (МГЭС) на реках Таджикской Республики / К.Р. Рахимов // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 2016. – С. 83–85.

93. Раупов Н.М. Унификация по мощности генераторов малых ГЭС / К.Р. Рахимов // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 2016. – С. 86–90.

94. Раупов Н.М. О возможности использования унифицированных гидроагрегатов при различных напорах и расходах воды на малых ГЭС / К.Р. Рахимов // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 2016. – С. 69–74.

95. Раупов Н.М. Экономическая эффективность при унификации строительства малых ГЭС / Н.М. Раупов // Материалы 65–й международной молодежной научно–технической конференции «Молодёжь. Наука. Инновации». – Владивосток: МГУ им. ад. Невельского, 2017.

96. Раупов Н.М. Некоторые предложения к проекту Верхне–Нарынского каскада ГЭС / К.Р. Рахимов // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 2018. – № 1(45). – С. 156–161.

97. Раупов Н.М., Рахимов З.С., Паймони Ҷ., Куватов М.А. Аҳамияти стратегии дарёҳои Панҷу Вахш ва истифодаи комплекси онҳо дар Ҷумҳурии Тоҷикистон / Н.М. Раупов и др. // Вестник Бохтарского государственного университета имени Н.Хусрава. – 2021. – № 1–4(92). – С. 186–191.

98. Раупов Н.М., Абдурахмонов А.Я., Рахимов З.С. Асосноккунии иқтисодиёи техникии НБО хурд ва рушди он дар гидроэнергетикаи Ҷумҳурии

Тоҷикистон / Н.М. Раупов и др. // Вестник Бохтарского государственного университета имени Н.Хусрава. – 2022. – № 2–4(105). – С. 26–30.

99. Раупов Н.М., Махсумов И.Б. Устойчивость развития гидроэнергетики как возобновляемого и чистого источника энергии / Н.М. Раупов, И.Б. Махсумов // Материалы 115-й Международной научно-практической конференции «Энергетика: состояние и перспективы развития». Секция 2. Гидроэнергетика, возобновляемая энергетика и экология. – Душанбе: ЦИ и П ТТУ им. академика М.С. Осими, 2022. – С. 215–221.

100. Раупов Н.М., Абдурахмонов А.Я., Одинаев Н.Х., Абдуллоев Б.Т. Техничко-экономическое обоснование проектирования малых ГЭС с учётом унифицированных мощностей и параметров стока рек // Паёми Донишгоҳи давлатии Данғара. – 2023. – №3. – С. 47–54. – ISSN 2410–422X.

101. Что такое малая ГЭС. Классификация по мощности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gidroburo.ru/index.php/a-proektirovanie/a-4-malye-ges/38-a-4-01-chto-takoe-malaya-ges-klassifikatsiya-po-moshchnosti> (дата обращения: 10.11.2023).

102. Александровский А.Ю., Кнеллер М.И., Коробова Д.Н. и др. Гидроэнергетика: учебник для вузов / Под ред. В.И. Обрезкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1988. – 254 с.

103. Абдрахманов Р.Р. Энергоснабжение сельскохозяйственных потребителей с использованием возобновляемых источников: в условиях Республики Башкортостан: дис.... канд. техн. наук: 05.20.02. – Уфа, 2005. – 203 с.

104. Ахмедов Х.М., Каримов Х.С., Кабутов К. Возобновляемые источники энергии в Таджикистане: состояние и перспективы развития. – Душанбе: Физико-технический институт им. С.У. Умарова АН РТ, 2010. – 30 с.

105. Лукутин Б.В. Особенности работы микро-ГЭС на асинхронный двигатель соизмеримой мощности // Электротехника. – 1997. – №7. – С. 36.

106. Обзор и оценка возобновляемых источников энергии Республики Таджикистан // Материалы международной научно–практической конференции «Электроэнергетика: проблемы и перспективы развития энергетики региона». – Душанбе, 2018. – 458 с.

107. Черных А.Г., Бондаренко А.В. Натурные исследования опытного образца установки микроГЭС с энергоблоком типа экранированный асинхронный генератор–турбина // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы междунар. науч.–практ. конференции. – Красноярск: КрасГАУ, 2013. – С. 109–129.

108. Бондаренко А.В., Черных А.Г. Экспериментальное исследование опытного образца установки микроГЭС с энергоблоком типа экранированный асинхронный генератор–турбина // Вестник ИрГСХА. – 2012. – Вып. 53. – С. 120–129.

109. Stepanoff A.J. Centrifugal and Axial Flow Pumps. – 2nd ed. – New York: J. Wiley, 1957.

110. Бондаренко А.В., Черных А.Г. Регулирование выходного напряжения и частоты опытного образца установки микроГЭС с экранированным асинхронным генератором // Актуальные вопросы технического, технологического и кадрового обеспечения АПК: материалы междунар. науч.–практ. конф. и V–го регион. науч.–производ. семинара «Чтения И.П. Терских». – Иркутск: ИрГСХА, 2012. – С. 219–228.

111. Кирпичникова, И.М. Состояние и перспективы использования гидроэнергетического потенциала Республики Таджикистан / И.М. Кирпичникова, И.Б. Махсумов // Энерго– и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Международной научно–технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2017. – Т. 5, № 1. – С. 101–107.

112. Кирпичникова, И.М. Перспективы использования возобновляемых источников энергии в Республике Таджикистан / И. М. Кирпичникова, И. Б. Махсумов // Научный поиск: материалы десятой научной конференции

аспирантов и докторантов, Челябинск, 06–07 февраля 2018 года / Министерство образования и науки Российской Федерации, Южно–Уральский государственный университет. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2018. – С. 87–93.

113. Махсумов, И.Б. Разработка энергокомплекса на базе возобновляемых источников энергии для электроснабжения труднодоступных районов Республики Таджикистан с использованием термозащиты солнечных модулей: специальность 05.09.03 "Электротехнические комплексы и системы": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Махсумов Илхом Бурхонович, 2021. – 209 с.

114. Конищев, М.А. Методика обоснования параметров и режимов работы энергокомплексов ГЭС–ВЭС: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.14.08 / Конищев Михаил Анатольевич. – СПб., 2010. – 19 с.

115. Строительство МГЭС в Таджикистане [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <file:///D:/2.%20%D0%A5%D0%A3%D0%A7%D0%90%D0%A2%D0%A5%D0%9E%D0%98%20%D0%9A%D0%90%D0%A4%D0%95%D0%94%D0%A0%D0%90%D0%98%20%D> (дата обращения: 12.11.2024).

116. Правительство Республики Таджикистан постановление «о долгосрочной программе строительства малых электростанций на период 2009–2020» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <Раупов%20Н%20диссертация/1.1.html> (дата обращения: 12.11.2024).

117. Киргизов, А.К. Методика определения расхода воды при проектировании малых ГЭС на горных водотоках Таджикистана /А. К. Киргизов, С. Р. Расулов // Энергетика: Экология, Надежность, Безопасность: материалы девятнадцатой Всеросс. Науч.–техн. конф. / Томский политехнический университет. Т.1. – Томск: «СПБ Графикс», 2013. – С. 82–84.

118. Закон Республики Таджикистан об использовании возобновляемых источников энергии №587: [Принят Постановлением Маджлиси намояндагон Маджлиси Оли Республики Таджикистан от 23 дек.2009 г.: по состоянию на 23 нояб.2015 г.№587]. – Ирфон. 2009. – 8 с.

119. Киргизов, А.К. К вопросу использования малой гидроэнергетики в условиях Таджикистана./А. К. Киргизов. М. Б. Иноятов // Вестник Таджикского технического университета. – 2008. – № 2(18). – С. 38–42.

120. Барномаи дарозмуддати бунёди силсилаи нерӯгоҳҳои хурди барқӣ дар давраи солҳои 2009–2020 / Таҳиягар: Вазорати энергетика ва саноати ҚТ, Маркази идораи лоиҳаҳои бахши электроэнергетика. – Душанбе, 2009. – 27 с. – Бо Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 2 феввали соли 2009 тасдиқ шудааст. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://barqitojik.tj/upload/iblock/8da/%D0%91%D0%B0%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B8%20%D0%B4%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%BC%D1%83%D0%B4%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%B8%20%D0%B1%D1%83%D0%BD%D1%91%D0%B4%D0%B8%20%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D0%B8%20%D0%9D%D0%A5%D0%91%20%D0%B4%D0%B0%D1%80%20%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D1%80%D0%B0%D0%B8%202009-2020.docx>

121. Таджикистан. Карты Таджикистана. Подробная карта Таджикистана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geo10.ru/963085.html>.

122. Абдурасулов, А.А. Энергоресурсы Таджикистана и проблемы энергообеспечения горных районов / А. А. Абдурасулов, Х. М. Ахмедов, К. Кабутов // В. сб. Проблемы устойчивого развития горных территорий Республики Таджикистан. Душанбе, 2002. – С. 20–28.

123. Киргизов, А.К. Водно–энергетический потенциал малых рек Памира / А.К. Киргизов, Дж. С. Ахъеев, Дж. Х. Худжасайдов // 8–я Межд. конф. по проблемам горной промышленности, строительство и энергетики —Социально–экономические и экологические проблемы горной

промышленности, строительства и энергетики // ТулГУ. Тула–Донецк–Минск. – 2012. – С. 480–485.

124. Киргизов, А.К. Методика определения расхода воды при проектировании малых ГЭС на горных водотоках. Таджикистана / А. К. Киргизов, С. Р. Расулов // Энергетика: Экология, Надежность, Безопасность: материалы девятнадцатой Всеросс. Науч.–техн. конф. / Томский политехнический университет. Т.1.– Томск: «СПБ Графикс», – 2013. – С. 82–84.

125. Ельманов, Б.А. Эффективность использования гидроэнергетических ресурсов малых водотоков в Южном Таджикистане и Горно–Бадахшанской автономной области (ГБАО) / Б.А. Элманов, В.И. Масликов, С.Р. Расулов, Р.С. Рубинов // Докл. АН Тадж. ССР. Том X, XVII. – 1984. – №6. – С. 83–86.

126. Официальный сайт ОАХК «Барки Точик» [Сайт]. – URL: <http://www.bargitojik.tj/>.

127. Трестман, А.Г. О гидрологическом районировании и характере распределения годового стока рек по территории Таджикистана / А. Г. Тресман // Изв. Отдел. геол. хим. и тех. наук АН Таджикской ССР, – 1959. – вып.1.

128. Александровский, А.Ю. Гидроэнергетика: учебник для вузов / А.Ю. Александровский, М.И. Кнеллер, Д.Н. Коробова и др.; под ред. В.И. Обрезкова. – 2–е изд. перераб и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 512 с.

129. Официальный сайт Министерство энергетики и промышленности Республики Таджикистан [Сайт]. – URL: <http://www.minenergoprom.tj>.

130. Хрисанов, Н.И. Комплексная экспертная оценка экологических последствий гидроэнергетического строительства (на стадии ТЭО) / Н.И. Хрисанов, Н.И. Керро, Г.А. Колник // Гидротехническое строительство. – 1990. – №3.

131. Асланян Г.С. Рациональное и эффективное использование энергетических ресурсов в Центральной Азии. / Г.С. Асланян, С.Д. Молодцов,

В.Л. Лихачев. – М.: «СПЕКА». 2001. – 152 с. – ООН, Специальная Программа ООН для экономик Центральной Азии.

132. Асарин, А.Е. Водно–энергетические расчеты / А.Е. Асарин, К.Н. Бестужева. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 222 с.

133. W. D. Kellogg et al., Generation unit sizing and cost analysis for stand-alone wind, photovoltaic and hybrid wind/PV systems, IEEE Transactions on Energy Conversion, Volume 13 (1), 70–75, 1998.

134. A. Kaabeche, M. Belhamel and R. Ibtouen, Optimal sizing method for stand-alone hybrid PV/wind power generation system, Revue des Energies Renouvelables SMEE'10 BouIsmaïl Tipaza, 205 – 213 (2010).

135. Usman A. A., Abdulkadir R. A. Modelling and simulation of micro hydro power plant using matlab simulink //International journal of advanced technology in Engineering and Sciences. – 2015. – Т. 3. – С. 260–272.

ИНТИШОРОТИ АЗ РУЙИ МАВЗУИ ДИССЕРТАТСИЯ

Мақолаҳои нашршуда дар маҷаллаҳои илмӣ аз ҷониби Комиссияи олии аттестационии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсияшаванда:

[1-М] Холмирзоев Д.Н. Неругоҳи хурди оби “Октябр” дар Ҷумҳурии Тоҷикистон [Матн] / А.Я. Абдурахмонов, Д.Н. Холмирзоев // Паёми Потитехникӣ. Бахши: Тадқиқотҳои муҳандисӣ. № 4 (52) 2020. – С. 17-20.

[2-М] Холмирзоев Д.Н. Проектирование и строительство малых ГЭС (МГЭС) в Республике Таджикистан [Матн] / Д.Н. Холмирзоев // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия естественных наук. – 2022. – №. 2/3. – С. 61-64.

Мақолаҳои дар конференсияҳо:

[3-М] Холмирзоев Д.Н. Проблема воды и особенности прогнозирования долгосрочных тенденций в центральной азий / А.З. Раҳматуллоев, Х.Х. Назарзода, Д.Н. Холмирзоев // Маводҳои Конференсияи

Чумхуриявии илмӣ-амалӣ «Рушди иқтисодии энергетика дар Чумхурии Тоҷикистон» 22-24 майи соли 2016, Кушониён – 2016. – С. 45-48.

[4-М] Холмирзоев Д.Н. Ба қайдгирии тавсифномаҳои механики муҳарриқи ғайризамонсоз ҳангоми тағйирёбии басомад ва шиддати статор дар як фосилаи вақт / Д.Н. Холмирзоев, А.Р. Рашидов, Ҳ.Қ. Муҳаббатова // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Развитие стабильной энергетики в годы независимости» 22-23 декабря 2016 года, Кушониён – 2016. – С. 51-56.

[5-М] Холмирзоев Д.Н. Исследовании динамических процессов в системе частотно-регулируемого электропривода насосного агрегата и магистрального турбопровода / Р.А. Кахоров, А.З. Раҳматуллоев, Х.З. Мирзоев, Д.Н. Холмирзоев // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Развитие стабильной энергетики в годы независимости» 22-23 декабря 2016 года, Кушониён – 2016. – С. 148-154.

[6-М] Холмирзоев Д.Н. Потенциал малых ГЭС ресурсов Таджикистана / А.Я. Абдурахманов, Г.Т. Абдурахманов, Д.Н. Холмирзоев // Материалы международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие водно-энергетического консорциума средней Азии - главный путь достижения энергетической независимости Республики Таджикистан» 15-16 мая 2018 года, Кушониён – 2018. – С. 286-289.

[7-М] Холмирзоев Д.Н. Гидроэнергетикаи хурд дар Тоҷикистон / А.Я. Абдурахманов, Г.Т. Абдурахманов, А. Акрамов Д.Н. Холмирзоев // Материалы международной научно-практической конференции «Развитие гидроэнергетики - развитие Таджикистана» 20 декабря 2018 года, Кушониён – 2018. – С. 139-141.

[8-М] Холмирзоев Д.Н. Яке аз сабабҳои қорношоям шудани ноқили алюминий дар соҳаи электротехника / А.Р. Рашидов, Н.Х. Одинаев, Б.Ф. Эмомов, Д.Н. Холмирзоев, Ф.Н. Қувватов // Endless Light in Science. – 2023. – № 2-2. – С. 277-281.

[9-М] Холмирзозода Д.Н. Вклад сажи на изменение плотность системы касторового масла и бензола при атмосферном давлении и комнатной температуре / А.Р. Раджабов, А.Р. Рашидов, Р.А. Кахоров, Д.Н. Холмирзозода // Материалы Международной научно-практической конференции: «Энергетика ключевое направление развития национальной экономики» 19 декабря 2024 года, Институт энергетики Таджикистана, р-н. Кушониён, 2024. – С. 57-63.

[10-М] Холмирзоев Д.Н. Таҳсири руҳ ба сохт ва ҳосиятҳои алюминий / А.Р. Рашидов, Н.Х. Одинаев, А.Р. Рачабов, Д.Н. Холмирзоев, Ф.Н. Қувватов // Международный научно-практический журнал. №2, 31 октября 2024 года. Туркестан, Казахстан. С. 22-24.

Патент ва шаҳодатномаи ихтироъкорӣ:

[11-М] Холмирзоев Д.Н. Неругоҳи хурди обии барқии бесарбанд [Матн] / Д.Н. Холмирзоев, А.Я. Абдурахмонов, Г.Т. Абдурахмонов, Қ.Ҳ. Пираков, Н.М. Раупов // Нахустпатент. Ҷумҳурии Тоҷикистон, 2025, №ТJ 1587 (аз 18.03.2025).

ЗАМИМАҲО

Замимаи А

Санади татбиқи натиҷаҳои кори диссертатсионӣ дар раванди таълими ДЭТ



ВАЗОРАТИ ЭНЕРГЕТИКА ВА ЗАХИРАҲОИ ОБИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН
ДОНИШКАДАИ ЭНЕРГЕТИКИИ ТОҶИКИСТОН

735162, вилояти Хатлон, ноҳияи Кузониён, тел:935646407, E-mail: det-tj@mail.ru



САНАД

онд ба татбиқи натиҷаҳои кори диссертатсионии Холмирзозода Д.Х. дар раванди таълими Донишкадаи энергетикаи Тоҷикистон

Натиҷаҳои илмӣ кори диссертатсионии Холмирзозода Д.Х. дар мавзӯи «Баланд бардоштани самаранокии энергетикаи неруғохҳои барқии обии хурд (дар мисоли неруғоҳи Октябр)» аз ҷониби комиссия дар ҳайати раис: номзоди илмҳои техникаи Қувватзода О.Ш. – муовини ректор оид ба илм, инноватсия ва рабобити хориҷӣ, аъзоён: номзоди илмҳои техникаи Одинаев Н.Х. – декани факултети электромеханика ва зехни сунъӣ, номзоди илмҳои техникаи, дотсент Махсумов И.Б. – мудири кафедраи манбаъҳои алтернативии энергия баррасӣ ва ҳамчун маводи татбиқшаванда дар раванди таълими кафедраи «Манбаъҳои алтернативии энергия» қабул ва тавсия шудаанд аз ҷумла:

– Моделҳои математикӣ ва алгоритмҳои идоракунии автоматоникадашуда, ки дар муҳити MATLAB/SIMULINK таҳия гардидаанд, ҳамчун мавзӯи назарявӣ ва амалӣ ба барномаҳои фанӣ машғулиятҳои «Системаи идоракунии неруғохҳои барқӣ» ва «Лоҳакаи неруғохҳои барқи обии хурд» ворид карда шудаанд.

– Лоҳаи таҷдиди техникаи неруғоҳи барқи обии «Октябр», ки дар кори диссертатсионӣ асоснок шудааст, барои иҷрои қорҳои қурей ва лоҳаҳои дипломӣ ҳамчун намунаи татбиқи воқеии лоҳаҳои муҳандисӣ истифода мешавад.

– Натиҷаҳои илмӣ таҳқиқот дар таҳияи маърузаҳо ва семинарҳо оид ба самтҳои самаранокии энергетикӣ ва истифодаи манбаъҳои барқароршавандан энергия дар муҳити таълими донишкада мавриди истифода қарор гирифта, ба баланд бардоштани сифати таълим ва омодагии мутахассисони соҳа мусоидат менамоянд.

Раиси комиссия:

Муовини ректор оид ба илм,
инноватсия ва рабобити хориҷӣ

Қувватзода О.Ш.

Аъзоёни комиссия:

Декани факултети электромеханика
ва зехни сунъӣ

Одинаев Н.Х.

Мудири кафедраи манбаъҳои
алтернативии энергия

Махсумов И.Б.



ПАТЕНТҲО

ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН		ИДОРАИ ПАТЕНТӢ
НАХУСТПАТЕНТ		
№ ТҶ 1587		
БА ИХТИРОИ		
<i>Нерӯгоҳи хурди обии барқии бесарбанд</i>		
Дорандаи нахустпатент	Ҳолмирзоев Дустмаҳмад Нурулоевич	
Сарзамин	Ҷумҳурии Тоҷикистон	
Муаллиф(он)	Ҳолмирзоев Д.Н., Абдурахмонов А.Я., Абдурахмонов Ғ.Т., Ғирақов К.Х., Раунов Н.М.	
Аввалияти ихтироъ	14.01.2022	
Таърихи рузи пешниҳоди ариза	14.01.2022	
Аризаи	№ 2201624	
Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои		
Ҷумҳурии Тоҷикистон	18 март	с. 2025 ба қайд гирифта шуд
Нахустпатент этибор дорад аз	14 январ	с. 2022 то 14 январ с. 2032
	ДИРЕКТОР	Исмоилзода М.Х.