KON ELEKTROMEXANIK TIZIMLARINI MATEMATIK MODELLASHTIRISHNING AMALIY IMKONIYATLARI

M.B.Nasriddinova - Navoiy shahri, 8-maktab, o’qituvchi.
O.J. Xudayberdiyev – NDKTU, "Sun’iy intellekt va matematika" kafedrasi dotsenti

Annotatsiya

Ushbu maqolada kon korxonalarida qo‘llaniladigan elektromexanik tizimlarni matematik modellashtirishning amaliy imkoniyatlari tahlil qilingan. Konveyerlar, ekskavatorlar, maydalash va yuklash qurilmalari, nasoslar, ventilyatorlar hamda burg‘ulash mashinalarining elektr yuritmalarida sodir bo‘ladigan elektr va mexanik jarayonlarni matematik ifodalash masalalari ko‘rib chiqilgan. Elektromexanik tizimlarning matematik modelini shakllantirishda elektr dvigatelining toki, kuchlanishi, aylanish tezligi, elektromagnit momenti, yuklama momenti va inertsiya parametrlarining o‘zaro bog‘liqligi asos qilib olingan. Matematik modellashtirish yordamida kon mashinalarining o‘tkinchi va barqaror ish rejimlarini tadqiq etish, energiya sarfini baholash, yuklamaning o‘zgarishini prognozlash, avariyaoldi holatlarini aniqlash va boshqaruv parametrlarini optimallashtirish imkoniyatlari asoslab berilgan. Shuningdek, kompyuter modellashtirish texnologiyalaridan foydalanish orqali real kon sharoitida tajribalar o‘tkazishga ketadigan vaqt va moddiy xarajatlarni kamaytirish mumkinligi ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: kon elektromexanikasi, matematik modellashtirish, elektromexanik tizim, elektr yuritma, kon mashinalari, elektr dvigateli, yuklama, elektromagnit moment, energiya samaradorligi, kompyuter modellashtirish, optimallashtirish, avtomatik boshqaruv.

Kon sanoati mamlakat iqtisodiyotining muhim tarkibiy qismlaridan biri bo‘lib, unda yuqori unumdorlikka ega bo‘lgan elektromexanik qurilmalar keng qo‘llaniladi. Kon massasini qazib olish, tashish, maydalash, yuklash, shamollatish

va suv chiqarish jarayonlarining aksariyati elektr yuritmalar asosida amalga oshiriladi.

Kon sharoitida ishlaydigan elektromexanik qurilmalar doimiy ravishda o‘zgarib turuvchi texnologik yuklama ostida faoliyat yuritadi. Masalan, konveyerda tashilayotgan kon massasining miqdori, ekskavatorning qazish qarshiligi, maydalagichga tushayotgan material hajmi yoki nasosning gidravlik yuklamasi vaqt bo‘yicha o‘zgarib turadi.

Bunday sharoitlarda elektr dvigatelining toki va momenti, aylanish tezligi hamda energiya iste’moli ham o‘zgaradi. Ushbu jarayonlarni faqat tajribaviy usullar orqali o‘rganish katta vaqt va moddiy xarajatlarni talab qiladi. Shu sababli matematik modellashtirish kon elektromexanik tizimlarini tadqiq etishning samarali vositalaridan biri hisoblanadi.

Matematik model real elektromexanik obyektning asosiy xususiyatlarini matematik tenglamalar orqali ifodalash imkonini beradi. Model asosida turli ish rejimlarini kompyuter yordamida oldindan sinab ko‘rish, optimal parametrlarni aniqlash va tizimning kelajakdagi holatini prognoz qilish mumkin.

Kon elektromexanik tizimlari boshqa sanoat qurilmalaridan bir qator xususiyatlari bilan farq qiladi. Birinchidan, ular katta quvvatli elektr yuritmalardan tashkil topadi. Ikkinchidan, ishchi mexanizmlarga tushadigan yuklama keng chegaralarda o‘zgarishi mumkin. Uchinchidan, kon sharoitida chang, namlik, harorat va mexanik zarbalar kabi omillar mavjud bo‘ladi.

Kon elektromexanik tizimining soddalashtirilgan matematik modelini elektr va mexanik tenglamalar asosida qurish mumkin. Kon elektromexanik tizimlarini matematik modellashtirishning eng muhim afzalligi — real qurilmada yuz beradigan jarayonlarni oldindan virtual muhitda tadqiq etish imkoniyatidir.

Matematik model yordamida elektr yuritmaning ishga tushish, tezlanish, barqarorlashish va tormozlanish jarayonlarini o‘rganish mumkin. Masalan, elektr dvigatelini ishga tushirish vaqtida tokning keskin ortishi kuzatiladi. Model orqali maksimal ishga tushirish toki va uning davomiyligini oldindan aniqlash mumkin.

Bu elektr tarmog‘iga tushadigan yuklamani baholash va tegishli himoya vositalarini tanlash imkonini beradi. Kon korxonalarida elektromexanik qurilmalar katta miqdorda elektr energiyasi iste’mol qiladi. Shu sababli energiya samaradorligini oshirish muhim vazifalardan biridir. Matematik model orqali turli boshqaruv rejimlarida energiya sarfi hisoblanib, eng samarali rejim tanlanishi mumkin. Matematik modellashtirishdan foydalanib, elektromexanik tizimning me’yoriy holatdan og‘ishini aniqlash mumkin.

Masalan, quyidagi parametrlar doimiy nazorat qilinadi:

dvigatel toki;

kuchlanish;

aylanish tezligi;

elektromagnit moment;

harorat;

vibratsiya;

quvvat sarfi.

Agar ushbu parametrlarning qiymati belgilangan chegaradan chiqsa, model avariya oldi holati mavjudligini ko‘rsatishi mumkin. Bu esa texnik xizmat ko‘rsatishni oldindan rejalashtirish va uskunaning kutilmagan to‘xtab qolishining oldini olish imkonini beradi.

Matematik modelni kompyuter dasturlari yordamida amalga oshirish uning amaliy qiymatini yanada oshiradi. Kon elektromexanik tizimlarini modellashtirishda MATLAB/Simulink, Python, Mathcad, Mathematica kabi vositalardan foydalanish mumkin. Masalan, Python muhitida Runge–Kutta usuli orqali elektr toki va aylanish tezligining vaqt bo‘yicha o‘zgarishini hisoblash mumkin.

Zamonaviy kon korxonalarida matematik modellashtirishni raqamli monitoring, IoT, sun’iy intellekt va mashinali o‘qitish texnologiyalari bilan integratsiyalash katta istiqbolga ega.

Real qurilmalardan olinadigan:

tok;

kuchlanish;

harorat;

vibratsiya;

aylanish tezligi;

quvvat;

yuklama

kabi ma’lumotlar matematik modelga uzatilishi mumkin.

Bunda model real vaqt rejimida yangilanib boradi. Mazkur yondashuv **raqamli egizak (Digital Twin)** konsepsiyasini shakllantirish uchun asos bo‘la oladi.

Masalan, elektromexanik qurilmaning raqamli modeli real qurilma bilan parallel ravishda ishlaydi. Agar model va real qurilma o‘rtasida sezilarli farq paydo bo‘lsa, texnik nosozlikning dastlabki belgisi aniqlanishi mumkin.

Bu usul prognozli texnik xizmat ko‘rsatish (predictive maintenance) tizimlarini tashkil etish uchun muhim hisoblanadi. O‘tkazilgan nazariy tahlil shuni ko‘rsatadiki, kon elektromexanik tizimlarini matematik modellashtirish bir vaqtning o‘zida bir nechta amaliy masalalarni hal etish imkonini beradi.

Birinchidan, elektr va mexanik parametrlarning o‘zaro bog‘liqligi aniqlanadi. Ikkinchidan, elektromexanik tizimning o‘tkinchi jarayonlari va barqaror ish rejimlari oldindan baholanadi. Uchinchidan, yuklamaning o‘zgarishi elektr energiyasi sarfiga va elektr yuritmaning texnik holatiga qanday ta’sir ko‘rsatishi aniqlanadi.

Bundan tashqari, matematik modellashtirish yordamida turli boshqaruv algoritmlarini real qurilmaga joriy etishdan oldin virtual muhitda sinab ko‘rish mumkin. Bu esa ilmiy tadqiqotlarning ishonchliligini oshirish bilan birga, ishlab chiqarishdagi xavflarni kamaytiradi.

Ayniqsa, matematik modellashtirishni raqamli egizak, IoT va sun’iy intellekt texnologiyalari bilan birlashtirish kon elektromexanik tizimlarining texnik holatini real vaqt rejimida monitoring qilish va kelajakdagi nosozliklarni prognozlash uchun yangi imkoniyatlar yaratadi.

Kon elektromexanik tizimlarini matematik modellashtirish kon mashinalari va elektr yuritmalarining ishlash jarayonlarini chuqur tadqiq qilish, ularning optimal ish rejimlarini aniqlash va texnik samaradorligini oshirishning muhim vositasidir.

Matematik model yordamida elektr dvigatelining toki, kuchlanishi, elektromagnit momenti, aylanish tezligi va yuklama momenti o‘rtasidagi bog‘liqliklar aniqlanadi. Ushbu model asosida ishga tushirish va tormozlanish jarayonlari, yuklamaning o‘zgarishi, energiya sarfi hamda avariyaoldi holatlari tadqiq etilishi mumkin.

Matematik modellashtirishning eng muhim amaliy imkoniyatlaridan biri — real kon sharoitida tajriba o‘tkazishdan oldin turli texnologik holatlarni kompyuter muhitida sinab ko‘rishdir. Bu esa vaqt, energiya va moddiy resurslarni tejash imkonini beradi. Kelgusida kon elektromexanik tizimlarining matematik modellarini sun’iy intellekt, mashinali o‘qitish, IoT va raqamli egizak texnologiyalari bilan integratsiyalash orqali elektromexanik qurilmalarning texnik holatini real vaqt rejimida baholash, nosozliklarni oldindan aniqlash va energiya samaradorligini oshirish imkoniyatlari yanada kengayadi.

Shunday qilib, matematik modellashtirish kon elektromexanik tizimlarini raqamlashtirish va intellektual boshqarishning ilmiy-metodik asoslaridan biri sifatida qaralishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Primov, T. I., & Qurbonov, S. Z. Matematik modellarni tuzishda variatsion tamoillar. Academic research in educational sciences, 2(4), 2021, 1279-1283.
2. Allayeva Mehriniso. Parametrli tenglamalar orqali matematik modellashtirish. Ustozlar uchun, 71(1), Toshkent, 2025, 134-142.
3. Fayziev A.X. Texnologik jarayon modellarini yaratish va ularni boshqarish uchun matematik, statistik va algoritmik yondashuvlar. Izlanuvchi, 1(5), 2025,14-20.