# SINXRON GENERATORLARDA ELEKTROMEXANIK CHAYQALISHLARNING ENERGETIKA TIZIMI BARQARORLIGIGA TA'SIRINI TAHLIL QILISH

**Kurbonov Najmiddin Abduxamidovich[1], Samadov Ilyos Azamat o'g'li[2]**
**[1] dotsenti, PhD, Qarshi davlat texnika universiteti; "Elektr ta'minoti va intellektual energetik tizimlari" kafedrasi**
**[2] magistranti, Qarshi davlat texnika universiteti**
**Elmeh1212@mail.ru; ilyosjonsamadov19991010@gmail.com**

**Annotatsiya.** Tezisda sinxron generatorlarda yuzaga keladigan elektromexanik chayqalishlarning energetika tizimi barqarorligiga ta'siri yoritiladi. Chayqalishlarning kelib chiqish omillari, rotor burchagi va chastota o'zgarishlari, shuningdek, ularni kamaytirish usullari tahlil qilinadi. Amaliy vaziyatlar orqali tebranishlarni kuzatish va boshqaruv tizimlarini to'g'ri sozlashning ahamiyati ko'rsatiladi.

**Kalit so'zlar:** sinxron generator, elektromexanik chayqalish, rotor burchagi, chastota, barqarorlik, tebranishlarni so'ndirish.

**ANNOTATION:** This thesis examines how electromechanical oscillations in synchronous generators affect power-system stability. It outlines their main causes, including disturbances in load and network conditions, and considers changes in rotor angle and frequency. Practical examples illustrate monitoring methods and the role of excitation control, power system stabilizers, and coordinated protection in damping oscillations.

**KEYWORDS:** synchronous generator, electromechanical oscillation, rotor angle, frequency, power-system stability, damping.

Elektr energetika tizimining ishonchli ishlashi elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish va iste'mol qilish jarayonlarining uzluksiz muvozanatiga bog'liq. Ushbu jarayonda sinxron generatorlar muhim o'rin tutadi: ular mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantiradi va tizim chastotasi hamda kuchlanish rejimiga ta'sir ko'rsatadi. Generator rotori bilan elektromagnit maydon o'rtasidagi o'zaro ta'sir muvozanati buzilganda elektromexanik chayqalishlar yuzaga kelishi mumkin. Bunday tebranishlar qisqa muddatli va so'nuvchi bo'lsa, tizim odatda normal holatga qaytadi. Aksincha, ular kuchaysa yoki uzoq davom etsa, uzatish liniyalaridagi quvvat oqimlari o'zgarishi, kuchlanish va chastota rejimlari yomonlashishi, himoya qurilmalarining ishga tushishi va ayrim generatorlarning tizimdan ajralishi ehtimoli ortadi.

Mazkur tezisning maqsadi sinxron generatorlardagi elektromexanik chayqalishlarning mohiyatini tushuntirish, ularning energetika tizimi barqarorligiga ta'sirini tahlil qilish hamda tebranishlarni kamaytirish bo'yicha amaliy choralarni ko'rsatishdan iborat.

Elektromexanik chayqalish — rotorning sinxron aylanish holati atrofida burchak tezligi yoki rotor burchagining tebranma o'zgarishidir. Generator turbina yoki boshqa birlamchi dvigateldan mexanik quvvat oladi, elektr tarmog'iga esa elektromagnit quvvat uzatadi. Mexanik quvvat bilan elektr quvvat orasida vaqtinchalik farq paydo bo'lsa, rotor tezlanadi yoki sekinlashadi. Shu sababli rotor burchagi o'zgarib, tizimda tebranish jarayoni boshlanadi[2].

Chayqalishlarni yuzaga keltiruvchi omillarga elektr uzatish liniyasidagi qisqa tutashuv, liniyaning uzilishi, katta iste'molchining birdan ulanishi yoki uzilishi, generator yuklamasining tez o'zgarishi va boshqaruv qurilmalarining noto'g'ri sozlanishi kiradi. Shuningdek, tarmoqning zaifligi, generatorlar orasidagi elektr masofaning ortishi va tizimdagi quvvat oqimlarining yuqori darajada

yuklanganligi ham tebranishlarning so‘nishini qiyinlashtirishi mumkin. Chayqalishlar mahalliy, ya’ni bitta generator yoki stansiya atrofida, yoxud hududlararo ko‘rinishda namoyon bo‘lishi mumkin.

Energetika tizimi barqarorligi buzilishdan keyin generatorlarning sinxron ishlashni saqlab qolishi va tizim parametrlarining maqbul chegaralarda tiklanishi bilan baholanadi. Elektromexanik chayqalishlar, avvalo, rotor burchagining tebranishi orqali quvvat uzatish jarayoniga ta’sir qiladi. Rotor burchagi ortib-kamayishi natijasida generatorning elektr quvvati ham o‘zgaradi. Agar tebranishlar yetarlicha so‘nmasa, rotorlar orasidagi burchak farqi kattalashib, sinxronizm yo‘qolishi mumkin.

Chayqalishlar chastotaga ham ta’sir ko‘rsatadi. Generator mexanik quvvati elektr yuklamasiga mos kelmay qolganida rotor tezligida vaqtinchalik og‘ish yuz beradi. Katta tizimda bu holat chastotaning tebranishi sifatida ko‘rinishi mumkin. Kuchlanishning o‘zgarishi esa qo‘zg‘atish tizimi va reaktiv quvvat almashinuvi bilan o‘zaro bog‘liq. Demak, chayqalishlarni faqat bitta generatorning muammosi deb qarash to‘g‘ri emas: ular stansiyalararo quvvat almashinuvi va umumiy tizim rejimiga ta’sir qilishi mumkin[1].

Masalan, kuchli uzatish liniyasida qisqa tutashuv sodir bo‘ldi, deb faraz qilaylik. Himoya tizimi nosoz uchastkani uzgandan keyin tarmoqning elektr bog‘lanishi avvalgi holatidan zaifroq bo‘lib qolishi mumkin. Generator rotori avval olgan mexanik quvvatni bir zumda kamaytira olmagani sababli tezlanadi va rotor burchagi ortadi. Agar nosozlik tez bartaraf etilsa va tizimning so‘ndirish xususiyatlari yetarli bo‘lsa, tebranishlar asta-sekin kamayadi. Biroq himoya kechiksa yoki uzatish imkoniyati keskin pasaysa, burchak tebranishlari kuchayib, generatorning sinxron ishlashi xavf ostida qoladi.

Yana bir misol — yirik sanoat korxonasi yuklamasining keskin ulanishi. Bu vaqtda elektr quvvatiga talab birdan ortadi. Generatorlarning turbina boshqaruvi va qo‘zg‘atish tizimi yangi rejimga moslashguncha chastota hamda rotor burchagida vaqtinchalik tebranishlar kuzatilishi mumkin. Agar avtomatik boshqaruv tizimlari to‘g‘ri sozlangan bo‘lsa, o‘tkinchi jarayon tezroq so‘nadi. Noto‘g‘ri sozlangan boshqaruv esa tebranishni kamaytirish o‘rniga kuchaytirishi mumkin.

**Chayqalishlarni kamaytirish usullari**

Birinchi muhim chora — generator, transformator va uzatish tarmoqlarining ish rejimini muntazam nazorat qilish. Rotor burchagi, chastota, aktiv va reaktiv quvvat hamda kuchlanish ko‘rsatkichlarini vaqt bo‘yicha kuzatish chayqalishlarning boshlanishini aniqlashga yordam beradi. Raqamli registratorlar va sinxrofazor o‘lchov qurilmalari turli nuqtalardagi tebranishlarni solishtirish imkonini beradi.

Ikkinchi chora — qo‘zg‘atishni avtomatik rostlash tizimini va quvvat tizimi stabilizatorini (PSS) to‘g‘ri sozlash. PSS qo‘zg‘atish tizimiga qo‘shimcha boshqaruv signalini berib, elektromexanik tebranishlarning so‘nishiga ko‘maklashadi. Biroq uning parametrlari generator va tarmoq xususiyatlariga mos tanlanishi lozim. Noto‘g‘ri sozlash barqarorlikni yaxshilamasligi, ayrim rejimlarda esa tebranishlarni kuchaytirishi mumkin.

Uchinchi chora — rele himoyasi va avariyaga qarshi avtomatika qurilmalarining muvofiqlashtirilgan ishlashini ta’minlash. Qisqa tutashuvni tez aniqlash va shikastlangan uchastkani o‘z vaqtida uzish rotorning ortiqcha tezlanishini cheklaydi. Bundan tashqari, tarmoqni rejalashtirishda uzatish liniyalarining yuklanishi, generatorlarning joylashuvi va zaxira quvvat imkoniyatlari hisobga olinishi kerak. Zarur holatlarda dinamik modellashtirish va avariya rejimlarini kompyuterda sinash orqali xavfli ish sharoitlari oldindan baholanadi[3].

Xulosa qilib aytganda, sinxron generatorlardagi elektromexanik chayqalishlar energetika tizimining rotor burchagi, chastota, kuchlanish va quvvat oqimlari barqarorligiga bevosita ta’sir qilishi mumkin. Ularning xavfi tebranish amplitudasi, so‘nish tezligi, tarmoq tuzilishi va avariyaga qarshi himoya ishiga bog‘liq. Shu sababli monitoring, avtomatik qo‘zg‘atishni rostlash, quvvat tizimi

stabilizatorlaridan foydalanish, rele himoyasini to‘g‘ri muvofiqlashtirish va dinamik modellashtirish birgalikda qo‘llanishi lozim. Bunday kompleks yondashuv tebranishlarni erta aniqlash, sinxron ishlashni saqlash va elektr ta’minoti ishonchliligini oshirishga xizmat qiladi.

**Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Kundur P. Power System Stability and Control. New York: McGraw-Hill, 2024. 156. pp

2. Anderson P. M., Fouad A. A. Power System Control and Stability. 2nd ed. IEEE Press/Wiley, 2003. P 289

3. Sauer P. W., Pai M. A., Marcolini A. M. Power System Dynamics and Stability. 2nd ed. Wiley-IEEE Press, 2017. 289.pp