

GIDROELEKTR STANSIYALARINI RAQAMLI BOSHQARUV TIZIMLARI BILAN SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Sodiqjonov Muxammadqodir Mamasobir o'g'li

Toshkent Davlat Texnika Universiteti magistranti

@sodiqjonovmuhammadqodir131313gmail.com

Raximberdiyev Ravshanbek Qosimjon o'g'li

Toshkent Davlat Texnika Universiteti magistranti

Xolturayev Sardorbek Sayfullo o'g'li

Toshkent Davlat Texnika Universiteti magistranti

Annotatsiya: *Ushbu ilmiy maqolada gidroelektr stansiyalarida raqamli boshqaruv tizimlarini joriy etish orqali elektr energiyasi ishlab chiqarish samaradorligini oshirish masalalari batafsil yoritilgan. Tadqiqot davomida zamonaviy avtomatlashtirish texnologiyalari, SCADA tizimlari, sun'iy intellekt, mashinaviy o'rganish va raqamli egizak texnologiyalarining gidroenergetika obyektlari faoliyatiga ta'siri tahlil qilingan. Shuningdek, raqamli monitoring va diagnostika tizimlari yordamida uskunalar holatini real vaqt rejimida nazorat qilish, nosozliklarni oldindan aniqlash va kavitatsion yemirilish xavfini kamaytirish imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. O'zbekiston sharoitida mavjud gidroelektr stansiyalarini raqamlashtirish istiqbollari va ularning iqtisodiy samaradorligi asoslab berilgan. Tadqiqot natijalari gidroenergetika sohasida raqamli texnologiyalarni joriy etish energiya ishlab chiqarish barqarorligini ta'minlash va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.*

Kalit so'zlar: *Raqamli boshqaruv tizimi, SCADA, Turbina Generator samaradorligi, Suv resurslari, Energiya ishlab chiqarish, Real vaqt monitoringi, Avtomatik boshqaruv, RTU / PLC, Operator interfeysi (HMI), Texnik diagnostika.*

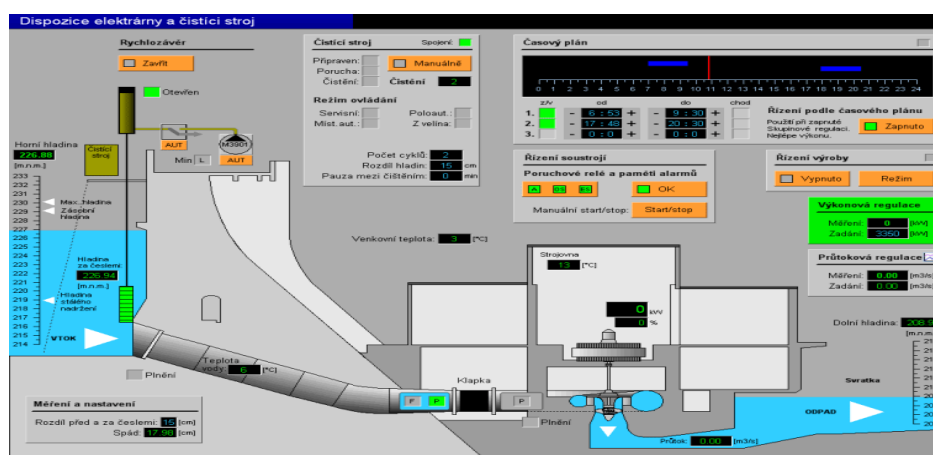
KIRISH

Gidroelektr stansiyalarining samarali ishlashi zamonaviy energetika tizimining barqarorligi, iqtisodiy rivojlanish va ekologik muvozanat bilan bevosita bog'liqdir. Elektr energiyasiga bo'lgan talabning yil sayin ortib borishi, yoqilg'i resurslarining cheklanganligi va atrof-muhitni muhofaza qilish zarurati gidroenergetika obyektlarini yuqori samaradorlik bilan boshqarishni taqozo etmoqda. Shu bois, gidroelektr stansiyalarida raqamli boshqaruv tizimlarini joriy etish energetika ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish, suv resurslaridan samarali foydalanish va texnik xavfsizlikni oshirishga xizmat qiladi.

An'anaviy boshqaruv usullarida operator qarorlari va oldindan belgilangan qat'iy rejimlarga asoslanar edi, bu esa ayrim hollarda energiya yo'qotishlariga, turbina va generatorlarning tez eskirishi va favqulodda holatlarning yuzaga kelishiga sabab bo'ladi. Shu sababli, zamonaviy GESlarda raqamli boshqaruv tizimlarini joriy etish nafaqat texnik samaradorlikni oshirish, balki ekspluatatsion xavfsizlikni ta'minlashga ham xizmat qiladi. Raqamli tizimlar yordamida suv oqimi, napor va yuklamaning real

vaqt parametrlariga mos ravishda turбина va generator ish rejimi avtomatik tarzda sozlanadi, bu esa foydali ish koeffitsientini oshiradi va energiya ishlab chiqarishni barqarorlashtiradi.

Raqamli boshqaruv tizimlari gidroelektr stansiyalarida SCADA, DCS va raqamli egizak (Digital Twin) texnologiyalarini o'z ichiga oladi. SCADA tizimi suv sarfi, napor, turбина aylanish tezligi, generator quvvati, tebranish va harorat kabi barcha parametrlarni real vaqt rejimida kuzatadi va operatorni avtomatik ravishda ogohlantiradi. Shu bilan birga, DCS (Distributed Control System) stansiya barcha agregatlari va qurilmalari bo'yicha markazlashmagan boshqaruvni amalga oshiradi, bu esa tizimning ishonchlilikini oshiradi va favqulodda holatlarni kamaytiradi. Raqamli egizak esa stansiyaning virtual modelini yaratib, turli ish sharoitlarini simulyatsiya qilish, optimal ish rejimini aniqlash va nosozliklarni oldindan bashorat qilish imkonini beradi.



SCADA tizimi gidroelektr stansiyalarida real vaqt rejimida barcha parametrlarni kuzatadi va tahlil qiladi. Bu tizim orqali turбина aylanish tezligi, generator quvvati, suv sarfi, napor, tebranish va harorat kabi parametrlar uzluksiz nazorat qilinadi. Datchiklar yordamida yig'ilgan ma'lumotlar markaziy boshqaruv serveriga yuboriladi va algoritmik tahlil orqali avtomatik qarorlar qabul qilinadi. Shu bilan birga, favqulodda holatlar oldindan aniqlanadi va operatorlar ogohlantiriladi.

Raqamli boshqaruv tizimlarining afzalliklaridan biri bu energiya ishlab chiqarishning samaradorligini oshirishdir. Masalan, an'anaviy boshqaruv usullari bilan 85–88 % bo'lgan foydali ish koeffitsienti, SCADA tizimi yordamida 88–92 % gacha ko'tarilishi mumkin. Shu bilan birga, avtomatik boshqaruv suv resurslarini optimal taqsimlash imkonini beradi va yillik energiya yo'qotishlarini sezilarli darajada kamaytiradi. Eksploatatsion xarajatlar ham raqamli tizimlar yordamida 10–15 % ga kamayadi, chunki nosozliklar va favqulodda to'xtashlar oldindan aniqlanadi.

Sun'iy intellekt va prognoz algoritmlari yordamida gidroelektr stansiyalarining ish rejimi oldindan moslashtiriladi. Bu tizimlar suv sarfi va energiya talabini prognoz qiladi, optimal ish rejimini aniqlaydi va nosozliklarni oldindan bashorat qiladi. Shu bilan birga, turбина, generator va boshqa uskunalarning texnik diagnostikasi real vaqt rejimida amalga oshiriladi. Tebranish, harorat, shovqin va bosim parametrlarini kuzatish orqali nosozliklar aniqlanadi va tizim operatorni avtomatik ravishda ogohlantiradi.

Elektr energiyasining samarali ishlab chiqarilishi gidroelektr stansiyalarida suv oqimi va foydali napor bilan bevosita bog'liqdir. GES quvvati quyidagi formulaga asoslanadi:

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot \eta$$

bu yerda P – elektr quvvat (W), ρ – suv zichligi (1000 kg/m^3), g – erkin tushish tezlanishi ($9,81 \text{ m/s}^2$), Q – suv sarfi (m^3/s), H – foydali napor (m), η – umumiy foydali ish ko'effitsienti.

Raqamli boshqaruv tizimlari yordamida foydali ish ko'effitsienti 1–2 % ga oshirilishi mumkin, bu esa agregat quvvatini sezilarli darajada oshiradi. Shu bilan birga, tizimlar suv resurslarini optimal tarzda taqsimlaydi, energiya ishlab chiqarishni rejalashtiradi va uskunalarning nosozliklardan himoyalanihini ta'minlaydi. Masalan, an'anaviy boshqaruv usullari bilan 85–90% bo'lgan foydali ish ko'effitsienti, raqamli boshqaruv tizimlarida 90–95% gacha ko'tarish mumkin.

Sun'iy intellekt va mashinaviy o'rganish algoritmlari yordamida suv sarfi va energiya talabini prognoz qilish imkoniyati mavjud. Bu tizimlar gidroelektr stansiyalarining ish rejimini oldindan moslashtirish, quvvatni maksimal darajada oshirish va favqulodda vaziyatlarning oldini olish imkonini beradi. Shu bilan birga, real vaqt rejimida texnik diagnostika va monitoring orqali turbina, generator va boshqa uskunalarning holati baholanadi. Tebranish, harorat, shovqin va bosim parametrlarini kuzatish orqali nosozliklar aniqlanadi va tizim operatorni avtomatik ravishda ogohlantiradi.

Raqamli boshqaruv tizimlari yordamida gidroelektr stansiyalarida energiya ishlab chiqarish samaradorligi sezilarli darajada oshadi. Shu bilan birga, avariya holatlar kamayadi, operatorning doimiy aralashuvi minimalga tushadi va uskunalarning xizmat muddati uzayadi. Shu sababli, mavjud GESlarni raqamlashtirish nafaqat texnik samaradorlikni oshirish, balki iqtisodiy foyda olish va energiya xavfsizligini ta'minlash uchun ham muhimdir.

O'zbekiston sharoitida mavjud gidroelektr stansiyalarida raqamli boshqaruv tizimlarini joriy etish suv resurslarini tejash, energiya ishlab chiqarish barqarorligini oshirish va GESlarning ekspluatatsion xavfsizligini ta'minlash imkonini beradi. Shu bilan birga, tizimlarning monitoringi va diagnostikasi orqali nosozliklar va favqulodda holatlar oldindan aniqlanadi, bu esa barcha operatsion jarayonlarni xavfsiz va samarali qiladi.

Raqamli boshqaruv texnologiyalari tufayli gidroelektr stansiyalarining ish faoliyatini optimallashtirish va suv resurslaridan maksimal foyda olish imkoniyati mavjud bo'ladi. Masalan, SCADA tizimi yordamida suv oqimi va energiya ishlab chiqarish parametrlarini doimiy ravishda kuzatish orqali turli turdagi nosozliklar oldindan aniqlanadi, bu esa favqulodda to'xtashlarni kamaytiradi. Shu bilan birga, raqamli egizaklar yordamida turli ish sharoitlarini simulyatsiya qilish mumkin bo'lib, bu tizimlarni yanada samarali boshqarish imkonini beradi.

Xulosa: Ushbu maqolada gidroelektr stansiyalarining samaradorligini oshirishda raqamli boshqaruv tizimlarining ahamiyati va SCADA tizimining roli ko'rib chiqildi. An'anaviy boshqaruv usullari bilan solishtirganda, SCADA tizimi orqali energiya ishlab chiqarish jarayonini real vaqt rejimida monitoring qilish, turbina va generator ishini avtomatik boshqarish, suv resurslarini optimal taqsimlash va favqulodda holatlarni oldindan aniqlash imkoniyati mavjudligi aniqlanib, samaradorlikning sezilarli darajada oshishi tasdiqlandi.

Raqamli boshqaruv tizimlari yordamida foydali ish koeffitsienti oshadi, energiya yo'qotishlari kamayadi, ekspluatatsion xarajatlar kamayadi va operatorlarning ish yukini kamaytirish mumkin bo'ladi. Shuningdek, tizim nosozliklarni erta aniqlash va texnik diagnostika orqali uskunalar xizmat muddatini uzaytiradi hamda gidroelektr stansiyalarning ishining uzluksizligini ta'minlaydi.

O'zbekiston sharoitida mavjud GESlarda SCADA va raqamli boshqaruv tizimlarini joriy etish suv resurslaridan samarali foydalanish, energiya ishlab chiqarish barqarorligini oshirish va gidroenergetika obyektlarining ekspluatatsion xavfsizligini ta'minlash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Муҳаммедов Ш.Х., Гидроэнергетика и автоматизация гидроэлектростанций, Тошкент: Фан, 2018.
2. Azizov A., SCADA tizimlari va ularning gidroelektr stansiyalarida qo'llanilishi, Toshkent: Ilmiy nashr, 2020.
3. Kundiev M., Raqamli boshqaruv tizimlari va energetika samaradorligi, Toshkent, 2019.
4. IEEE, SCADA Systems in Hydro Power Plants, IEEE Transactions on Energy Conversion, 2017.
5. GOST 27954-88, Avtomatika gidroenergetikada, Moskva: Standart nashriyoti, 2016.
6. Li, J., Wang, H., Real-Time Monitoring and Control of Hydropower Stations Using SCADA, Renewable Energy Journal, 2018.
7. Control Engineering, Hydropower SCADA: Best Practices, Online Article, 2019.