

KONVEYER TRANSPORTINII MATEMATIK MODELINI ISHLAB CHIQISH

*Yuldashev Elmurod Umaraliyevich
Ergashev Jahongir Bobomurodovich
Qudratova Komila Norqobil qizi
Olmaliq davlat texnika instituti*

Annotatsiya

Konveyer transporti tizimlarida elektr energiyasi sarfining ortishi asosan yuk massasi bir xilligi va yuritmaning doimiy tezlikda ishlashi bilan bog'liq. Ushbu tadqiqotda konveyer transportining mexanik va elektr tizimlarida o'zaro bog'lovchi matematik model ishlab chiqildi. Model yuk miqdori, lenta tezligi, tortish kuchi va elektr quvvat sarfi o'rtasidagi bog'lanishni ifodalaydi. Hisoblash va modellashtirish natijalari asosida konveyer tezligini yukga mos ravishda boshqarish energiya sarfini sezilarli darajada kamaytirishi isbotlandi. Tadqiqot natijalari MATLAB/Simulink dasturida modellashtirilib, grafik tahlillar orqali aniqlanadi.

Kalit so'zlar: konveyer transporti, matematik model, energiya samaradorligi, MATLAB, Simulink, o'zgaruvchan tezlik.

KIRISH

Konveyer transportlarini konchilik, metallurgiya va yirik sanoat korxonalarida texnologik jarayonlarning uzluksizligini ta'minlovchi asosiy mexanizmlardan biri hisoblanadi. Shu bilan birga, amaliy ekspluatatsiya natijalari ushbu tizimlarda elektr energiyasi sarfining sezilarli qismi samarasiz holatlarda yo'qotilishini ko'rsatadi. Tadqiqotlarga ko'ra, energiya yo'qotishlarining asosiy manbai konveyerlarning haqiqiy holatga moslashtirilmagan holda, ya'ni doimiy nominal tezlikda ishlashidir [1, 2]. Ko'plab sanoat obyektlarida yukning miqdori vaqt bo'yicha keskin o'zgarib turishiga qaramay, konveyer yuritmalari moslashuvchan boshqaruvsiz ekspluatatsiya qilinadi. Natijada elektr dvigatel ortiqcha quvvat sarflaydi, mexanik uzatmalar va lenta elementlarida dinamik zo'riqishlar kuchayadi hamda texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari ortadi [3].

So'nggi yillarda konveyer transportining energiya samaradorligini oshirish masalasi ilmiy tadqiqotlarda muhim yo'nalish sifatida keng yoritilmoqda. Bir qator ishlar konveyer tizimlarida energiya sarfi asosan yuk massasi, lenta tezligi va ishqalanish qarshiliklari o'rtasidagi nomutanosiblik bilan belgilanishini ko'rsatadi [4]. Xususan, doimiy tezlikda ishlaydigan konveyerlar yuk kamaygan holatlarda ham yuqori quvvat iste'molini saqlab qoladi, bu esa energiya nuqtayi nazaridan eng samarasiz ish holatlaridan biri sifatida baholanadi [5]. Shu sababli, yuk oqimiga mos

ravishda tezlikni boshqarish konsepsiyasi energiya tejashning istiqbolli yoʻnalishi sifatida taklif etilmoqda.

Adabiyotlar tahlili shuni koʻrsatadiki, mavjud tadqiqotlarning muhim qismi konveyer transportini soddalashtirilgan statik modellar asosida tahlil qilish bilan cheklanadi [6]. Bunday modellar, odatda, nominal ish sharoitlarini hisobga olib, haqiqiy ekspluatatsiya jarayonida yuzaga keladigan yuk tebranishlari, oʻtkinchi rejimlar va dinamik jarayonlarni yetarli darajada aks ettira olmaydi. Natijada, ushbu modellar asosida ishlab chiqilgan boshqaruv algoritmlarining amaliy samaradorligi cheklangan boʻlib qolmoqda.

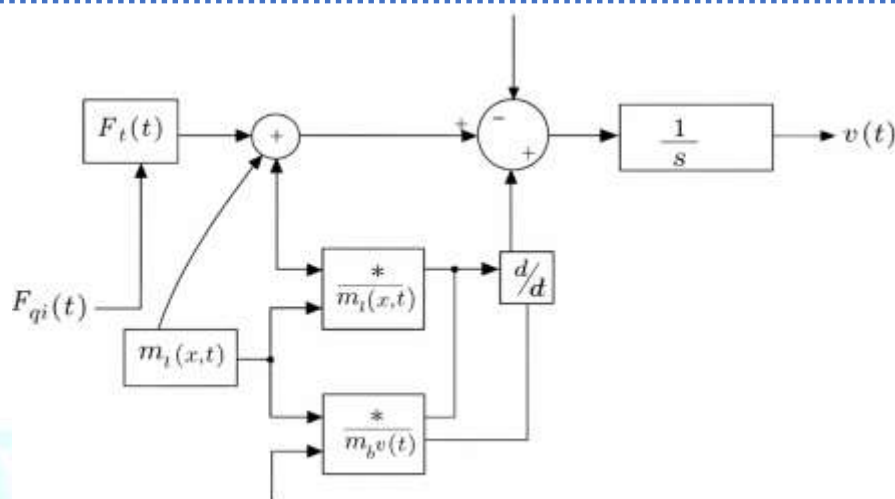
Tadqiqotlarda konveyer tizimining mexanik va elektr qismlari alohida-alohida koʻrib chiqilgan [7]. Mexanik modellar asosan lenta dinamikasi va qarshilik kuchlarini tavsiflashga yoʻnaltirilgan boʻlsa, elektr yuritмага oid ishlar dvigatel yuklanishi va quvvat sarfini tahlil qilish bilan chegaralanadi. Bunday yondashuvlar tizimning kompleks xatti-harakatini toʻliq baholash imkonini bermaydi va energiya samaradorligini oshirish boʻyicha optimal yechimlarni ishlab chiqishni qiyinlashtiradi [8].

Shu munosabat bilan, konveyer transportining mexanik harakati, elektr yuritma xususiyatlari va yuk oʻzgaruvchanligini oʻzaro bogʻlangan holda ifodalovchi matematik modelni ishlab chiqish dolzarb ilmiy masala hisoblanadi. Bunday model yuk massasi, lenta tezligi, tortish kuchi, dvigatel momenti va elektr energiyasi sarfi oʻrtasidagi funksional bogʻlanishni aniqlash imkonini beradi hamda energiya tejankor boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish uchun ishonchli nazariy asos boʻlib xizmat qiladi [9].

Matematik modeli

Konveyer transportining mexanik harakati tashilayotgan yukning uzluksiz tashilishini hamda lenta va aylanuvchi qismlarning oʻzaro mexanik bogʻlanishi bilan belgilanadi. Mexanik modelni shakllantirishda konveyer tizimi bir oʻlchamli yoʻnalishda harakatlanuvchi murakkab mexanik sistema sifatida qaraladi. Ushbu sistemada yuk va lenta massasi fazoviy taqsimlangan boʻlsada, hisoblashlarni soddalashtirish maqsadida ularning dinamik xatti harakati ekvivalent parametrlar orqali ifodalanadi.

Konveyer lentasining elementar boʻlagiga taʼsir etuvchi kuchlar muvozanati asosida harakat tenglamasi tuziladi. Nyuton qonuniga koʻra, lenta boʻylab yoʻnalgan kuchlarning algebraik yigʻindisi uning tezlanishini aniqlaydi.



Ushbu blok sxemada tizimga ta'sir etuvchi tashqi kuchlar $F_t(t)$ va $F_{qi}(t)$ yig'indisi natijasida harakat tezligi $v(t)$ shakllanadi. Tizimning asosiy xususiyati shundaki, unda **vaqt va koordinataga bog'liq massa** $m_l(x, t)$ hamda **qo'shimcha inertsia massasi** $m_b(t)$ hisobga olingan.

$$\frac{d}{dt} m_l(x, t) v(t) + m_b v(t) = F_t(t) - \sum_{i=1}^n F_{qi}(t)$$

Mazkur ifoda konveyer tizimining haqiqiy fizik mohiyatini aks ettiradi, chunki yuk massasi doimiy emas, balki yuk oqimi miqdoriga bog'liq holda o'zgarib boradi. Shu sababli mexanik modelda massa vaqtga bog'liq kattalik sifatida kiritiladi.

Umumiy massani ekvivalent ko'rinishda quyidagicha ifodalash mumkin:

$$m_{\Sigma}(t) = m_b + \int_0^L \rho(x, t) dx$$

Bu ifoda konveyer bo'ylab yukning notekis taqsimlanishini hisobga olish imkonini beradi. Yuk zichligining o'zgarishi konveyer tezligi va yuk oqimining beqarorligiga bevosita bog'liqdir.

Dinamik qarshilik hadi konveyer ishga tushishi yoki yuk keskin o'zgargan holatlarda tezlikning o'zgarishi natijasida yuzaga keladigan inertsia ta'sirini ifodalaydi. Ushbu had modelga o'tkinchi jarayonlarni kiritish imkonini beradi.

Tortish kuchi yuritma barabani orqali lentaga uzatiladi va mexanik energiyaning harakat energiyasiga aylanishini ta'minlaydi. Tortish kuchining umumiy ifodasi quyidagicha aniqlanadi:

$$F_t = \frac{M_d}{R_d} = \frac{1}{R_d} \left(J_d \frac{d\omega}{dt} + M_q \right)$$

Qarshilik momenti mexanik qarshilik kuchlari bilan bog'liq bo'lib, u quyidagicha aniqlanadi:

$$M_q = F_q \cdot R_d$$

Yuqoridagi ifodalarni birlashtirish orqali konveyer transportining to'liq differensial mexanik tenglamasi hosil qilinadi:

$$(m_{\Sigma}(t) + \frac{J_d}{R_d^2}) \frac{dv}{dt} + k_d + (m_l g \sin \alpha + m_{\Sigma} g f) = \frac{M_d}{R_d}$$

Mazkur tenglama konveyer tizimining mexanik xatti-harakatini to'liq tavsiflaydi va yuk massasi, tezlik, qarshilik kuchlari hamda yuritma momenti o'rtasidagi murakkab bog'lanishni ifodalaydi. Ushbu model haqiqiy ekspluatatsiya sharoitlarida yuzaga keladigan o'tkinchi va barqaror holatlarni tahlil qilish imkonini beradi.

Keltirilgan mexanik model keyingi bo'limlarda elektr yuritma modeli va energiya sarfi tenglamalarini shakllantirish uchun nazariy asos bo'lib xizmat qiladi hamda konveyer transportining energiya samaradorligini baholash imkonini beradi.

Konveyer tizimining mexanik va elektr jarayonlari o'zaro bog'liq holda ishlaydi. Mexanik model va elektr yuritma tenglamalarini birlashtirish orqali quyidagi integrallashgan tenglama hosil qilinadi:

$$(m_{\Sigma}(t) + \frac{J}{R_d^2}) \frac{dv}{dt} + m_l g \sin \alpha + m_{\Sigma} g f = \frac{M_e}{R_d}$$

Natijalar

Ishlab chiqilgan matematik model asosida konveyer transportining ish samaradorligi turli yuk holatariga asoslangan. Hisoblashlar doimiy tezlikda ishlash holati va tezlikni yukga moslashtirib boshqarish rejimi uchun amalga oshirildi. Natijalar foiz ko'rinishida solishtirildi.

Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, doimiy tezlikda ishlash holatida yuk oqimi 30-40 % ga kamaygan paytlarda ham konveyer elektr yuritmasi nominal quvvatning o'rtacha 85-90 % ini iste'mol qilishda davom etadi. Bu holat mexanik qarshiliklarning sun'iy ravishda yuqori darajada saqlanib qolishiga va elektr energiyasining ortiqcha sarflanishiga olib keladi.

Tezlikni yukga moslab boshqarish holati qo'llanilganda esa yuk oqimi kamayishi bilan birga lenta tezligi ham mos ravishda pasayadi. Natijada mexanik qarshilik kuchlari o'rtacha 20-30 % ga kamayadi. Shu bilan birga, yuritma barabanidagi aylantiruvchi moment qiymati doimiy tezlik rejimiga nisbatan 15-25 % gacha pasayishi aniqlanadi. Bu holat mexanik uzatma elementlaridagi zo'riqishlarni sezilarli darajada kamaytiradi.

Elektr yuritmaning quvvat sarfi tahlili shuni ko'rsatdiki, yukga mos tezlik holatida o'rtacha elektr quvvat iste'moli doimiy tezlik holatiga nisbatan 18-22 % ga kamayadi. Yuk oqimi keskin kamaygan vaqt oralig'ida esa quvvat sarfining kamayishi

25 % gacha yetishi kuzatildi. Bu dvigatel elektromagnit momenti va aylanish tezligining bir vaqtda pasayishi bilan izohlanadi.

Ma'lum vaqt oralig'ida yig'ilgan umumiy energiya sarfi taqqoslanganda, tezlikni yukga mos boshqarish rejimi eng yuqori samaradorlikni namoyon etdi. Hisoblash natijalariga ko'ra, umumiy elektr energiyasi sarfi doimiy tezlik rejimiga nisbatan o'rtacha 18-25 % ga qisqardi. Ushbu energiya tejamkorligi konveyer ish vaqtining 60-70 % qismi to'liq yuklanmagan holatda o'tishi bilan bog'liq ekanligi aniqlandi.

Bundan tashqari, mexanik yuklanishlarning kamayishi natijasida lenta va tayanch rolklardagi dinamik zo'riqishlar 20 % dan ortiq darajada pasaygani kuzatildi. Bu holat konveyer transportining ishonchliligini oshirish bilan birga, texnik xizmat ko'rsatish oralig'ini taxminan 15-20 % ga uzaytirish imkonini beradi.

Natijalar tezlikni yukga moslab boshqarish konveyer transportida elektr energiyasi sarfini kamaytirish, mexanik qismlarning ishlash sharoitini yaxshilash va umumiy ekspluatatsion samaradorlikni oshirishda muhim ahamiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi.

Muhokama

Olingan natijalar konveyer transportining energiya samaradorligi bevosita uning ish rejimi va yukga moslashish darajasiga bog'liq ekanligini ko'rsatadi. Tadqiqot davomida aniqlangan foiz ko'rsatkichlar shuni tasdiqlaydiki, konveyerning doimiy tezlikda ishlashi haqiqiy ekspluatatsiya sharoitlarida energiya sarfining ortishiga olib keladi. Yuk oqimi kamaygan holatlarda ham yuqori quvvat iste'moli saqlanib qolishi mexanik qarshiliklarning ortiqcha qoplanishi bilan izohlanadi.

Tezlikni yukga moslab boshqarish rejimida olingan natijalar adabiyotlarda keltirilgan xulosalar bilan umumiy jihatdan mos keladi. Biroq ushbu tadqiqotda energiya tejamkorligining miqdoriy bahosi yanada aniqlashtirildi. Xususan, quvvat sarfining o'rtacha 18-22 % ga, umumiy energiya sarfining esa 18-25 % ga kamayishi konveyer tizimining uzoq muddatli ekspluatatsiyasi uchun sezilarli iqtisodiy samara berishini ko'rsatadi. Bu natijalar avvalgi ishlarda ko'rsatilgan umumiy energiya tejamkorligi tendensiyasini tasdiqlaydi va uni aniq raqamlar bilan mustahkamlaydi.

Mexanik yuklanishlarning kamayishi bo'yicha olingan natijalar ham muhim ahamiyatga ega. Tortish kuchi va baraban momentining 15-25 % gacha pasayishi lenta va uzatma elementlaridagi dinamik zo'riqishlarning kamayishiga olib keladi. Bu holat konveyer tizimining ishonchliligini oshirish va texnik xizmat ko'rsatish oralig'ini uzaytirish imkonini beradi. Shu jihatdan qaralganda, tezlikni yukga moslab boshqarish nafaqat energiya tejash, balki mexanik resurslarni tejash vositasi sifatida ham qaralishi mumkin.

Natijalar shuni ko'rsatadiki, ishlab chiqilgan mexanik-elektr integrallashgan matematik model konveyer transportining haqiqiy ish sharoitlarini yetarli aniqlikda aks

ettiradi. Model yuk massasi va tezlik o'rtasidagi bog'lanishni hisobga olgani sababli, o'tkinchi jarayonlarda yuzaga keladigan energiya va mexanik yo'qotishlarni baholash imkonini beradi. Bu esa modelni konveyer tizimlarini loyihalash va ularning ish rejimlarini tanlashda qo'llash imkoniyatini kengaytiradi.

Shu bilan birga, tadqiqotning ayrim cheklovlarini ham qayd etish lozim. Hisoblashlarda ayrim mexanik parametrlar doimiy deb qabul qilindi, haqiqiy sharoitda esa ishqalanish koeffitsienti va uzatma samaradorligi vaqt o'tishi bilan o'zgarishi mumkin. Biroq ushbu soddalashtirishlar umumiy xulosalarning ishonchliligiga jiddiy ta'sir ko'rsatmaydi va modelning amaliy qo'llanishini cheklamaydi.

Tezlikni yukga moslab boshqarish konveyer transportining energiya va mexanik samaradorligini oshirishda asosli va amaliy jihatdan muhim yechim ekanligini ko'rsatadi. Ushbu yondashuv sanoat konveyer tizimlarida energiya sarfini kamaytirish va ekspluatatsion xarajatlarni optimallashtirish uchun tavsiya etilishi mumkin.

Xulosa

Ushbu tadqiqotda konveyer transportining ish jarayonini tavsiflovchi mexanik va elektr jarayonlarni o'zaro bog'lovchi matematik model ishlab chiqildi. Model konveyer lentasining tezligi, tashilayotgan yuk miqdori, tortish kuchi, dvigatel momenti hamda elektr energiyasi sarfi o'rtasidagi bog'lanishni ifodalash imkonini berdi. Ishlab chiqilgan integrallashgan tenglama konveyer tizimining haqiqiy ekspluatatsiya sharoitlarini yetarli aniqlikda aks ettiradi.

Hisoblash va modellash natijalari konveyerning doimiy tezlikda ishlashi energiya jihatidan samarasiz ekanligini tasdiqladi. Yuk oqimi kamaygan holatlarda ham yuqori quvvat sarfining saqlanib qolishi elektr energiyasining ortiqcha iste'mol qilinishiga olib keladi. Tezlikni yukga moslab boshqarish rejimi qo'llanilganda esa elektr quvvat sarfi o'rtacha 18-22 % ga, umumiy elektr energiyasi sarfi esa 18-25 % gacha kamayishi aniqlandi.

Tadqiqot natijalari shuningdek mexanik yuklanishlarning kamayishini ko'rsatdi. Baraban momenti va tortish kuchlarining 15-25 % ga pasayishi lenta va uzatma elementlaridagi dinamik zo'riqlashlarni kamaytirib, konveyer transportining ishonchliligini oshirish imkonini beradi. Bu holat texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini qisqartirish va uskunaning xizmat muddatini uzaytirish uchun muhim ahamiyatga ega.

Tezlikni yukga moslab boshqarish konveyer transportida energiya tejankor va ishonchli ish rejimini ta'minlovchi samarali yechim sifatida baholanadi. Ishlab chiqilgan matematik model va olingan natijalar sanoat konveyer tizimlarini loyihalash, modernizatsiya qilish hamda ularning ish rejimlarini optimallashtirishda amaliy jihatdan qo'llanishi mumkin. Kelgusida tadqiqotlarni haqiqiy sanoat sharoitida eksperimental sinovlar bilan to'ldirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Khalikov S. et al. Operational management of substation safety power supply //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2023. – T. 2552. – №. 1. – C. 060017.
2. Shodiyev O. A. O. G. L. et al. Konveyer transportini elektr yuritmasini teskari aloqali datchiklari vositasida boshqarish //Academic research in educational sciences. – 2022. – T. 3. – №. 10. – C. 660-664.
3. Khatamova D. N., Yuldashev E. U. Improvement of cooling system of mine reciprocating compressor units //American Journal Of Applied Science And Technology. – 2023. – T. 3. – №. 09. – C. 14-22.
4. Dilshoda K., Elmurod Y. Study of factors affecting the efficiency of reciprocating compressors //Universum: технические науки. – 2024. – T. 8. – №. 2 (119). – C. 47-53.
5. Yuldasheva M. A. ANALYSIS OF AN ASYNCHRONOUS MOTOR SYSTEM WITH A FREQUENCY CONVERTER //International journal of advanced research in education, technology and management. – 2024. – T. 3. – №. 7. – C. 153-158.
6. Yuldasheva M. A. ANALYSIS OF AN ASYNCHRONOUS MOTOR SYSTEM WITH A FREQUENCY CONVERTER //International journal of advanced research in education, technology and management. – 2024. – T. 3. – №. 7. – C. 153-158.
7. Yuldashev E. et al. Energy efficiency research of conveyor transport //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2025. – T. 3331. – №. 1. – C. 040030.
8. Umaraliyevich Y. E. METHODS OF REDUCING THE NETWORK IMPACT OF TRANSIENT PROCESSES WHEN COMMISSIONING LARGE POWER EQUIPMENT //ZAMONAVIY TA'LIMDA FAN VA INNOVATSION TADQIQOTLAR JURNALI. – 2024. – T. 2. – №. 20. – C. 140-146.
9. Umaraliyevich Y. E. ELEKTR ENERGIYANING SIFATI ASINXRON ELEKTR YURITMANING ISH SAMARADORLIGIGA TA'SIRINI TADQIQOTI //Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности. – 2024. – T. 2. – №. 4. – C. 168-171.
10. DN K., Yuldashev E. U. MATHEMATICAL MODELLING OF DEPOSIT FORMATION PROCESSES ON HEAT-EXCHANGE SURFACES OF PISTON COMPRESSOR AIR COOLERS.
11. DN K., Yuldashev E. U. STUDY OF FACTORS AFFECTING THE EFFICIENCY OF RECIPROCATING COMPRESSORS.
12. Shodiyev O. A. O. G. L. et al. KONVEYER TRANSPORTINING ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH USULLARI VA TEXNIK YECHIMLARINI ISHLAB CHIQISH //Academic research in educational sciences. – 2023. – T. 4. – №. 2. – C. 285-291..