DOI: 10.65322/j.srd.02162026.44

UDK 621.311.21

KICHIK GIDROELEKTRSTANSIYALARDA ENERGIYA YUKLAMASI YO‘QOLGANDA, GIDROAGREGATNI TEZ AYLANISHINI OLDINI OLISH USULLARI

Daminov Akmal Akbaraliyevich, *dotsent,*
Energetika muhandisligi kafedrasi,
E-mail: Sun_diamond76@mail.ru,
Namangan davlat texnika universiteti

Annotatsiya: *Ushbu maqolada gidroagregatning nazoratsiz tez aylanishi va ortiqcha tezlikka chiqib ketishini oldini olishning asosiy usullari yoritilgan bo‘lib, ular qatoriga tez yopiluvchi yo‘naltiruvchi apparatlar, avtomatik boshqaruv va himoya tizimlari, suv oqimini cheklash mexanizmlari hamda elektr yuklamalarni tartibga soluvchi ballast yuklamalari o‘rganilgan.*

Аннотация: *В данной статье рассмотрены основные методы предотвращения неконтролируемого разгона гидроагрегата и выхода его на сверхдопустимую скорость. К ним относятся быстродействующие направляющие аппараты, автоматические системы управления и защиты, механизмы ограничения потока воды, а также балластные нагрузки, регулирующие электрическую нагрузку.*

Abstract: *This article discusses the main methods for preventing uncontrolled acceleration of a hydro unit and its overspeed condition. These include fast-closing guide vanes, automatic control and protection systems, water flow restriction mechanisms, as well as ballast loads used to regulate electrical loads.*

Kalit so‘zlar: *Kichik gidroelektr stansiyalar, gidroagregatlar, tez aylanish, gidrotormoz, suv darvozalari, spiral kamera, ochiq turbine, elektr energiya yuklamasi.*

Ключевые слова*: малые гидроэлектростанции, гидроагрегаты, быстрое вращение, гидротормоз, водяные затворы, спиральная камера, открытая турбина, электрическая нагрузка.*

Keywords: *small hydropower plants, hydro units, rapid rotation, hydraulic brake, water gates, spiral casing, open turbine, electrical load.*

Kirish. Bugungi kunda kichik gidroenergetika ko‘plab mamlakatlar energiya tizimida tobora muhim o‘rin egallab bormoqda va uning yirik gidroenergetikaga nisbatan ustun jihatlari xalqaro darajada keng e’tirof etilmoqda. Zamonaviy kichik gidroenergetika yuqori darajada takomillashgan texnologiyalar hamda samarali boshqaruv tizimlari bilan jihozlangan bo‘lib, bu energiya ishlab chiqarish jarayonining ekologik xavfsizligini ta’minlaydi, atrof-muhitga salbiy ta’sirni minimal darajaga tushiradi va iqtisodiy jihatdan yuqori samaradorlikka erishish imkonini beradi. Shuningdek, kichik gidroelektr stansiyalarni (KGES) barpo etish qisqa muddatlarda amalga oshiriladi, ularning suv omborlari esa katta hududlarni band qilmaydi.

Bundan tashqari, kichik gidroelektr stansiyalar markazlashgan elektr ta’minoti yetkazib berish qiyin va xarajatli bo‘lgan chekka hududlarni elektrlashtirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Ular aholi turmush darajasini oshirish, ishlab chiqarish jarayonlarini rivojlantirish va hududiy infratuzilmani yaxshilashga sezilarli hissa qo‘shadi. Kichik gidroenergetika qurilmalari gidroenergetik salohiyatga ega bo‘lgan deyarli barcha suv manbalarida, turli gidrotexnik inshootlarda barpo etilishi mumkin. Hatto ayrim hollarda hech qanday to‘g‘on yoki quvurlarni talab qilmasdan, suv oqimining tabiiy kinetik energiyasidan foydalanib ishlovchi innovatsion qurilmalar ham mavjud bo‘lib, ular yuqori samaradorlik va bir qator ustunliklarga ega (1-jadvalda keltirilgan).

DOI: 10.65322/j.srd.02162026.44

Kichik gidroelektr stansiyalarni loyihalash jarayonida, ayniqsa favqulodda holatlarda masalan, energiya yuklamasi to‘satdan yo‘qolganda gidroagregatning haddan tashqari tezlanib ketishini cheklovchi tizimlar alohida ahamiyat kasb etadi. Bunday vaziyatlarda agregatning xavfsiz ishlashini ta’minlash turli konstruktiv va texnologik yechimlar orqali amalga oshiriladi hamda bu yechimlar stansiya turi va qo‘llanilayotgan gidroagregat xususiyatlariga bog‘liq bo‘ladi.

1-jadval

Kichik gidroelektrstantsiyalarning qiyosiy tavsiflari

KGES larning turli omillar	**KGES avfzalliklari**
Iqtisodiy samaradorligi	Ishlab chiqarilgan elektr energiyasining narxi yirik GES larnikiga nisbatan 2-2,5 barobar arzonligi
	Katta xajmdagi to‘g‘onlarni qurish talab yetilmasligi
	Iqtisodiy unumdorligi yaxshi bo‘lgan yer maydonlarini band qilinmaslikligi
	Iste’molchilarni elektr uzatish liniyalari orqali elektr energiyasi bilan ta’minlash murakkab bo‘lgan joylarni, arzon elektr energiyasi ta’minlashning mavjudligi
	Elektr energiyasini hosil qilish uchun qisqa vaqt sarflanishi
Texnik va texnologik imkoniyatlari	To‘g‘on qurish uchun og‘ir va murakkab transport vositalaridan foydalanishni talab etilmasligi
	Boshqarish ish rejimlaring qulayligi
	Kichik gidro elektr stansiyalarni qurishda kichik quvvatli transport vositalarni ishlatish imkoniyatining yuqoriligi
	Kichik gidroelektr stantsiyalarda qurilma va uskunalarni 50 yilgacha katta xarajatlarsiz ishlatish mumkinligi
Ekologik omillari	KGES larning zararli ta’siri yo‘q, atmosferaga deyarli zararli chiqindilar chiqarmaydi, flora va faunaga zarar yetkazmaydi
	Ekologik muvozanatni o‘zgarishiga tahsiri bo‘lmaydi
	Sug‘orish va kommunal ehtiyojlar uchun kelayotgan namlik sifatini saqlash
Ijtimoiy omillari	Asosiy elektr ta’minoti tizimidan uzoqda joylashgan aholi punktlarini elektr energiyasi bilan ta’minlash
	Yangi ish o‘rinlarini yaratish, mavjud elektr tarmoqlari va ishlab chiqarish quvvatlaridan yanada samaraliroq foydalanish
	KGES larda ishchi kuchining arzonligi tufayli umumiy qurilish ishlarining xarajatlarini pastligi
	Aholini ijtimoiy maishiy sharoitlarini yaxshilash

Usullar. Ochiq turbina kamerasiga ega bo‘lgan kichik GES binolarida gidroturbinalar, odatda, buriluvchi kuraklarga ega yo‘naltiruvchi apparatlar bilan jihozlanadi. Bu apparatlar suv sarfini aniq boshqarish, zarurat tug‘ilganda esa suv oqimini to‘liq to‘xtatish imkonini beradi. Suv darvozalari esa ko‘pincha to‘g‘ri to‘rtburchak shaklda ishlab chiqilib, ularning harakatini yengillashtirish uchun maxsus g‘ildiraklar bilan jihozlanadi va suv yo‘lini ishonchli tarzda germetik yopish xususiyatiga ega bo‘ladi. Ushbu darvozalarni ko‘tarish va tushirish maxsus yuk ko‘tarish mexanizmlari yordamida bajariladi.

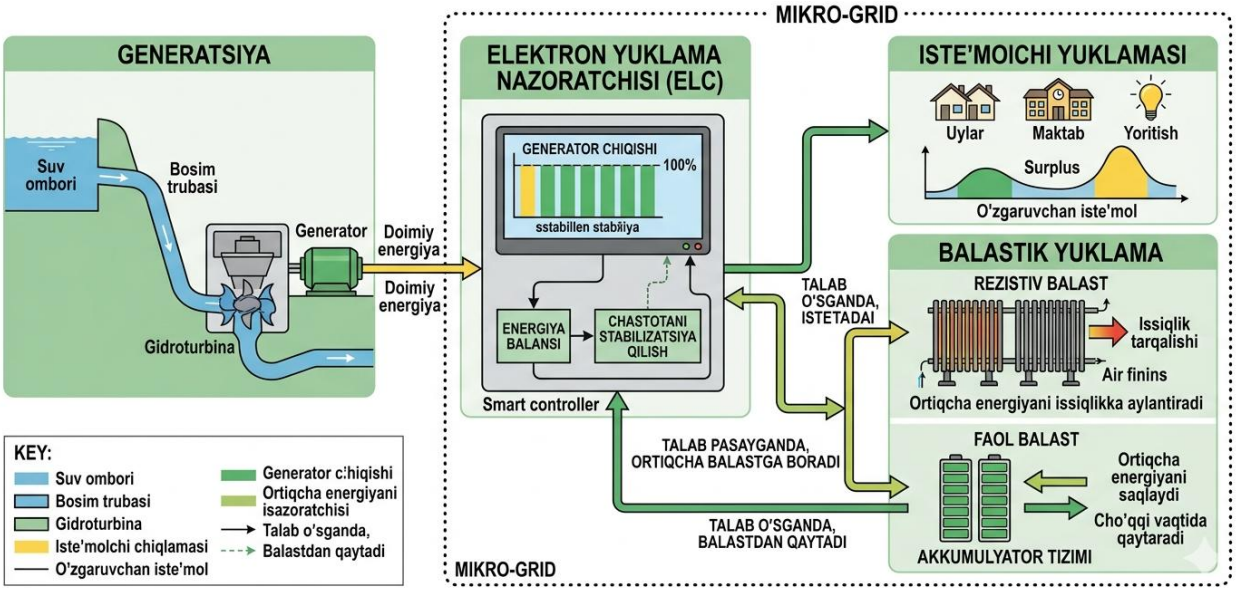
Bosimli spiral kamerali kichik GESlarda esa ayrim hollarda turbinaning yo‘naltiruvchi apparati burilmaydigan, ya’ni qo‘zg‘almas parraklar bilan bajarilishi mumkin. Bunday

DOI: 10.65322/j.srd.02162026.44

konstruktsiyada parraklar suvning optimal sarfini ta’minlaydigan holatda o‘rnatiladi. Favqulodda yuklama yo‘qolganda gidroagregatning tezlanib ketishini oldini olish uchun generator vali bilan bir o‘qda joylashgan va avtomatik ishga tushuvchi gidrotormoz qo‘llaniladi. Ushbu gidrotormoz spiral kameradan kelayotgan suv yordamida ishlaydi va valning aylanish tezligini pasaytirib, ortiqcha tezlik natijasida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan nosozlik va xavflarni bartaraf etadi.

Shu bilan birga, gidrotormoz ishga tushirilgan paytda suv olish inshootidagi darvoza ham yopilib, suv oqimi cheklanadi. Agar tizim buriluvchi kuraklarga ega yo‘naltiruvchi apparat bilan jihozlangan bo‘lsa, generator tezligi oshishi bilan apparat kuraklari avtomatik ravishda yopilish tomon buriladi. Bunday holatlarda suv darvozasi ham qo‘shimcha xavfsizlik chorasi sifatida ishga tushiriladi.

Mikrogidroelektr stansiyalarda elektr yuklamalarni tartibga solishning takomillashtirilgan usuli bu, 1-rasmdagidek qo‘shimcha ballast yuklamasini kiritishni talab etadi. Bu tiristorli kalitlar yordamida ma’lum kombinatsiyalarda ishchi yuklamaga ulangan bir qator diskret quvvat bloklaridan iborat bo‘ladi. Kommutatsiya eshiklari odatda tabiiy ravishda almashtiriladi, shuning uchun tiristorli kalitlarning bir qator elektron yechimlari tufayli generator kuchlanishining to‘lqin shaklida buzilish kuzatilmaydi.



1-rasm. Mikrogidroelektr stansiyalar uchun balastik yuklama tizimi

Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish uchun, hosil bo‘lgan kuchlanish egri chizig‘i shaklida ma’lum bir o‘zgarish yuz berganda, avtoballast regulyatorlarida faza bilan boshqariladigan sxemalardan foydalanish mumkin. Tiristor kalitlari bilan taqqoslaganda faza boshqaruvi bilan avtoballast regulyatorlarining asosiy kamchiligi bu mikrogidroelektr stansiya generatorining fazaviy toklari va kuchlanishlari egri chiziqlari shakli buzilishidir [1].

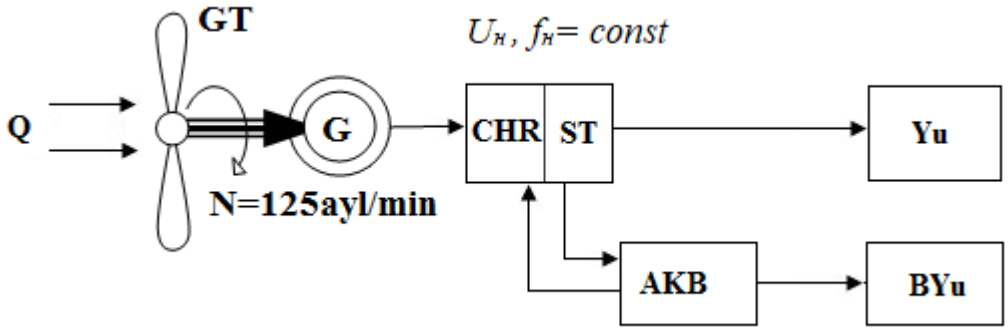
Ko‘rinib turibdiki, elektr jihozlarining o‘rnatilgan quvvatidan foydalanishning bunday past ko‘rsatkichlari mikrogidroelektr stansiyalarning texnik-iqtisodiy xususiyatlarini sezilarli darajada yomonlashtiradi. Boshqa tomondan, ko‘pincha mikrogidroelektr stansiya kompleks yuklama bilan ishlaydi, uning taxminan yarmi ventil avtoballastidir, bu stansiyaning chiqish elektr parametrlarining sifatini pasaytiradi. Faza bilan boshqariladigan avtoballastli mikrogidroelektr stansiyalarning past foydali yuklanishlarida hosil bo‘lgan kuchlanishning kattaligi va chastotasini normallashtirishning aniqligi ham nominalga yaqin yuklanish rejimlariga nisbatan yomonroq ishlaydi. Shunday qilib, elektr ta’minoti tizimiga bosqichma-bosqich boshqariladigan avtoballast bilan mikrogidroelektr stansiyani birlashtirish muayyan qiyinchiliklarga duch keladi. Diskret

DOI: 10.65322/j.srd.02162026.44

avtoballast faqat elektr jihozlarining o‘rnatilgan quvvatidan foydalanish bilan bog‘liq muammolarni bartaraf qilmasdan ishlab chiqarilgan kuchlanish sifatini biroz yaxshilashga qodir xolos.

Mikrogidroelektr stansiya tarkibida statik chastota konvertori bo‘lgan gidroelektr blokidan foydalanish chiqish kuchlanishi sifatidagi muammolarni butunlay yo‘q qiladi va uning o‘rnatilgan quvvatidan foydalanish koeffitsientini oshirishga imkon beradi.

Bunday mashina-ventil tizimining aniq tuzilishi 2-rasmda ko‘rsatilgan. Bunda: Q – Suv energiya oqimi; GT – Gidroturbina; G – generator; Yu – Foydali yuklama; ChR – chastota rostlagich; ST – stabilizator; AKB – akkumulator batareyasi, BYu – ballast yuklama.



2-rasm. To‘g‘rilovchi invertor tipidagi statik chastota konvertori bo‘lgan mikrogidroelektr stansiya sxemasi

Bunday mikrogidroelektr stansiyaning afzalliklari - invertor tomonidan aniqlanadigan chiqish kuchlanishining yuqori sifati va ishchi suv oqimining o‘zgaruvchan parametrlari sharoitida ishlash qobiliyati. Mikrogidroelektr stansiya gidroelektr blokining aylanish chastotalarining keng diapazonida ishlash qobiliyati stansiyani ishchi suv oqimi tezligining (oqim tezligining) joriy qiymatiga muvofiq ishlab chiqarilgan maksimal quvvatni ta’minlaydigan ish rejimlarini shakllantirishga imkon beradi. Ushbu holat bunday gidroelektr stansiyalarni bosim o‘tkazgichli gidravlik bloklar uchun eng samarali bo‘lgan avtomatik ballast stabilizatsiyasi tizimiga ega elektr stansiyalaridan yaxshi ajratib turadi [2].

Gidrogeneratorning ish rejimlarini maksimal quvvat bilan shakllantirish uchun stansiyaning elektr yukini ishchi suv oqimining joriy parametrlariga muvofiq tartibga solish zarur. Buning uchun tegishli boshqaruv moslamalari va aqlli boshqaruv tizimlarini ishlab chiqish talab etiladi.

Statik chastotali konvertorli gidravlik blokning o‘rnatilgan quvvatidan foydalanish koeffitsientining oshishiga iste’molchining eng yuqori yukini qoplash uchun akkumulator batareyasi yordamida erishiladi. Keyin gidrogeneratorning o‘rnatilgan quvvatining qiymati uning elektr yukining o‘rtacha qiymatiga qarab tanlanishi mumkin. Bunday imkoniyat, ehtimol, yukning eng yuqori kuchini emas, balki gidrogeneratorning o‘rnatilgan quvvatini deyarli ikki baravar qisqartirishga imkon beradi [3].

Batareya quvvati qiymati energiya balansiga qarab tanlanishi kerak: batareyalarni oqilona ishlash rejimlarining samaradorligini hisobga olgan holda energiya sarfi - quvvat energiyasi. Stansiyaning eng yuqori yuklanishining qisqa davomiyligini hisobga olgan holda, batareyaning quvvati nisbatan kichik qiymatlarini taxmin qilish mumkin. Bunday mikrogidroelektr stansiyalarining ratsional parametrlarini aniqlash uchun ularning tarkibi va ishlash rejimlarini optimallashtirish bo‘yicha kompleks tadqiqotlar o‘tkazish zarur.

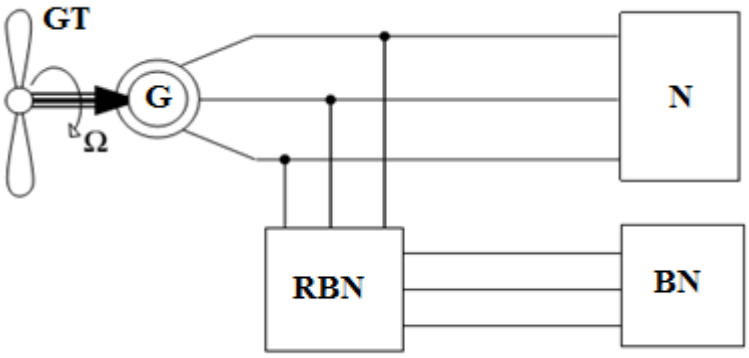
Mikrogidroelektr stansiyasining tarkibi va uning energiya jihozlarining parametrlari mahalliy elektr ta’minoti tizimining texnik-iqtisodiy xususiyatlari maqbul bo‘lishi sharti bilan elektrlashtirish inshootining talablari bilan belgilanishi kerak. Uskunaning oqilona ishlash

DOI: 10.65322/j.srd.02162026.44

rejimlarini ta’minlash mikrogidroelektr stansiyani tashkil etuvchi agregatlar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir mantig‘ini hisobga olgan holda va ularning maksimal ishlash muddatida ishonchli ishlashini ta’minlaydigan maxsus algoritmlarga muvofiq amalga oshirilishi kerak [4].

Mikrogidroelektr stansiya loyihalarining hilma-xil turlari orasida eng keng tarqalgani bosim o‘tkazgichidan foydalanadigan suv o‘tkazmaydigan stansiyalardir. Doimiy suv oqimi parametrlari va ishlaydigan pichoqlarning doimiy konfiguratsiyasi bilan turbinaning tezligini yuklamani o‘zgartirish orqali boshqarish mumkin. Mikrogidroelektr stansiyalari uchun elektr stansiyasining chastotasini tartibga solish generatorning elektr yukining kattaligini tartibga solish orqali eng sodda tarzda amalga oshiriladi. Bunday holda, turbinaning va boshqa gidrotexnika qurilmalarining dizayni juda soddalashtirilgan bo‘ladi. Chiqish parametrlarini avtomatik ballast regulyatsiyasi bilan elektr stansiyasining boshqarish diagrammasi 3-rasmda ko‘rsatilgan [5].

GT - gidravlik turbina; G - generator; N - foydali yuk; BN - ballast yuki; RBN - ballast yuk regulyatori



3-rasm. Avtoballast tipidagi mikrogidroelektr stansiya parametrlarini normallashtirishning blok sxemasi

Natijalar tahlili. Ballastli yuklamani avtomatik boshqarish prinsipi o‘zining soddaligi va samaradorligi bilan ajralib turadi: bunda generatorning asosiy iste’molchilariga parallel ravishda maxsus regulyator orqali qo‘shimcha (ballast) yuklama tarmog‘i ulanadi. Tizimning asosiy vazifasi iste’molchi tomonidan sarflanayotgan foydali quvvat o‘zgarganda, regulyator yordamida ballast yuklamasini mos ravishda kompensatsiya qilishdir. Natijada generatorga tushayotgan umumiy yig‘indi yuklama doimiy qiymatda saqlanib qoladi. Amaliyotda ballast sifatida ko‘pincha elektr isitish elementlaridan (TEN) foydalaniladi. Avtonom energiya tizimlarida iste’mol qilinadigan quvvatning qariyb 80 foizi issiqlik energiyasini hosil qilishga yo‘naltirilishini inobatga olsak, ballast rezistorlarida ajralib chiqadigan energiyadan ham ikkilamchi maqsadlarda unumli foydalanish imkoniyati mavjud.

Xulosa. Taklif etilayotgan usulning ustuvor jihati gidroagregatning aylanish tezligini barqarorlashtirish tizimidan murakkab elektromexanik qurilmalarni butunlay chiqarib tashlash imkonini berishidir. Ularning o‘rnini statik elektron regulyatorlar bilan almashtirish mikrogidroelektr stansiyalarning texnik tavsiflarini yaxshilash bilan birga, iqtisodiy samaradorlikni ham sezilarli darajada oshiradi. Bunday boshqaruv tizimi yuqori dinamik aniqlikka va tezkorlikka ega bo‘lib, bu bevosita chiqish kuchlanishining sifati va barqarorligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi.

Adabiyotlar

1. Urishev B.U. “Kichik gidroelektrstansiyalar” / Darslik. – Toshkent, 2010.
2. Mamadjanov A.B. “Gravatatsion girdobli mikrogidroelektr stansiyaning energiya samaradorligini oshirish”. Dissertatsiya. – Toshkent, 2023.

DOI: 10.65322/j.srd.02162026.44

3. Daminov A.A. “Kichik gidroelektr stansiyalarning asosiy texnologik jihozlari va ularning parametrlarini o‘rganish” // Mexanika va Texnologiya ilmiy jurnali, 2(2), 2025.

4. Лукутин Б.В., Обухов С.Г., Пандарова Е.Б. Автономное электроснабжение от микрогидроэлектростанции. – Томск, 2001.

5. Затеев В.Б. Введение в специальность гидроэлектроэнергетика: Учеб. пособие. – Саяногорск: СШФ СФУ, 2007.