

АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН
Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология

ВАЗОРАТИ ЭНЕРГЕТИКА ВА ЗАХИРАҲОИ ОБИ
ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН
Донишқадаи энергетикӣи Тоҷикистон

ТДУ 621.311.3:62–4

Бо ҳуқуқи дастнавис



ХОЛМИРЗОЗОДА Дустмуҳаммад Нурулло

БАЛАНД БАРДОШТАНИ САМАРАНОКИИ ЭНЕРГЕТИКИИ
НЕРУГОҲҲОИ БАҶҲИИ ОБИИ ХУРД
(дар мисоли неругоҳи Октябр)

Диссертатсия

барои дарёфти дараҷаи илмӣи номзади илмҳои техникӣ
аз рӯйи ихтисоси 05.14.02 – Неругоҳҳои баҶҲӣ ва системаҳои
электроэнергетикӣ

Роҳбари илмӣ:

Абдурахмонов Абдукарим Якубович,
доктори илмҳои техникӣ, дотсент

Кӯшонӣ, 2025

МУНДАРИЧА

КАЛИМАҲОИ МУХТАСАРШУДА.....	4
МУҚАДДИМА.....	5
БОБИ 1. ТАҲЛИЛИ ЗАХИРАҲОИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКӢ ВА ХУСУСИЯТҲОИ ИСТИФОДАИ НЕРУГОҲҲОИ БАРҚИ ОБИИ ХУРДИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН.....	13
1.1. Захираҳои гидроэнергетикии Ҷумҳурии Тоҷикистон.....	13
1.2. Таҳлили сохти неруғоҳи барқи обии анъанавӣ.....	23
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 иқтимоии 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.....	40
2.1. Таъмир ва навсозии техникаи неруғоҳи барқи обии хурди «Октябр».....	40
2.2. Алгоритми умумии ҳисобкунии иқтидори неруғоҳҳои барқи обӣ ва татбиқи лоиҳаҳо барои тарҳрезии неруғоҳҳои барқи обии хурд.....	42
2.3. Муайянсозии иқтидор ва фишори оби неруғоҳ бо истифода аз модели математикӣ.....	49
2.4. Шарҳи мухтасар ва усулҳои моделсозии математикии нерӯгоҳи барқи обии хурд дар муҳити Matlab/Simulink.....	53
2.5. Моделсозии математикии қисмҳои асосии неруғоҳи барқи обии хурд бо истифода аз барномаи MATLAB/SIMULINK.....	61
Хулосаҳо оиди боби дуюм.....	71
БОБИ 3. ТАҲЛИЛИ ТЕХНИКӢ ВА ИНТИХОБИ ОПТИМАЛИИ ГЕНЕРАТОРУ ТУРБИНА БАРОИ НЕРУҒОҲИ 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. Лоихакашии 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 лоихакашии неругоҳи барқи обии хурд.....	87
4.2. Ҳалли конструктивӣ ҳангоми лоихакашии неругоҳи барқи обии хурд.....	90
4.3. Хусусиятҳои техникӣ, экологӣ, гидрологӣ ва беҳатарии ҳифзи муҳити зист ҳангоми лоихакашии неругоҳи барқи обии хурд.....	92
4.4. Мақсад ва асосҳои лоихакашии 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.....	109
Хулосаҳо оиди боби чорум.....	120
ХУЛОСАҲОИ УМУМӢ ОИДИ КОРИ ДИССЕРТАТСИОНӢ.....	121
РӢҲАТИ АДАБИӢТИ ИСТИФОДАШУДА.....	123
ЗАМИМАҲО.....	137

КАЛИМАҲОИ МУХТАСАРИШУДА

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 фойданок

АП – Алюмини пулод

ЧХБД – Ҷудокӯнаки 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 байналмилалӣ энергетикӣ.

ГСМК – генератори синхронӣ бо меҳвари қутбӣ

ДЭ – дастгоҳҳои электрикӣ

ДЭТ – Донишқадаи энергетикӣ 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

СО – Сохтмони обкашӣ

МУҚАДДИМА

Мубрамиятии мавзӯи таҳқиқот. Мубрамияти мавзуи таҳқиқот дар заминаи вазъи кунунии низоми энергетикӣи Ҷумҳурии Тоҷикистон ба таври возеҳ эҳсос мешавад. Дар солҳои охир, норасоии доимии неруи барқ яке аз масъалаҳои ҳалталаби иқтисодиву иҷтимоии кишвар боқӣ мемонад, агарчӣ дар соли 2024 ҳаҷми истеҳсоли солонаи неруи барқ 21 млрд кВт·соатро ташкил дода, талаботи умумӣ ба неруи барқ аз 17,4 млрд кВт·соат бештар буд. Мувофиқи маълумоти расмӣи ШСХК “Барқи тоҷик”, камбудӣи умумӣи энергетикӣ дар соли мазкур ба 152891 кВт·соат расид. Ин нишон медиҳад, ки истифодабарӣи захираҳои мавҷуда кофӣ нест ва роҳҳои нав барои бартарафсозӣи норасоӣ бояд таҳия гарданд.

Бо дарназардошти иқтисодӣи бузурги захираҳои гидроэнергетикӣ, яке аз самтҳои муҳим ва стратегӣи рушди неругоҳҳои барқи обӣи хурд (НБОХ) мебошад. Аммо таҷриба нишон медиҳад, ки аксарияти ин неругоҳҳо бо мушкилоти техникӣ, сатҳи пастӣи автоматизатсия ва эътимоднокии паст рӯ ба рӯянд. Аз ин ҷост, ки таҳқиқ ва баланд бардоштани самаранокии энергетикӣи НБОХ, тарҳи генераторҳо ва системаҳои идоракунии автоматикунонидашуда на танҳо аҳамияти илмӣ, балки амалию иқтисодӣи низ дорад.

Ҳамаи ин, дар маҷмӯъ, ба ҳадафи асосӣи стратегӣи Ҷумҳурии Тоҷикистон расидан ба истиқлолияти энергетикӣ мусоидат мекунад. Аз ин рӯ, мавзӯи ин таҳқиқот дар шароити имрӯза аҳамияти махсус ва мубрамияти баландӣи илмӣ–амалӣ дорад.

Дарачаи коркарди илмӣи проблемаи мавриди омӯзиш: Мубрамияти мавзӯи кори диссертатсионӣ таваҷҷуҳи зиёд ва ҷалби васеи қувваҳои илмӣ–тадқиқотиро ба бор овардааст. Дар ин самт корҳои зиёди назаррас анҷом дода шудаанд.

Бо дарназардошти дурнамои рушди неругоҳҳои барқи обӣи хурд дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, дар муассисаҳои таҳсилоти олии кишвар, аз ҷумла Донишқадаи энергетикӣи Тоҷикистон ва Донишгоҳи техникӣи Тоҷикистон ба

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

Аз ҷумла, олимони Донишқадаи энергетикаи Тоҷикистон Аминов Д.С., Давлатов А.М. ва Гулов Д.Ю. дар самти таҳия ва лоиҳакашии генераторҳои асинхронӣ ва синхронӣ барои нерӯгоҳҳои барқи обии хурд, инчунин дар рушди мошинҳои вентиلى бо ангишти электромагнитӣ саҳми назаррас гузоштаанд.

Дар Донишгоҳи техникаи 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 илмии анҷомёфта дар Донишгоҳи давлатии Урали Ҷанубӣ низ дар самти коркард ва татбиқи манбаъҳои алтернативии энергия қобили таваҷҷуҳ мебошанд. Хусусан корҳои илмии муҳаққиқон Ганджа С.А., Воронин С.Г., Усынин Ю.С. ва Григорьев М.А., ки дар пойгоҳҳои байналмилалӣ Scopus ва Web of Science ҷой дода шудаанд, аҳамияти илмии баланд доранд.

Дар доираи таҳқиқот шаклҳои гуногуни нақшавии нерӯгоҳҳои барқи обии хурд, намудҳои мухталифи генераторҳо ва низомҳои идоракунии онҳо мавриди омӯзиши амиқ қарор гирифтаанд. Аз ҷумла, генераторҳои вентиلى–индукторӣ, генераторҳои бо ангишти магнитҳои доимӣ ва генераторҳои синхронии асинхроникардасуда таҳлил шудаанд. Усулҳои муосири таҳлили низомҳои электромеханикии мураккаб дар асоси барномаҳои муҳандисии наватарин ва технологияҳои рақамӣ натиҷаҳои самаранок ба бор овардаанд, ки ба рушди минбаъдаи соҳа заминаи устувор мегузоранд.

Сарфи назар аз он ки натиҷаҳои зиёде аз ҷониби олимони дохиливу хориҷӣ ҷиҳати баланд бардоштани самаранокии энергетикаи нерӯгоҳҳои барқи обии хурд ба даст оварда шудаанд, дар шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон бо вучуди таваҷҷуҳи афзояндаи Ҳукумати кишвар ба рушди гидроэнергетикаи хурд, ҳанӯз ҳам мушкилоти ҷиддии илмию техникӣ боқӣ мемонанд. Ин мушкилот, пеш аз ҳама, ба гуногуншаклии шароитҳои иқлимӣ ва гидрологӣ, инчунин зарурати

таъмини самаранокии баланд ва таъминоти устувори барқ дар минтақаҳои дурдаст алоқаманд мебошанд.

Алоқамандии таҳқиқот бо барномаҳо (лоиҳаҳо) ва мавзӯҳои илмӣ. Мавзӯи рисолаи илмӣ бо барномаҳои давлатии «Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон то соли 2030», «Таъмини амнияти энергетикӣ ва истифодаи самаранокии нерӯи барқ» ва «Консепсияи иқтисоди рақамӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон» алоқаманд мебошад.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАДҚИҚОТ

Мақсади таҳқиқот дар таҳияи усулҳои илмӣ асоснокшудаи автоматикунории 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 барои ноил шудан ба мақсади кор:

1. Таҳлили сохтор ва принсипи фаъолияти неругоҳи барқи обии хурди «Октябр» ва низоми обгузари «Болға Басған» бо назардошти хусусиятҳои техникӣ ва речаҳои кори онҳо.

2. Асосноксозии сохтори функционалии неругоҳи барқи обии хурд, ки дорои маҷмӯи элементҳои баландэтимод барои таъмини фаъолияти устувори системаҳои хизматрасон мебошад.

3. Интиҳоб ва асосноксозии модели генератор бо дараҷаи баланди эътимоднокӣ, мутобиқ ба шароити кори мушаххас.

4. Таҳияи алгоритмҳои ба низом даровардани раванди таҳия ва татбиқи лоиҳаҳои неругоҳҳои барқи обии хурд.

5. Интиҳоби шакли оптималии насоси марказгурез барои истифода дар таркиби турбинаҳои обӣ.

6. Асосноккунии техникаю иқтисодии таҷдид ва муосиргардонии механизмҳои асосии неругоҳи барқи обии хурд бо мақсади баланд бардоштани самаранокии ва эътимоднокии онҳо.

Объекти таҳқиқотӣ: Неругоҳҳои барқии обии хурди Октябр дар вилояти Хатлони Ҷумҳурии Тоҷикистон.

Предмети таҳқиқот: Дар қори диссертатсионӣ хусусиятҳои техникаи технологӣ ва самаранокии қори неругоҳи барқии обии хурд, воқеъ дар канали «Болға Басған»—и ноҳияи Кӯшонӣни вилояти Хатлон, ҳамчун объекти воқеии таҳқиқот мавриди омӯзиш ва таҳлил қарор дода шудаанд.

Методи тадқиқот: Дар раванди иҷрои таҳқиқот методикаи таҳлили зина ба зинаи ҳар як элементи таркибии неругоҳи барқии 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 статикии системаҳои электромеханикиро инъикос менамоянд. Натиҷаҳои асосии назариявӣ дар шакли моделҳои математикӣ пешниҳод шуда, онҳо бо истифода аз воситаҳои барномасозии муосир (аз қабيلي MATLAB/Simulink, ANSYS) амалигардонӣ ва таҳлил шудаанд.

Навовариҳои илмӣ таҳқиқот:

Дар натиҷаи таҳқиқоти анҷомдода, натиҷаҳои зерин ҳамчун навлониҳои илмӣ пешниҳод мегарданд:

1. Пешниҳоди сохтори навл ва самараноки неругоҳи барқии обии хурди «Октябр» бо истифода аз қисмҳои автономӣ ва системаҳои автоматоникардашуда, ки дар шароити канали обгузари «Болға Басған» татбиқпазир мебошанд.

2. Таҳия ва пешниҳоди модели рақамии генератор, ки имкони беҳтар намудани самаранокӣ ва устувории қори неругоҳи барқии обии хурдро фароҳам меорад.

3. Коркарди модели математикӣ барои таҳлили речаи қори неругоҳ ва муайянсозии роҳҳои афзоиши иқтидори энергетикӣ ва самаранокии умумии неругоҳи барқии обии хурд.

4. Татбиқи таҷрибавии лоиҳаи неругоҳи барқии обии хурд бо дарназардошти моделсозии техникӣ, параметрҳои воқеии шароити гидрологӣ ва натиҷаҳои таҳлили моделҳо.

Аҳамияти амалӣ ва назариявии кор:

1. Дар натиҷаи таҳқиқоти илмӣ дар ин кор, самтҳои рушди минбаъдаи системаҳои энергетикӣ муттаҳид, махсусан дар баҳши таҷдид ва тақмили насоси марказгурез ва генераторҳои истифодашаванда дар неруғоҳҳои барқии 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 эътимодноки ва самаранокии кори неруғоҳи барқии обии хурди «Октябр» мусоидат мекунад.

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

Дурустӣ ва асоснокии натиҷаҳои илмӣ таҳқиқот: Дар асоси эътимоднокии натиҷаҳои таҳқиқот тавассути истифодаи моделҳои математикӣ, ки ба таври дақиқ хусусиятҳои динамикии кори неруғоҳи барқии обии хурди «Октябр»-ро инъикос мекунанд, таъмин карда шудааст. Моделҳо бо дарназардошти параметрҳои воқеии обтаъминкунӣ, хоси турбина ва генератор тарҳрезӣ шудаанд ва бо воситаҳои муосири ҳисоббарории муҳандисӣ (MATLAB/Simulink ва ғайра) таҳлил гардидаанд. Натиҷаҳои бадастомада бо маълумоти таҷрибавӣ ва мушоҳидаҳои амалӣ мутобиқат доранд, ки ин дараҷаи баланди самаранокии энергетикӣ нишон медиҳад ва барои баҳодихии дурусти иқтидори барқии система асоси мустаҳкам фароҳам меорад.

Мутобиқати диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ:

Таҳқиқотҳои гузаронидашуда ба бандҳои зерини шиносномаи ихтисоси илмӣ 05.14.02. “Неруғоҳҳои барқӣ ва системаҳои электроэнергетикӣ” мувофиқат менамоянд:

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

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

банди 4. Таҳиясозӣ, тадқиқот ва тақмили технологияҳои мавҷуда ва азҳудкунии технологияҳо ва таҷҳизоти нав барои истеҳсоли нерӯӣи барқ ва гармӣ, истифодаи сӯзишворӣҳои органикӣ ва алтернативӣ, ва намудҳои энергияи барқароршаванда, обтайёркуний ва речаҳои обию химиявӣ, усулҳои коҳиш додани таъсири манфӣ ба муҳити зист, тақвияти эътимоднокиӣ ва дарозмуддат кардани муҳлати хизмати элементҳои системаҳои энергетикӣ, муҷтамаъҳо ва дастгоҳҳои барқии ба онҳо шомилшаванда.

Муқаррарот ва ҳолатҳои асосие, ки ба ҳимояи пешниҳод мегарданд:

1. Сохтори нави техникии НБОХ пешниҳоди тарҳи нерӯгоҳи барқӣ обии хурди “Октябр” бо истифодаи таҷҳизоти автоматоникадашуда ва бе ниёз ба ҳайати хизматрасон, ки сатҳи баланди эътимоднокиӣ ва самаранокии энергетикӣ фароҳам меорад.

2. Моделҳои математикӣ ва симулятсионии таҳияи моделҳои муносири математикӣ барои ҳисоб ва таҳлили иқтидор, фишори об ва кори генератору турбина бо истифода аз муҳити MATLAB/SIMULINK.

3. Коркарди алгоритмҳои самаранокии идоракунии кори нерӯгоҳ, ки шароити речаи устувори энергетикиро дар шароити автономӣ таъмин мекунад.

4. Интиҳоби таҷҳизоти оптималӣ, асосноккунии интиҳоби турбинаҳои марказгурез ва генераторҳои синхронӣ бо магнитҳои доимӣ барои беҳтар намудани иқтидори истеҳсоли ва кам кардани хароҷоти нигоҳдорӣ.

5. Натиҷаҳои амалии таҷрибаи лоиҳаи таҷдид ва баланд бардоштани иқтидори НБОХ “Октябр” бо роҳи таҷдиди қубурҳои обгузар, ҷойгиркунии нав ва тақмили системаи идоракунӣ, ки ба зиёдшавии нерӯи электрикии истеҳсолшаванда оварда мерасонад.

6. Пешниҳоди як шакли инноватсионии НБОХ бо хусусиятҳои автоматӣ, ки метавонад ҳамчун асос барои рушди дигар неругоҳҳои хурд дар минтақаҳои дурдасти ҷумҳурӣ хизмат кунад.

Татбиқи натиҷаҳои кори диссертатсионӣ. Татбиқи натиҷаҳои кори диссертатсионӣ ба самтҳои илмӣ ва амалӣ равона гардида, муҳим арзёбӣ мешавад. Як қатор натиҷаҳои назариявӣ ва амалии таҳқиқот дар раванди таълим ва таҷрибаомӯзии донишҷӯён дар Донишқадаи энергетикӣ Тоҷикистон ба таври амалӣ истифода шудаанд. Аз ҷумла, моделҳои математикӣ ва алгоритмҳои идоракунии автоматоникардасуда, ки дар муҳити MATLAB/SIMULINK таҳия шудаанд, ҳамчун мазвузи таълимӣ дар фанҳои “Системаи идоракунии неругоҳҳои барқӣ” ва “Лоихакаи неругоҳҳои барқи обии хурд” ворид гардидаанд.

Инчунин, лоихаи таҷдиди техникӣ неругоҳи “Октябр”, ки дар диссертатсия асоснок шудааст, барои корҳои курсӣ ва дипломӣ ҳамчун намунаи татбиқи воқеии лоихаи муҳандисӣ истифода мешавад. Натиҷаҳои илмӣ бадастомада инчунин, дар омода кардани лексияҳо ва семинарҳо доир ба самаранокии энергетикӣ ва истифодаи манбаҳои барқароршаванда дар муҳити таълимии Донишқада татбиқ шудаанд, ки ба баланд бардоштани сифати таълим ва омодагии мутахассисони соҳа мусоидат мекунанд.

Саҳми шахсии муаллиф аз гузоштани мақсад ва вазифаҳои умумии таҳқиқот, таҳияи сохтори техникӣ неругоҳи барқи обии хурд, гузаронидани таҳқиқоти таҷрибавӣ оид ба муайян кардани нишондиҳандаҳои асосии фаъолияти неругоҳи “Октябр”, инчунин иштирок дар моделсозии математикӣ ва таҳлили натиҷаҳои амалӣ иборат аст. Муаллиф дар таҳияи алгоритмҳои идоракунӣ, интихоби таҷҳизоти оптималӣ, таҳлили иқтисодиву техникӣ ва пешниҳодҳои амалии таҷдид саҳми бевосита гузоштааст. Ӯ инчунин, дар таҳияи хулосаҳои асосии илмӣ, омода кардани мавод барои нашр ва пешниҳоди онҳо дар конференсҳои илмӣ–назариявӣ ва амалӣ фаъолона иштирок намудааст.

Санҷиш ва тадбиқи натиҷаҳои илмӣ таҳқиқот:

Маводҳои диссертатсия дар чандин чорабиниҳои илмӣ ва конференсияҳо

муҳокима шудаанд, аз ҷумла: маводҳои конфронси 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, конфронси 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. Кўшонӣ), конференсияи байналмилалӣ илмӣ–амалӣ: «Энергетика соҳаи калидии рушди иқтисодиёти миллӣ» (19 декабри соли 2024, н. Кўшонӣ).

Интишорот аз рӯйи мавзӯи диссертатсия. Бо таъя ба натиҷаҳои таҳқиқоти илмӣ анҷомёфта, маҷмӯи 11 маводи ҷопӣ илмӣ омода ва ба таъ 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 таъ расидаанд. Илова бар ин, як патенти ихтироъи Ҷумҳурии Тоҷикистон низ ба даст оварда шудааст.

Соҳтор ва ҳаҷми диссертатсия. Рисола илмӣ аз муқаддима, ҷаҳор боб, хулосаҳои асосӣ, рӯйхати адабиёт (135 номгӯ) ва замимаҳо иборат мебошад. Миқдори саҳифаҳои рисола 139 саҳифаи матнӣ мошинавириро дар бар гирифта, 31 расм ва 9 ҷадвалро фаро гирифтааст.

БОБИ 1. ТАҲЛИЛИ ЗАХИРАҶОИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКӢ ВА ХУСУСИЯТҶОИ ИСТИФОДАИ НЕРУГОҶҶОИ БАРҚИ ОБИИ ХУРДИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

1.1. Захираҷои гидроэнергетикии 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 обҷамъкунии оби баҳри Арал дарёҳои Тоҷикистон мебошанд. Дарёҳои калони Ҷумҳурии Тоҷикистон Панҷ, Вахш, Сирдарё, Зарафшон, Кофарниҳон ва Бартанг мебошанд. Дарёҳои калон ва хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон наздик ба 947 ададро ташкил медиҳад ва дарозии ҳаркадоме он аз 10 км зиёд аст ва дарозии умумии онҳо 28 500 км мебошад. Тавоноии захиравии энергияи дарёҳо ва кӯлҳои он 64 млн. кВт-ро ташкил мекунад. Сирдарё яке аз дарёҳои асосӣ ва муҳими Осиёи Марказӣ мебошад, ки бо масоҳати ҳавзаи обҷамъкунии 443 км², байни 39⁰23 – 46⁰ арзиши шимолӣ ва 61⁰ – 68⁰24 тулии шарқӣ ҷойгир шудааст ва дарозии он аз ҷануб ба шимол 800 км ва аз шарқ ба ғарб 1600 километрро ташкил медиҳад. Ҳаҷми сарфи солонаи оби ин дарё 14 км³ мебошад. Манбаи об дар Сирдарё бисёртар аз қисмҳои ғарбии қуҳҳои Тияншон, шоҳаҳои Олой ва доманаҳои шимолии қуҳҳои Туркистон ташаккул меёбад. Манбаҳои асосии ташаккулёбии дарёи Сир инҳоянд:

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

2. Дарёи Вахш яке аз бузургтарин шохоби дарёи Аму мебошад, ки дар қисми шарқии низоми қуҳии Олой ҷойгир шуда, зиёда аз 524 км дарозӣ дорад.

Масоҳати ҳавзаи дарёи Вахш 39100 километри мураббаро ташкил мекунад, Шохобҳои бузургтарини Вахш ибтидои худро аз Олоӣ поён мегиранд, ки бо номи Қизилсу низ маълуманд. Чанде аз шохаҳои Қизилсу бо воситаи водии Олой ҷорӣ шуда, ба дарёи Мугсу пайваست мешаванд. Мугсу дар шимолу ғарби Помир ҷорӣ шуда, дар якҷоягӣ дарёи Сурхобро ташкил мекунад.

Қарибтар аз дарёи Сурхоб дарёи Хингоб ҷорӣ шуда, бо ҳам дарёи Вахшро ташкил мекунад. Дарёи Вахш байни дарёи гуногун ҷойгир шудааст. Дар марҳалаҳои гуногун ҷараёни об кам ё зиёд мешавад. Моҳҳои июн ва июл давраи аз ҳама пуробтарин мебошад.

Ҳаҷми ҷараёни об 836 м³ дар як сонияро ташкил медиҳад, ки 20,4 %-и норасоии солонаро ташкил мекунад. Норасоии об ба моҳҳои декабр, январ ва март рост меояд.

Дарёи Вахш боҳамроҳии дарёи Панҷ зиёда аз 75% – и захираҳои энергетикӣ мамлакатро ташкил медиҳанд. Ин ҳолат имконият медиҳад, ки аз як километри дарё наздик ба 13000 кВт неруи электрикӣ дар як сол истеҳсол шавад.

Тибқи нишондодҳои оморӣ солҳои охир истеҳсоли неруи электрикӣ ва истеъмоли он дар мамлакат 21 маротиба зиёд шудааст ва дар соли 2024 ба 21 млрд. кВт·соат расида аст [13], ки аз ин миқдор ҳиссаи неругоҳҳои барқи обӣ 93% –ро ташкил медиҳад.

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон потенциали умумии энергетикӣ миёнаи дарёҳо бо тавоноии 51,8 млн. кВт баҳо дода мешавад.

Аз он ҷумла, 511 дарёҳои тадқиқотшуда бо тавоноии 32,6 млн. кВт ва дарёҳои бо дарозии кам аз 10 км бо тавоноии 19,5 млн. кВт арзёбӣ мегарданд.

Чадвали 1.1 – Потенсиали энергетикӣ дарёҳои асосии Ҷумҳурии Тоҷикистон

Номи дарёҳо	Масоҳати ҳавзаҳо		Захираҳои потенсиалии гидроэнергетикӣ		Захираи истеҳсоли энергетикӣ дар (км²) 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 чадвали 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].

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

Чадвали 1.2 – Тақсими потенциали захираҳои обии Ҷумҳурии Тоҷикистон аз рӯи тавоноии об

Тавоноии дарёҳо, (ҳаз. кВт)	Миқдори Дарёҳо	Потенсиали энергетикӣ, кВт	Потенсиали техникӣ, %
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

Таҳлилҳо нишон медиҳанд, ки аз рӯйи потенциали захираҳои гидроэнергетикӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон дар миёни давлатҳои Осиёи Марказӣ ва Қазоқистон, инчунин Федератсияи Россия, ҷои дуюмро мегирад.

Тавоноии қиёсии дарёҳои калон ва миёнаи Ҷумҳурии Тоҷикистон дар ҷадвали 1.3. оварда шудаанд.

Ҷадвали 1.3 – Тавоноии қиёсии дарёҳои калон ва миёнаи Ҷумҳурии Тоҷикистон

Номи дарёҳо	Тавоноӣ ба 1 км дарозии дарё, ҳазор кВт/км
Панҷ	11,40
Вахш	11,30
Оби Хингов	10,12
Искандардарё	5,19
Варзоб	4,62
Зарафшон	4,48

Идомаи ҷадвали 1.3

Оби –Хумоу	4,15
Бартанг	3,14
Ванҷ	3,72
Язғулом	3,66
Оби Хингов	3,40
Ғунт	3,61

Шоҳдара	2,33
Оқ – Су	1,29

Аз рӯйи тавоноӣ, ки ба 1км дарозии дарё рост меояд, асосан дарёҳои Оби–Хингову, Вахш ва Панҷ ворид мебошанд.

Дар ҷадвали 1.3 маълумот оиди тақсимои захираҳои потенциалии энергетикӣ ва техникӣ дарёҳои асосии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва шохаҳои он оварда шудаанд.

Чӣ тавре, ки таҳлили корҳои ҷустуҷӯӣ ва илмӣ – тадқиқотӣ нишон доданд, дар марҳалаҳои гуногуни муваққатии тараққиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон захираҳои гидроэнергетикӣ мамлакат аз рӯйи имкониятҳои истифодабарӣ 19,3 млн. кВт ва аз рӯйи истеҳсол 143,6 млрд. кВт·соат–ро ташкил мекунад [43–45].

Асосан ба онҳо дарёҳои бо тавоноии на зиёда аз 2 ҳазор кВт тааллуқ дошта, ин захираҳои гидроэнергетикӣ обанборҳои майда ба ҳисоб мераванд. Ба ин гурӯҳ неругоҳҳои барқи обӣ чунин тавсифҳои техникӣ тааллуқ доранд: тавоноии умумӣ то 10 МВт, тавоноии агрегати ягона то 5 МВт, диаметри чархи кории турбина то 2 м.

Захираҳои гидроэнергетикӣ дар натиҷаи корҳои тадқиқотӣ баҳогузоришуда [43–45] нишон додаанд, ки неругоҳҳои барқи обии хурд чунин параметрҳо доранд: дар дарёҳои водиҳо то 2,0 МВт; дар дарёҳои кӯхӣ бошад то 1,7 МВт.

Дарёҳои кӯхӣ Тоҷикистон суръати баланди ҷоришавӣ ва марҳалаи дурударози яхнабандӣ доранд. Ин вазъият имконияти сохтани неругоҳи барқи обии хурди шакли сохти бесарбандро дар ҷойҳои дурдаст ва душвордастрас нишон медиҳад. Неругоҳи барқи обии хурд аз рӯйи қоида барои насб дар обанборҳои дарёҳои хурд ба назар гирифта шудааст [54,55].

Бинобар маълумотҳои расмӣ [54,55], истифодабарии захираҳои гидроэнергетикӣ дарёҳои хурди Осиёи Миёна мумкинаст дар ҳаҷми 3,1 млн. кВт ё ин ки 27,2 млрд. кВт·соат қарор дошта бошад.

Тақсимои тавоноии дар боло овардашуда дар давлатҳои Осиёи Миёна чунинанд:

- Тоҷикистон 1,6 млн. кВт ё ин ки 14 млрд. кВт·соат;
- Узбекистон 0,5 млн. кВт ё ин ки 4,4 млрд. кВт·соат;
- Қирғизистон 0,8 млн.кВт ё ин ки 7,0 млрд. кВт·соат;
- Туркменистон 0,2 млн. кВт ё ин ки 1,8 млрд. кВт·соат.

Ҷадвали 1.4 – Захираҳои потенциалии гидроэнергетикии дарёҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон ва шохаҳои онҳо, ҳаз. кВт

Номи дарёҳо	Тавоноии асосии самт банди	Тавоноии шохаҳо	Тавоноии дарёҳо бо дарозии 10 км ва самтбандии нишеб	Ҳосили тавоноии потенциали	Тавоноии асосии дарё ва шохаҳои он	Вобастагии потенциали тавоноӣ ба захираҳои оби	Имкониятҳои техникии (саноати) захираҳои	Дар амал истифодабарии захираҳои гидроэнергетикӣ	Ҳиссаи имконияти техникии истифодабарии захираҳои гидроэнергетикӣ, %
Вахш	7797	3430	9967	21194	11227	34,73	6600	3558	53,9

Идомаи ҷадвали 1.4

Панҷ	5715	1086	1372	8173	6801	21,04	5238	–	–
Кофарниҳон	1310	1573	1264	4147	2883	8,92	1468	25,5	1,74
Оби– Хингов	1920	920	2129	4969	2840	878	1620	–	–
Зарафшон	1353	1269	1278	3900	2622	8,11	1391	3,29	0,2
Бартанг	996	876	1209	3081	1872	5,79	872	0,8	0
Ғунд	940	752	569	2261	1692	5,23	808	9	1,11
Қизил–Су	244	550	365	1159	794	2,46	364	–	–

Дар ҷадвали 1.5 нишондодҳои талабот ба неруи электрии мамлакат ва нишондодҳои умумии неругоҳҳои хурд оварда шудаанд.

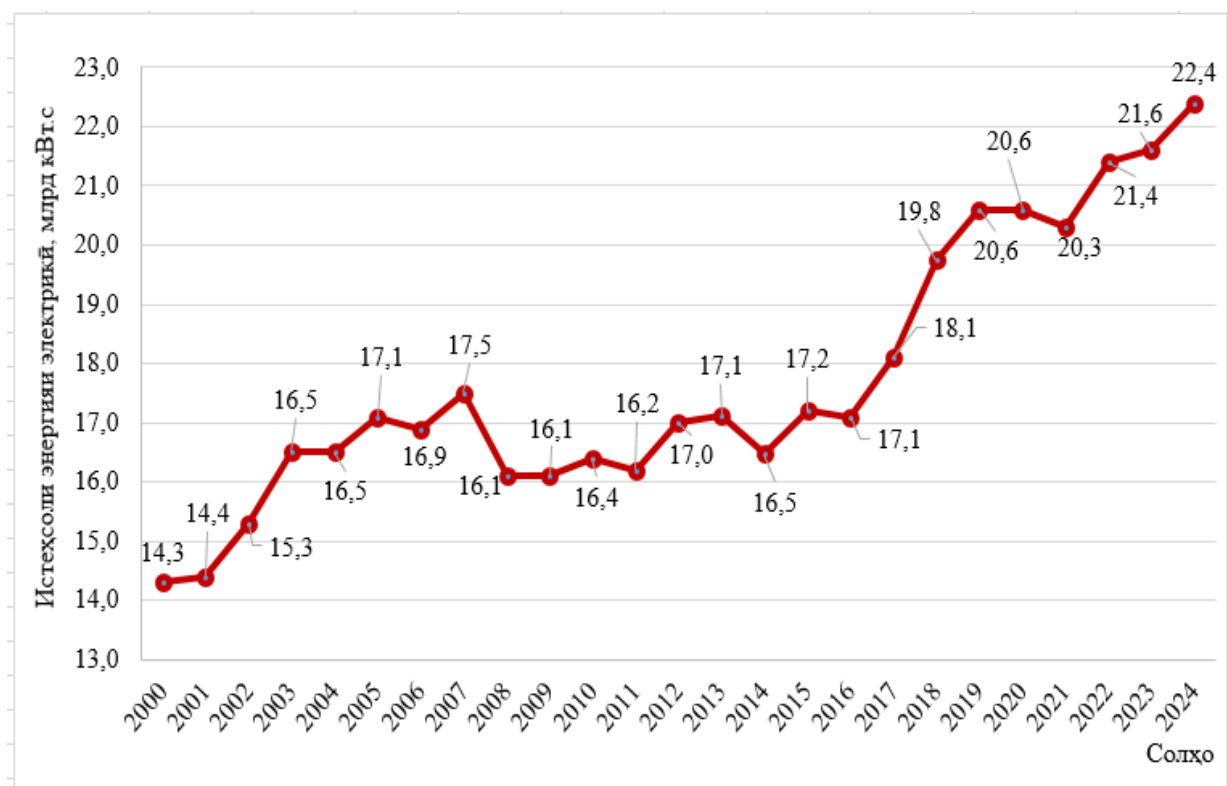
Ҷадвали 1.5 – Нуругоҳои барқи обии хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон

Номгӯй	Ҳамагӣ Шумора/та авоноӣ [кВт])	Нуругоҳҳои барқи обии хурди амалкунанда			Нуругоҳҳои барқи обии хурди амалкунанда Шумора/та авоноӣ [кВт])
		Таавоноии миёнаи агрегат [кВт]	Шумора/та авоноӣ [кВт])	Истеҳсоли энергияи электрикӣ [кВт·соат]	
Ҳамагӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон	155 / (12 184)		105 / (4 686)	2 328 340	50 / (7 486)
ВМКБ	35 / (3432)		15 / (725)	497 785	20 / (2 707)
Вилояти Хатлон	8 / (2185)		–	–	8/(2 185)
Вилояти Сӯғд	38 / (1882)		37 / (1 002)	460 336	1/(880)
НТҚ	74 / (4 685)		53 / (2 959)	1 370 219	21/(726)

Идомаи ҷадвали 1.5

Аз он ҷумла	Х		Х	Х	Х
Нурубод	9 / (239)		7 / (179)	23 269	2/(60)
Ваҳдат	24 / (1 650)		17 / (1080)	468 720	7/(570)
Тавилдара	4 / (136)		4 / (136)	59 024	–
Варзоб	8 / (1 061)		8 / (1 061)	599 924	–
Қирғатол	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 электрикӣ дар солҳои 2000–2024 дар расми 1 оварда шудааст (аз рӯйи маълумотҳои ЦСКХ–и “Барқи тоҷик”).



Расми 1.1 – Графики истеҳсоли энергияи электрикӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон дар давраи аз соли 2000 то соли 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 Тоҷикистон дар ибтидои асри XX бо сабаби кам будани корхонаҳои саноатӣ, неруи электрикӣ қариб истифода бурда намешуд. Корхонаҳои хурде мавҷуд буданд, ки аз ҳисоби истеҳсоли неруи электрикии неругоҳҳои автономии (генераторҳои дизелӣ) маҳаллӣ кор мекарданд. Барои

мисол, фабрикаи хурди «САНТО», ки соли 2007 бо тавоноии 365,78 кВт дар ноҳияи Исфара сохта шуда буд ва якумин неругоҳи барқи обӣ дар Тоҷикистон, ки соли 1913 дар дарёи Ғунди шаҳри Хоруғ, барои бо неруи электрикӣ таъмин намудани қувваҳои сарҳадии Империяи Россия, сохта шуда буд.

Барои таъмини пойтахти Тоҷикистон бо неруи электрикӣ дар соли 1927 сохтмони неругоҳҳои электрикии нав дар дарёи Варзоб ба нақша гирифта шуд ва 25 феввали соли 1931 сохтмони неругоҳи барқи обии Варзоб–1 бо тавоноии 7200 кВт оғоз гардид. Ҳамин тавр, сохтмони неругоҳи барқи обии номбаршуда 6 сол давом карда, 31 декабри соли 1936 ба истифода дода шуд. Дар солҳои минбаъда дар мамлакат, аз ҷумла, дар Шаҳритуз, Исфара, Конибодом якчанд неругоҳҳо бо тавоноии умумии зиёда аз 17,3 МВт сохта шуданд.

Соли 1949 дар таркиби силсилаи неругоҳҳои Варзоб неругоҳи дуюм бо тавоноии 14,4 МВт ва соли 1952 неругоҳи барқи обии Варзоб – 3 бо тавоноии 3,5 МВт сохта ба истифода дода шуданд.

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 неруи электрикӣ таъмин намудани ноҳияҳои қуҳӣ ва мавзеҳои душворгузари онҳо истифода бурда мешаванд.

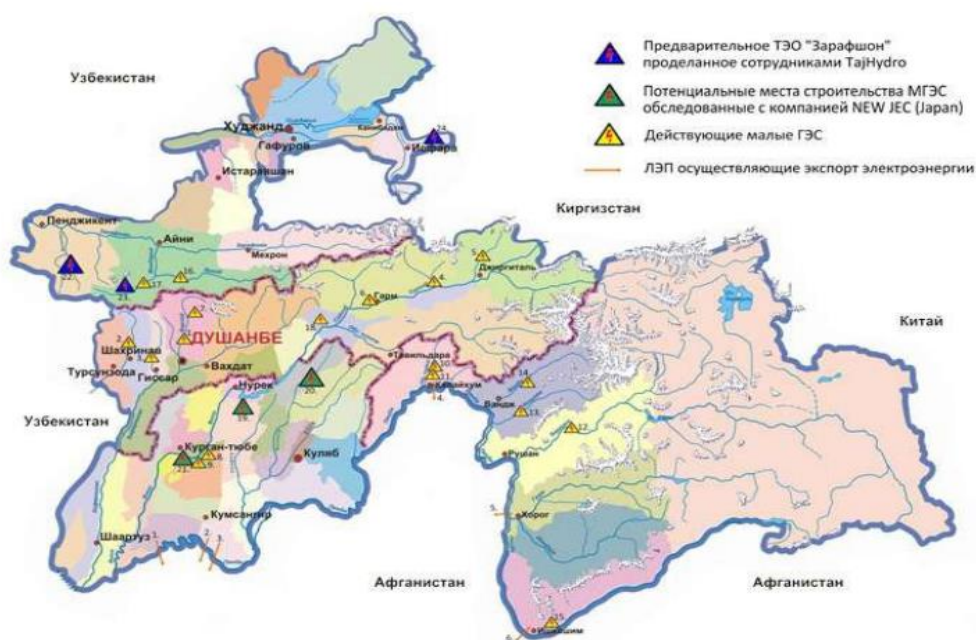
Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон яке аз масъалаи муҳими хоҷагии халқ ин бо неруи электрикӣ таъмин кардани як қатор ноҳияҳои қуҳӣ ва мавзеҳои душворгузари онҳо мебошад. Масъалаи дигари муҳим ин барои истехсоли неруи электрикӣ истифодабарии потенциали гидроэнергетикии обанборҳои сунъӣ, ки барои эҳтиёҷоти хоҷагии қишлоқ бунёд шудаанд, мебошад[2].

Дар расми 2 харитаи дарёҳо ва обанборҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон ва мавқеаҳои потенциали неругоҳҳои хурд нишон дода шудааст [4]. Аз ҷумла, деҳаи Сангикар дар ноҳияи Рашт бо шумораи аҳоли зиёда аз 200 нафар дар фосилаи 40 км аз маркази ноҳия ҷойгир шудааст, ки дар он зернеругоҳи «Племсовхоз 110/10 кВ» мавҷуд аст.

Деҳаи Сари Осиёб дар ноҳияи Ховалинг бошад аз зернеругоҳи наздиктарин дар масофаи дур ҷойгир шудааст.

Масофа аз маҳалаи аҳолинишини Сари Осиёб то зернеругоҳи «Ховалинг 35/10 кВ» тақрибан 50 километр ва шумораи аҳолии ин деҳа тақрибан 150 нафарро ташкил медиҳад.

Ҳамин тавр, деҳаи Марзичи ноҳияи Айнӣ, ки аҳолиаш 150 нафарро ташкил медиҳад, дар масофаи 35 км аз зернеругоҳи наздиктарин «Айнӣ 35/10 кВ», ки дар маркази ноҳия ҷойгир аст, нерӯӣ барқ мегирад. Мавзёҳои дурдаст дар ноҳияҳои қуҳии Ҷумҳурии Тоҷикистон дар ҷадвали №1 оварда шудаанд [5].



Расми 1.2 – Харитаи дарёҳо ва обанборҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон ва мавқеҳои потенциалии неругоҳҳои хурди он

Ҷадвали 1.6 – Мавзёҳои мушкилдастрас дар ноҳияҳои қуҳии Ҷумҳурии Тоҷикистон

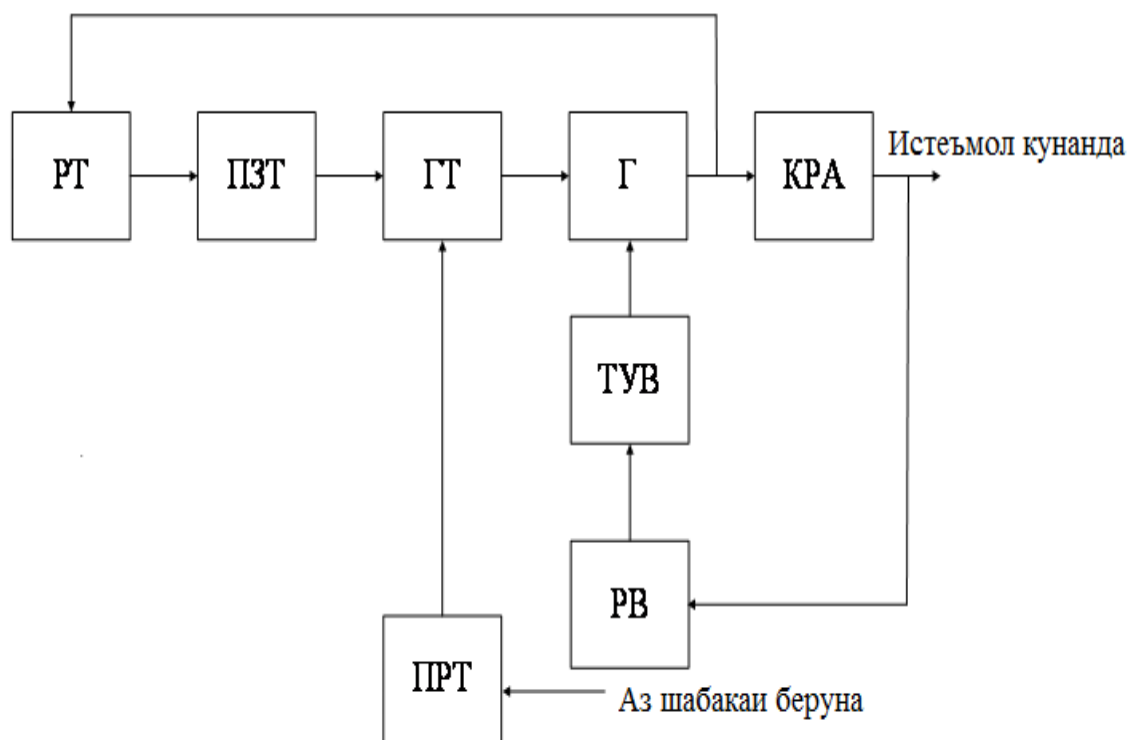
№ т/г	Маҳаллаи аҳолинишин	Масофаи маҳаллаи аҳолинишин аз маркази ноҳия	Истифода—баранда	Тавоноии неругоҳи эдистрикии обӣ
1	Булункул	90	32	25

2	Пасир	125	27	20
3	Ҳиндукуш 1	105	23	20
4	Ҳиндукуш 2	116	33	32
5	Хавдҷ	130	18	20

1.2. Таҳлили сохти неругоҳи барқи обии анъанавӣ

Сохти неругоҳи барқи обии хурди анъанавиро дар мисоли неругоҳи барқи обии хурди «Панҷруд», ки дар ноҳияи Панҷакент ҷойгир шудааст, дида мебароем (расми 2). Он ба ғайр аз сарбанд (П) ва кубурҳои оварандашуда (ПТ) боз аз чунин элементҳо иборат мебошад:

- гидротурбина (ГТ);
- генератор (Г);
- бастукушо–муҳофизатӣ ва таҷҳизоти тақсимоӣ (КРА);
- дастгоҳи ангишти тиристорӣ (ТУВ);
- ҳаракатоварандаи затвори турбина (ПЗТ);
- ҳаракатоварандаи суръати гирифтани турбина (ПРТ);
- танзимкуандаи турбина (РТ);
- танзимкуандаи ангишти (РЗ);



Расми 1.3 – Нақшаи асосии неругоҳи барқи обии анъанавӣ

Чуноне, ки дар боло қайд гардид, дар Тоҷикистон бисёр дарёҳои хурд мавҷуд ҳастанд, ки дар онҳо неругоҳи барқи обии хурд сохта шудаанд ва ин неругоҳҳо бо сабаби корношоям шудани як қатор элементҳои бисёр муҳими онҳо: танзимкунандаи шиддат, танзимкунандаи сатҳи об дар ҳавзаи болоӣ ва поёӣ, ҳаракатоварандаи суръат гирифтани таҷҳизот ва дигарҳо истифода бурда намешаванд.

Аз нақшаи принципиалӣ ва сохти гидротурбина маълум аст, ки таҷҳизоти танзими суръати даврзанӣ дар ҳолати тағйирдиҳии фишори об мебошад.

Ин метавонад таҷҳизоти танзимкунии пӯшонидани қубури обгузар [4,5] ё ин, ки таҷҳизот барои танзим ва кунҷи тобхурии парраҳои турбина бошанд [6,7].

Баъзан барои ба кордарории турбина ҳаракатоварандаи затвори турбинаи асосӣ лозим аст [8].

Дар ин ҳолат нақшаи функционалии неругоҳи барқи обӣ элементҳои кам дорад: қубури обгузар, турбина, генератор, дастгоҳи электроники идоракунӣ, 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 нави 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 нерӯӣ 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 нигохдории захираҳо барои таъмини кори устувор дар тамоми сол амалӣ мегардад.
- Омӯзиши релеф ва шароити геотехникии замина барои интиҳоби макони беҳтарин ва таҳти назорат гирифтани хатарҳои табиӣ муҳим аст.

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

3. Интиҳоби 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. Интиҳоби таҷҳизоти автоматикӣ ва системаи идоракунии (ПЛК, SCADA ва ғайра) барои мониторинг, танзим ва муҳофизати таҷҳизот нақши калидӣ мебозанд.

4. Тарҳрезии системаи автоматикунонидашуда

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

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

Ин системаи автоматикунонӣ имконият медиҳад, ки неруғоҳ бо минималии дастрасии шахсӣ кор кунад, ки ин барои минтақаҳои дур ва неруғоҳҳои хурд хеле муҳим мебошад.

5. Тарҳрезии гидротехникӣ ва инфрасохтор

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

Инфрасохтори неруғоҳ 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:

- Омодаҳои 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 неруғоҳ зарур аст.

Ҳамзамон, таълим ва омӯзиши кормандоне, ки ба идора ва нигоҳдории неруғоҳ 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 эътимодноӣ.

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 навъи 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.

Ба сифати генераторҳо дар ин неругоҳи барқи обӣ–бисёртар мошинаи синхронӣ бо ангишти электромагнитӣ истифода бурда мешавад [9-17]. Барои ин намуд генератор манъбаи иловагии чараъни доимӣ барои ангишти лозим аст ва чараъни ангишти ба воситаи тамосҳои ҳалқагӣ дохил мешавад [18].

Мавҷуд будани тамосҳои ҳалқагӣ эътимоднокии генераторро паст ва хизматрасонии доимиро талаб мекунад. Вале, генератор метавонад ангишандаи худро дошта бошад [19].

Таҳлили мухтасари нақшаи функционалии неругоҳи барқи обии хурд нишон медиҳад, ки он объекти техникий мураккаб мебошад, ки хизматрасони даврӣ ва назорати доимиро талаб мекунад.

Қатъи назар аз миқдори бисёри ҳаёти 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.

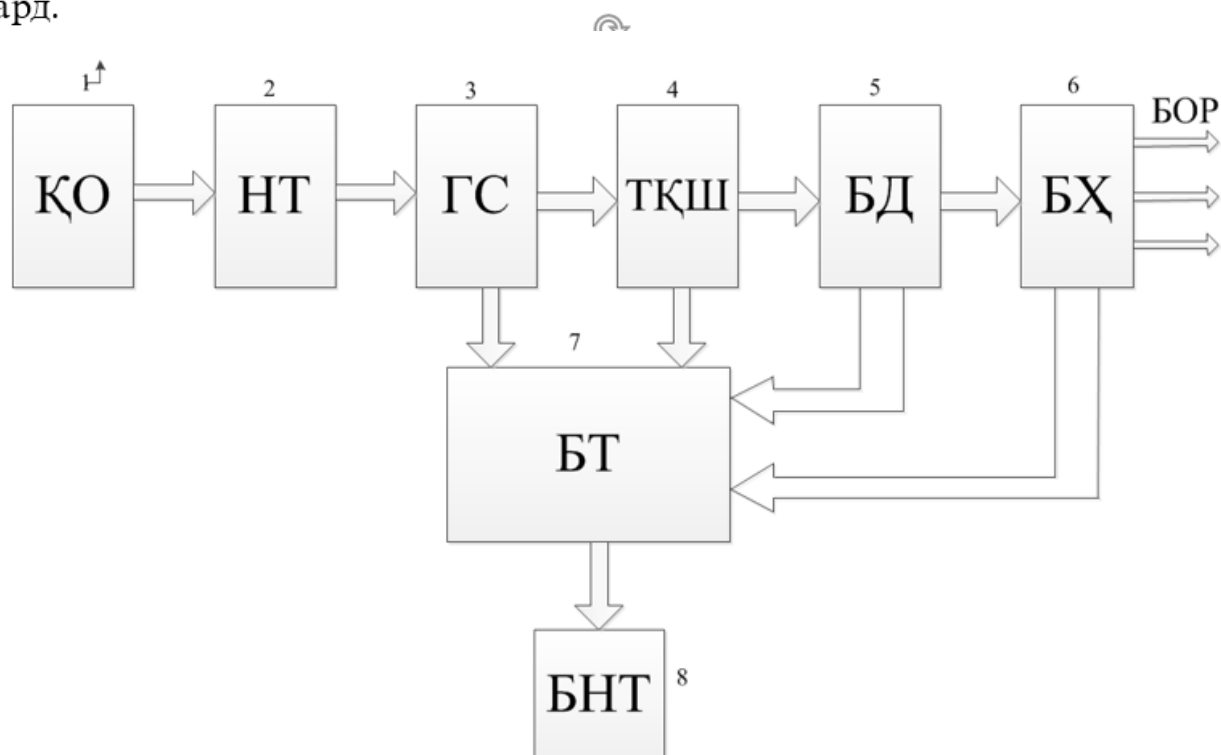
Барои ин таҳлили омори вайроншавӣ ва сабабҳои аз кор баромадани неругоҳи барқи обии вучуддоштаро мегузаронем. Масалан, неругоҳи Ховалинг дар деҳаи Сари Осёб, ки соли 2010 бо тавоноии 15 кВт·соат сохта шудааст, инчунин, неругоҳи барқи обии хурди «Яхшо», ки бо тавоноии 5 кВт, ки соли 2009 дар ноҳияи Шурообод сохта шудааст ва неругоҳи барқи обии хурди «Хафса» соли 2010 бо тавоноии 15 кВт, ки дар ноҳияи Шуроб сохта шудааст, аз сабаби корношоям шудани генератор фаъолият намекунанд.

Ҳамин тавр, мумкин аст хулосаронӣ кард, ки сабаби асосии аз кор мондани неругоҳҳои барқи обии хурд ин бозистодани низоми ангишти генератор ва танзимкунондаҳои турбина мебошанд. Бо таври дигар, он элементҳои аз кор мемонанд, ки сифати неруи электрикиро таъмин мекунанд: устувории амплитудай шиддати баромад–низоми ангишти

генератор; устувории зудии шиддати баромад–танзимкунандаи суръати даврзании турбина ва ғайра.

Аз ин ҷо бо мақсади баландкунии эътимоднокии онҳо ва пасткунии харачотҳои истифодабари неругоҳи барқи обии хурд, самти мукамалкунии таркиби элементии онҳо пайдо мешавад. Мафҳуми он дар рад кардан аз усулҳои анъанавии танзимкунии амплитудайи шиддат, бо роҳи тағйир додани чараёни ангишиш ва зудӣ, танзимкунии суръати даврзании турбина ё ин, ки сарборӣ мебошад [21-25].

Аз ҳамин лиҳоз, ба ҷои ин таъмини устувории амплитуда ва зудии шиддати баромади неругоҳи барқи обиро бо воситаи тағйирдиҳандаи электронии шиддат ва ангишиши генераторро бо магнитҳои доимӣ бояд иҷро кард.



Расми 1.4 – Нақшаи функционалии автоматикардасудайи неругоҳи барқи обии хурд

1. Қубури об (ҚО)
2. Насоси марказгурез (МТ), ки ба сифати гидротурбина истифодабурдани насоси марказгурез силсилави пешниҳод шудааст.

3. Генератори синхронии сефазаи (ГС), ки ба сифати он истифода бурдани муҳаррики сефазаи синхронӣ бо ангиши аз магнитҳои доимии силсилаи пешниҳод шудааст.

4. Тағйирдиҳандаи қуввагии шиддат (ТҚШ), ки дар худ се элементро дохил мекунад—тағйирдиҳандаи ҷараёни тағйирёбандаро ба доимӣ, тағйирдиҳандаи ҷараёни доимиро ба тағйирёбандаи амплитуда ва зудии додашуда ва таҷҳизоти симметрикунандаи шиддати сефазаи баромад.

5. Блоки датчикҳои параметрҳои баромади неруғҳои барқи обӣ (БД), ки он иттилоотро оиди қиматҳои ҷории зудӣ, ҷараён, шиддат, ки тавоноӣ ва энергияи истеҳсолкардашуда медиҳанд.

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

7. Блоки назоратӣ — таҳлили таҷҳизотҳо (БТ), ки барои иҷрокунии вазифаи таҳлили вазъии элементҳои комплексӣ ва баҳодиҳии коршоямии ҷорӣ ва минбаъ таъин шудааст.

8. Блоки алоқа (БНТ), ки барои алоқа ва интиқоли маълумотҳо оиди параметрҳои баромад ва вазъии элементҳои ҷудогона дар маркази идоракунии таъин шудааст.

Иҷрокунии неруғҳои барқи обии хурдро бо ин намуд мусоидат мекунад, ки: якум афзоиши баланди таҳкурсии элементҳои электронӣ дар қисми асосии баландкунии тавоноии интиқолшуда, пасткунии талафоти тағйирдиҳӣ, миқдор ва андозаҳои дастгоҳҳо, дуум пайдокунии масолеҳҳои нави магнитӣ бо энергияи қиёсии баланд.

Ба ғайр аз ин, васеъкунии истифодабарии дастгоҳҳои электронӣ имконият медиҳад, ки неруғҳои барқи обиро дар ҳақиқат ба объекти хизматнарасонии автономӣ табдил диҳем.

Барои ин лозим аст таҷҳизоти иҷрокунандаи вазифаи таҳлили вазъияти қисмҳо ва агрегатҳои неруғҳои барқи обӣ ва вазифаи алоқа бо маркази идоракунии низоми таъминоти электрикӣ Ҷумҳурий ворид бошанд.

Бо инобати фикрҳои боло, нақшаи функционалии неруғоҳи 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 мебаршад, яъне рост намудани қубури он ба мо иқоният медиҳад, ки тавоноиро зиёд намоем.

Барои асоснок кардани интихоби тавоноии насос ва боз баҳодихии имқонияти тағйирдихии диапозони суръати даврзании он дар раванди истифодабарӣ, тадқиқоти муфассали бештари равандҳои гидродинамикии қори он дар речаи турбина лозим аст.

Генератор дар асоси муҳаррики синхронӣ бо ангиши аз магнитҳои доимии аз ҷиҳати технологӣ хуб коркардшуда ва мошини санҷидашуда мебошад.

Камбудии муҳими дар вақти истифодабарии он ба сифати генератори автономии таҷҳизоти энергетикӣ имқонияти пайдошавии оқибатҳои садамавӣ дар ҳолати расиши кӯтоҳи байни печаҳо дар ғалтак мебошад.

Дар воқеа, 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 лиҳоз, масъалаи ё роҳ надодани ин намуди расиши кӯтоҳ ва ё зуд зоҳир намудани онҳо ва манъ кардани генератор лозим аст.

Дар тағйирдихандаи ҷараёни тағйирёбанда ба доимиро мумкин аст бо яке аз ду вариантҳо иҷро кард: ё дунимдавраи стандартӣ ё росткунандаи синусоидалӣ [28–30]. Камбудии нақшаи яқум таъсири росткунанда ба генератори синхронӣ на аз ҳисоби истеъмоли ҷараёни синусоидалӣ мебошад, ки нишондодҳои энергетикӣ онро қоҳиш медиҳад.

Росткунандаи синусоидалӣ таъмини синусоидалии ҷараёнҳои фазавиро иҷозат медиҳад, вале нақшаи он бисёр мураккаб ва арзишаш баланд мебошад.

Барои ҳамин ҳам баҳодихӣ босамарии иловагӣ ва сарҳади истифодабарии ин ё он росткунандаро талаб мекунад.

Дар назари аввал саволҳо оиди тағирдиҳандаи шиддати доимӣ ба тағирёбандаи сефаза пайдо намешавад барои он, ки нақшаҳои ин таҷҳизотҳо хуб коркард шудаанд ва силсила бароварда мешаванд. Вале дар ҳолати дидашаванда тағйирдиҳанда ба бори симметриявӣ набуда кор мекунад ва саволҳои симметриявикунии шиддатҳо таваҷҷуҳи махсусро талаб мекунад.

Масалан, як фаза метавонад бори сифрӣ дошта бошад ва дутои дигар то ҷараёнҳои номиналӣ бордор бошанд ё ин, ки ду фаза бордор ва яктояш бе бор бошад. Саволҳои симметриякунии бор дар баромади тағйирдиҳанда агарчӣ муоина карда бошанд, дар вақти ҳозира[31], вале ҳалҳои техникии додашуда бисёр мураккаб ва азнавсозиро талаб мекунанд.

Блоки датчикҳои координатаҳои баромади таҷҳизоти энергетикӣ ва блоки бастукушо–муҳофизатии дастгоҳҳо метавонанд дар асоси элементҳои стандартӣ иҷро карда шаванд. Дар ҳолати яқум ин датчикҳои зуддии стандартӣ ва қимати амалкунандаи шиддат ва боз датчикҳои ҷараён ва тавоноии истеҳсол кардашуда мебошанд. Дар ҳолати дуҷум 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 ташҳисӣ ва интиқол бо воситаҳои алоқаи интиҳобшуда мебошанд.

Блоки ташҳисӣ дар ин ҳолат муҳим мебошад, элементи алгоритмии мураккаб бояд дар речаи онлайн дар таҷҳизоти амалкунанда коршоямии 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 итилоот дохил мешавад. Аз рӯи итилооти аз ин датчикҳо гирифташуда мумкин аст, ки аз ҳолати таъҷирҳои ин таҷҳизотҳо баҳо дода шавад.

Датчик ба турбина дохил шуда, итилооти аз он барои муайян кардани мувофиқати таъҷирҳои он бо қиматҳои ҳисобӣ, истифода бурда мешавад. Датчики ҳарорати печакҳои генератор ва калидҳои қувваи тағйирдиҳандаи шиддат мебошад, ки итилоот аз онҳо имконият медиҳад оиди коршоямии генератор ва тағйирдиҳанда баҳо диҳад. Датчикҳои ба қайдгирии пайдошавии симметриявӣ набуда ва ҳатогии намуди майдони магнитӣ, ки иҷозат медиҳад таъҷилан расиши кӯтоҳи байни печакҳо қайд кунад. Итилоот аз датчикҳои қайдшуда ва боз итилоот оиди қиматҳои шиддатҳо ва қараёнҳои баромад бо ҳамроҳии итилоот аз модели математикии равандҳои тағйирдиҳии энергия гирифташуда, ки дар блоки тахлилӣ мондашуда, ки асосан аз ду рақамӣ таҷҳизоти энергетикӣ мебошад ва барои баҳодиҳии коршоямии он ва зохиркардани вайронҳои истифода бурда мешаванд. Барои алоқа бо маркази идоракунии мумкин аст истифодабарии интернет, радиоканал, алоқаи радиӣ ва дигарҳо бошанд.

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

Дар шароити муносири рушди устувори энергетика ва баланд шудани аҳамияти манбаъҳои барқароршавандаи энергия, неругоҳҳои барқи обии хурд (НБОХ) ба як ҷузъи муҳими стратегияи энергетикӣ бисёре аз кишварҳо табдил ёфтаанд. Онҳо дар қиёс бо неругоҳҳои 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 ҳамчун 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 неругоҳ 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 истеҳсолшуда;
- ρ – зичии об;
- g – суръати ҷозиба;
- Q – ҷараёни об;
- H – напори фойданоки 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 фаъолият: қобилияти мутобиқшавӣ ва эътимоднокиӣ

Маънои устувории фаъолияти неругоҳи хурд на танҳо дар фаъолияти бефосила ва тӯлонӣ аст, балки инчунин дар қобилияти мутобиқшавӣ ба тағйироти муҳити зист, тағйироти мавсимӣ, тағйироти иқлим, ҳолатҳои фавқулодда ва дигар омилҳо мебошад. Аз нигоҳи илмӣ, устуворӣ ченаки эътимоднокии система дар рӯбарӯ шудан бо ноустувориҳои дохилӣ ва беруна мебошад.

Дар робита ба НБОХ, ин маънои имкони истехсоли мунтазами нерӯи барқ дар шароити коҳиш ё афзоиши сатҳи об, тағйироти босуръати иқлим ва дигар хавфхоро дорад. Масалан, як неругоҳе, ки дар давраи хушксолии дусола қобиляти тавлиди ҳатто 60% иқтидори худиро нигоҳ медорад, метавонад ҳамчун устувор арзёбӣ гардад.

Омилҳои таъсиррасон ба самаранокӣ ва устуворӣ

1. Хусусиятҳои гидрологии минтақа: Таъмини бефосилаи чараёни об шартӣ асосии фаъолияти муътадили НБОХ мебошад. Дар минтақаҳои кӯҳӣ, чараёнҳои фаслӣ метавонанд хеле тағйирпазир бошанд, ки ба самаранокии стансия таъсир мегузорад. Дар ин ҳолатҳо, тарҳи стансия бояд бо дарназардошти имкони танзими захираи об тавассути ҳавзҳо ва каналу обсупорҳо амалӣ гардад.

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 неругоҳро беҳтар намояд.

3. Муҳити иҷтимоӣ ва дастгирии маҳаллӣ: Маҳз робитаи хуб бо ҷомеаи маҳаллӣ метавонад шароити муътадилро барои фаъолияти бетаъхири неругоҳ таъмин намояд. Мушкилоти иҷтимоӣ, эътирозҳо ё камбуди дастгирии муассисаҳои маҳаллӣ метавонанд ба фаъолияти устувори НБОХ ҳалал расонанд.

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

Усулҳои такмил 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 неругоҳ 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 кӯхистонии Тоҷикистон, ки дастрасии доимӣ ба шабакаи энергетикӣ вучуд надорад, маҳз НБОХ метавонанд роҳи ҳал бошанд. Таҷрибаи истифодаи неругоҳҳои 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.

Ҳамзамон, лоиҳаҳои номуваффақе низ вучуд доштанд, ки бо сабаби беарзиши таҳқиқоти гидрологӣ ва беаҳамиятии таъсири иҷтимоӣ муваққатан ғаъол буданд ва баъд ба таври комил қатъ гардиданд. Ин ҳолатҳо бори дигар зарурати баҳодиҳии комплекси самаранокӣ ва устувории кории стансияҳоро собит месозанд.

Ҳар як неругоҳи барқи обии хурд, новобаста аз иқтидори номиналии он, бояд ҳамчун як системаи бисёрҷанба ва мураккаб таҳлил гардад. Танҳо дар ҳолате ки арзёбии самаранокии энергетикӣ бо таҳлили устувории техникӣ, иқтисодӣ, экологӣ ва иҷтимоӣ муттаҳид карда шавад, метавон ба натиҷаҳои устувор ва дарозмуддат умед баст.

Аз ин рӯ, дар сиёсати энергетикӣ 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, неругоҳҳои барқи обии хурд ҳамчун яке аз роҳҳои муҳими таъмини нерӯӣ барқ ба ҳисоб мераванд. Бартарии асосии чунин неругоҳҳо 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 неругоҳҳои барқи обии калон қиёснопазиранд, вале таъсири онҳо ба табиат дар сатҳи маҳаллӣ метавонад назаррас бошад. Аз ҷумла, тағйири шароити чараёни 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 чараёнҳои обӣ зоҳир мешавад. Сохтмони каналҳои обкашӣ ё бастанӣ қисме аз чараён метавонад ба коҳиш ёфтани оби зоҳирӣ, тағйир ёфтани ҳарорати об ва зерӣ хатар гузоштани муҳити зисти организмҳои обӣ оварда расонад. Махсусан, маҳдуд кардани муҳоҷирати табиӣ моҳӣ метавонад равандҳои экосистемавиро ҳалалдор созад.

Ғайр аз он, сохтмони неругоҳ 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 дуҷониба бошад. Аз як тараф, бунёди ҷунин неругоҳҳо 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 иқтидори 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 манбаъҳои анъанавии зист (моҳидорӣ, чарогоҳҳо) боиси муноқишаву норозигии иҷтимоӣ шуда метавонад.

НБОХ дар баробари мусоидат ба таъмини нерӯӣ барқи тоза ва устувор, метавонанд паёмадҳои муҳими экологӣ ва иҷтимоӣ дошта бошанд. Агар лоиҳаҳо бо банақшагирии оқилона, арзёбии ҳамаҷонибаи таъсир ва иштироки фаъоли ҷомеа иҷро шаванд, чунин неругоҳҳо метавонанд на танҳо манбаи энергия, балки воситаи рушди иқтисодӣ ва иҷтимоии маҳал гарданд.

Ба ҳамин тартиб, роҳи беҳтарини пешбурди лоиҳаҳои НБОХ пайвастании илм, муҳандисӣ, экология ва ҷомеа дар як маром мебошад. Танҳо дар ин сурат неругоҳҳои барқи обии хурд метавонанд воқеан «устувор» бошанд ҳам аз нигоҳи муҳити зист ва ҳам аз нигоҳи зиндагии одамон.

Хулосаҳо оиди боби якум

1. Яке аз роҳҳои асосӣ ва мақсадноки баланд бардоштани эътимоднокии дастгоҳҳои садамавии электрикӣ, ба монанди неругоҳҳои барқии обии хурдтарин ҳисоб мешавад, ки бисёр содда бетамос ва бо сохтҳои, ки танзим карда намешаванд, бо усулҳои аввалини табдилдиҳии энергияи турбинаҳо ба монанди неругоҳҳои марказгурез ва генераторҳо ба монанди мошинаҳои замонавии бетамосӣ ба кор бурдани онҳо.

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

3. Барои тафтишоти ҳолати оиққорӣ ва баҳодиҳии қобилияти кории Д Э, ки ба он асоснок карда шудааст, сохтҳои таҳлилӣ, яъне 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. (рақами барои Д Э, яъне барои муайян кардани пайдоиши асбобҳо).

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 ташхисӣ ва алоқа бо бунгоҳи марказии танзимгаро шароит фароҳам меорад, ки речаи саёравии (масофавӣ) корҳои Д Э бе ҷалби коргари хизматрасонро ба қор 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.

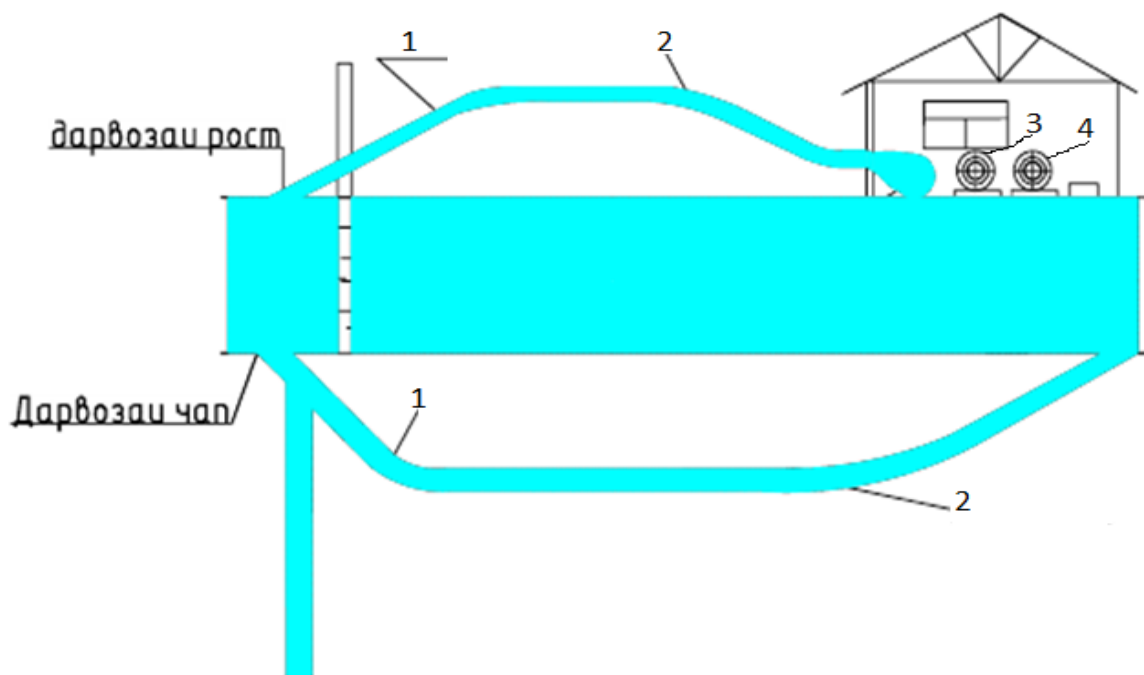
Яке аз самтҳои самарабахш дар ин ҷода тармиму барқарорсозии неругоҳи барқи обии хурди пешвучуддошта метавонад бошад.

Тармиму азнавсозии неругоҳи барқи обии хурди Октябр имкон фароҳам месозад, ки аз ҳисоби зиёд кардани ҳаҷми об ва бо зиёд намудани баландии резиши об то 7м истеҳсоли неруи электрикӣ дар ҳаҷми то 75 кВт·соат расонида шавад.

Инчунин, тармиму азнавсозии неругоҳи барқи обии хурди Октябр имкон медиҳад, ки :

- нақшаи кории неругоҳ содда карда шуда, бе ҳайати коргарон истифода гардад;
- энергияи истеҳсолшуда ба шабакаи алоҳида интиқол дода шавад;
- иқтидор ва суръати генератор васеъ танзим шавад, ки ин ба танзими шабонарӯзии фаъолияти неругоҳ мусоидат менамояд;
- зиёд намудани фишори резиши об то 16,6% ва рост намудани равиши об имкон медиҳад, ки иқтидори неругоҳи барқи обии хурд то 50% зиёд карда шавад.

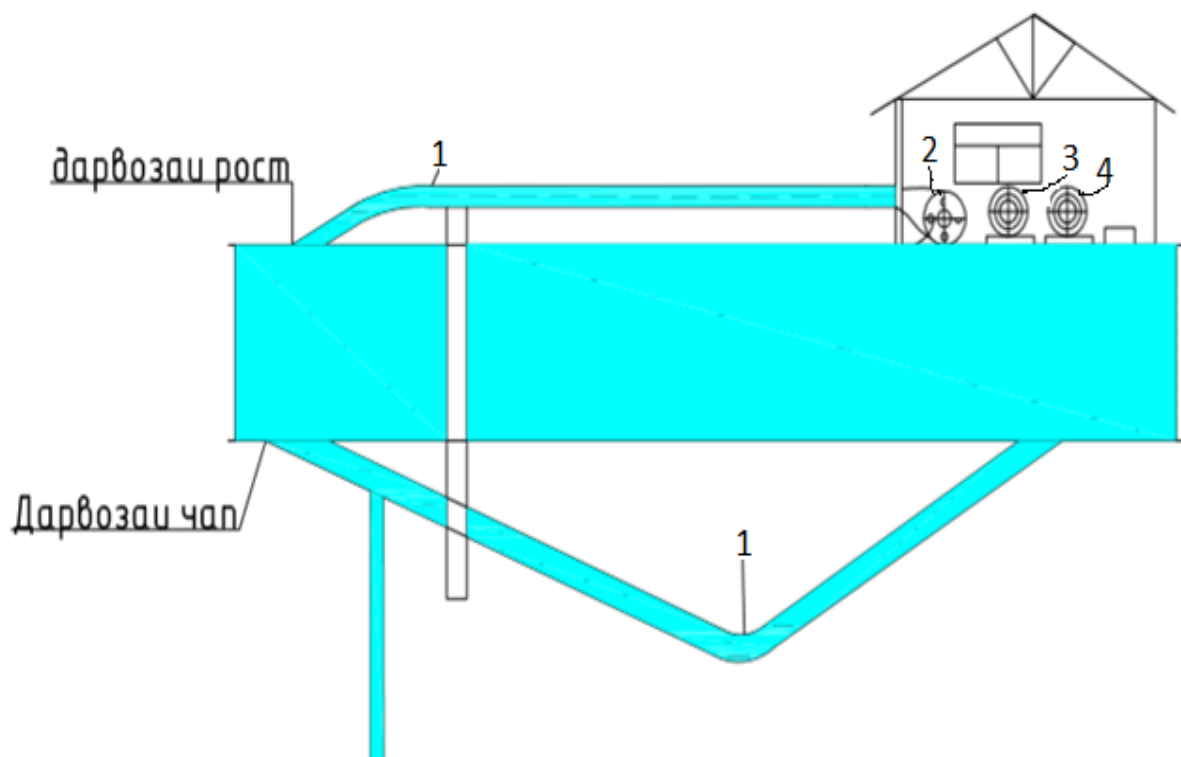
Нақши асосиро дар неругоҳи барқи обии хурди Октябр қобилияти обғунҷоишии канали «Болға Босган» иҷро мекунад, ки он соли 1950 сохта шуда, барои обёрӣ намудани заминҳои собиқ хоҷагии ба номи Карл Маркси ноҳия пешбинӣ шудааст. Иқтидори лоиҳавии неругоҳи барқи обии хурд 75 кВт буд, аммо амалан он бо тавоноии 22 кВт энергия истеҳсол менамуд. Дар ҳуди ҳозир бошад баъди таҷдид бо тавоноии 68 кВт энергия истеҳсол 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 ҳамгашт дорад ва худ 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 таҷҳизоту дастгоҳҳои кӯҳна ва паст шудани ҳаҷми фишори об дар канал вобастагӣ дорад.

Бояд қайд кард, ки печубу қачиҳо дар лулаҳои обгузар ҳангоми интиқоли об суръати обро сушт 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 печуҳамиҳо дар роҳи интиқоли об бартараф шудаанд. Инчунин, баландии фишори об дар неругоҳи электрикии обӣ то 7 метр расонида шуд.



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

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

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

Тармими обрав ва нақшаи насби неругоҳи барқи обӣ имкон медиҳад, ки ҳангоми фишори об то ба 7 метр будан ва суръати об то ба 0,7 м/с будан, иқтидори неругоҳи барқи обӣ метавонад ба 180 кВт баробар шавад. Тармими неругоҳи электрикӣ обии Октябр имкон фароҳам месозад, ки дар як соат 180,26 кВт.с энергияи электрикӣ истеҳсол карда шавад. Ҳамин тариқ неругоҳи электрикӣ обии хурди Октябр метавонад дар як сол ҳаҷми истеҳсоли нуруи электрикӣ то ба 4,326 мВт.соат расонад.

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

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

Ҳаҷми қиёсии ин баландшавӣ, бо дараҷаи баланд ба давлатҳои тараққиқарда рост меояд. Дар ин ҳолат аз рӯйи пешгӯиҳо қисми бисёри талаботи энергия аз ҳисоби маъданҳои сӯзишворӣ қонеъ карда мешавад.

Яке аз манъбаҳои энергияи барқароршаванда дар замони муосир ин нафт мебошад, ки истеҳсоли он дар 10–20 соли наздик ба миқдори зиёдтарин мерасад. Бисёр хавотирнок на фақат воқеаи паст шудани захираҳои карбогидридҳо, балки истифодабарии сусти манъбаҳои дигари энергияи карбогидрид мебошад.

Масъалаи дигари ҳалталаби аз ҳама муҳим, ки бо истифодабарии карбогидридҳо алоқаманд мебошад, ин тағирёбии глобалии иқлим аст. Аз рӯйи пешгӯии коршиносон барои 5 соли наздик, талафотҳои иқтисодӣ аз офатҳои табиӣ, ки тахминан аз гармшавии глобалӣ пайдо шудаанд, 150 млрд. доллар дар як сол арзёбӣ мегардад.

Дар итиҳодияҳои байналхалқӣ дарк кардаанд, ки тағйири иқлим бо сӯзондани сӯзишвории маъданӣ алоқаманд мебошад ва мумкин аст.

Вале, технологияҳои истифодабарии манъбаҳои барқароршавандаи энергияи дар замони муосир мавҷудбуда, имконият медиҳад, ки барои бартараф кардани ин масъалаҳои ҳалталаб, ки бо таъмини энергияи объектҳои гуногун алоқаманд мебошанд ва аз иқлим, бозори нафт, беҳатарии энергетикӣ ва дигар омилҳо вобастагӣ доранд, бисёре аз давлатҳо самти тараққиёти истифодабарии маъбаҳои энергияи барқароршавандаро рушд диҳанд.

Дар замони муосир манъбаҳои нишондодашуда (аз он ҷумла гидроэнергетикаи калон) аз рӯйи маълумотҳои Global Status Report, 19 фоизи истеҳсоли энергияи ҷаҳонро ташкил медиҳад. Дар ин ҳолат наздик ба 6 фоизи ҳаҷми тавоноии электрикии ҷаҳониро энергияи барқароршаванда ташкил медиҳад, ки ин ҳисса ҳар сол баланд мешавад.

Гузариш ақаллан ба доираи энергетикаи хурд бо манъбаҳои энергияи барқароршаванда мумкин аст қадами бисёр босамар дар доираи энергетикӣ

шавад ва ҳамчун натиҷа ба камшавии партовҳо ба атмосфера оварда расонад. Ин асосан дар даҳсолаҳои наздик роҳи ягона аст, ки сабаби умумии тараққиёти технологияҳо дар ҳамаи доираҳои фаъолияти ҳаёт мебошад ва мумкин аст барои пешгирии тағйирёбии иқлими глобалӣ истифода шавад.

Бо муваффақият амал кардани иқтисодиёти оянда бе тараққиёти ҳамаи технологияҳои бо энергияи барқароршаванда алоқаманд дар умум ва хусусан гидроэнергетика мумкин нест. Тараққиёти иқтисодиёти маҳаллӣ, ки бо баландшавии тавононҳо вобаста мебошад, аз ҳисоби манъбаҳои энергияи барқароршаванда, ба зиёд шудани миқдори ҷойи кор ва маблағгузориҳои ҷалб кардашуда оварда мерасонад. Аз рӯйи баҳисобгирии умумӣ наздик ба 1,6 миллиард аҳолии рӯйи замин ба энергияи электрикӣ дастрас нестанд.

Соҳтмони хатҳои бо фосилаи дури интиқоли энергия аз истеҳсолкунандаи бузурги неруи электрикӣ ба истеъмолкунандаи хурд ва миёна бисёр хароҷотovar мебошад, инчунин соҳтмон ва истифодабарии ояндаи неругоҳҳои нав бо сӯзишвории маъданӣ низ. Неругоҳҳои гидроэнергетикӣ хурд ва миёна метавонанд барои аҳоли ва тараққиёти иқтисодии ноҳияҳои дурдаст манъбаҳои манфиатовари энергия бошанд.

Дар замони муосир, энергетикаи давлатҳои ҳудудашон куҳӣ ба монанди Тоҷикистон ва омили тараққиёти он дар оянда бо захираҳои бисёри манъбаҳои об ва афзоиши истифодабарии он барои истеҳсоли неруи электрикӣ зич алоқаманд мебошад.

Тадқиқотҳои муфассали потенциали энергетикӣ обҳои Ҷумҳурии Тоҷикистонро Академеяи илмҳои ҶШС Тоҷикистон дар солҳои 1955–1959 гузаронида буд. Натиҷаҳои тадқиқот дар қори фундаменталӣ дар якҷоягӣ бо 14 муаллифони «Захираҳои гидроэнергетикӣ» (соли 1965) бо роҳбарии А.Н.Вознесенский оварда шудааст[2,3]. Дар ин қор ҳамаи маводҳо оиди тадқиқоти потенциалии энергетикӣ обҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон то соли 1965 дохил, ҷамъоварӣ ва таҳлил карда шудаанд.

Дар 50 соли охир, баъд аз дастрас шудани ин қор дар Ҷумҳурии Тоҷикистон ягон тадқиқотҳо ва ҳисобҳо аз рӯйи миқдор ва сифатнокии

саҳеҳии захираҳои гидроэнергетикӣ гузаронида нашудаанд. Дар ин ҳолат аз рӯйи маълумотҳои омили давлатӣ дар давраи гузашта истеҳсол ва истеъмоли неруи электрикӣ 21 маротиба баланд шудааст ва соли 2024 ба 21 млрд. кВт·соат расидааст, ки аз ҷумла [4] ба неругоҳҳои обӣ 93% истеҳсоли ин неруи электрикӣ рост меояд.

Мувофиқи тадқиқотҳо [3,5] дар замони муосир потенциали умумии энергетикӣ обҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон миёна ба тавоноии 51,8 млн. кВт баҳодиҳӣ карда мешавад. Аз он ҷумла, 511 дарёҳои тадқиқоткардашуда, ки тавоноии 32,6 млн.кВт доранд ва дарёҳои бо дарозии аз 10 км кам ба тавоноии 19,5 млн.кВт.

Аз рӯйи захираҳои потенциали гидроэнергетикӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон пас аз Руссия дар ИДМ (СНГ) ҷои дуюмро ишғол менамояд.

Ҷи тавре, ки таҳлилҳои кофтуковӣ ва корҳои илмӣ-тадқиқотӣ дар марҳалаҳои гуногуни давраи вақти тараққиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон нишон доданд, захираҳои гидроэнергетикӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки барои истифодабарӣ имконият доранд аз рӯйи тавоноӣ 19,3 млн.кВт ва аз рӯйи истеҳсол 183,6 млрд. кВт· соатро ташкил медиҳанд.

Ин имконияти потенциали аслии истифодабарии захираҳои гидроэнергетикӣ барқароршавандаи Ҷумҳурии Тоҷикистонро нишон медиҳад. Вале, ба ғайр аз обгузарҳои тавоноии бузург ва миёнадошта Ҷумҳурии Тоҷикистон бо миқдори бисёр дарёҳои тавоноии дарёҳои хурдро доро мебошад [6,7].

Дар ин ҳолат истеҳсоли неруи электрикӣ аз ҳисоби неругоҳҳои барқи обии хурд таъмин мешавад. Ба ин гурӯҳ неругоҳҳо ба чунин тавсифҳои техникӣ дохил мешаванд: тавоноии умумии то 10 МВт, тавоноии ягонаи агрегат то 5 МВт, диаметри чархи кории турбина то 2 м.

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. Дар ин ҳолат ҳамаи

ҳисобҳои потенсиалии захираҳои энергетикӣ аз рӯйи усулҳои гуногун, ки дар моделҳои гуногун асоснок шудаанд, гузаронида мешаванд.

Дар замони муосир аҳамияти муҳим, на балки техникӣ, балки иқтисодӣ асоснокшудаи намуди неругоҳи барқи обии хурди интихобшуда ба ҳисоб меравад.

Дарёҳои қуҳии Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки ба онҳо дар амал ҳамаи дарёҳои Ҷумҳурӣ дохил мешаванд, суръати баланди ҷараён ва муҳлати дурударози яхнабандӣ доранд.

Ин вазъият имконияти сохтани неругоҳи барқи обии хурди сохти бедарғотро дар маҳаллаҳои дурдасти қуҳӣ ва душворгузар нишон медиҳад.

Неругоҳи барқи обии хурдро аз рӯйи қоида дар обгузарҳои дарёҳои хурд бунёд мекунанд [8,10,11,12,13]. Дар ин ҳолат мувофиқати ягона ба муайян кардани дарёҳои хурд нест, ки онҳо яке аз объектҳои паҳншудаи обӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон мебошанд.

Меъёрҳои дар ҳолати муайян кардани мафҳумҳои «дарёи хурд» ва «обгузари хурд» метавонад бисёр гуногун бошанд. Меъёрҳои миқдор, ки мувофиқи СД 17.1.1.02–77 истифода бурда мешаванд, яъне: масоҳати ҳавзаи обҷамкунии обпартои дарёҳои хурд аз 2000 км² бояд баланд набошад ва обравии миёнаи бисёрсола дар давраи сатҳи минималии об бояд аз 5м³/сония зиёд набошад.

Дар ин ҳолат аз рӯйи дигари таснифот, дарозии дарёи хурд бояд аз 100 км зиёд набошад ва масоҳати ҳавзаи обҷамкунии на зиёда аз 2000 км². Вале дар Ҷумҳурии Тоҷикистон таснифоти умумиқабулшуда барои муайян кардани мафҳуми «дарёи хурд» мавҷуд нест.

Босамарии ҳалҳои лоиҳакашӣ 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;

– манъбаҳои маблағгузориҳои лоиҳаи инвеститсионии дохила ё ин ки беруна, ки онҳо дар худ хароҷотҳои ба пардохти фоизҳо аз рӯйи кредитиро дохил мекунанд;

– хавфи ба амалбарории лоиҳа;

– беқурбшавии пул;

– даромадҳо аз ба амалбарории ҳалҳои лоиҳакашӣ;

– хароҷотҳои ҷорӣ барои нигоҳдоштани таҷҳизот дар ҳолати корӣ.

Меъёрҳои босамарии лоиҳаи инвеститсионӣ инҳо мебошанд:

– арзиши тоза овардашуда (NPV);

– меёри даромаднокии даруна (IRR);

– давраи хароҷотбарорӣ ($T_{ок}$) ва дигар меёрҳо.

Барои лоиҳаи инвеститсионии таъмини энергия ба хароҷотҳо барои коркарди лоиҳаи инвеститсионӣ инҳо дохил мешаванд:

– хароҷотҳо барои тадқиқоти захираҳои об дар минтақаи таҳқиқшуда аз рӯйи қоида дар масофаи дур ва дар минтақаи кӯҳӣ ҷойгиршуда мебошад;

– тадқиқоти талаботи истеъмолкунандаҳои неруи электрикӣ;

– ҳисоби параметрҳои техникий дастгоҳҳои гузаронанда (тағйирдиҳандаҳои қуввагӣ, хатҳои кабелӣ, таҷҳизоти идоракунии генератор ва дигар дастгоҳҳо барои устувор кардани генератор);

– ҳисоби хароҷотҳо барои васли таҷҳизот ва ба истифода даровардани онҳо.

Пас аз муайян намудани ҳаҷми лозимаи инвеститсия манъбаҳои маблағгузориҳои лоиҳа муайян мешаванд, ки онҳоро мумкин аст ба ду дараҷаи асосӣ ҷудо кунем: дохила ва беруна. Ба манъбаҳои дохила ҳамаи манъбаҳо, ки фоизнокӣ аз рӯйи онҳо ҳисоб карда мешавад, дохил мешаванд.

Аз рӯйи қоида инчунин, маблағгузориҳои омехташуда истифода бурда мешавад. Дар ин ҳолат қисми маблағҳо аз ҳисоби ташкилоте, ки ба васли

таҷҳизотҳо ва ба истифода даровардан машғул мебошанд ва қисми маблағҳо аз ҳисоби он оварда шудааст.

Нишондодҳои асосиро дида мебароем, ки ба баҳодиҳии босамари иқтисодӣ ва хароҷот барои лоиҳа шомил ҳастанд.

Арзиши софи овардашуда (netpresentvalue NPV) ин маблағи арзиши овардашудаи даромадҳои оянда аз лоиҳа ва инвестицияҳои (сармоягузорӣ) аввала ба лоиҳа мебошад:

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

Дар ин ҷо: CF_0 —ҷараёни маблағи(CachFlow) давраи сифрӣ (инвестицияи аввала).

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

n – муҳлати амали лоиҳа (миқдори давраҳо);

d – гарави дисконт кардан.

NPV – ин яке аз нишондиҳандаҳои асосии молиявӣ мебошад, ки тағйирёбии арзиши маблағҳоро бо дарназардошти омилҳои вақтӣ тавассути истифодаи меёри дисконти мувофиқ инъикос менамояд.

Меёри дисконт (тавозуни арзиш) ба меёри дохилии даромаднокӣ (IRR – Internal Rate of Return) баробар аст, ки он нишон медиҳад дар кадом ҳолат маблағгузориин лоиҳа ва даромадҳои ояндаи он ба якдигар баробар шуда, арзиши фоизи фойданокии сармоягузорӣ ба сифр мерасад.

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

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

Ин нишондиҳанда яке аз воситаҳои муҳими баҳодиҳии самаранокии молиявии лоиҳа мебошад. Барои сармоягузор муҳим аст, ки донанд дар кадом фосилаи вақт даромадҳои тавлидшудаи лоиҳа бо сармоягузориҳои ба он равонашуда баробар мешаванд.

Ин фосилаи вақтро мӯҳлати бозгашти сармоя (Ток) меноманд. Табиатан, мӯҳлати кӯтоҳи бозгашти сармоя нишондиҳандаи эътимоднокии баланди лоиҳа ва паст будани сатҳи хатар мебошад.

Мӯҳлати бозгашти сармоя яке аз нишондиҳандаҳои самарабахши молиявӣ ба шумор рафта, барои муайян намудани мувофиқати маблағгузори банакшагирифташуда замина фароҳам меорад.

Дар баробари нишондиҳандаҳое чун арзиши софи ҳозира (NPV) ва меъёри дохилии даромаднокӣ (IRR), мӯҳлати бозгашти сармоя (Ток) низ барои асосноккунии қарорҳои сармоягузорӣ васеъ истифода мешавад. Дар ҳамин замина, алгоритми умумии ҳисобкунии иқтидори неругоҳи барқи обӣ дар расми 2.3. оварда шудааст.

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

Сохтори умумии модели тавлиди неруи барқи обӣ моделҳои математикии обанбори неругоҳи барқи обӣ, муодилаҳои иқтидори агрегатҳои обӣ, мувозинати ҷараёни об ва фишори агрегатҳои электрикиро дар бар мегирад [14], [15].

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

Ҳисобкунии иқтидор бо истифода аз формулаи классикии гидроэнергетикӣ сурат мегирад, ки ба таври омехта самаранокии система, баландии об, сарфи об, зичӣ ва ҷозибай заминро муттаҳид менамояд. Бо чунин тарзи таҳлили моделсозӣ ва ҳисоббарорӣ, тарроҳон метавонанд дурустии ҳалли техникиро дар марҳилаҳои тарҳрезӣ ва татбиқи лоиҳаҳои энергетикӣ хурд таъмин созанд.

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/м³ аст
- g – ҷидаи афтиши озод (9.81 м/с²)
- H – баландии ҷишори об (м)
- Q – миқдори об (м³/с)

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

- миқдори об: $Q = 5$ м³/с
- баландии афтиши об: $H = 4.5$ м
- коэффитсиенти самаранокии турбина: $\eta = 0.85$

Ҳоло, бо истифода аз формулаи мазкур, иқтидори электрикии 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 барқи 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.

Мо метавонем як вобастагиро барои ҳисоб кардани иқтидори неругоҳи барқи обии хурд бо ёрии функсияҳои тригонометрӣ созем, ки он ҳаҷми об аз баландӣ ва бо гузашти вақт тағйир ёбандаро нишон медиҳад. Ба ин маъно, функсияҳои тригонометрӣ метавонанд барои моделсозии истифода шаванд ва модели асосии иқтидори неруи электрикӣ (P) бо истифода аз функсияҳои тригонометрӣ метавонад чунин 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 чараёни он мебошад, дар ҳоле, ки пас аз гузаштан аз нуқтаи максималии қувваи фаъол, камшавии сарбории фаъол бо зиёд шудани суръати чараёни 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:

$$\eta_r = 1 - \left(\frac{1}{N_{\text{под}}} \right) \cdot (\Delta N_{xx} + \Delta N_{k3} + \Delta N_{\text{воз}}) \quad (2.6)$$

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

$\Delta N_{k3} N$ – истеъмоли қувваи барқ барои талафоти ноқилҳои кӯтоҳ;

$\Delta N_{xx} I$ – 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 даҳсолаи охир, масъалаҳои марбут ба бӯҳрони энергетикӣ аз ҷумла коҳиши захираҳои сӯзишвори кандани, ноустувории бозори нафт, тағйирёбии иқлим ва афзоиши талабот ба нерӯи барқ дар миқёси ҷаҳонӣ шиддат ёфтаанд. 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.

Принсипи 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.

Тибқи маълумоти Агентии Байналмилалии Энергетикӣ (IEA), нерӯгоҳҳои бузурги барқи обӣ айни замон тақрибан 16 фоизи истеҳсоли умумии нерӯӣ барқро дар ҷаҳон таъмин менамоянд. 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 барқи обии хурд (НБОХ) ҳамчун як шакли устувор ва аз ҷиҳати экологӣ тозаи истеҳсоли нерӯӣ барқ эътироф шудаанд. Микрогидроэлектростансияҳо зернавъи НБОХ одатан иқтидори аз 5 то 100 киловаттро фаро мегиранд ва метавонанд дар рӯдхонаҳо, ҷӯйборҳо 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:

- Тавлиди нерӯӣ барқ дар наздикии истеъмолкунанда, ки талафоти шабакавии барқро коҳиш медиҳад;
- Мавҷудияти қобилияти зуд оғоз ва танзими нерӯӣ барқ, ки барои идоракунии самараноки сарбории тағйирёбанди шабака мувофиқ аст;
- Мӯҳлати кӯтоҳи ба қор даровардан дар муқоиса бо нерӯгоҳҳои калони гармӣ ва атомӣ, ки вақти баланди оғозёбӣ талаб мекунанд;
- Бе таъсири манфӣ ба муҳити зист, зеро дар ҷараёни қор ифлосшавии ҳаво ё об ба вуҷуд намеояд;
- Хароҷоти пасти истифодабарӣ, сатҳи нокомии паст ва эътимоднокии баланд;
- Имконияти истифода ҳамчун системаи аккумулясионӣ, яъне захираи энергия дар шакли оби нигоҳдошта.

Дар муқоиса бо дигар манбаъҳои барқароршавандаи энергия, аз қабili энергияи бодӣ, мавҷӣ ва офтобӣ, нерӯгоҳҳои барқи обии хурд бартариҳои зеринро доранд:

- 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 қор дар фасли зимистон, вақте ки талабот ба нерӯӣ барқ маъмулан зиёд мешавад.

Тадқиқоти муқоисавии нерӯгоҳҳои хурди барқи обӣ (бо иқтидори то 10 МВт) ва нерӯгоҳҳои барқи обии хурдтарин (бо иқтидори то 100 кВт) нишон медиҳад, ки гурӯҳи аввал барои сохтмон ва ба истифода додан, сармоягузорию бузург ва қабули қарорҳои муҳими сиёсӣ ва идорӣ талаб мекунад. Ин гуна нерӯгоҳҳо аксаран бо мураккабии марҳилаҳои иҷозатдиҳӣ, муҳити танзимгарӣ ва таъсири эҳтимолии онҳо ба муҳити зист рӯ ба рӯ мешаванд, ки татбиқи онҳоро дар шароити маҳдуд душвор мегардонад.

Дар муқоиса, нерӯгоҳҳои барқи обии хурдтарин бо арзиши сармоягузорию паст, андозаи физикии хурд ва имконияти татбиқ дар маҳалҳои дурдаст ва камаҳолӣ фарқ мекунанд. Истифодаи чунин нерӯгоҳҳо барои таъмини нерӯӣ барқ ба як маҳалла, деҳа ё муассисаи инфиродӣ имконият фароҳам меорад, ки масъалаҳои энергетикӣ сатҳи маҳаллӣ ба таври зуд ва иқтисодӣ ҳалли ҳудро ёбанд. Аз ин рӯ, татбиқи онҳо дар заминаи иҷтимоӣ сиёсӣ қобили қабултар арзёбӣ мешавад.

Бештари нерӯгоҳҳои барқи обии хурдтарин тибқи принципи "дарёӣ" амал мекунанд, ки дар он зарурати сохтани сарбанд ё обанбор вуҷуд 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 сармоягузориро осонтар мегардонад.

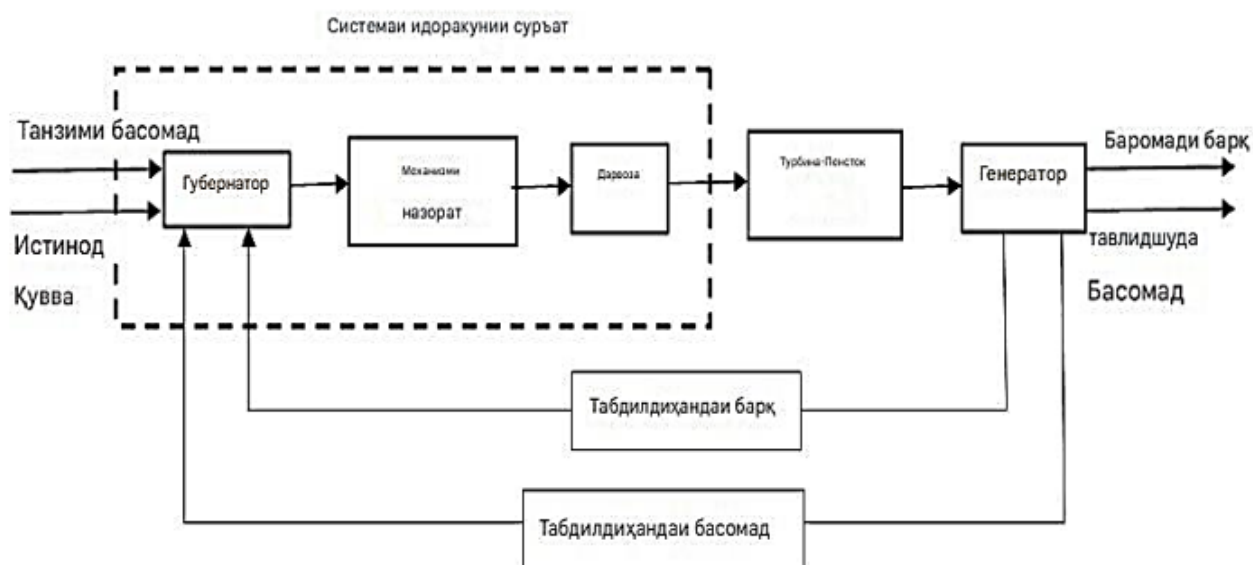
Ҳамин тариқ, истифодаи потенциали нерӯгоҳҳои барқи обии хурдтарин дар шароити маҳаллӣ имкон медиҳад, ки системаҳои энергетикӣ мустақил ва

устувор тархрезӣ ва амалӣ гарданд. Барои расидан ба ин ҳадаф, интихоби макони мувофиқ, таҳлили захираҳои обӣ ва тарроҳии системаи техникӣ бо дарназардошти хусусиятҳои гидрологӣ ва чуғрофии маҳал 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 механикии 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 ҷамъшуда 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 ҷараёни 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 раванди кори нерӯгоҳи барқӣ обӣ, тағйирёбии сарборӣ дар давоми шабонарӯз боиси тағйирёбии басомади истеҳсоли нерӯӣ барқ мегардад. Барои нигоҳ доштани басомади устувори синхронӣ, зарур аст, ки суръати гардиши турбина низ дар сатҳи муайян нигоҳ дошта шавад. Ин вазифа тавассути системаи танзимгари турбина, ки қисми асосии системаи идоракунии нерӯгоҳ ба ҳисоб меравад, иҷро карда мешавад.

Танзимгари суръати гардиш ҷараёни обро, ки ба турбина ворид мешавад, танзим мекунад. Дар натиҷа, турбина дар посух ба тағйироти сарборӣ суръати гардиши худро ба таври автоматикӣ мутобиқ мекунад, ки ин имкон медиҳад генератор нерӯӣ барқро бо суръати доимӣ 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 идоракунӣ 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 қушода 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 сураат мегирад, аз ҷумла:

- қубури фишоровар қўтоҳ ва ноҳамвории дохилии он қобили сарфи назар аст;
- зарбаи гидравликӣ ночиз аст ва ҷараён бе фишорбандишавӣ сураат мегирад.

Дар асоси ин тахминҳо, муодилаҳои дифференсиалӣ барои моделсозии ҷараён ва фишори об дар дохили қубури фишоровар ҳосил карда мешаванд, ки хусусиятҳои динамикии кори як воҳиди турбинаро дар робита ба вобастагии фишор, суръати гардиш ва вақти воқуниш нишон медиҳанд.

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

дар инҷо

q = истеъмоли ҳоси турбина

h_s = фишори статикӣ ғарфсии об

h = фишор дар даромадгоҳи турбина

h_l = талафоти фишор ба воҳиди қубур

L = дарозии қитъаи қубур

A = майдони буриши уфуқӣ

Моделсозии контроллер

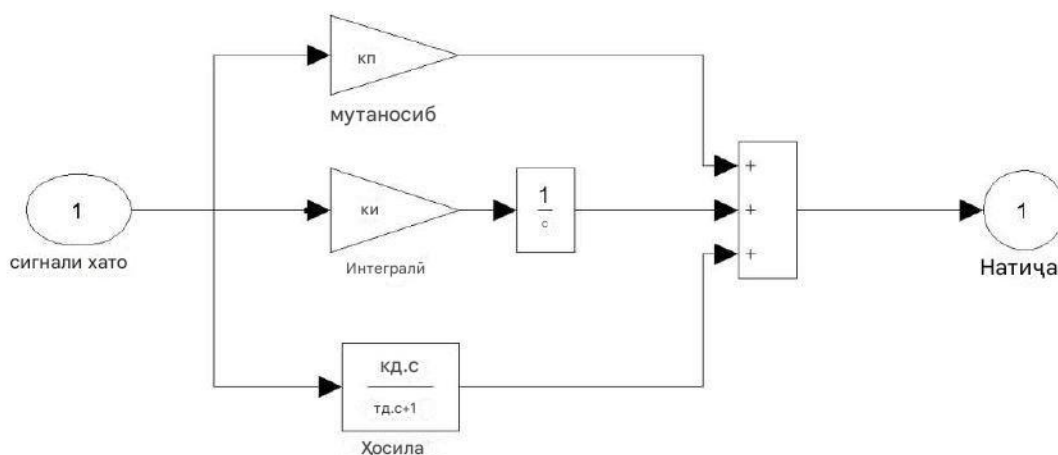
Дар ин система ҳамчун унсури асосии танзим, танзимгари ПИД (PID-controller) истифода мешавад. Ба вуруди ин контроллер хатогии суръат, яъне

фарқи байни суръати воқеии гардиши турбина ва суръати истинод (суръати мақсаднок) ворид карда мешавад. Вазифаи танзимгари ПИД бартарафсозии ин хатогӣ тавассути истеҳсоли сигнали ислоҳкунанда мебошад, ки ба воситаи он клапани идоракунӣ ва, дар натиҷа, чараёни об ба турбина танзим мешавад.

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

- Р – идоракунии мутаносиб (*proportional*), ки ба хатои ҷорӣ вобастагӣ дорад;
- I – идоракунии интегралӣ (*integral*), ки чамъшавии хатогихоӣ гузашта–ро ба назар мегирад;
- D – идоракунии дифференциалӣ (*derivative*), ки пешгӯии хатогихоӣ оянда–ро дар асоси суръати тағйирёбии хатогӣ таъмин менамояд.
- Аз нигоҳи вақт:
- Ҷузъи Р ба тағйироти фаврии вуруд вокуниш медиҳад;
- Ҷузъи I таъсири хатогихоӣ 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 чараёни идоракунӣ, 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 ислохкунанда 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.

Дар ин фасл, муодилаҳое баррасӣ мешаванд, ки тағйирёбии ҷараёни об ва қувваи механикӣ инкишофёбандаро вобаста ба суръати гардиши турбина, дараҷаи кушодашавии плита (дарвоза) ва мавқеи лопасткаи кории турбинаи гидравликӣ тавсиф мекунанд.

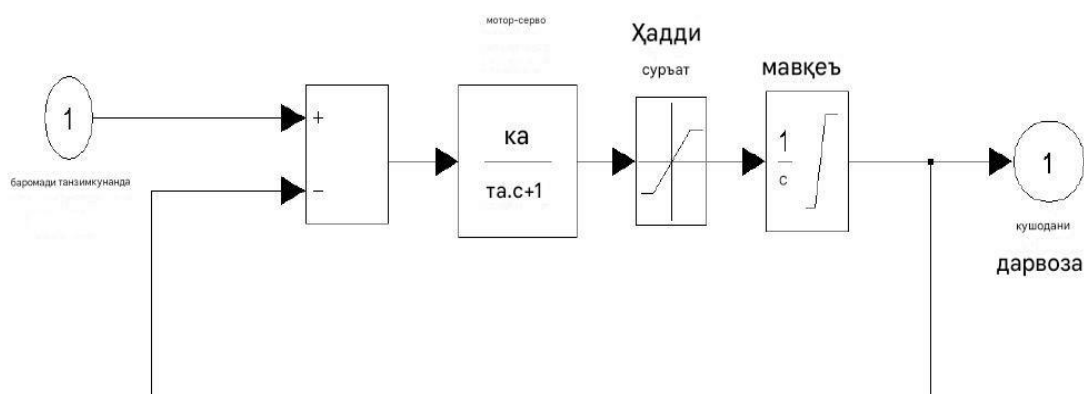
Бо дарназардошти васеъ истифода гардидани турбинаи Френсис дар саноати гидроэнергетикӣ ва самаранокии баланди он дар муқоиса бо дигар намудҳои турбинаҳо, дар модели пешниҳодшуда низ маҳз ин навъи турбина интихоб шудааст. Хусусияти муҳими турбинаи Френсис ин аст, ки ҳангоми гузаштани об аз дохили он, фишори об паस्त 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) фишурданашаванда ҳисобида мешавад, ки ин соддагардонии муҳими модел аст;
- Суръати ҷараёни 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

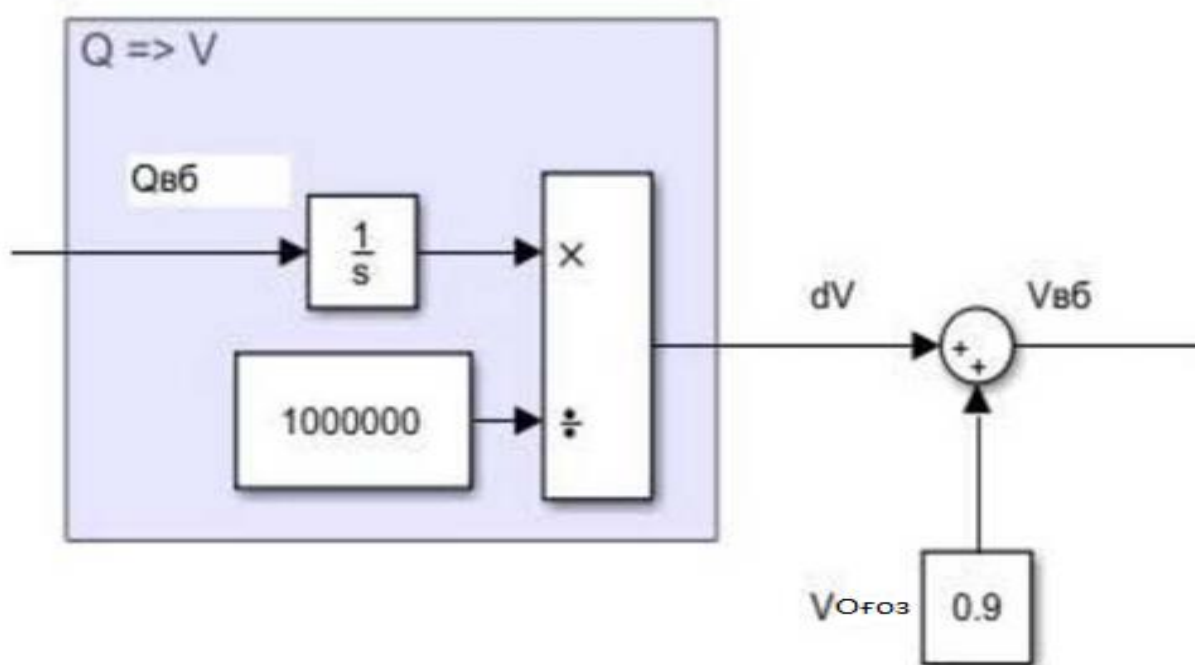
Дар раванди ин тадқиқот моделсозии математикии қисмҳои асосии нерӯгоҳи барқи обии хурд бо истифода аз барномаи MATLAB/SIMULINK тарҳрезӣ шудааст, ки метавонанд дар ҳалли мушкилоти гуногун, бо истифода аз маҷмӯи параметрҳои воридотӣ ва шартҳои ибтидоӣ кӯмак расонад.

1) Модели обанбори неругоҳи барқи обӣ

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

$$V(t) = V_n \pm \int Q_o dt \quad (2.7)$$

Дар расми 2.4 модели обанбор нишон дода шудааст, ки дар барнома амалӣ карда шудааст.



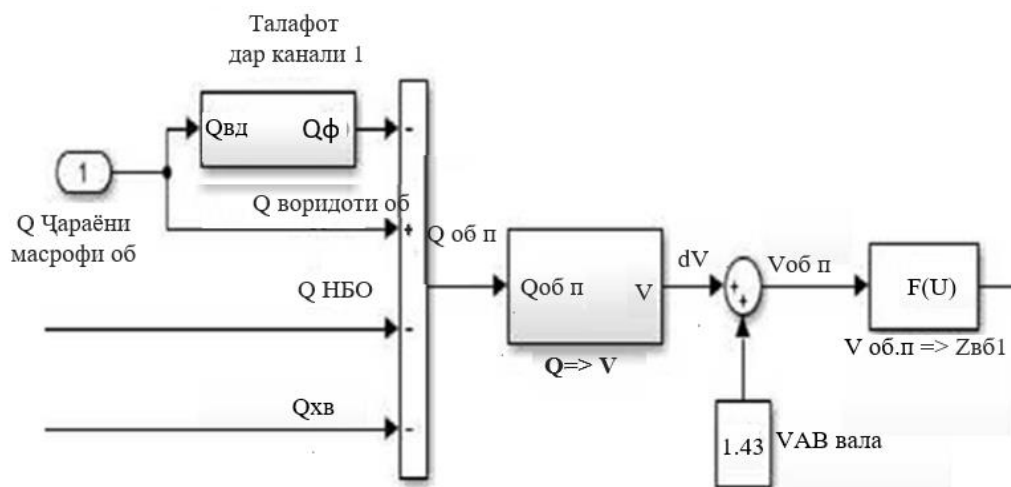
Расми 2.7 – Модели ҳавзи болоии неругоҳи барқи обии хурд

Дар ин ҷо V_n – ҳаҷми ибтидоии обанбор, m^3 ;

V_n – суръати ҷараёни об дар обанбор, ки метавонад дар сурати пур шудани обанбор қимматҳои мусбат ва дар сурати аз об ҳолӣ шудани обанбор қимматҳои манфӣ дошта бошад, m^3/c ;

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

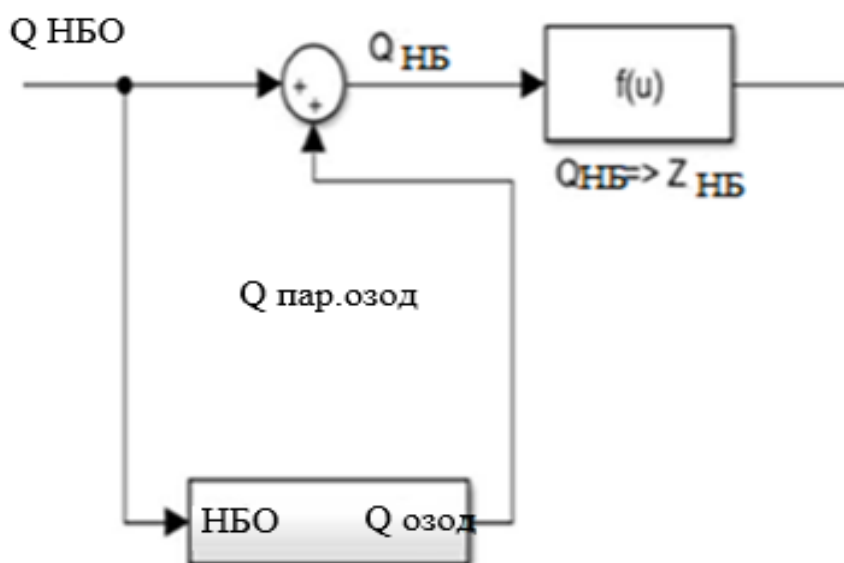
морфометрии обанбор аломати ҳавзи болой ҳисоб карда мешавад. Модели болоии неругоҳи барқи обӣ якҷоя бо макети обанбор дар расми 2.5 оварда шудааст.



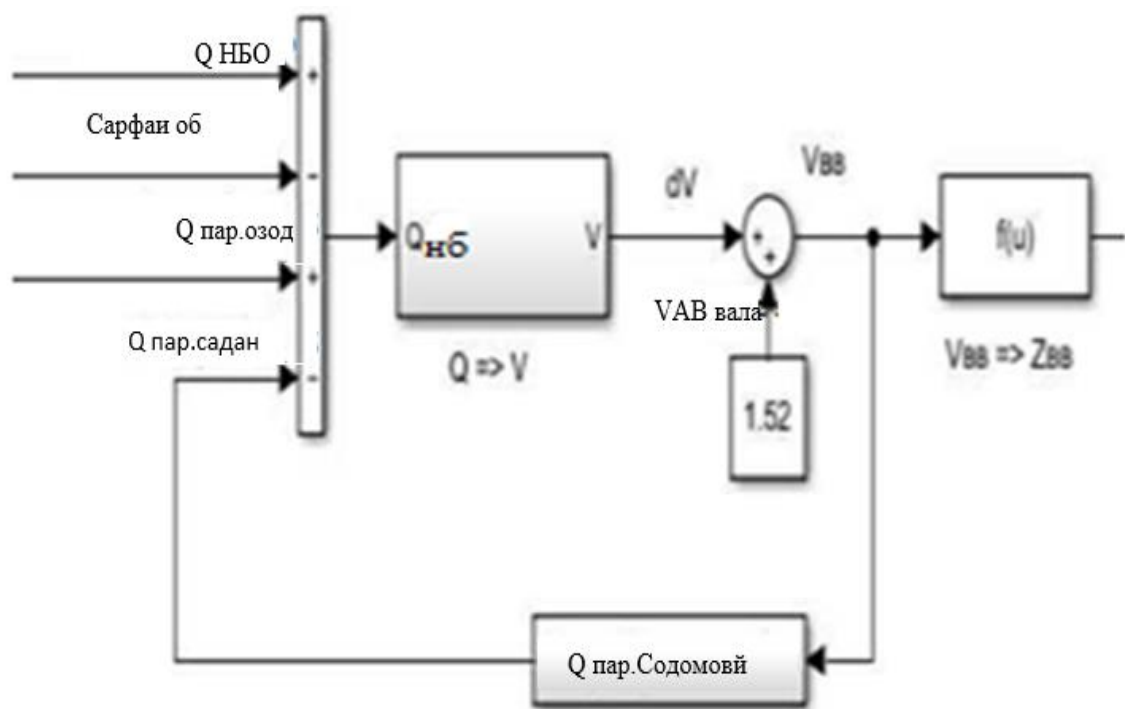
Расми 2.8 – Модели ҳавзи болоии неругоҳи барқи обӣ якҷоя бо макети обанбор

Ҳавзи поёнии неругоҳҳои барқи обӣ якҷоя бо поёноби асосӣ

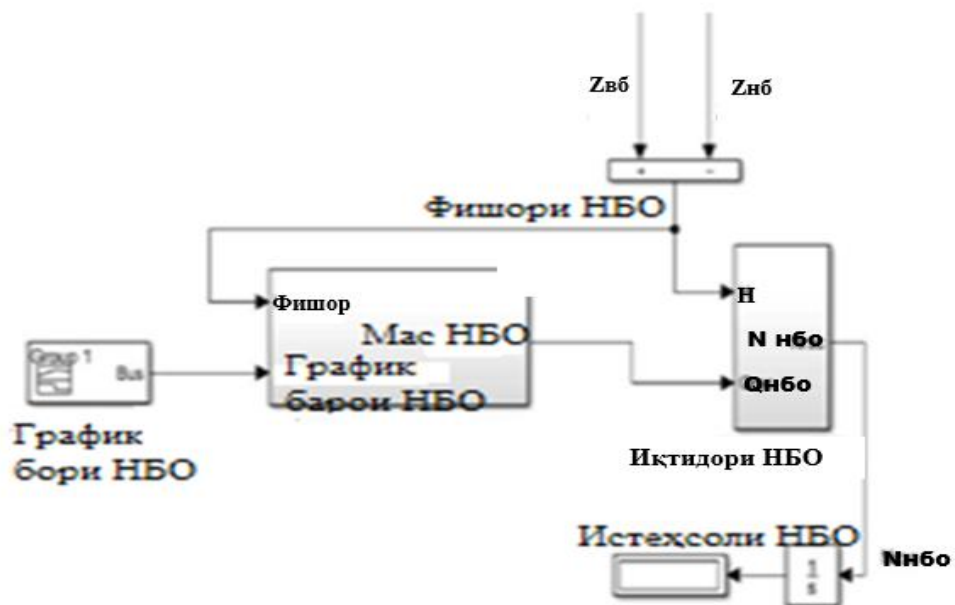
Модели қисми об барои неругоҳҳои барқи обӣ, ҳисобкунии тавозуни ҷараёни обҳои асосии неругоҳҳои барқи обӣ, инчунин модели обанбори нивелиркунӣ барои неругоҳҳои барқи обӣ, ки дар танзими ҳаррӯза мушоҳида мешавад (неругоҳи барқи обӣ –2, неругоҳи барқи обӣ –3, неругоҳи барқи обӣ –4) дар расми 2.6. оварда шудааст.



Расми 2.9 – Модели поёноб барои неругоҳҳои барқи обӣ, ки дар самти ҷараёни об кормекунад



Расми 2.10 – Модели поёноби неругоҳи барқи обӣ



Расми 2.11 – Модели ҳисобкардани неругоҳи барқи обӣ

Намунаи ҳисобкунии неругоҳҳои барқи обӣ

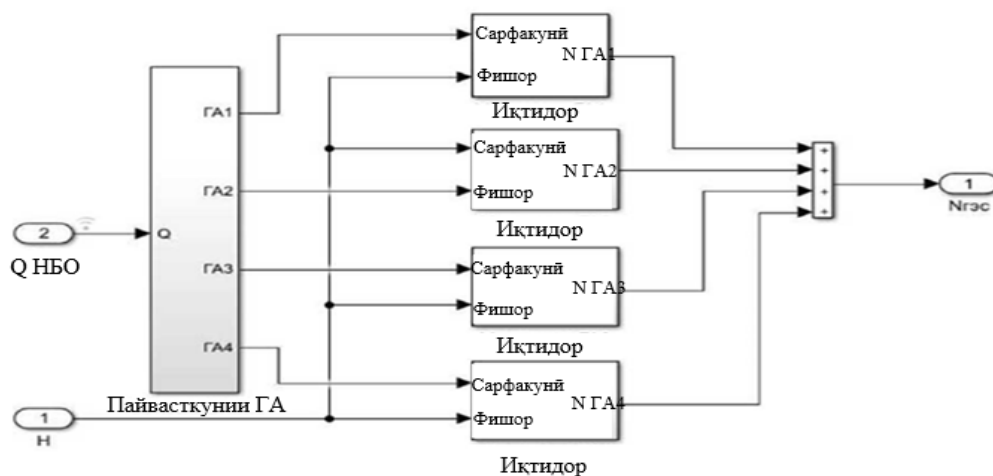
Ҳисоб кардани иқтидори неругоҳи барқи обӣ дар асоси графики пешбинишудаи бори неругоҳи барқи обӣ сурат мегирад. Тавоноии неругоҳи

барқи обӣ бо хусусияти суръати об муайян карда мешавад. Дар асоси нишондодҳои ба даст овардашудаи ҳавзҳои болоӣ ва поёнии тавоноии неругоҳи барқи обии хурд ҳисоб карда шудааст.

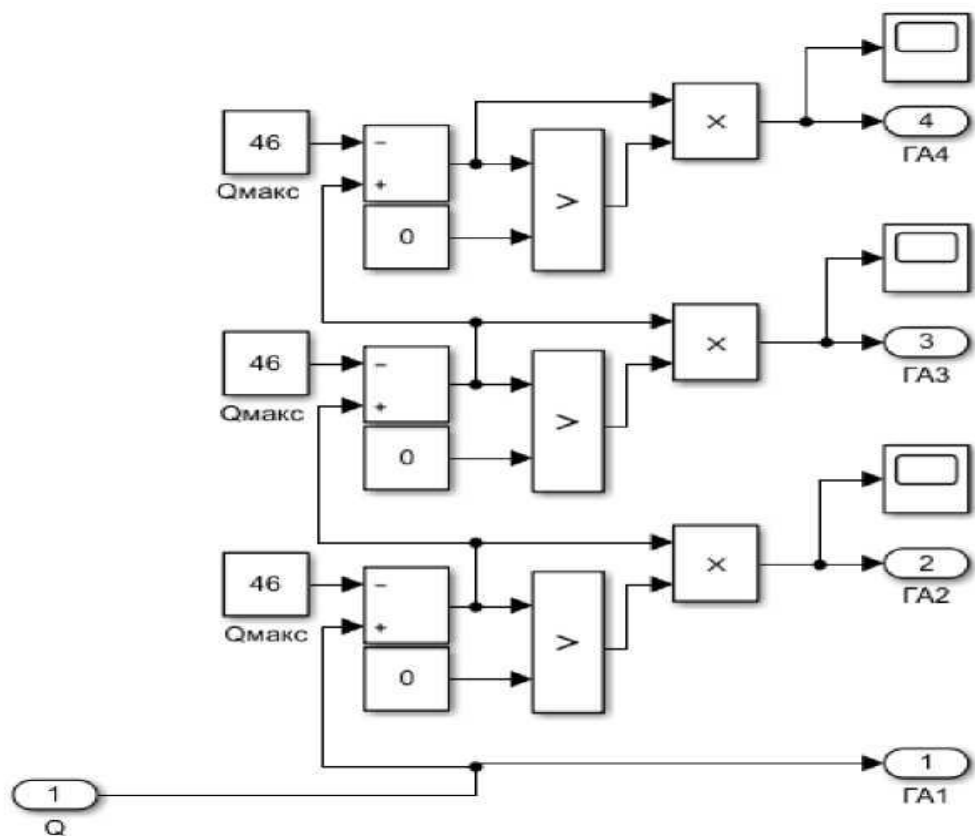
Блоки «неруи неругоҳ», ки дар расми 2.9 нишон дода шудааст, блоки «Гузариши фурӯзон»-ро дар бар мегирад, ки барои пайваста ба кор даровардани агрегатҳои гидроэлектрикӣ, вобаста ба сарбории муқарраршуда аст.

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.

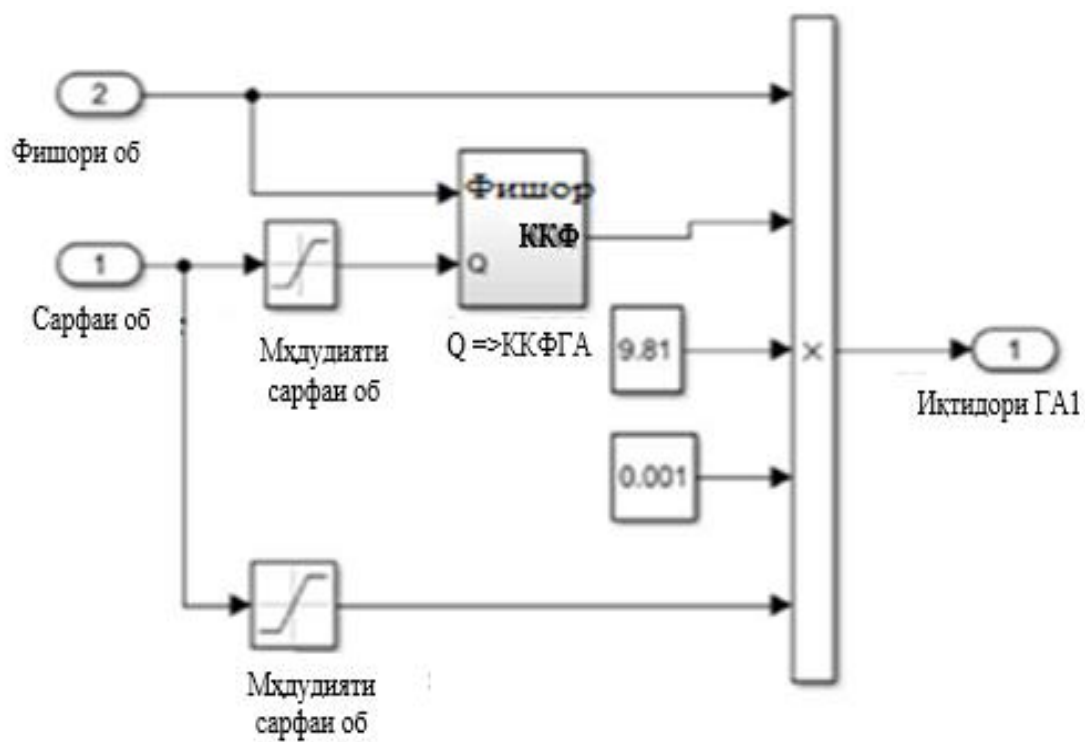
Агар қувваи барқ тавассути агрегат аз иқтидори он зиёд бошад, он гоҳ фарқияти суръати чараёни об бо фармони блоки "GA On" ба агрегати оянда фиристода мешавад. Схемаи блок дар расми 2.10 нишон дода шудааст. Блоки «GA Power», ки дар расми 2.11 нишон дода шудааст, барои ҳисобкардани қувваи тавлиди ҳар як агрегати неругоҳ масъул аст. Дар маҷмӯъ, блок барои арзишҳои гуногуни фишор 3 хусусияти энергетикиро истифода мебарад. Ин интиҳоб аз он иборатаст, ки фишор дар неругоҳ дар давоми рӯз андаке тағйир меёбад ва арзиши самаранокии агрегат бо суръати яхелаи 0,1–0,3 фоиз фарқ мекунад. Блоки ҳисоббарорӣ дар расми 2.12. нишон дода шудааст.



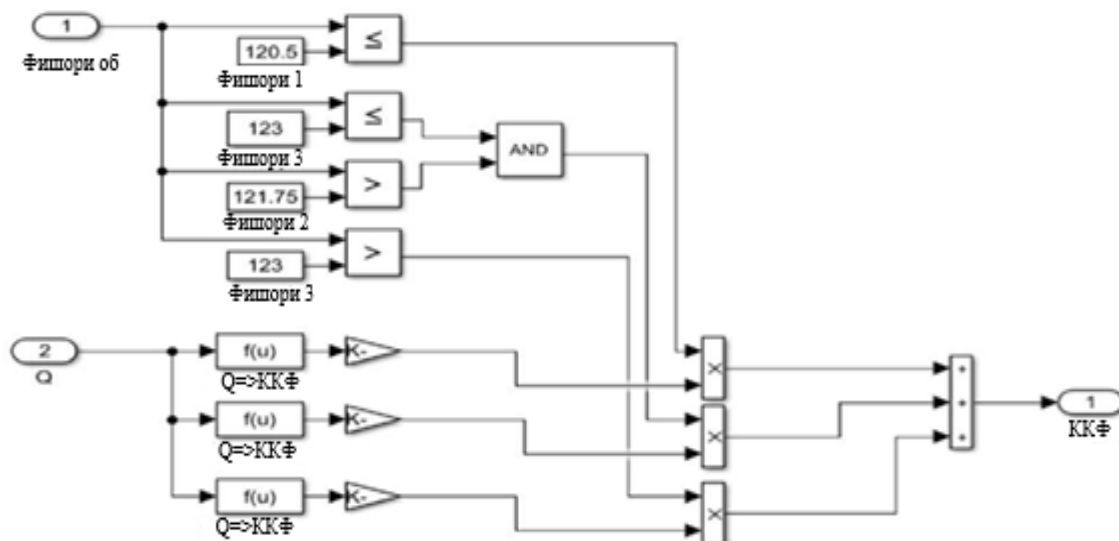
Расми 2.12 – Блоки "Неруи барқ"



Расми 2.13 – Блоки "GA Enable"



Расми 2.14 – Блоки ҳисобкунии иқтидори агрегатҳои гидроэнергетикӣ



Расми 2.15 – Блоки ҳисобкардани самаранокии агрегати барқи обӣ

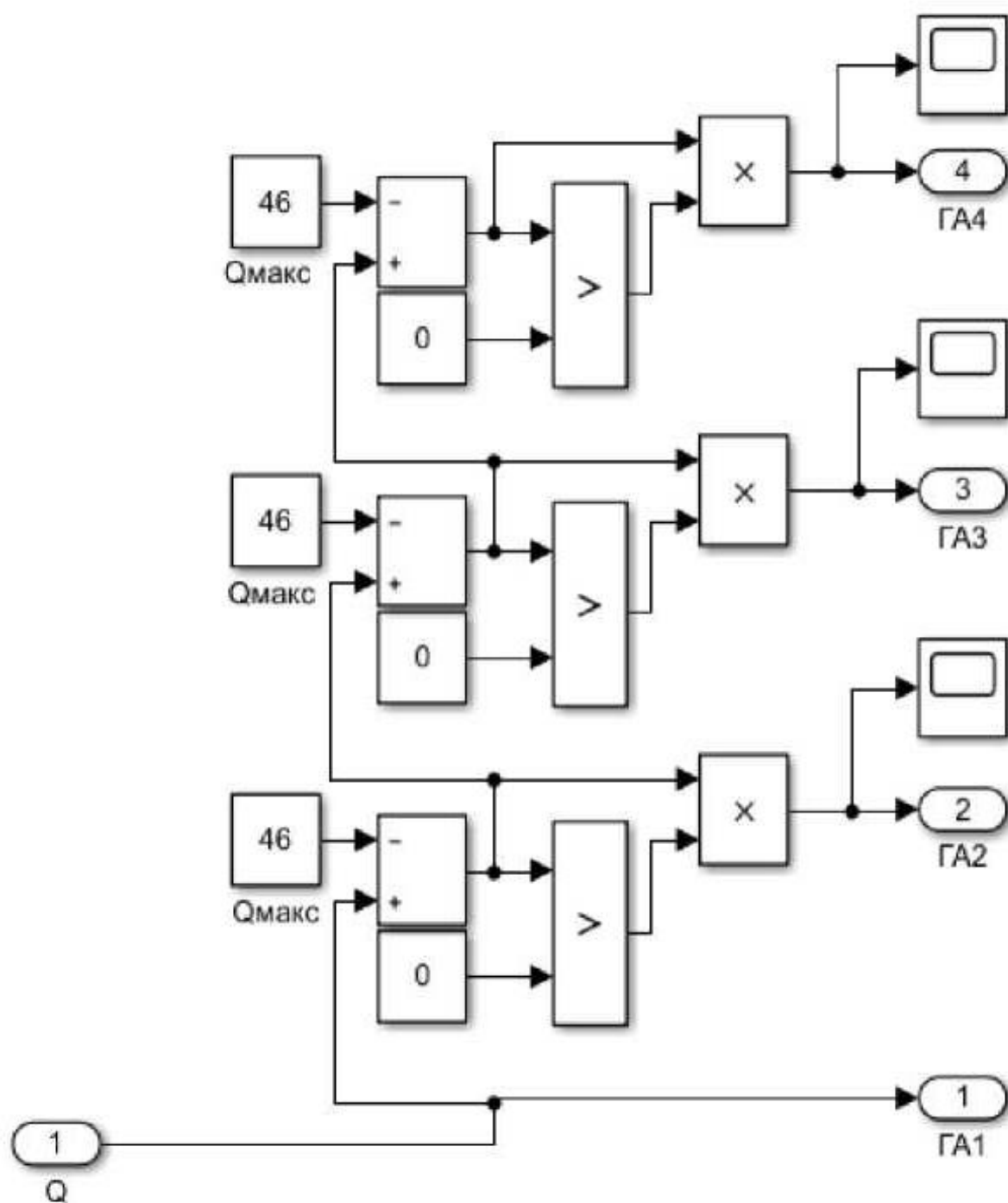
Дар модели мукаммали неругоҳи барқи обии хурд элементҳои алоҳидаи неругоҳи барқи обии хурди дар боло зикршуда иштирок мекунанд. Дар расмҳои 2.13–2.17 модели мукаммали неругоҳи барқи обии хурд ва силсилаи неругоҳи барқи обии хурд нишон дода шудааст.

Моделсозии реҷаҳои гуногуни кори неругоҳи барқи обии хурд (НБОХ) як самти муҳими таҳқиқоти техникӣ ва амалии соҳаи гидроэнергетика буда, ба таҳлили амиқи хосиятҳои динамикӣ ва статикӣ дар шароити тағйирёбии сарфи об, фишор ва талаботи барқ равона карда шудааст. Ин раванд бо истифода аз методҳои моделсозии математикӣ, симулятсияҳои компютерӣ ва системаҳои иттилоотӣ амалӣ гардида, барои пешгӯӣ ва идоракунии самараноки кори неругоҳ дар шароити воқеӣ ва шадид мусоидат менамояд.

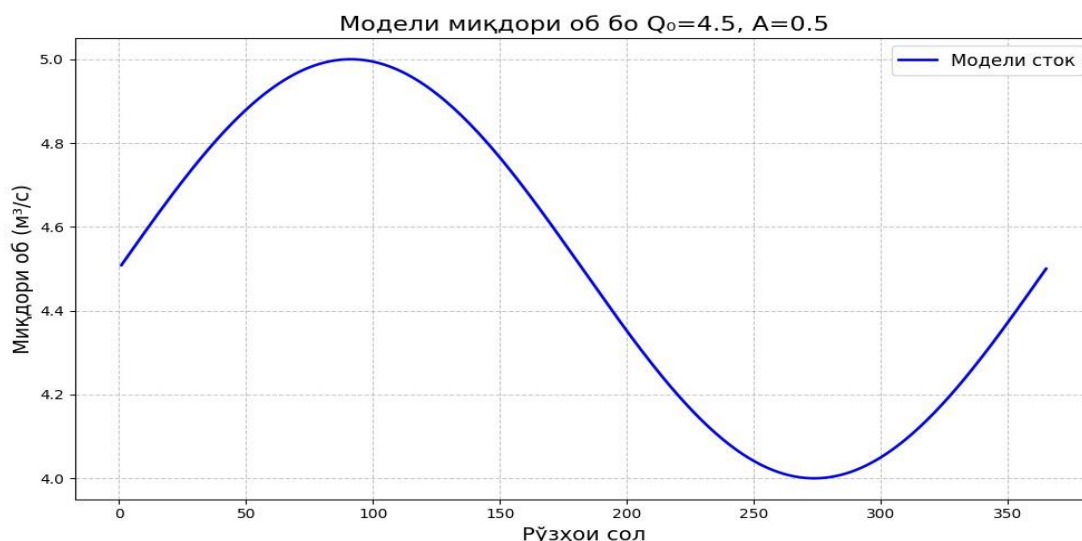
Дар моделсозӣ реҷаҳои асосии кори НБОХ, аз ҷумла реҷаи пурбор (номиналӣ), реҷаи қисман бор, реҷаи бе бор (беҳосият), реҷаи оғоз ва боздошт, ҳамчунин ҳолатҳои фавқулодаи гидродинамикӣ ба назар гирифта мешаванд. Барои ҳар як реҷа муодилаҳои ҷараёни моеъ (муодилаи Навье-Стокс дар шакли содашуда), муодилаҳои фишор, масраф ва қонуни нигоҳдории энергия (барои омӯختани интиқоли қувва) истифода мешаванд.

Моделсозии реҷаи кори НБОХ инчунин имкон медиҳад, ки муносибати байни сарфи об, баландии фишор, суръати гардиши турбина ва сигнали

танзимгари автоматикӣ таҳқиқ карда шавад. Бо ин роҳ, оптимизатсияи кори гидроагрегатҳо вобаста ба тағйирёбии сарборӣ ва шароити обу ҳаво ба роҳ монда мешавад. Моделҳо инчунин таъсири эҳтимолии омилҳои беруна, аз ҷумла пастишавии сатҳи об, ларзишҳои гидравликӣ, пиршавии таҷҳизот ва хатогиҳои системаҳои назоратиро дар бар мегиранд.



Расми 2.16 – Моделсозии речаҳои гуногуни кори неругоҳи барқи обии хурд



Расми 2.18 – Графики модели математикии давраҳои миқдори об

Модели динамикӣ барои баландии фишори об (H)

Вақт ва миқдори об дар як ҳолати кории неругоҳи барқӣ 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:

- $H_{\max}$ – (махдудияти максималӣ);
- A_H – амплитуда;
- ω_H – фазаи даврии баландии;
- φ_H – фазаи ибтидоии баландии;

Модели динамикӣ барои миқдори об (Q)

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 хурд дар Тоҷикистон бемамоният боло меравад ва дар айни замон неруи электрикӣ дар онҳо истеҳсолшуда 25,5 МВт – ро (ё 25,5 млрд кВт.соат) ташкил медиҳад. Тармими неругоҳи барқии хурди Октябр имкон медиҳад, ки дар як сол 4 МВт неруи электрикӣ истеҳсол карда шавад, ки метавонад маҳаллаи аҳолинишини наздикии ин неругоҳ, Муассисаи механиконидашудай 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 энергетикӣ 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 НЕРУГОӢИ БАРҚИ ОБИИ ХУРДИ «ОКТАБР»

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

Дар солҳои охир бо сабаби қорқарди маводҳо бо магнитҳои доимӣ ва рушди тарақиёти генераторҳои синхронии қуввагӣ бо магнити доимӣ васеъ ба қор бурда мешавад, ки барои сохтмони воситаҳои электромеханикӣ, ки таъминот шудааст, дар манбаъҳои шиддатҳои доимӣ ё бо табдилдиҳӣ дар оянда ба манбаи I бо басомади истеҳсоли ва ғайраҳо истифода мешавад[1–6].

Инчунин, дар солҳои охир ЭГС бо МД ба сифати манбаи шиддат дар истигоҳҳои шамоли ва неругоҳи барқии обӣ дар дарёҳои хурд ва миёна васеъ ба қор бурда мешаванд, бо истифодаи генераторҳои, ки ангиштишони аз магнити доимӣ ва батареяҳои чунин бошад:

- 1) Зичияти баланди тавоноӣ.
- 2) Этимодноки аз ҳисоби надоштани бофтаҳои ангишти.
- 3) Талафоти кам дар ротор.
- 4) Самаранокии баланд.

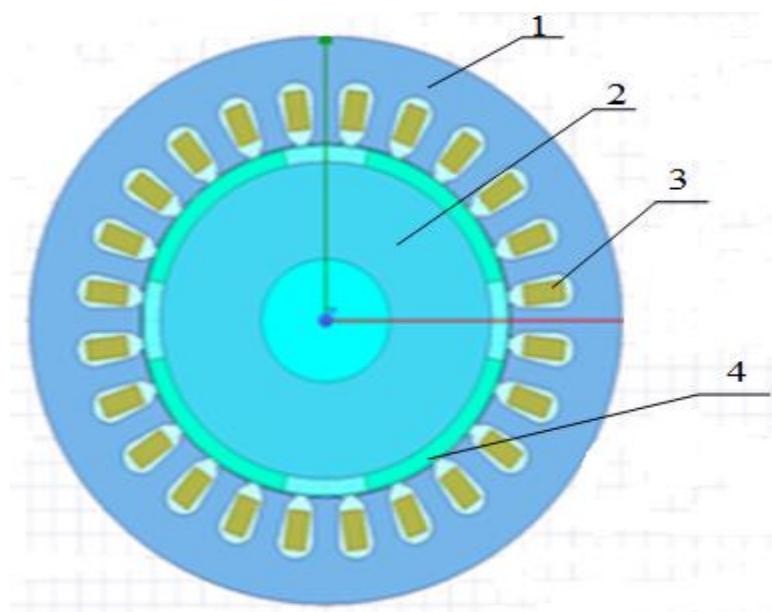
Истифодаи генератори сефазаи бо низоми ангишти аз магнитҳои доимӣ ва росткунакҳои ду нимдаврагӣ яке аз усулҳои паҳнгардиҳои конструксионии сохтмонӣ ҳисобида мешавад. Норасоии нақшаҳои сефазаҳо, ин набзи баланди яктарафа росткунии шиддатҳо ҳисобида мешавад. Барои бартараф кардани он зарур аст, ки нисбати мушкилоти вучуддошта, росткунакҳои синусоидалие, ки метавонанд воридоти шиддати доимии амалиро бе набз ҳосил намоянд, истифода шаванд. Нақшаи идоракунӣ ва алгоритмҳои мураккаб барои росткунакҳои синусоидалие, ки онҳо ба қор бурдани калидҳои транзисториро дар чараёни росткунада ва шиддат таъмин мекунанд ва нақшааш бо ҳамин росткунаки идоранашаванда арзишнок мешавад. Омор нишон медиҳад, ки ҳангоми аз қор баромадани диоди қуввагӣ ё транзистор ба аз қор 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.

Масъалаи асосии ин рисола аз баҳодихии таъсири [scorus] гармшавиҳои олии бо адади фазаҳо ва нақшаҳои пайвасти бофтаҳои генераторҳои синхронӣ (ҳамзамонсоз) ба талафотҳои электрикӣ дар генератор ва ба шакли шиддати ростшаванда, ки асоснок карда мешавад ё интихоби нақшаи асосии манбаи қараёни доимӣ барои генератори синхронӣ бо магнити доимӣ, иборат аст. Дар ин мошинаҳо бофтаҳои ангиштишаванда ба кор бурд мешаванд.

3.2. Лоихакаи сохти конструксионии генератори синхронӣ-мехвариини кутбӣ ГСМК бо магнити доимӣ

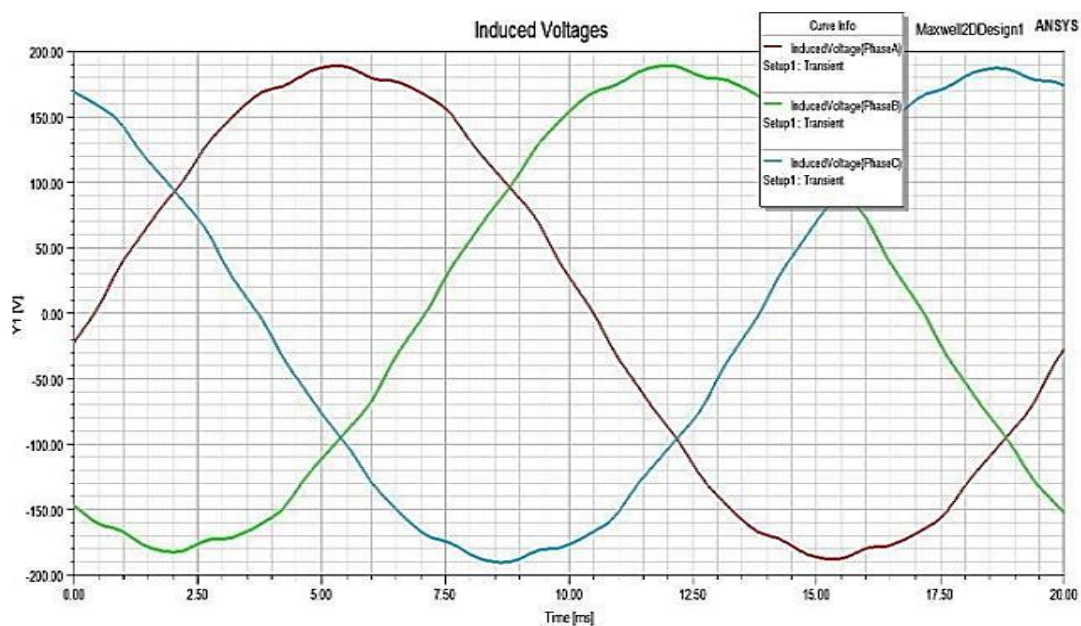
Дар асоси ҳисоботҳои пешакӣ ГСМК – генератори синхронӣ бо меҳвари кутбӣ бо магнити доимӣ бо параметрҳои зерин интихоб карда шуда буданд: кутри берунаи лангар $D_{\text{бер.якор}} = 123$ мм; кутри дарунаи тегаи лангар (якор) $D_{\text{дар}} = 123$ мм; кутри берунаи индуктор $D_{\text{бер.инд}} = 123$ мм; дарози қисми фаъоли дилаки лангари якор $L_{\text{якор}} = 300$ мм.



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

Дар расми 3.1 генератор барои модулкунонӣ дар асоси усули ҳисоби ҷузъҳои сониявӣ тасвир карда шудааст. Дилаки лангари СГ – 1 одатан аз варақаҳои пулоди фулузии рӯ ба рӯ гузоштаи электротехники тамғааш St3210 гирифта шудааст, адади комаҳои якори (лангар) – 2, $Z_{\text{я}} = 24$. Индуктор 3 аз пулоди сохтмони тамғаи St3210 таёр карда шудааст. Магнитҳои доимӣ 4 шакли рост кунҷаро дошта ва часпанда шудаанд дар индуктор, шумораи адади қутбҳои индуктор $2p=4$.

Дар ин модул магнити доимӣ ба қор бурда мешавад ва баланди коэффисенти он буда, бо тамғаи NdFeB ва бо чунин тавсифотҳояшон: қисмҳои боқимондагии $B_r = 1.23$; коэффисенти бо ҳолати ин формула $H_{cs} \geq 860$ кА/м (ҳамчунон бо магнитнокиаш $H_{cx} \geq 960$); ҳосили зарби энергетикӣ мебошад $W_{\text{мак}} = (BH)_{\text{мак}} = 287\text{--}310$ кҶ/м³ муаррифӣ мегардад.



Расми 3.2 – Қаҷхатҳои ҚЭХ–и генератори сефаза

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

Мошинҳои гидравликӣ, умуман бозгарданда мебошанд, яъне ҳангоми тағйирдодани самти гардиши онҳо, метавонанд аз мошини муҳаррикдошта ба як мошини иҷрокунанда – ба монанди насос ё обқабулқунанда, ё баръакс, аз насос

ба муҳаррик табдил ёбанд. Дар натиҷа, на танҳо самти гардиш, балки аломатҳои фишор, момент низ тағйир меёбанд [1].

Ҳар як турбинаи реактивиро ба насос табдил додан мумкин аст: агар турбина радиалӣ–мехварӣ бошад, он ба насоси марказгурез мубаддал мешавад, ва агар турбинаи бордор бошад ба насоси мехварӣ.

Дар навбати худ, агар ба наварди насоси марказгурез иловатан як турбинаи реактивӣ васл карда шавад ва он зери таъсири оби ба болҳояш равоншуда ҳаракат кунад, пас ин турбина метавонад гардиши муҳаррики барқии насоси марказгурезро таъмин намояд. Бо дарназардошти он, ки тавоноӣ дар чунин система аз турбина ба насос интиқол меёбад, он гоҳ барои муҳаррики барқии насос шароити кор дар речаи баргардандаи генераторро фароҳам овардан мумкин аст.

Намуди асосии неругоҳҳои барқии обии хурд (бо тавоноии то 100 кВт), ки дар онҳо фишор аз ҳисоби фарқи табиӣ сатҳҳои чараёни об, тавассути дериватсияи фишорӣ ё бе фишор ба вучуд меояд, неругоҳи дериватсионии электрикии обӣ ба ҳисоб меравад. Яке аз намудҳои неругоҳи барқии обии дериватсионӣ ин неругоҳи барқии обии хурд (бо қубури нарм) мебошад, ки дар он ба сифати дериватсия–қубури ғайристатсионарии пайвандшаванда, ё и ки қубури чандирӣ ё шланг, истифода мешавад[2].

Дар сохтори хароҷот барои лоиҳанамоӣ ва сохтмони неругоҳҳои барқии обии дериватсионӣ, арзиши нисбии дастгоҳи қуввагии гидравликӣ тақрибан аз 30 то 40% ва хароҷоти қубури обгузар аз 25 то 30% – ро ташкил медиҳад.

Яке аз самтҳои асосии паст кардани арзиши дастгоҳи қуввагии гидравликӣ ва баланд бардоштани эътимоднокии кори он, ин интиҳоби конструксияи системаи динамикии дохилии неругоҳи барқии обӣ мебошад, ки мавҷуд будани ҳама гуна динамикиро (ҳам контактӣ ва ҳам тарқишдор) ва инчунин истифодаи қубурҳои чандирро сарфи назар мекунад.

Барои неругоҳи барқии обии бо қубури чандирӣ бо тавоноии то 30 кВт самаранокии энергетикӣ истифодаи нақшаи конструктивиӣ герметизатсияи энергоблок бо истифодаи насосҳои марказгурез бо муҳаррикҳои асинхронии

экраниронидашуда, ки дар речаи генераторӣ кор мекунанд (генератори асинхронии экраниронидашуда – ГАЭ), бо системаи ангиизиш ғунҷониш (конденсаторӣ), аз ҷиҳати назариявӣ исбот ва дар амал тасдиқ гардидааст[3].

Нақшаи шартии неругоҳи барқи обии хурд бо обгузари фишорӣ дар нақшаи 1 нишон дода шудааст. Фарз мекунем, ки обгузар бо дарозии $L_{сд}$ аз қисмҳои алоҳида (масалан, қубурҳои пластикӣ) иборат буда, тавассути бо истифодаи ба ҳам пайваست шудаанд.

Доҳили обгузарро бо ҳаҷми муайяни об – A (миқдор) қайд мекунем. Мувофиқи қонуни дуҷуми Нютон, шитобгирии маркази массаи ин ҳаҷм ба қувваи пурра мутаносиби рооста аст, ки ба он таъсир мерасонад. Барои моеъи идеалӣ ин қувва асосан бо фишори атрофи ҳаҷми моеъ ва эҳтимолан таъсири майдонҳои берунаи қуввагӣ муайян карда мешавад.

Фарз мекунем, ки ин майдон ба худ қувваи ҷозибаро дорад, ки он дар навбати худ ба шадидияти майдон ва массаи элементи ҳаҷм мутаносиб аст. Он гоҳ:

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

Дар ин ҷой – массаи об бо ҳаҷми A .

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

p – фишори оби атрофи ҳаҷми A ;

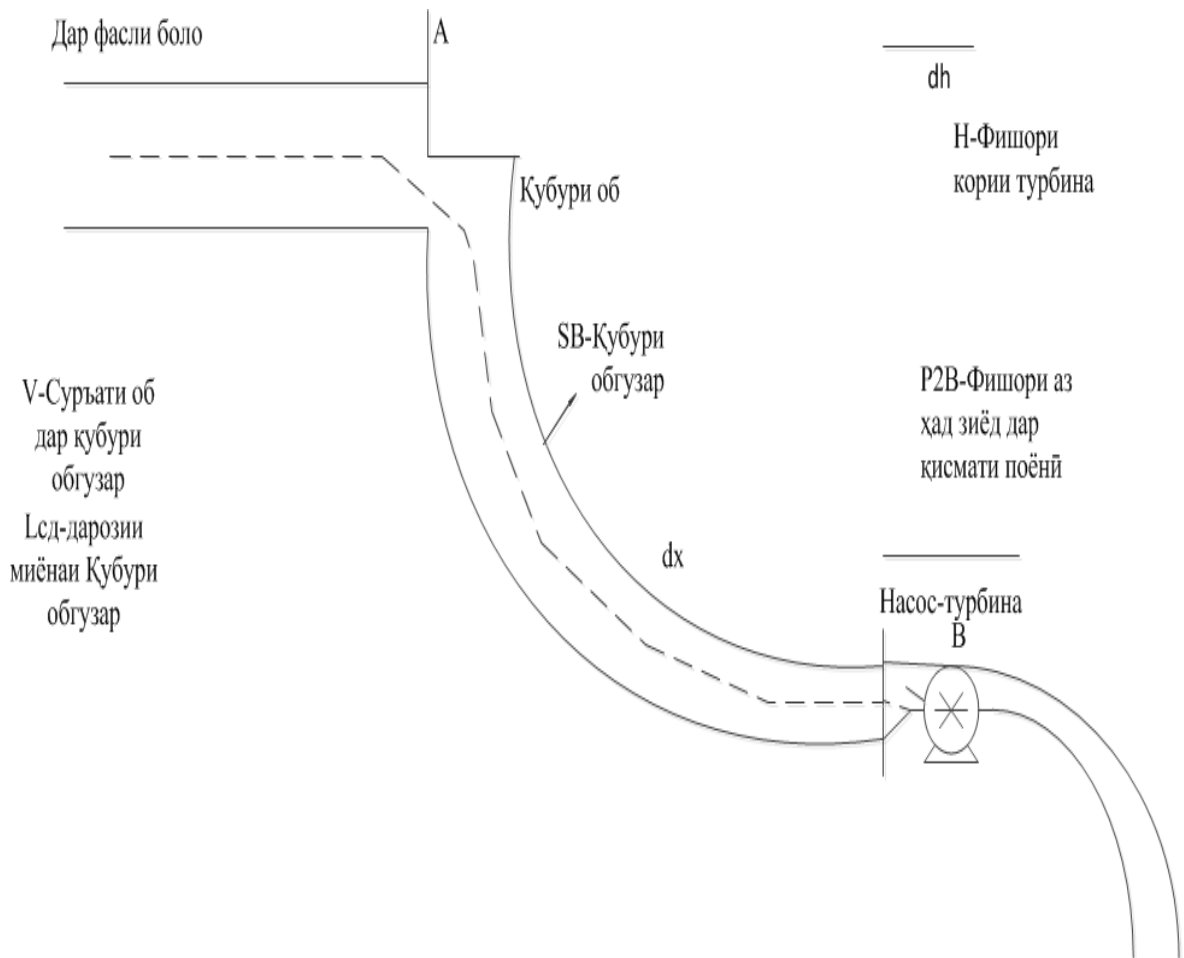
$p_1 A$ – фишори зиёдатӣ,

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

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

Бо сабаби ихтиёрӣ будани ҳаҷми A ва функсияҳои зеринтегралӣ дар ифодаи (3.2) бояд дар ҳар нуқта 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 ифодаи (3.3) оварда шудааст, тағйирёбии суръати моеъро дар як нуктаи муайяни беҳаракат дар ҳаҷми А муайян намекунад, балки тағйирёбии суръати заррачаи муайяни ҳаракаткунандаи моеъро дар ҳаҷми додашуда муайян мекунад. Дар натиҷа, ҳосилаи dv/dt – ро бояд тавассути бузургӣҳои ифода кард, ки ба нуктаҳои дар фазо беҳаракат марбутанд.

Бо истифода аз принципи суперпозитсия барои тағйир додани суръати dv –и заррачаи додашудаи моеъ дар тӯли вақти dt , чунин ҳисобидан мумкин аст, ки ин тағйирот аз ду қисм иборат аст: аз тағйирёбии суръат дар нуктаи додашудаи фазо дар тӯли вақти dt ва аз фарқияти суръатҳо (дар як лаҳзаи вақт) дар ду нукта, ки бо масофаи dr ҷудо шудаанд, ки заррачаи баррасишавандаи моеъ дар тӯли вақти dt тай кардааст.

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, t 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 p 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 нуқтаҳои 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 CD 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:

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

Дар ифодаи (3.10) худуди интегрони ро кушода, dv – ро ҳосил мекунем:

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

Агар ба назар гирем, ки $p_c = p_D$ дар дарозии ҷисман амалишавандаи обгузари $L_{сд}$ 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 $v_c = v_{баромад}$ ворид карда ва ҳосил мекунем:

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

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

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

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

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

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

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

Қисми чап ва рост 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:

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

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

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

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 ададии тавоноии турбина, ки бо истифода аз муодилаи дуҷуми системаи (3.20) ҳисоб шудааст, дорои воҳиди ҷенкунии $[\text{кг} \cdot \text{м}/\text{с}]$ мебошад. Дар муодилаи мувозинаи механикии турбина ва генератор, моментҳои мувофиқро метавон бо истифода аз қиматҳои маълуми тавоноӣ ва суръат бо формулаи зерин ҳисоб кард:

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

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

$$P \left[\frac{\kappa z - m}{\text{сек}} \right] = P \cdot \frac{g}{1000} [\kappa Bm] = P \cdot g [Bm] \quad (3.22)$$

Муодилаи тавоноӣ барои воҳиди ҷенкунии $[Вт]$ 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 $[\text{сек}^{-1}]$ 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 – зариби тезҳаракатии турбина; коэффисиенти тезҳаракатии турбина бо истифода аз формулаи таҷрибавии зерин ҳисоб карда мешавад:

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

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

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

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

$$k_T = \frac{2,294}{H_T^{0,486}} = \frac{2,294}{(H \cdot \eta_{\text{ГТ}})^{0,486}} = \frac{2,294}{\left(\sqrt{\frac{L \cdot (\frac{1}{2} \cdot v_{\text{блх}}^2 - \frac{1}{2} \cdot v_D^2)}{g}} \cdot \eta_{\text{ГТ}} \right)^{0,486}} \quad 26)$$

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:

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

Барои неругоҳи барқи обӣ бо кубури чандирӣ (рукавӣ), ки ба навъи баландсуръат тааллуқ доранд, имконияти танзими тавсифҳои воридотӣ ва содиротии блоки энергетикӣ аз тарафи тарнов (водосток) хеле душвор аст. Бинобар ин, ҳангоми насби неругоҳи барқи обии хурд, дастгоҳи обгир дар ҷараёни об ба тавре мустаҳкам карда мешавад, ки иқтидори ҳосилшудани ҷараёни об дар буриши кубури чандирии обгузар ба иқтидори номиналии неругоҳи барқи обии хурд мувофиқат наояд ва бо ҷамъи иқтидорҳои фойданок ва бори балластӣ баробар шавад [5].

Ҳангоми кори неругоҳи барқи обии хурд дар речаи тавоноии доимӣ, зарурат ба танзимкори гидравликӣ аз байн меравад ва дар натиҷа, ниёзе ба арматураи маҳкамкунанда ва танзимкунанда намононад. Ҳамчунин, шартҳои иловагии қисматбандии обқабулкунандаи фишордор, тавсифҳои насос дар речаи турбина, инчунин тавсифҳои гидравликии арматураи қубур, ки дар ҳолати набудани арматураи танзимкунанда, вазифаи танзимкорҳои тавоноии неругоҳи барқи обӣ-ро иҷро мекунанд, лозим намегардад [6].

ККФ-и гидравликии турбина баробар аст ба:

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

Дар инҷо η_{Γ} – ККФ-и гидравликӣ, $\eta_{об}$ – ККФ-и ҳаҷмдор, η_m – ККФ-и механикӣ.

ККФ – и гидравликӣ.

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

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

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

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

$$\eta_{\text{м}} = \frac{1}{1 + \frac{35}{k_T^{1,3}}} \quad (3.32)$$

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

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

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

$$\begin{aligned} s = & \text{RootOf } 3680_z^{\frac{243}{250}} \left[\left[H_ \frac{1967}{1000} \left[62500 \ln \left[4000 \left(\frac{Q}{nT} \right)^{1/3} \right. \right. \right. \right. \\ & \left. \left. \left. - 21500 \ln \left(4000 \left(\frac{Q}{nT} \right)^{1/3} \right) \right] \ln(10) - 24401 \ln(10)^2 / \right. \right. \\ & \left. \left. \left(\left(2501 \ln \left(4000 \left(\frac{Q}{nT} \right)^{1/3} \right) - 431 \ln(10) \right)^2 \left(25_z^{\frac{667}{1000} + 17} \right) \left(_z^{13/10} + 35 \right)^{\frac{240}{500}} 1147 \right. \right. \right. \end{aligned}$$

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

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

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 nT – 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.

$$v_{\text{вых}} = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H^2}{L}} + v_D^2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 6,8^2}{100}} + 1,4^2 = 3,32 \text{ м/сек} \quad (3.34)$$

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

$$u=1 \Rightarrow k_{\text{эф}} = S_B = \pi \cdot D_B^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,15^2 / 4 = 0,01766 \text{ м}^2 \quad (3.35)$$

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:

$$v = x = \frac{v_{\text{ВЫХ}} \cdot k_{\text{эф}}}{S_B} = \frac{v_{\text{ВЫХ}} \cdot 0,32 \cdot S_B}{S_B} = 0,32 \cdot 3,32 = 1,0624 \text{ м/с} \quad (3.36)$$

(масрафшавии об) Q – ро меёбем:

$$Q = S_B \cdot v = 0,01766 \cdot 1,0624 = 0,018762 \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.37)$$

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:

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

Ифодаи (3.26) – ро истифода бурда, ҳосили зарби $H \cdot \eta_{\Gamma T}$ бо назардошти (3.37) муайян мекунем:

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

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

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

Мувофиқи ифодаи (3.23) тавоноии турбинаро ҳосил мекунем:

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

Моделҳои таҳиягардидаи ҳисоббарорӣ имконияти медиҳад, ки суръати гардиши турбина ва тавоноии истеҳсоли он вобаста ба сарфи об муайян карда шавад. Ин модел бо дарназардошти маълумоти гидрологии дарё, аз ҷумла сарфи миёна, фишори мавҷуда, амплитудайи тағйирёбии ҷараёни об ва давомнокии давраҳои мавсимӣ сохта шудааст. Илова бар ин, модел хусусиятҳои техникийи сохтори обгузар (водовод) ва параметрҳои геометрии асосии қисми гидравликийи турбина (масалан, қутр ва шакли чарх, нишебии кубурҳо, ва суръати воридшавии об) – ро низ ба ҳисоб мегирад.

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 бартаарафсозии тамосҳои ҳалқагӣ талаботи хизматрасонии давриро коҳиш медиҳад.

2. Алгоритми пешниҳодшудаи муайянкунии коэффиенти тезгардонии турбина ва модели қисмати гидравликии агрегат имконият медиҳад, ки иқтидори санҷишӣ ба қимматҳои ҳисобӣ наздик шавад ва ҳисобкунии параметрҳои гидродинамикӣ дақиқтар сурат гирад.

3. Дар реҷаи корӣ бо иқтидори доимӣ зарурати истифодаи танзимгари гидравликӣ, тавсифҳои насос дар реҷаи турбина ва арматураи қубурӣ барҳам меҳӯрад, ки ин соддагардонидани система ва кам кардани хароҷоти нигоҳдорию имконпазир мекунад.

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 НЕРУГОҲОИ БАРӢИ ОБӢИ 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.

Таdqикоти гидрологӣ асоси муҳими қисми техникий лоиҳа мебошад. Ҷамъоварӣ ва таҳлили маълумоти таърихӣ, истифодаи моделҳои муносири 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, обқабулкунандаҳо) ва қисмҳои электротехникӣ (генераторҳо, трансформаторҳо ва таҷҳизоти тақсимкунанда) 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 барқи 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 барқи истеҳсолшуда арзёбӣ карда мешавад.

Лоиҳакаи системаҳои автоматикунории идоракунӣ ва мониторинг ба таъмини амнияти техникӣ ва самаранокии кор равона гардида, воқуниши саривақтиро ба ҳодисаҳои ғайричашидмдошт таъмин менамояд.

Арзёбии оқибатҳои экологӣ ва таҳияи чораҳои кам кардани таъсироти манфӣ ҷузъи ҷудонашавандаи лоиҳакаи 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.

Лоиҳакаи схемаи ташкили нақшавии қитъаи замин ҷузъи муҳим ва ҳатмии лоиҳакаи 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:

- ҷойгиркунии иншооти гидротехникӣ (сарбанди об, дамба, обқабулқунанда);
- ҷойгиркунии 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 амалкунанда 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 ҳамаҷонибаи 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 зоҳирии неругоҳи барқи обии хурд

4.2. Ҳалли конструктивӣ ҳангоми лоиҳакашии неруғоҳи барқи обии хурд

Лоиҳакашии неруғоҳи 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 интиҳоби навъи истгоҳ оғоз мегардад, ки метавонад бо ҷараёни рост, 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 интиҳоби навъи турбина ва генераторро ташкил медиҳад. Навъи таҷҳизот аз қабili турбинаҳои Пелтон, Фрэнсис ва Каплан бо назардошти баландии афтидани об ва ҳаҷми ҷараёни он интиҳоб мегардад. Генераторҳо бояд табдили самаранокро устувори энергияи механикиро ба энергияи барқӣ таъмин намоянд.

Лоиҳакашии таҷҳизот бояд бо риояи талаботи коршоямӣ ва эътимоднокӣ анҷом дода шавад. Илова бар ин, системаҳои муосири автоматикунонидашудаи идоракунӣ 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. Лоиҳа бояд таъсири худро ба экосистема, аз ҷумла ба муҳоҷирати моҳӣ ва сифати об, ба ҳадди ақал расонад. Андешидани тадбирҳо

чиҳати ҳифзи гуногунии биологӣ ва таъмини мониторинги доимии муҳити зист дар ҳама марҳилаҳои лоиҳакашӣ ва истифода шартӣ ҳатмист.

Ҷойгиркунии самараноки НХБО бояд бар асоси омӯзиши муфассали хусусиятҳои топографии минтақа ва таҳлили маълумоти гидрологӣ анҷом дода шавад. Омӯзиши захираҳои обӣ, таҳлили ҳатари обхезӣ ва дастрасии минтақа барои корҳои 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 коркарди системаҳои чараён ва тақсимои об бо самаранокии баланд амалӣ гардад. Ин таҳлилҳо асоси илмӣ интиҳоби таҷҳизоти гидравликӣ ва электрониро фароҳам меоранд.

Лоиҳакашии молиявӣ, аз ҷумла арзёбии хароҷоти сохтмон ва истифода, таҳлили самаранокии иқтисодӣ ва нишондиҳандаҳои бозгашти сармоя, чиҳати ҷалби сармоягузoron ва шарикони молиявӣ аҳамияти ҳалкунанда дорад. Омодакунии моделҳои оқилонаи иқтисодӣ, ки таъсири иҷтимоии мусбатро низ дарбар мегиранд аз ҷумла эҷоди ҷойҳои корӣ ва рушди инфрасохтори маҳаллӣ метавонад татбиқи лоиҳаро осонтар намояд.

Ҷанбаҳои ҳуқуқӣ ва танзимии лоиҳакашии НХБО аз ҷанбаҳои техникаию иқтисодӣ ҷудо 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 ҳатарҳои низоъ ва баланд бардоштани сатҳи дастгирии иҷтимоӣ муҳим аст.

Дар маҷмӯъ, лоиҳакашии нерӯгоҳи хурди барқи обӣ раванди байнисоҳавии ҳамоҳангшуда мебошад, ки ба ҳамгирии самтҳои муҳандисӣ, экология, иқтисодиёт ва иҷтимоӣ таъя мекунад. Равиши ҳамаҷониба 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 неругоҳи барқи обии хурд НБОХ

4.3. Хусусиятҳои техникӣ, экологӣ, гидрологӣ ва бехатарии ҳифзи муҳити зист ҳангоми лоиҳакашии неругоҳи 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 технологӣ, 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 бозэтимод барои таҳияи қарорҳои техникӣ ҷамъоварӣ шавад.

Лоихакаишии техникии НХБО интихоби намуди стансия (чараёнӣ, чамъоварӣ 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 чараён, 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 автоматикунони 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 чорабиниҳо 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 шартӣ татбиқи муваффақи лоиҳа ба ҳисоб меравад.

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

Пас аз ба истифода додани нерӯгоҳ, ташкил ва татбиқи низоми мониторинги ҳолати техникӣ ва экологӣ, таъмиру хидматрасонии мунтазам ва омӯзиши кадрҳо барои таъмини фаъолияти беҳатар ва самараноки НХБО зарур аст. Ҳамин тавр, лоиҳакаишии 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 боэътимод 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 нерӯӣ тоза бошанд.

Тадбирҳои асосии экологӣ ҳангоми лоиҳакашӣ ва татбиқи НХБО иборатанд аз:

1. **Арзёбии захираҳои обӣ ва экосистемаҳо** таҳлили ҳолати обанбор, чараёни 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 воқуниши саривақтӣ ба тағйироти муҳити атроф;

3. **Чораҳои коҳиши таъсири манфӣ** пешгирии эрозияи соҳил, ҳифзи роҳҳои муҳоҷирати моҳӣ (наси иншооти моҳйгузар), 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 чараёни 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 лоиҳакашии 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 неруғоҳи барқи обии хурд ва таъсири он ба муҳити атроф

4.4. Мақсад ва асосҳои лоиҳакашии неруғоҳи барқи обии хурд

Дар ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон дар охири солҳои 50 – ум зиёда аз 100 адад неруғоҳи барқи обии хурд амал карда, қариб то 40 млн кВт.соат энергияи электрикӣ дар як сол истеҳсол менамуданд, ки дар он давра баҳри барқароршавӣ ва рушди хоҷагии халқи ҷумҳурӣ нақши муҳим доштанд. Минбаъд дар робита ба гузаштан ба системаи марказонидашудаи таъминкунии электрикии хоҷагии халқ қисмати зиёди неруғоҳи электрикии обии хурд аз истифода баромадаанд. Дар охири асри гузаштаи XX “Барномаи рушди энергетикаи хурд дар Тоҷикистон” таҳия шуда, дар он эҳёи неруғоҳи барқи обии мавҷудаи хурд ва сохтмони неруғоҳи барқи обии хурди нав пешбинӣ шуда буд. Ба “Барномаи рушди гидроэнергетикаи хурд” сохтмони 27 неруғоҳи нави хурд ба иқтидори 22 то 69 кВт ва истеҳсоли миёнасолаи 350 млн кВт.соат пешниҳод шуда буд. Барои

таъмини саривактии лоиҳаҳои сохтмони чунин миқдори зиёди неругоҳҳо таҳияи системаи ягонаи шаклдори лоиҳаҳо ва иншоотҳои неругоҳи барқи обии хурди дорои сифатҳои нави технологии зудамали автоматикунонидашуда, имконоти навабардорӣ ва дигар хусусиятҳоро доштан зарур мебошад.

Системаи ягонаи шаклдарории лоиҳаҳо имкон фароҳам месозад, ки талошҳои ташкилотҳои амалкунандаи лоиҳавиро, ки оиди соҳаи неругоҳи барқи обии хурд амал менамоянд, мақсаднок мавқеъгирӣ намуда, ҳамзамон барои роҳандозии барномаҳои неругоҳи барқи обии хурд вақт ва хароҷоти таҳияи барномаҳоро кам мекунад.

Муносибати мақсаднок ҳангоми лоиҳакашии неругоҳи барқи обии хурд ҷустуҷӯи амалҳои конструктивӣ ва ҳаҷмиву – нақшавиро тақозо менамояд, ки бо принсипҳои маҷмӯаи шаклдарории неругоҳи барқи обии хурд “Лоиҳабандӣ, сохтмон ва истифодабарӣ” асоснок гаштаанд. Ба сатҳи максималӣ расонидани шаклдарории таҷҳизот, конструкцияҳои пешрафтаи сохтмонӣ, ҷузъиётҳо ва қисмҳои (агрегатҳо) дар корхонаҳо тайёр кардашудаи лоиҳа дар майдонҳои муайяни сохтмони неругоҳи барқи обии хурд аҳамияти лоиҳаро таъмин месозад. Новобаста аз хусусиятҳои об, шумораи гидроагрегатҳои неругоҳи барқи обии хурд дар шароити таркиббандӣ, аз қисматҳои шаклдароварда ташкил меёбанд. Танҳо қисматҳои асосан вобаста ба шароитҳои табиӣ маҳал ба лоиҳабандии иловагӣ ниёз доранд. Лоиҳаҳои шаклдаровардаи неругоҳи барқи обии хурд ки дар асоси ҳолатҳои ниҳони системаи ягонаи шаклдаровардаи пешниҳодшуда иҷро гардиданд, дар шароити қуҳӣ дурнамои васеъ доранд. Самараи асосии мусбати чунин лоиҳаҳои шаклдаровардашудаи неругоҳи барқи обии хурд кам кардани ҳаҷму муҳлати ҷустуҷӯҳо, қорҳои лоиҳавӣ ва муҳимтар аз ҳама кам шудани муҳлати сохтмонҳои неругоҳи барқи обии хурд мебошад.

Таҳлили минтақаҳои баланкуҳи ташаккулёбии равиши он, ки ин баҳодихии онро душвор месозад. Речаи гидрологии дарёҳои қуҳӣ аз рӯйи характери таъминшавиашон дар фасли тирамоҳ аз барфу яхҳо ва зимистон аз чашмаҳо муайян карда мешавад.

Барои ҳамин ҳам сарфи зимистонаи дарёҳои хурди Тоҷикистон ба муътадилини бузургашон ва мутаносибан ба бузургии на он қадар зиёди мутлақашон фарқ мекунад, дар ҳоле ки сарфи миёнаи солона аз зимистона 3 – 5 маротиба зиёд аст. Зиёдшавии сарбории кӯтоҳмудат, ки ба давраи баҳориву тобиستонаи обшавии барфу яхҳои кӯҳӣ таалуқ доранд, аз сарфи давраи зимистона даҳчанд маротиба зиёд мебошад.

Заминаи асосӣ барои рушди гидроэнергетикии хурд дар Ҷумҳурии Тоҷикистон инчунин рушди хоҷагии об ва обанбори неруғоҳи барқи обиҳои лонҷавии ирригатсионӣ мебошад, ки дар таркибашон дастгоҳҳои гидротехникӣ надоранд.

Нишондодҳои техникӣ ву иқтисодии неруғоҳи барқи обиҳои хурд ҳангоми сохтмони онҳо дар обанборҳо неруғоҳи 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 силсиланеруғоҳҳои барқи обиҳои хурд хусусияти гидрологии дарёҳоро омӯхтан лозим меояд, ки аз иқтидорҳои неруғоҳи барқи обиро муайян сохтан, вариантҳои шаклдарории иншоотҳоро интихоб намудан ва ба таҷҳизоти шаклдодашудаи гидроиқтидориро истифода бурдан, иборат аст.

Дар айни замон гидроэнергетикаи хурд дар ҷаҳон яке аз намудҳои зудрушдбандаи манбаи барқароршавандаи энергия (МБЭ) буда, истифодаи васеи он аз ҷониби таъминкунадагони энергияи истеҳсолкунада дастгирӣ меёбанд. Дар манбаҳои гуногун вобаста ба ворид сохтани неруғоҳҳо ба неруғоҳҳои хурд маълумоти гуногун мавҷуданд.

Энергетикаи хурд яке аз усулҳои имконпазири паст кардани таъсири манфии инсоният ба муҳити атроф, дар шароити доимии зиёдшавии истифодаи энергия мебошад. Маълум аст, ки энергетикаи хурд наметавонад ба энергетикаи

бузург алтернативӣ бошад, вале метавонад ҷузъи ҳатмӣ иловагии он гардад. Зарурати рушди ин соҳа аз якчанд омилҳо вобастагӣ доранд, аз ҷумла:

- 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.

Субъектҳои ҳавасманд дар рушди энергетикаи хурд метавонанд ташкилотҳои гуногуни шакли моликият бошанд: давлатӣ, кооперативӣ ва хусусӣ. Сохтмони неругоҳи барқи обии хурди давлатӣ бо иқтидори муаяншудаи зиёда аз 1 МВт хеле маъмулӣ шудааст. Неругоҳи барқи обии хурди иқтидорашон кам барои сармояи акционерӣ ва хусусӣ хеле муносиб аст. Мавҷуд набудани баъзе меъёрҳои ҳуқуқӣ боиси таҳия ва роҳандозии технологияи нав, инчунин муносибати танзимшудаи байни истеҳсолгарону истеъмолгарони энергияи барқи хурд бо системаи “огоҳикунанда” васлсозӣ ба системаҳои энергетикӣ мегардад.

Омилҳое, ки ба рушди гидроэнергетикаи хурд монеа эҷод мекунанд инҳоанд:

– 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 муосири таҷҳизоти энергетикӣ.

Дар ҷараёни 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 ҷудо гардида, ҷойҳои навӣ корӣ муҳаё кунад, захираҳои худиро хеле сарфакорона истифода барад.

Ғайр аз ин як қатор идораҳои назораткунандаву иҷозатдиҳанда мавҷуд мебошанд, ки ҳама вақт кӯшиш мекунанд, ки доираи назораташонро васеъ гардонанд. Шояд ихтилофоту низоъҳои шахсони манфиатхоҳ ва интиқолкунандагони сӯзишворӣ ба амал ояд, он гоҳ вазифаи бунёди неругоҳи барқи обии хурдро бо қисматҳои зерин ҷудо кардан мумкин аст:

– иншоотҳои гидротехникӣ, баҳодиҳии хусусиятҳои ҳисобӣ, неругоҳ, фишор, сарфи иқтидори он бояд муайян гардад;

– таҷҳизотҳои асосӣ, интиҳоби шакл, андоза ва пайдарпайии гардиши гидротурбина, шумораи агрегатҳо, интиҳоби шакли мошинаҳои электрикӣ;

– системаҳои идоракунӣ ва муҳофизатӣ, муайян намудани хусусиятҳои танзими иқтидор, пайдарпайии ҷараён, шиддат, фехрасти хусусиятҳои назоратӣ.

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]. Ба ҳайати он бисёр системаҳои зарурие, ки барои таъмини фаъолияти объектҳои бузург заруранд, дохил намешаванд.

Вазифаи дар пешистода бо он мушкили мегардад, ки дар айни замон ягон муассисаи таълимӣ мутахассисони лоиҳакаши 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 лоиҳаи 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 уфқӣ 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 уфқӣ 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 равонкунанда мебошанд. Дастгоҳҳои равонкунанда аз парраҳои равонкунанда 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 равонкунанда 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 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 мухтасар бо истифодаи силсилаи таҷҳизотҳои гидроқувватӣ иҷро мегардад. Таҷҳизоте, ки силсилаи тайёр карда мешавад, бо нишондодҳои баланди техникую–истифодабарӣ ва нархи дастрас доштани фарқ мекунад. Гидроагрегатҳое, ки барои неруғоҳи барқи обии хурд тайёр карда мешаванд барои истифодаи диапазони васеи фишорҳо ва сарфи бор ва хусусияти баланди энергетикӣ пешниҳод гардидаанд.

Феҳристи турбинаҳои паррадор ва радиалӣ–меҳварӣ ва белчадор дар ҷадвали 4.1 нишон дода шудааст [5].

Ҷадвали 4.1 – Феҳристи турбинаҳои паррадор

Нишондодҳои техникӣ				Минтақаи ҷойгиршавӣ (шаҳр, район)	Арзиши пешакӣ (ҳазор доллар)	Сарчашмаҳои маблағгузорӣ
№	Номгӯи неруғоҳи барқи обии хурд	Тавоноии муқарраршуда (кВт)	Истеҳсоли неруи барқ, (ҳаз.кВт.с)			

1	2	3	4	5	6	7
Барномаи кӯтохмуддати сохтмони неругоҳи барқи обии – хурд 2009 – 2011						
Неругоҳҳои барқи обии хурд						
1	Марзич	4305	25830	Айни	3433	ИБР
2	Шаши – Болой	185	1110	Нуробод	489	ИБР
3	Сангикар	1006	6036	Рашт	1133	ИБР
4	Фатҳобод	283	1698	Тоҷикобод	780	ИБР
5	Питовкул	1106	6636	Ҷирғатол	1721	ИБР
6	Хорма	334	2004	Балҷувон	529	ҲҚТ, ҶСК “Барқи тоҷик”
7	Тоҷ	305	1830	Шаҳринав	540	ҲҚТ, ҶСК “Барқи тоҷик”
8	Ширкент – 3	576	3456	Турсунзода	883	ҲҚТ, ҶСКХ “Ба рқи тоҷик”
9	Кӯҳистон	500	3000	Мастҷоҳ	600	ҲҚТ, ҶСКХ “Барқи тоҷик”
10	Чептура	500	3000	Шаҳринав	320	ҲҚТ, ҶСКХ “Барқи тоҷик”
11	Тутак	650	3900	Рашт	780	ҲҚТ, ҶСКХ “Барқи тоҷик”

12	Пушти бор	200	3000	Балчувон	240	ҲҚТ, ҶСКХ “Барки точик”
13	Диялик	260	1151	Айни	853	АБР (ЯФСБ №9089 ТАЈ)
14	Ховалинг	100	600	Ховалинг	120	ПРООН
15	Бохтар	1280	11059,2	Бохтар	1500	КВД Роҳи оқани ҶТ
16	Кӯлоб	220	1900,8	Кӯлоб	230	Кумитаи давлатии амволи назди ҲҚТ
17	Сурхтеппа – 1	330	1980	Ҷалолиддин и Балхӣ	396	Ҳадамот и гузруки назди ҲҚТ
18	Дарғ	250	540	Айнӣ	300	Инвестор қои маҳаллӣ ва хориҷӣ
19	Арнохун	200	1728	Куҳистони Мастиҷоҳ	240	
20	Сабззор	250	1500	Исмоили Сомонӣ	300	
21	Лолагӣ– 2	ПО	660	Ҳисор	132	
22	Паструд	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	Океу – 1	1200	7200	Мурғоб	1440	
28	Океу – 2	1300	7800	Мурғоб	1560	
29	Лақон	2500	10800	Исфара	3000	
30	Тақоб	750	4500	Варзоб	200	АООТ Комбина ти

						маъданто закуни Такоб
31	Меҳнатобод	100	600	Восеъ	120	Кумитаи давлатии молияви назди ҲҚТ
32	10 – солагии Истиклолият	545	3270	Ваҳдат	645	Фонди Новая энергия Россия
33	Ситораи сурхи – 1	150	1296	Ваҳдат	150	Инвестор ҳои маҳаллий ва хориҷӣ
34	Ситораи сурхи – 2	100	1000	Ваҳдат	120	
35	Хитой???	3000	25920	Ҷаббор Расулов	3600	
36	Арғумон	165	1425,6	Данғара	198	
37	Пештова – 2	320	2764,8	Балҷувон	384	
38	Сурхак – 1	150	1296	Муминобод	180	
39	Шоҳон	235	1410	Шуробод	282	
40	Даштиҷум	280	1680	Шуробод	336	
41	Шаббода	200	1728	Фархор	240	
42	Камолобод	190	1641,6	Восеъ	228	
43	Пахтакор	330	2257,2	Ҷиликул	396	
44	Яккатут	280	1915,2	Абдурахмон иҶомӣ	336	
45	Себзор	10000	60000	Рошткаъа	12000	
46	Ҷуянгарон – 1	1000	6000	Ваҳдат	1200	
Неругоҳон барқи обии хурд						
47	Дашти Обурдон	70	252	Кухистони Масчоҳ	84	Инвестор ҳои маҳаллий ва хориҷӣ
48	Оби Рӯшон	15	90	Ховалинг	15	
49	Лолагӣ – 1	50	300	Ҳисор	60	
50	Лангар	55	330	Кухистони масчоҳ	182	АБР (ЯФСБ№ 9089– ТА1)

51	Харангони боло	70	420	Варзоб	84	Фонди байналхалки Арал
52	Палдотак	75	648	Кухистони мастчоҳ	90	Аҳоли
53	Табуш – 6	15	90	Кухистони мастчоҳ	10	Аҳоли
54	Сурхоб	60	360	Фархор	72	Аҳоли
55	Нур-1	50	300	Варзоб	60	Аҳоли
56	Фучерч???	80	480	Варзоб	96	Инвестор ҳои маҳалли ва хориҷи
57	Новакандоз	35	210	Варзоб	42	
58	Луликутал	80	480	Кулоб	96	
59	Мичурин	30	180	Восеъ	36	
60	Айний	80	480	Варзоб	96	
61	Зеробод	70	302,4	Айний	84	
62	Басмавада	70	151,2	Ганҷи	84	
63	Пунгус	60	129,6	Ашт		
64	Пештова-1	55	475,2	Балчувон	66	
65	Толе	65	561,6	Муминобод	78	
66	Севак	40	120	Нуробод	48	
	Ҷамағи	43530	280843,4		51593	
Барномаи дарозмуддати сохтмони неругоҳон барки обии хурд 2012 – 2015						
Неругоҳон барки обии хурд						
1	Нуробахш	5000	3000	Данғара	6000	Инвестор ҳои маҳалли ва хориҷи
2	Саришул	200	1200	Рашт	240	
3	Мучихарф	500	3000	Нуробод	600	
4	Ҳакимӣ-1	500	1500	Нуробод	600	
5	Ҷилликул	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	Ҷирғатол	1200	
10	Карагушхона	1000	6000	Рашт	1200	
11	Назатэ-Айлок	2400	14400	Рашт	2880	
12	Ҳонт	125	750	Рашт	150	
13	Беги Сиёҳ	350	1050,0	Рашт	420	

14	Катасой	3000	6480	Истаравшан	3600
15	Шарора	350	756	Ашт	420
16	Ҷомбахт	320	2764,8	Ховалинг	384
17	Пилан	300	1800	Айни	360
18	Ноздробод	150	900	Ваҳдат	180
19	Алмосей	100	600	Ҳисор	120
20	Ҷўянгарон-2	1360	8160	Ваҳдат	1632
21	Ширговад	500	3000	Ванҷ	600
22	Ванҷ	1000	8000	Ванҷ	1200
23	Шаҳристон-1	210	453,6	Шаҳристон	252
24	Ясман	100	300	Рашт	120
25	Дуоба	200	600	Рашт	240
26	Потибед	250	1500	Айни	300
27	Фатмовут	200	720	Айни	240
28	Анзоб	2000	12000	Айни	2400
29	Нур-2	100	600	Ҳисор	120
30	Ҳичборак	100	300	Рашт	120
31	Миёнаду	100	600	Тавилдара	120
32	Сарқад	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	Ҷиликул	336
40	Гулбулок	100	864	Данғара	120
41	Сурҳак-2	150	1296	Музминобод	180
42	Даҳана1-5	1600	13824	ш. Кӯлоб	1920
43	Токкапа	125	1080	ш. Кӯлоб	150
44	Тосқалъа	165	1425,6	Восеъ	198
45	Шобика1-2	320	5529,6	Восеъ	384
46	Ситоран Сурх	760	3830,4	Ҷалолидини Балхӣ	912
47	Сурхтеппан-2	1250	6300	Ҷалолидини Балхӣ	1500

49	Шӯробод-2	120	1036,8	Абдурахмон и Ҷомӣ	144
Неругоҳҳои барқи обии ҳурд					
50	Арбобӣ-2	60	360	Баҳдат	72
51	Личак	80	480	Баҳдат	80
52	Шаватки боло	50	540	Айни	60
53	Хумдон	70	210	Нуробод	84
54	Ҳакимӣ-2	60	180	Нуробод	72
55	Яхак-юст	40	120	Нуробод	48
56	Лайрон	50	300	Тавелдара	60
57	Лочург	80	480	Тавелдара	96
58	Бомгура	75	450	Баҳдат	90
59	Ҷилондӣ	70	210,0	Ҷиргатол	84
60	Чашмасор	70	420	Файзобод	84
61	Шахристон-2	40	86,4	Шахристон	48
62	Туткул	65	561,6	Ҷалолидини Балхӣ	78
63	Пингон	50	300	Рашт	60
64	Дуоба	70	151,2	Айни	84
65	Ғузи	80	191,2	Кухистони Маҷҷох	96
66	Хучақо-1	70	151,2	Ганҷи	84
67	Чейи нае?	60	129,6	Ганҷи	72
68	Ашт	50	108,0	Ашт	60
69	Мулоқонӣ	60	518,4	Балҷувон	72
70	Султон Увайс	80	691,2	Ховалтинг	96
	Ҳамагӣ	3285 0	185067,2		39380

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 истеҳсол мешаванд;

– турбинаҳои кундаланги чоришаванда (турбинаҳои Каплан ва турбинаҳои агрессивии чорӣшаванда) асосан барои фишорҳои паст (аз 2–5 м то 100–200 м) тарҳрезӣ гардида, танҳо дар шакли иҷроиши уфуқӣ истеҳсол ва истифода мешаванд.

Ин маълумот дар интихоби 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 ҷарҳи қорӣ мегузарад ва тариқи системаи автоматикунонии идоракунии агрегат ва ҳаракатовари гидромеханикаи сервомухаррик роҳандозӣ мегардад.

Бо дарназардошти он, ки конструкцияҳои камхарҷи муҳаррикҳо бо пайдарпайии баланди гардиши (750–1000 гардиш ва зиёда) тавсиф мегарданд, турбинаҳои фишори паст пайдарпайии гардиши 125 – 300 гар/дақ–ро доранд, турбинаҳои хурд бо генератор дар амал бо ёрии дастгоҳи интиқолдиҳандаи баланди механикӣ васл мегарданд.

Ин метавонад барои генератори бо наварди уфуқӣ ё барои конусшакл барои гидротурбинаи уфуқӣ ва гидрогенератори амудии мултипликатори цилиндрӣ ё давро–даврӣ бошад [5].

4.7. Интихоби 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 қориро бе иштироқи ҳаёти қорӣ намуда, автоматӣ қунонидан лозим аст.

Хароҷот барои таҷҳизоти техникийи неругоҳи барқи обӣ бо арзиши қорҳои сохтмонию – васлгарӣ баробар ва баъзан аз он зиёдтар аст. Барои ҳамин ҳангоми интихоби дастгоҳу таҷҳизотро харидорӣ намудан лозим, ки ба тарзи силсилавӣ истеҳсол шуда бошад. Бо ин восита барои лоиҳабандии индивидуалӣ ва таҳқиқӣ, хароҷоти зиёдатиرو пешгирӣ кардан мумкин. Самаранокӣ аз қорандозӣ ва истифодабарии таҷҳизоти якхела, ҳангоми лоиҳабандии неругоҳи барқи обии хурд аз 10 то 50% аз хароҷоти умумӣ барои таҷҳизотро ташкил медиҳад.

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

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

Таҷрибаи сохтмони неругоҳи барқи обии хурдро сарфи назар намуда, чунин андеша намудан мумкин аст, ки минбаъд низ асосан дар дарёҳои хурд неругоҳи барқи обӣ сохтан лозим аст. Гидрографи дарёҳои қуҳии Тиян – Шан ва Помир аз мавсими сол вобастагии зиёд дорад. Дар давраи зимистон об кам асту дар фасли тобистон зиёд. Ҳангоми ҳисоботи минималии обрав иқтисори неругоҳи барқи обӣ хеле кам мешавад ва дар мавсими тобистон лозим меояд, ки бисёрии обро ба таври ғайриқарорӣ партофт кард. Дар давраи замистон ва баҳору тирамоҳ як қисми агрегатҳо бе қар меистанд, ё ки бо ними қувва қар менамоянд ва инчунин арзиши неругоҳи электрикии обӣ – низ қиммат мешавад. Ҳангоми ҳисоб кардани сарфи миёнаи об дар як сол ҳар дуи қамбудиҳо қой доранд, аммо онҳо хеле қам зоҳир меқарданд.

Мо пешниҳод менамоем, ки чунин нишондодҳо ба мисли арзиши ниҳони як қиловат соат ва арзиши як қиловат истифода шавад. Барои муайян намудани аҳмияти чунин нишондод як қатор вариантҳо тартиб дода мешавад, оғоз аз сарфи минималии об то сарфи максималӣ. Муқоисасозии вариантҳоро дар мисоли муҳтасари ҳисобӣ гузаронида, аз рӯи натиҷаи онҳо ҳулоса мебарорем.

Муносибати нав нисбати лоиҳабандӣ ва истифодаи неругоҳи барқи обии хурд бояд дигар бошад.

Танзими истеҳсоли энергия дар системаи энергетикӣ дар як шабонарӯз дар неругоҳи бузурги обӣ ва ҳароратӣ ба роҳ монда мешавад.

Неругоҳи барқи обии хурд бояд тамоми сол бо сарфи пурраи тамоми об кор кунанд дар мавсими тобистон бошад ба сарфи муқарраргардида бо партофти оби зиёдатӣ. Ҳангоми чунин лоиҳабандӣ обҳои дарёҳо бо пуррагӣ истифода бурда мешаванд ва арзиши хароҷоти сарфшуда ба зудӣ барқарор карда мешавад [5].

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

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

Турбоагрегатҳои шаклдодашуда ҳам дар вақти сохтмони неругоҳи барқи обии нав, ҳам дар вақти навсозии барқарорсозии неругоҳи 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 хароҷотро 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;

- гидротурбинаҳое, ки дар ҚСШК “Тяжмаш” барои неругоҳи барқи обии хурд таҳия ва истеҳсол мешаванд, бо дарназардошти хусусияти қорӣ вай сохта шудаанд.

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

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

Ҷадвали 4.2 – Барномаи дарозмуддати сохтмони неругоҳи барқи обии хурд барои солҳои 2020–2022

№	Неругоҳи барқи обии – хурд	Нишондодҳои техникӣ		Минтақаи ҷойгиршавӣ (шаҳр, район)	Арзиш и пешаки ҳазор доллар	Сарчашмаҳои маблағгузорӣ
		Тавоноии муқарраршуда 14кВт	Истеҳсол и 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	Қабутиён	30	180	Нуробод	36	
5	Улфатобод	30	180	Нуробод	36	
6	Ҳасандара	60	360	Нуробод	72	
7	Сари пулак	30	180	Нуробод	36	
8	Ҷавҷӣ	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	Панҷакент	96	
14	Пули гирдоб	45	270	Панҷакент	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	Муминобод	60	
19	Шахринав	30	105	Муминобод	36	
20	Каскун	50	150	Нуробод	60	
21	Валгон	40	345,6	Куҳистони Мастҷоҳ	48	
	Ҳамагӣ	26801	175735,3		32161	
	Дар мачмӯъ	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.

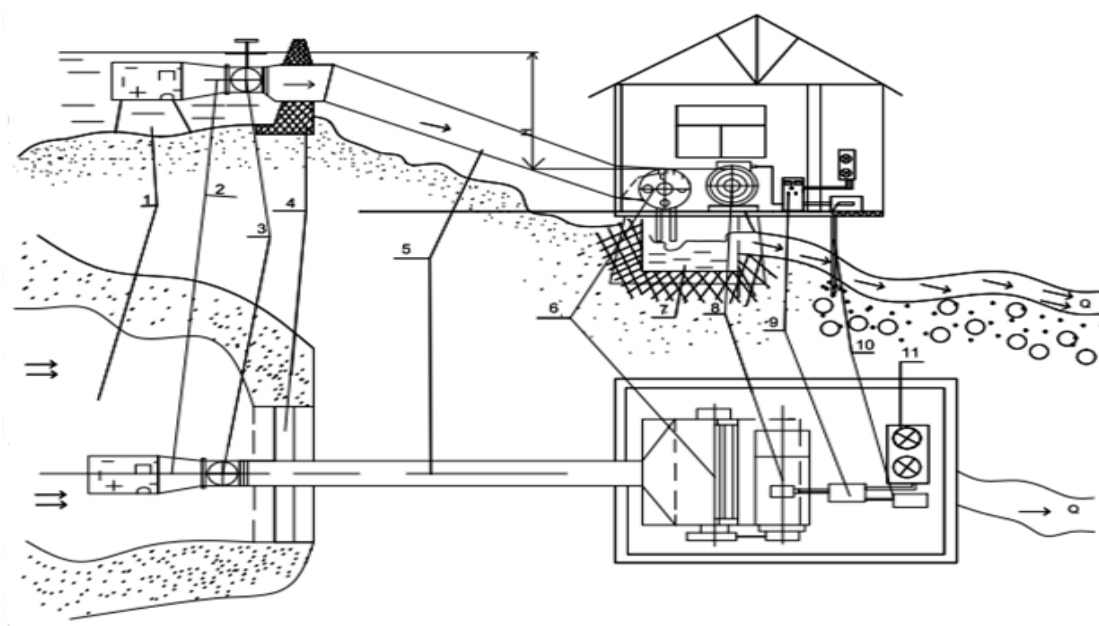
Ҷадвали 4.3 – Руйхати неругоҳҳои фаъолияткунанда ва сохташаванда дар минтақаҳои ҚТ

Номгӯи шаҳру ноҳия, вилоятҳо	Шумораи умумӣ/тавоноӣ, (кВт)	Шумораи неругоҳҳои барқи обии амалкунанда/тавоноӣ (кВт)	Шумораи неругоҳҳои барқи обии сохташаванда/тавоноӣ (кВт)	Истеҳсоли неруи барқ, кВт. соат
Умумӣ	155 (12184)	105 (4686)	50 (7498)	2328340
Вилояти Мухтори Куҳистони 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 фурӯхамӣ 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 [5].



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 замини.
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 таклиф барои саноати электроэнергетика таалуқ дорад ва онро метавон дар дастгоҳҳои тавлиди неруи барқ, ки дар системаи аҳоли, ё муассисаҳои маишӣ ва саноатӣ истифода кунем, инчунин дар баъзе ҷойҳои дастрас ва барои тавлиди неруи барқ тавассути табдил додани энергияи обӣ ба неруи электрикӣ.

Неругоҳи барқи обии хурд манбаи бозьтимод, аз ҷиҳати экологӣ тоза ва зуд баргардонидани қувваи электрикӣ барои шаҳрҳо ва қишлоқҷойҳо ва хоҷагиҳо мебошанд, инчунин барои корхонаҳои хурди алоҳида: нонвойхонаҳо, корхонаҳои хурди саноатӣ дар ноҳияҳои дурдаст, кӯҳсор ва душворгузар, ки дар онҳо хати неруи барқ мавҷуд нест ва сохтмони ин гуна хатҳо ҳоло назар ба харидан ва гузоштани неругоҳи барқии обии хурд дарозтар ва гаронтар меафтад, зеро дар Тоҷикистон дарёю дарёчаҳо хеле зиёданд, чунон ки Президенти маҳбуби мо дар маросими ифтитоҳи неругоҳи барқии обии Роғун қайд карда буданд, «дар Тоҷикистон 1200 дарёву дарёчаҳо мавҷуд аст, ки дарозии онҳо 14316 километрро ташкил медиҳад ва дарёҳое, ки дарознашон 10 – 25 километр аст, ба неругоҳи барқии обии хурд тааллуқ доранд».

Ба бастаи интиқоли неругоҳҳои барқи обии хурд инҳо дохил мешаванд: блоки энергетикӣ, дастгоҳи обгиранда ва дастгоҳи идоракунии автоматӣ, ки дар (расми1) нишондода шудааст. Неругоҳи барқи обии хурд дар асри XX дар бисёр мамлакатҳои ҷаҳон сохта шуданд, ки онҳо бо соатҳои зиёди корӣ, марзҳои назарраси тарҳрезӣ ва эътимоднокии баланд хос буданд, ки ҳузури доимии кормандони нигоҳубинро талаб мекарданд.

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 ғаёол афзалтар аст, зеро турбинаҳои ғаёол нисбат ба неругоҳҳои реактивӣ самаранокии гидравликии баландтар доранд ва ҳангоми истифодаи онҳо, тағирёбии якбораи сарбории генератор ва мушкилоти обкашӣ дар кубурҳои об осонтар аст.

Турбинаи ғаёол мувофиқи шакли чарх сохта шудааст, ки дар қад–қадӣ парраҳои он устувор буда, қобилияти гардиш дар атрофи меҳвари васлкуни онро дорад. Ҳар як парраи дар шакли ду ҷӯйҳои ҳамида ба ҳам пайваست ва дар кунҷ ҷудо карда мешавад.

Неругоҳи барқии обии хурди “Октябр”, ки турбинаи ғаёол 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 пайваست карда шудааст ва чархи дуюм 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 қор 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 истехсоли неруи барқ, зарур аст, ки хати об (кубур) дар кунҷи 45^0 бо кунҷҳое, ки нисбат ба ҷараёни (канал) аз обгиранда рост карда шавад ва аз нуругоҳи барқии обии хурд ба ҳаракати об қатъиян перпендикуляр гузошта шавад.

Ҷойгиршавии чарх нисбати канал кундаланг буда, генератор ба меҳвари чарх пайваست шуда, ба ҷараёни канал перпендикуляр ҷойгир карда, онро 7 метр паст мекунем, ки дар натиҷа сураъти об меафзояд ва кунҷи 90 градуса дар (турбина) аз байн меравад, ки ин фишори об ва мутаносибан иқтидори тавлиди неруи барқро зиёд мекунад. Дар лоиҳаи мо ба ҷои насос турбинаи фаъолро истифода мебарем, ки дар қад-қади он парраҳои устуворе, ки дар шакли чарх сохта шудаанд, генератор ва механизми паст кардани суръати ҳаракати чархи турбина ба суръати ҳаракат, мавҷуданд.

Генератор, ки дар он механизми тормози сунъӣ гузошта шудааст ва дар шакли муфтаи идорашаванда сохта шудааст.

Бо усулҳое, ки аз он об ҷорӣ мешавад ва ин ҷараёни оби аз баландии калон афтада ба турбинаҳо рехта, меҳвари турбинаро, ки бо меҳвари генератор пайваст ҳаст, чарх мезанонад ва гардиши ротори генератор боиси дар печи статорҳои генератор баровардани неруи барқ мегардад. Ғайр аз он, чӣ қадаре ки об зиёдтар бошад, генератор ҳамон қадар қувваи бештар истеҳсол мекунад.

Мақсади асосии кори диссертатсионии мазкур зиёд кардани самарайи система ва самарайи кори нуругоҳи барқии обии хурд мебошад.

Ҳалли техникийи масъалаи гузошташуда бо шаклҳои графیکی зерин тасвир шудааст: дар расми 1 намуди умумии дастгоҳ нишон дода шудааст; дар расми 2 диаграммаи рост кардани (турбаи обгузар) ва васли нуругоҳи барқии обии хурд нишон дода шудааст.

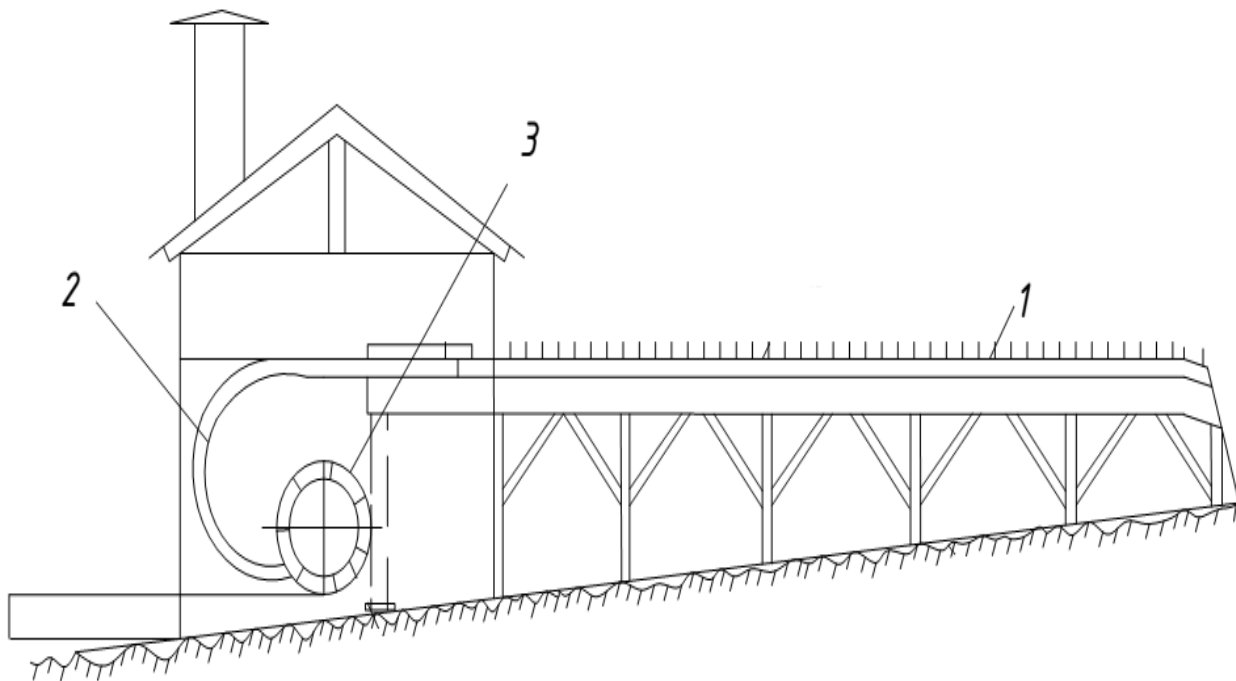
Дар диаграммаи устувории мавҷуда ва насби нуругоҳи барқии обии хурд нишон дода шудааст, ки нуругоҳи барқии обии хурди пешниҳодшуда аз як обпарто –1, турбина –2 ва гидрогенератор –3 иборат аст, ки ба турбина тавассути интиқоли 4 пайваст карда шудааст, ки меҳвари турбина ба ҷараёни об перпендикуляр ҷойгир 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.

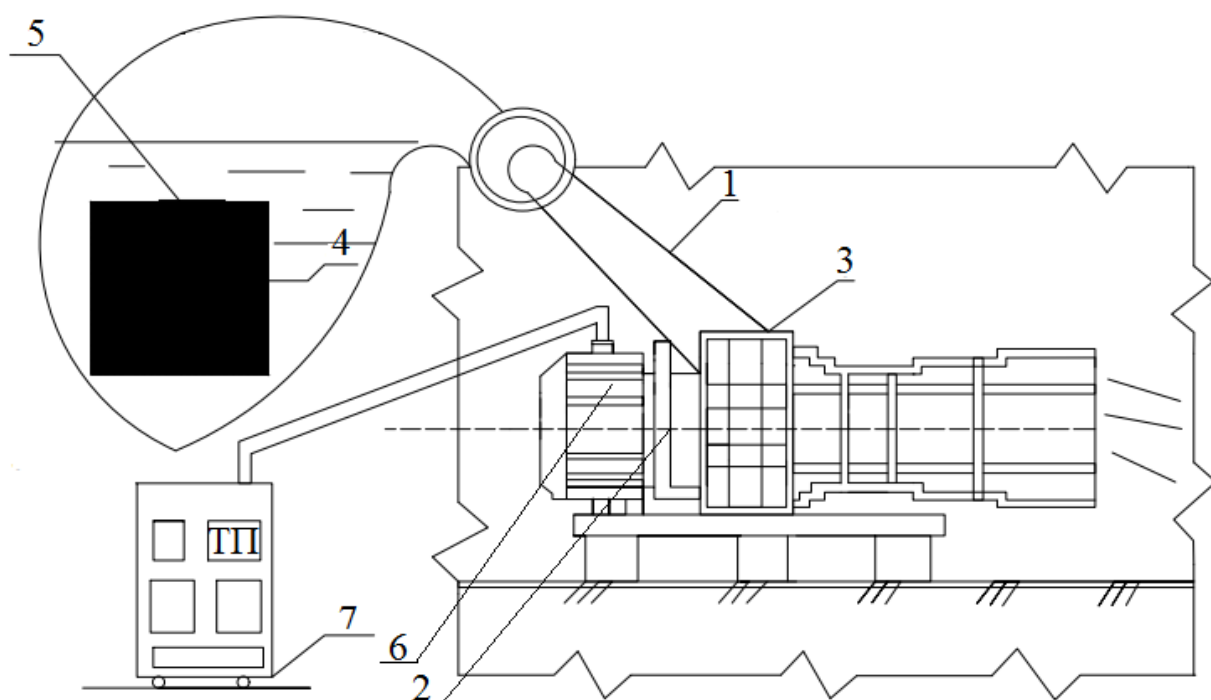
Солҳои 70–уми асри XX ба далели муттаҳидшавии истеҳсолот, сохтмон ва истифодабари неругоҳҳои барқии обии хурди амалкунанда аз байн рафта ва илова бар ин, бо бунёди неругоҳи барқии обии Норак неругоҳҳои барқии обии хурди мавҷуда аз фаъолият бозмонданд. Пас аз соли 1990, баъди аз навсозии неругоҳи барқии обии хурди “Октябр” колоннаи сайёри механиконидашудаи сохтмонӣ (СПМК–150) ва маҳалли аҳолиниширо бо қувваи электрикӣ таъмин карда, инчунин ба сифати манбаъи эҳтиётии энергия барои беморхонаи вилоятии ба номи Б. Воҳидов, хизмат мекунад.

Канали «Болга Босган неругоҳи барқии обии хурди “Октябр”–ро бо об таъмин мекунад. Аз рӯйи лоиҳа паҳнои канал 7 метр ва чуқурии он 1200мм – ро ташкил медиҳад ва дар он дар як сония 18 м³ об ҷорӣ мегардад.

Ин канал заминҳои хоҷагии собики ба номи Карл Маркси ноҳияи Кӯшониён ва як қисми хоҷагиҳои ноҳияи Вахшро (хоҷагии “Туркменистон”) обшор менамояд.



Расми. 4.5 – Усули ҷобаҷогузори неругоҳи барқии обии хурд



Расми. 4.6 – Сохти неругоҳи барқи обии хурди Октябр

Неругоҳи барқи обии хурди бесарбанд аз унсурҳои зерин иборат мебошад: оббарандаи фишордор, турбинаи ғаёл бо чанбари муҷҷаҳаз 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 релефи кӯҳӣ ва маҳдудияти дастрасӣ ба шабакаҳои барқии марказӣ. Ин талаб менамояд, ки неругоҳҳо бо сохторҳои содда, камхарҷ ва худкор тарҳрезӣ шаванд, то ҷаъолияти устувор ва боэътимодно ро таъмин намонд.

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 автоматоникардашуда дар коҳиши хароҷоти корбарӣ ва хизматрасонӣ саҳми назаррас доранд.

4. Интихоби шакли оптималии турбинаҳо вобаста ба усули насб яке аз омилҳои калидии баланд бардоштани самаранокии энергетикӣ ва эътимоднокии кори неругоҳ мебошад. Дар таҳқиқот, истифодаи насосҳои марказгурез ҳамчун турбина ва мутобиқсозии онҳо ба параметрҳои маҳаллӣ бо роҳи таҳлили гидродинамикӣ асоснок карда шудааст.

5. Дар маҷмӯъ, таҳқиқоти илмӣ дар боби чорум нишон медиҳад, ки тарҳи техникийи 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.

ХУЛОСАҲОИ УМУМӢ ОИДИ КОРИ ДИССЕРТАТСИОНӢ

Дар раванди иҷрои корҳои диссертатсионӣ натиҷаҳои зеринӣ илмӣ ба даст оварда шуданд:

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.

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.

3. Барои тафтишоти ҳолати оиққорӣ ва баҳодиҳии қобилияти кори 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.

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

5. Воридоти сохти ташҳисӣ ва алоқа бо бунгоҳи марказии танзимгаро шароит фароҳам меорад, ки речаи саёравии (масофавӣ) корҳои неругоҳи барқии обии хурдро бе ҷалби корғари хизматрасон ба кор бурд.

6. Рушди сохтмони неругоҳи барқии 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 барқии 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 неруи электрикӣ таъмин намояд, инчунин, барои беморхонаи вилоятии ба номи Бурӣ Воҳидов манбаи захиравии барқ бошад.

7. Ҳангоми насб намудани гидроузели неругоҳи 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 фуромадани тарма, мусоидат менамояд.

8. Барои баланд бардоштани эътимодноки ва самаранокии энергетикӣ неругоҳи барқи обии хурд, интихоб намудани генератор бо магнити доимӣ кори неругоҳро беҳтар менамояд.

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.

10. Ҳангоми кори неругоҳи барқи обии хурд дар речаи доимии тавоноӣ, зарурат ба истифодаи танзимгари гидравликӣ барҳам меҳӯрад, инчунин тавсифҳои насосҳо дар речаи турбина ва параметрҳои гидравликии арматураи кубурӣ зарурат надоранд.

РҶҶХАТИ АДАБИЁТИ ИСТИФОДАШУДА

1. Азим Иброхим., Петров Г.Н., Леонидова Н.В. Промышленное использование малой гидроэнергетики в Таджикистане. Горный журнал. Специальный выпуск. Москва, 2004 г, с. 40-43.
2. Нурмахмадов Ҷ.Н. Барки обии Тоҷикистон. Захираҳо ва нақшаҳо-Душанбе, Эҷод, с.2005.
3. Абдуллоева Ф.С., Баканин Г.В. и др. Гидротехнические ресурсы Таджикской ССР.-Л.: Недра, 1965.-235с.
4. Аверьянов В.К., Карасевич А.М., Федяев А.В. Проблемы малой энергетики: современное состояние и перспективы развития. Том 1, 2.-М.: ИД —Страновое РЕВЮ|, 2008.-321 с.
5. Авазов Т.А., Петров Г.Н. Об ва энергия. Мавқеи Тоҷикистон дар тақсими захираҳои обии Осиёи Марказӣ. Бунёди байналмилалӣ наҷоти Арал. Душанбе. 2003 с. 100 с.
6. Анкудинов А.А., Коротков В.В., Сараева Г.И. Малая гидроэнергетика – эффективное средство повышения энергетической и экологической безопасности регионов России // Современные проблемы науки и образования. – 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. Смолин И.И., Султонов О.О., Гулов Д.Ю., Косимов Б.И. Асинхронизированные синхронные генераторы для ветроэлектростанций и малых ГЭС Таджикистана // Приоритетные направления развития энергетики в АПК: Материалы I Всероссийской научно–практической конференции (28 сентября 2017 г.). – Курган: Изд–во Курганской ГСХА, 2017. – С. 100–105.
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. Вадим Ч.Г. Большое будущее малых ГЭС // Эксперт Сибирь. – 2008. – № 5 (194). – Режим доступа: <http://expert.ru/siberia/2008/5/> (дата обращения: 01.07.2025).
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. Бычков Н.М., Горелов В.П., Горелов В., Качанов А.Н. Гидроагрегат для выработки энергии на малых реках // Ученые записки Павлодарского государственного университета. – 1999. – № 1. – С. 32–37.

21. Эксперт–Юг [Электронный ресурс] // expertsouth.ru. – 2016. – Режим доступа: <http://expertsouth.ru/novosti/v-dagestane-pojavjatsja-tri-malye-gyes.html> (дата обращения: 01.07.2025).
22. Энергетика, экономика, эффективность, экология: научно–производственный журнал. – Бюллетень № 1 (1), декабрь 2004. – 56 с.
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., Беяков 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., Беяков 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. Техничко–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 Ч., 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. Технико–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%D0%9C%D0%91%D0%93%D0%AD%202022/%D0%A0%D0%B0%D1%83%D0%BF%D0%BE%D0%B2%20%D0%9D%20%D0%B4%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F/1.1.html> (дата обращения: 12.11.2024).

116. ПРАВИТЕЛЬСТВО РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН
ПОСТАНОВЛЕНИЕ «О ДОЛГОСРОЧНОЙ ПРОГРАММЕ СТРОИТЕЛЬСТВА
МАЛЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ПЕРИОД 2009–2020» [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%D0%9C%D0%91%D0%93%D0%AD%202022/%D0%A0%D0%B0%D1%83%D0%BF%D0%BE%D0%B2%20%D0%9D%20%D0%B4%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F/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 Графика», 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. Иноят // Вестник Таджикского технического университета. – 2008. – № 2(18). – С. 38–42.

120. Петров, Г.Н. Малая Гидроэнергетика Таджикистана / Г. Н. Петров, Х.М. Ахмедов // Гидротехническое строительство. – 2010. – № 12. – С. 49–56.

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. Худжасидов // 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 Графика», – 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.barqitojik.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. Аслаян Г.С. Рациональное и эффективное использование энергетических ресурсов в Центральной Азии. / Г.С. Аслаян, 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.

ЗАМИМАҶО

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 неругоҳҳои барқии обии хурд (дар мисоли неругоҳи Октябрь)» 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 манбаҳои алтернативии энергия баррасӣ ва ҳамчун маводи татбиқшаванда дар раванди таълими кафедраи «Манбаҳои алтернативии энергия» қабул ва тавсия шудаанд аз ҷумла:

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

– Лоҳаи таҷдиди техникаи неругоҳи барқии обии «Октябрь», ки дар кори диссертатсионӣ асоснок шудааст, барои иҷрои корҳои қурбӣ ва лоҳаҳои дипломӣ ҳамчун намунаи татбиқи воқеии лоҳаҳои муҳандисӣ истифода мешавад.

– Натиҷаҳои илмӣ таҳқиқот дар таҳияи маърузаҳо ва семинарҳо онд ба самтҳои самаранокии энергетикӣ ва истифодаи манбаҳои барқароршавандаи 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 манбаҳои
алтернативии энергия

Махсумов И.Б.

ШАҲОДАТНОМА







ISSN 2709-1201

CERTIFICATE

OF PARTICIPATION



This certificate is presented to:

ХОЛМИРЗОЗОДА Д.Н.

For attending the International Scientific-Practical Journal
"Endless Light in Science"

CHAIRMAN OF INTERNATIONAL
RESEARCH CENTER
"ENDLESS LIGHT in SCIENCE"



31 OCTOBER 2024
TURKESTAN, KAZAKHSTAN

A.MUSTAFINA

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., Ҷираков 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.