

**MARKAZIY VINTSIMON VALGA EGA VINTLI KONVEYERDA
ENERGIYA SARFINING AYLANISH TEZLIGIGA BOG‘LIQLIGINING
NAZARIY TAHLILI**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ
ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ВИНТОВОГО КОНВЕЙЕРА С
ЦЕНТРАЛЬНЫМ ВИНТОВЫМ ВАЛОМ ОТ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ**

**THEORETICAL ANALYSIS OF THE DEPENDENCE OF ENERGY
CONSUMPTION ON ROTATIONAL SPEED IN A SCREW CONVEYOR
WITH A CENTRAL SCREW SHAFT**

Marasulov Islombek Ravshanbek o‘g‘li

Ilmiy tadqiqotchi,

“Intellektual boshqaruv va robototexnika” kafedrasi katta o‘qituvchisi,

Andijon davlat texnika instituti

m_islombek92@mail.ru

Annotatsiya

Ushbu maqolada markaziy vintsimon valga ega vintli konveyerning ish jarayonida energiya sarfining aylanish tezligiga bog‘liqligi nazariy jihatdan tadqiq etilgan. Tadqiqot to‘liq analitik modellashtirishga asoslangan bo‘lib, quritilmagan paxtaning fizik-mexanik xususiyatlari, konveyer konstruktiv parametrlari hamda mexanik qarshilik kuchlari hisobga olingan. Burovchi momentning aylanish tezligiga noxiziqli bog‘liqligi asosida konveyerning quvvat sarfi aniqlanib, energiya samaradorligining optimal ish rejimi mavjudligi nazariy asoslandi. Olingan natijalar vintli konveyer yuritmalarini loyihalashda va elektr dvigatel quvvatini tanlashda qo‘llanishi mumkin.

Kalit so‘zlar: vintli konveyer, energiya sarfi, aylanish tezligi, burovchi moment, nazariy model.

Аннотация

В данной статье теоретически исследована зависимость энергопотребления винтового конвейера с центральным винтовым валом от частоты вращения в процессе его работы. Исследование основано на полном аналитическом моделировании, при котором учитываются физико-

механические свойства неосушенного хлопкового сырья, конструктивные параметры конвейера, а также силы механического сопротивления. На основе нелинейной зависимости крутящего момента от частоты вращения определено потребляемое конвейером мощностное энергопотребление и теоретически обосновано существование оптимального рабочего режима с точки зрения энергетической эффективности. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании приводов винтовых конвейеров и выборе мощности электродвигателя.

Ключевые слова: винтовой конвейер, энергопотребление, частота вращения, крутящий момент, теоретическая модель.

Abstract

This paper presents a theoretical investigation of the dependence of energy consumption on the rotational speed of a screw conveyor with a central screw shaft during its operation. The study is based on comprehensive analytical modeling that takes into account the physical and mechanical properties of undried cotton raw material, the structural parameters of the conveyor, as well as mechanical resistance forces. Based on the nonlinear dependence of the torque on the rotational speed, the power consumption of the conveyor is determined, and the existence of an optimal operating mode in terms of energy efficiency is theoretically substantiated. The obtained results can be applied in the design of screw conveyor drive systems and in the selection of electric motor power.

Keywords: screw conveyor, energy consumption, rotational speed, torque, theoretical model.

1. Kirish

Hozirgi kunda sanoatning ko‘plab sohalarida, xususan paxta tozalash va quritish texnologik liniyalarida energiya resurslaridan oqilona foydalanish masalasi dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Energiya tashuvchilarning narxi oshib borayotgan sharoitda texnologik uskunalarning energetik samaradorligini oshirish, elektr dvigatellarning ortiqcha yuklanishini kamaytirish va uzluksiz ishlovchi

mexanizmlarning optimal ish rejimlarini aniqlash muhim ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Paxta sanoatida xom ashyoni tashish jarayoni umumiy energiya sarfining sezilarli qismini tashkil etadi. Ayniqsa quritilmagan paxtani tashishda materialning yuqori namligi, tolali tuzilishi va siqiluvchanligi transport mexanizmlarining ish rejimini murakkablashtiradi. Ushbu sharoitda vintli konveyerlar konstruktiv soddaligi, yopiq korpusda ishlash imkoniyati va uzluksiz transportlash xususiyati tufayli keng qo'llaniladi. Biroq vintli konveyerlarning energiya sarfi ko'p hollarda yetarlicha asoslanmagan holda tanlanadi, bu esa elektr dvigatel quvvatining ortiqcha tanlanishiga yoki aksincha, mexanizmning ishonchsiz ishlashiga olib keladi.

Markaziy vintsimon valga ega vintli konveyerlar quritilmagan paxtani tashishda eng ko'p qo'llaniladigan konstruktiv yechimlardan biri hisoblanadi. Ushbu konstruksiyada markaziy val, vint parraklari va podshipnik uzellari mavjud bo'lib, ular mexanik yo'qotishlarning muayyan darajada bo'lishiga sabab bo'ladi. Shu bilan birga, aylanish tezligi oshishi bilan paxtaning vint ichida zichlanishi, korpus devoriga bosilishi va ishqalanish kuchlarining ortishi kuzatiladi. Natijada konveyer yuritmasining energiya sarfi noxizizli xarakter kasb etadi.

Amaliyotda vintli konveyerlarning aylanish tezligi ko'pincha faqat unumdorlik talablaridan kelib chiqib belgilanadi. Biroq bu yondashuv energiya samaradorligi nuqtai nazaridan doimo to'g'ri bo'lavermaydi. Aylanish tezligining haddan tashqari oshirilishi paxta uzatish miqdorini biroz oshirgan holda, elektr dvigatel quvvatining keskin ortishiga, mexanik uzellarning tez yeyilishiga va ekspluatatsion xarajatlarning ko'payishiga olib keladi. Shu sababli vintli konveyerda energiya sarfining aylanish tezligiga bog'liqligini chuqur tahlil qilish zarurati yuzaga keladi.

Mavjud ilmiy adabiyotlarda vintli konveyerlarning unumdorligi va burovchi momentini aniqlashga bag'ishlangan ishlar uchraydi. Biroq markaziy vintsimon valga ega vintli konveyerda energiya sarfining aynan aylanish tezligiga bog'liqligi masalasi yetarlicha tizimli va analitik yondashuv asosida yoritilmagan. Ayniqsa quritilmagan paxtaning fizik-mexanik xususiyatlari hisobga olingan holda energiya

sarfini baholash masalasi dolzarbligicha qolmoqda. Shu munosabat bilan ushbu maqolada markaziy vintsimon valga ega vintli konveyerda energiya sarfining aylanish tezligiga bog‘liqligi to‘liq nazariy modellashtirish asosida tadqiq etiladi. Tadqiqotda burovchi momentning tezlikka bog‘liq modeli asosida konveyer yuritmasining quvvat sarfi aniqlanadi hamda energiya samaradorligi nuqtai nazaridan optimal ish rejimi mavjudligi asoslanadi. Olingan natijalar vintli konveyerlarni loyihalash, elektr dvigatel quvvatini tanlash va texnologik ish rejimlarini optimallashtirishda ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

2. Tadqiqot metodlari

Ushbu bo‘limda vintli konveyerda energiya sarfini aniqlashda qo‘llanilgan asosiy matematik bog‘lanishlarning kelib chiqishi mexanik va fizik mulohazalar asosida izohlanadi.

Mexanik quvvat formulasi keltirib chiqarilishi

Aylanuvchi mexanik tizimlar uchun umumiy mexanik quvvat ifodasi quyidagicha aniqlanadi:

$$P = M \cdot \omega$$

Bu ifoda ishning ta’rifi va aylanuvchi harakat kinematikasidan kelib chiqadi. Aylanuvchi jismda bajarilgan ish burovchi moment va burilish burchagi orqali aniqlanadi. Vaqt bo‘yicha differensiallash orqali quvvat olinadi.

Aylanish tezligi n ayl/min birlikda berilganligi sababli burchak tezlik quyidagicha ifodalanadi:

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

Natijada vintli konveyer yuritmasining mexanik quvvati aylanish tezligi va burovchi moment funksiyasi sifatida ifodalanadi:

$$P(n) = \frac{2\pi n}{60} \cdot M$$

Burovchi moment tarkibiy qismlarini ajratish

Markaziy vintsimon valga ega vintli konveyerda burovchi moment bir nechta mustaqil mexanik jarayonlar natijasida hosil bo‘ladi. Ushbu jarayonlarni tahlil qilish asosida burovchi moment uchta asosiy komponentga ajratildi.

Konveyer yuklanmagan holatda ham markaziy val, vint parraklari, podshipniklar va muftalarda mexanik yo‘qotishlar mavjud bo‘ladi. Ushbu yo‘qotishlar aylanish tezligiga deyarli bog‘liq bo‘lmagan doimiy qarshilikni hosil qiladi.

Shu sababli burovchi momentning tezlikka bog‘liq modelida bo‘sh yurish momenti doimiy had sifatida kiritildi:

$$M_0 = \text{const}$$

Qurilmagan paxtani vint bo‘ylab siljitish jarayonida asosiy qarshilik kuchi ishqalanish kuchlari hisobiga yuzaga keladi. Ushbu kuch quyidagicha baholanadi:

$$F = Q \cdot g \cdot f \cdot k$$

bu yerda:

- Q – vaqt birligida siljirilayotgan paxta massasi,
- g – erkin tushish tezlanishi,
- f – ishqalanish koeffitsienti,
- k – paxtaning namligi va tolalararo ilashuvini hisobga oluvchi koeffitsient.

Vintli konveyerda paxta sarfi aylanish tezligiga to‘g‘ri proporsional bo‘lganligi sababli:

$$Q = c \cdot n$$

Natijada qarshilik kuchi aylanish tezligiga proporsional bo‘ladi:

$$F \sim n$$

Burovchi moment kuch va vint radiusi orqali aniqlanadi:

$$M = F \cdot r$$

Shunday qilib, paxtaning oddiy siljishi bilan bog‘liq burovchi moment aylanish tezligiga chiziqli bog‘lanadi va quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$M_{\text{siljish}} = \alpha n$$

Aylanish tezligi ortishi bilan paxta vint ichida zichlana boshlaydi va markazdan qochma kuch ta'siri ostida korpus devoriga bosiladi. Markazdan qochma kuch quyidagicha ifodalanadi:

$$F_c = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

Bu kuch aylanish tezligining kvadratiga proporsional bo'lganligi sababli, u bilan bog'liq ishqalanish kuchlari ham kvadratik xarakterga ega bo'ladi. Ushbu qo'shimcha ishqalanish natijasida hosil bo'ladigan burovchi moment quyidagicha baholanadi:

$$M_{\text{zichlanish}} \sim \omega^2 \sim n^2$$

Shu sababli yuqori tezliklarda yuzaga keladigan zichlanish va qo'shimcha ishqalanish effektlari modelga kvadratik had ko'rinishida kiritildi:

$$M_{\text{zichlanish}} = \beta n^2$$

Yakuniy burovchi moment modeli

Yuqoridagi barcha mexanik jarayonlarni umumlashtirib, markaziy vintsimon valga ega vintli konveyerda burovchi momentning aylanish tezligiga bog'liqligi quyidagi yakuniy ko'rinishda ifodalanadi:

$$M(n) = M_0 + \alpha n + \beta n^2$$

Energiya sarfi modelining keltirib chiqarilishi

Yakuniy burovchi moment modeli mexanik quvvat tenglamasiga qo'yilib, vintli konveyer yuritmasining energiya sarfi aniqlanadi:

$$P(n) = \frac{2\pi}{60} (M_0 n + \alpha n^2 + \beta n^3)$$

Bu ifoda energiya sarfining aylanish tezligiga noxiziqli bog'liqligini va yuqori tezliklarda kubik hadning ustun ahamiyat kasb etishini ko'rsatadi.

Energiya sarfi modeli burovchi momentning tezlikka bog'liq komponentlarini mexanik jarayonlarning fizik mohiyatidan kelib chiqib bosqichma-bosqich keltirib chiqarish orqali shakllantirildi.

3. Nazariy hisob-kitoblar natijalari

Olingan tenglama tahlili shuni ko‘rsatadiki, past aylanish tezliklarida energiya sarfi asosan M_{0n} va αn hadlar hisobiga ortadi. Bu rejimda paxta vint bo‘ylab barqaror siljiydi va energiya sarfi nisbatan past bo‘ladi.

Aylanish tezligi ortishi bilan kub had βn^3 ustun ahamiyat kasb eta boshlaydi. Bu holat paxtaning vint ichida zichlanishi, markazdan qochma kuch ta’siri ostida korpus devoriga bosilishi va ishqalanish kuchlarining keskin ortishi bilan izohlanadi. Natijada energiya sarfi tez sur’atlarda oshadi.

Energiya sarfi modelini tahlil qilish shuni ko‘rsatdiki, vintli konveyer uchun optimal aylanish tezligi chiziqli va nochiziqli yo‘qotishlar muvozanatlashadigan nuqtaga to‘g‘ri keladi. Nazariy hisob-kitoblar asosida ushbu tezlik energiya samaradorligi maksimal bo‘lgan ish rejimini ta’minlaydi. Paxtaning hajmiy zichligi va ishqalanish koeffitsienti kamaygan sari optimal aylanish tezligi ham kamayishi aniqlandi. Bu natija vintli konveyerning ish rejimi tashilayotgan material xususiyatlariga sezilarli darajada bog‘liq ekanligini tasdiqlaydi.

Nazariy hisob-kitoblar shuni ko‘rsatdiki, markaziy vintsimon valga ega vintli konveyerda energiya sarfi aylanish tezligiga kuchli nochiziqli bog‘liqlikka ega. Aylanish tezligini oshirish har doim ham energetik jihatdan maqsadga muvofiq emas. Aksincha, yuqori tezliklarda energiya sarfining keskin ortishi konveyerning umumiy samaradorligini pasaytiradi.

Olingan natijalar vintli konveyer yuritmalarini loyihalashda faqat maksimal unumdorlikni emas, balki energiya sarfini minimallashtirish mezonini ham hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi.

4. Muhokamalar

Olingan nazariy natijalar markaziy vintsimon valga ega vintli konveyerda energiya sarfining aylanish tezligiga bog‘liqligi murakkab va nochiziqli xarakterga ega ekanligini tasdiqlaydi. Burovchi momentning tarkibiy tahlili shuni ko‘rsatdiki, konveyer ish jarayonida energiya yo‘qotishlari bir vaqtning o‘zida bir nechta mexanik jarayonlar ta’sirida shakllanadi va ularning nisbiy ulushi aylanish tezligiga qarab sezilarli darajada o‘zgaradi.

Past aylanish tezliklarida energiya sarfi asosan bo'sh yurishdagi mexanik yo'qotishlar hamda paxtaning vint bo'ylab oddiy siljishi bilan bog'liq bo'lgan chiziqli qarshiliklar hisobiga yuzaga keladi. Bu rejimda konveyer barqaror ishlaydi, biroq unumdorlik past bo'lib qoladi. Natijada energiya samaradorligi nuqtai nazaridan past tezliklar doimo optimal deb bo'lmaydi.

Aylanish tezligi oshishi bilan paxtaning vint ichida zichlanishi va korpus devoriga bosilishi kuchayadi. Ushbu holat ishqalanish kuchlarining ortishiga olib keladi va burovchi momentning kvadratik komponenti ustun ahamiyat kasb eta boshlaydi. Natijada energiya sarfi tez sur'atlarda ortib, konveyer yuritmasining energetik samaradorligi pasayadi. Bu holat ayniqsa quritilmagan paxta kabi tolali va siqiluvchan materiallar tashilganda yaqqol namoyon bo'ladi. Muhokama natijalari shuni ko'rsatadiki, amaliyotda vintli konveyerlarning aylanish tezligini faqat maksimal unumdorlik mezonini asosida tanlash energetik jihatdan maqsadga muvofiq emas. Nazariy modelga ko'ra, yuqori tezliklarda unumdorlikning nisbatan kichik ortishi evaziga energiya sarfining keskin oshishi kuzatiladi. Shu sababli aylanish tezligini tanlashda energiya samaradorligi, mexanik ishonchlilik va ekspluatatsion barqarorlik mezonlarini birgalikda hisobga olish zarur.

Taklif etilgan nazariy yondashuvning muhim jihati shundaki, u eksperimental tadqiqotlar o'tkazilmagan sharoitda ham vintli konveyerning energetik xususiyatlarini tahlil qilish imkonini beradi. Shu bilan birga, model kelgusida tajriba natijalari bilan aniqlashtirilishi va material xossalari o'zgarishi hisobga olingan holda rivojlantirilishi mumkin.

5. Xulosalar

1. Markaziy vintsimon valga ega vintli konveyerda energiya sarfining aylanish tezligiga bog'liqligi nazariy jihatdan tahlil qilinib, uning nochiziqli xarakterga ega ekanligi aniqlandi.
2. Burovchi momentning bo'sh yurish, chiziqli va kvadratik komponentlarga ajratilishi energiya sarfining fizik mohiyatini tushuntirish imkonini berdi.

3. Aylanish tezligi ortishi bilan energiya sarfining kubik darajada oshishi paxtaning zichlanishi va ishqalanish kuchlarining keskin kuchayishi bilan izohlanishi asoslandi.
4. Nazariy natijalar vintli konveyer uchun energiya samaradorligi nuqtai nazaridan optimal aylanish tezligi mavjudligini ko'rsatdi.
5. Olingan model vintli konveyer yuritmalarini loyihalash, elektr dvigatel quvvatini asoslash va ekspluatatsion rejimlarni tanlashda ilmiy asos sifatida qo'llanishi mumkin.
6. Tadqiqot natijalari quritilmagan paxtani tashish texnologiyalarida energiya tejankor va ishonchli ish rejimlarini shakllantirishga xizmat qiladi.

Nazariy tahlil vintli konveyerda aylanish tezligini oshirish doimo energetik samaradorlikni oshirmasligini ko'rsatdi va optimal ish rejimini tanlash zarurligini ilmiy asoslab berdi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Djurayev A., Marasulov I. Vintli konveyerlar bo'yicha ilmiy izlanishlar tahlili. BuxMTI ilmiy jurnali. 6-2023.
2. А.Дж. Джураев, К.К. Юлдашев, И.Р. Марасулов, А.И. Тохиров. Разработка эффективной конструктивной схемы винтового конвейера. АндМИ илмий-техник журнали. Махсус сон. №4. 2022.
3. Q. Xolmirzayev. Tolali materiallarga birlamchi ishlov berish. O'quv qo'llanma. Toshkent. 2007.
4. Шукуров М.М. и др. Патент Рес. Узб. Винтовой конвейер. UZ IAP 032701, Бюлл. №2, 2007.
5. Абдугафаров Х.Ж. и др. Патент Рес. Узб. Винтовой конвейер. FAP №01141, Бюлл. №10, 2016.