

УДК 681.5

М.Ю. Колесніков, студент

Кафедра Автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів

КПІ ім. Ігоря Сікорського

ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ КОНВЕЄРНОЇ УСТАНОВКИ ЗМІННОЇ ДОВЖИНИ

Анотація. В результаті досліджень було визначено важливість використання регульованого електроприводу конвеєрної установки яке дозволило отримати принципово нову транспортну установку. Встановлено, що при здійсненні оптимального керування електроприводом конвеєрної установки виникає можливість змінювати довжину транспортування конвеєра без зупинки обладнання. Запропонована система автоматичного керування електроприводом лебідки телескопічного пристрою який підтримує постійне натягнення стрічки. Отримано залежності, що дозволили розрахувати очікувану швидкість проведення тунелю при застосуванні стрічкового конвеєра працюючого під час зміни довжини транспортування.

Ключові слова оптимальне керування, електропривод конвеєра, довжина транспортування, очікувана швидкість проведення тунелю.

Вступ. Сучасна тенденція розвитку світового машинобудування характеризується постійним підвищенням технічного рівня новостворюваних машин й устаткування, що забезпечує їхню конкурентоспроможність в умовах зростаючих вимог ринку. В значній мірі це відноситься до підйомно-транспортної техніки, яка широко використовується в різних галузях народного господарства.

У великому класі підйомно-транспортної техніки чільне місце займають стрічкові конвеєри, розвиток конструкцій яких має іти по шляху підвищення продуктивності, зменшення енергоємності транспортування вантажу.

Одним з таких конструктивних рішень є використання стрічкового конвеєра зі змінною довжиною транспортування [1]. Він являє собою напівстаціонарну установку, здатну подовжуватись під час роботи (рис. 1).

На цьому конвеєрі кінцевий або виносний барабан встановлюють на пересувній станції. Завдяки руху пересувній станції від керованого електроприводу відбувається зміна довжини транспортування. Наявність телескопічного пристрою з системою автоматичного контролю натягнення стрічки дозволяє подовжувати конвеєр при працюючому приводі.

Його застосування дозволяє підвищити продуктивність праці і зменшити енергоємність транспортування, при потоковій технології виконання робіт:

- за рахунок виключення непродуктивних робочих операцій, пов'язаних із переносом кінцевої станції конвеєра;
- завдяки можливості подовження або скорочення довжини конвеєра під час його роботи;
- завдяки виключення з традиційної технологічної схеми, а саме з транспортного ланцюжка перевантажувальних пристроїв (рис. 1).

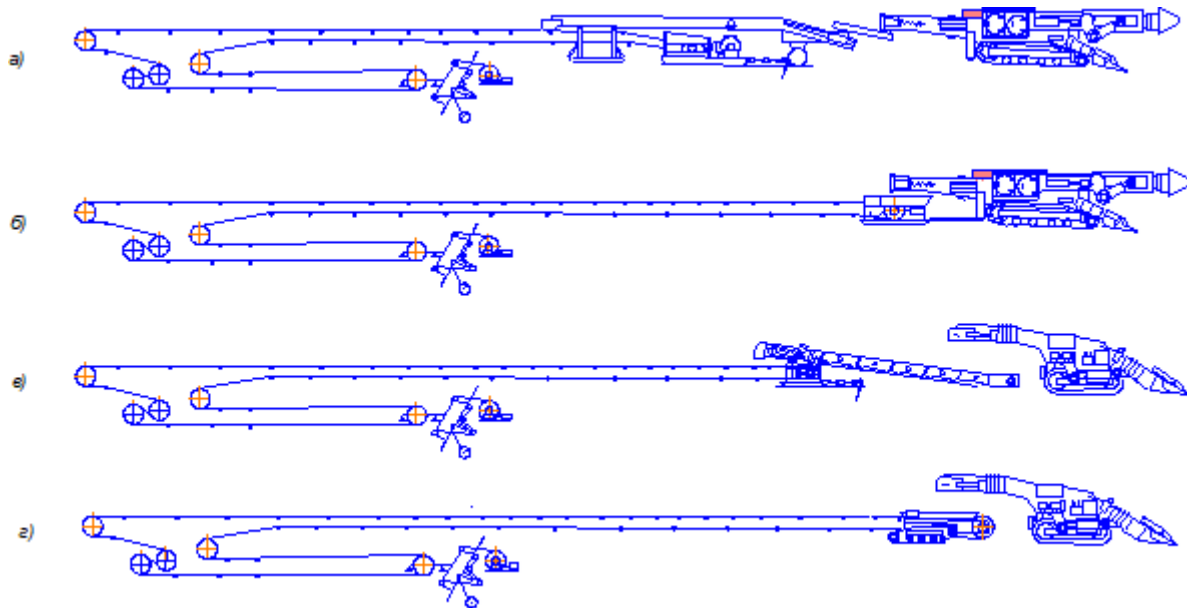


Рисунок 1 – Схеми роботи транспортуючих пристроїв спільно з прохідницькою технікою під час проведення тунелю:

- а) традиційна схема з використанням стрічкового конвеєра, мостового та причіпного перевантажувачів при комбайновому способі проведення тунелю;
- б) не традиційна з використанням стрічкового конвеєра працюючого при довжині, що змінюється, при комбайновому способі проведення тунелю;
- в) традиційна схема з використанням стрічкового конвеєра та скребкового конвеєра при буропідривному способі проведення тунелю;
- г) не традиційна з використанням стрічкового конвеєра працюючого при довжині, що змінюється, при буропідривному способі проведення тунелю.

Мета та завдання. Метою даної статті є розробка методики щодо визначення оптимального завдання для керованого електроприводу конвеєра при змінній довжині стрічки.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- врахувати основні фактори, що визначають можливість забезпечення роботи конвеєра при змінній довжині та сформулювати вимоги до системи автоматичного керування.
- отримання аналітичну залежність або номограму, що дозволить розрахувати очікувану швидкість проведення тунелю при застосуванні стрічкового конвеєра працюючого під час зміни довжини транспортування.

Матеріал і результати досліджень. Встановлено, що зміна довжини транспортування передбачає наявність телескопічного пристрою обладнаного системою автоматичного керування натягненням стрічки [1]. Система автоматичного керування лебідкою телескопічного пристрою дозволяє забезпечує реагування електромеханічної системи на зміну натягнення стрічки під час зміни довжини транспортування.

Система автоматичного керування натягненням стрічки конвеєра зі змінною довжиною (рис.2) працює наступним чином.

Натяг стрічки контролюється датчиком 4 на який через блоки 3 впливає натяжний канат натяжної лебідки пов'язаної з рухомою кареткою телескопічного пристрою 5. При переміщенні пересувної кінцевої станції виникає зміна натягнення стрічки, що збільшує або зменшує натяг канату лебідки 2. Датчик 4 приєднаний до одного з блоків 3 надсилає сигнал на пристрій 11, що перетворює силовий сигнал в аналоговий (електричний) і який

впливає на пускову апаратуру привода лебідки 2. При збільшенні натягнення стрічки (натягу канату) лебідки 2 відпускає канат до моменту встановлення заданого натягу стрічки і навпаки при зменшенні натягу стрічки підтягує канат.

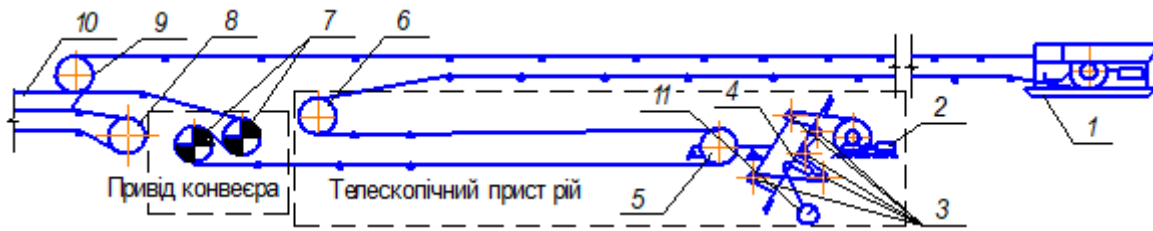


Рисунок 2 – Схема стрічкового конвеєра зі змінною довжиною транспортування: 1 – пересувна станція; 2 – натяжна лебідка; 3 – обвідні блоки для канату; 4 – датчик натягнення канату; 5 – рухома каретка з барабаном; 6 – нерухомий барабан; 7 – приводні барабани конвеєра; 8 – кінцевий барабан наступного конвеєра; 9 – виносний барабан; 10 – тічка пересипу; 11 – пристрій, що перетворює силовий сигнал в аналоговий (електричний).

Конструктивна схема приводу із натяжним телескопічним пристроєм наведена на рисунку 3.

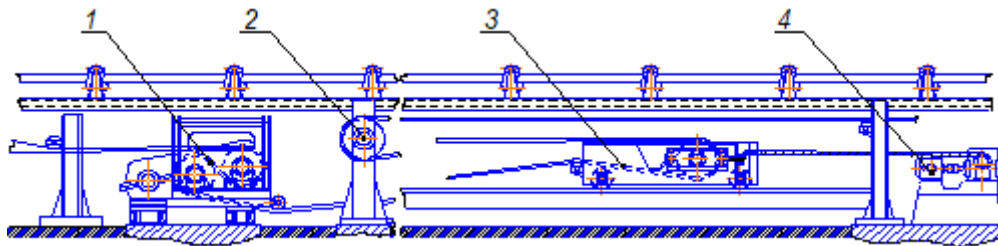


Рисунок 3 – Привід із натяжним телескопічним пристроєм: 1 – привід стрічкового конвеєра; 2 – нерухомий барабан телескопічного пристрою; 3 – рухлива каретка телескопа; 4 – натяжна лебідка телескопічного пристрою

В роботі [2] наведено дослідження в якому встановлено, що при зміні довжини транспортування працюючого конвеєра збільшення натягнення стрічки на барабані пересувної станції дорівнює не більше ніж 10% від натягнення до початку подовження конвеєра. Тому подовжувати конвеєр доцільно при працюючому приводі.

Отримаємо залежність по якій можна визначити технологічну ефективність застосування нової техніки.

Як що припустити, що використання нової техніки дозволить виключити підготовчо-заклучні операції, то збережений час підготовчо-заклучних операцій протягом місяця можна представити як зміни за рахунок яких збільшується продуктивність

$$C_{П.З.} = E_{зуп.} \cdot B_{зуп.}, \text{зм/міс.} \quad (1)$$

де $B_{зуп.} = \Pi_{міс} / q$ – кількість зупинок протягом одного місяця пов'язаних з виконанням підготовчо-заклучних операцій; $\Pi_{міс}$ – місячна продуктивність при використанні базової техніки, м/міс або т/міс.; q – об'єм продукції отриманої базовою технікою до моменту

підготовчо-заключних операцій, *метрів* або *тон*; $E_{зуп.} = t_{п.з.} / t_{зм}$ – кількість зупинок протягом однієї зміни пов'язаних з виконанням підготовчо-заключних операцій; $t_{зм}$ – тривалість зміни, *год*; $t_{п.з.}$ – тривалість підготовчо-заключних операцій, *год*.

З закону пропорційності: кількість робочих змін в місяці пов'язаних з отриманням продукції пропорційна змінам збереженого часу так само як місячна продуктивність пропорційна величині продуктивності збереженого часу. Враховуючи закон пропорційності визначимо передбачуване збільшення продуктивності

$$P_{зб} = \frac{C_{п.з.} \cdot P_{мес}}{C_{роб}}, \text{ м/міс або т/міс.} \quad (2)$$

$$P_{зб} = \frac{C_{п.з.} \cdot P_{мес}}{C_{рем}}, \text{ м/міс або т/міс.} \quad (3)$$

де $C_{роб.}$ – кількість змін в місяці пов'язаних з отриманням продукції, *зм/міс.*; $C_{рем}$ – кількість ремонтних змін в місяці, *зм/міс.*; $C_{міс}$ – кількість змін в місяці, *зм/міс.*

Передбачувана продуктивність за відсутністю підготовчо-заключних операцій складе

$$P_0 = P_{міс} + P_{з.п.}, \text{ м/міс або т/міс.} \quad (4)$$

Підставивши рівняння (1), (2), (3) у рівняння (4), отримаємо

$$P_0 = \frac{P_{мес} \cdot K_{Т.Е.}}{K_{Т.Е.} - P_{міс}}, \text{ м/міс або т/міс.} \quad (5)$$

де $K_{Т.Е.}$ – коефіцієнт технологічної ефективності застосування нової техніки.

$$K_{Т.Е.} = \frac{(C_{міс} - C_{рем}) \cdot q \cdot t_{зм}}{t_{п.з.}}, \text{ м/міс або т/міс.} \quad (6)$$

Використання в прохідницькому вибої стрічкового конвеєра, що працює при довжині, що змінюється, передбачає скорочення технологічних операцій пов'язаних з монтажно-демонтажними роботами (підготовчо-заключних операцій) при пересуванні кінцевої станції.

Будемо вважати, що монтажно-демонтажні роботи необхідні для збільшення довжини транспортування конвеєра по традиційній схемі (рис. 1а, в) виконуються в робочі зміни.

Технологічні операції, пов'язані з монтажно-демонтажними роботами тривалістю $t_{мон.}$ (підготовчо-заключні операції тривалістю $t_{п.з.}$) кінцевої станції по традиційній схемі складаються з: розкріпленні і пересуванні станції, буріння шпурів під анкери для кріплення станції, кріплення станції анкерами, переноски перевантажувачів.

Передбачувана швидкість (продуктивність) проведення тунелю за відсутністю монтажно-демонтажних робіт (підготовчо-заключних операцій) складе

$$V_0 = \frac{V_{\text{мес}} \cdot K_{T.E.}}{K_{T.E.} - V_{\text{міс}}}, \text{ м/міс}, \quad (7)$$

$$K_{T.E.} = \frac{(C_{\text{міс}} - C_{\text{рем}}) \cdot l \cdot t_{3M}}{t_{\text{мон.}}}, \text{ м/міс}, \quad (8)$$

де $V_{\text{міс}}$ – місячна швидкість проведення тунелю при використанні базової техніки по традиційній технології м/міс, .

В даному випадку підготовчо-заклучні операції $t_{П.З.} = t_{\text{мон.}}$, продуктивність, що отримується базовою технікою за час між підготовчо-заклучними операціями $П_{З.П.} = l$, де l – крок перенесення кінцевої станції стрічкового конвеєра. Ефективна довжина стрічкового перевантажувача при використанні стрічкових перевантажувачів, або загальна довжина рештаків, що нарощуються під час монтажно-демонтажних робіт при використанні скребкових перевантажувачів, м.

За допомогою отриманих залежностей складена номограма, що дозволяє визначити збільшення швидкість проведення тунелю при використанні стрічкового конвеєра зі змінною довжиною транспортування (рис.4).

Порядок користування номограмою показано стрілками. У тих випадках, коли досліджувана швидкість проведення, довжина перевантажувального пристрою, час монтажно-демонтажних операцій або кількість ремонтних змін відсутня в одному з квадратів номограми, розрахунок слід проводити за допомогою інтерполяції або за формулою (6).

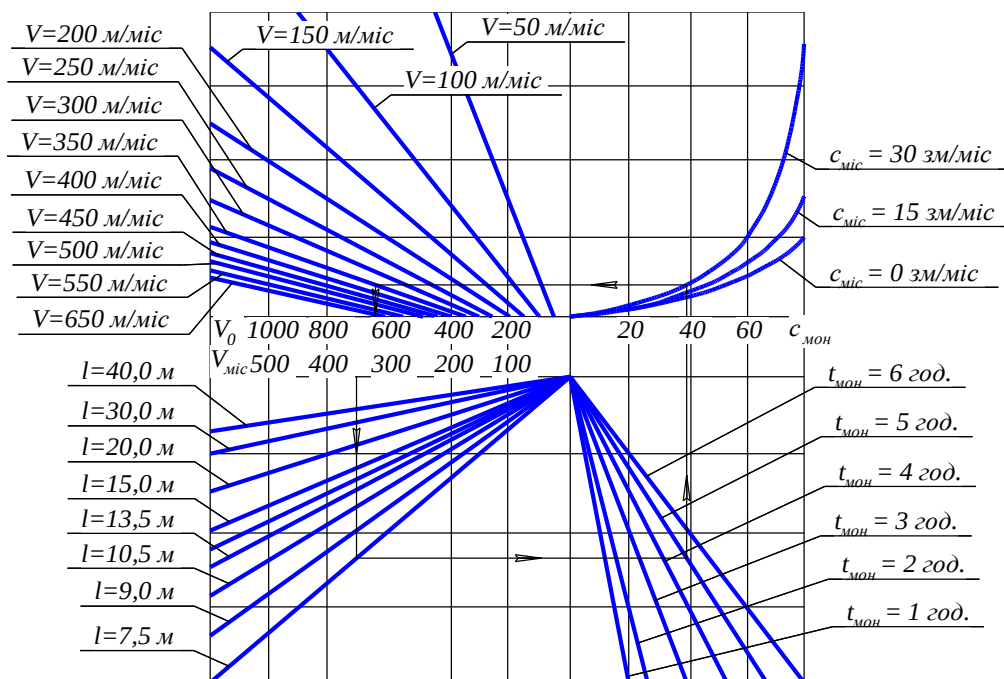


Рисунок 4 – Номограма визначення очікуваної швидкості проведення тунелю

Висновки. При використанні номограми визначення очікуваної швидкості можна сформулювати оптимальне завдання швидкості роботи електроприводу конвеєрної установки при зміні довжину транспортування. При цьому відпрацювання завдання швидкості електроприводом конвеєрної установки забезпечується при зміні довжини транспортування конвеєра за умови автоматичного керування електроприводом лебідки

телескопічного пристрою. При працюючому приводі конвеєра виникає збільшення або зменшення натягнення стрічки не більше 10% від початкового. Автоматична система керування електроприводом лебідки телескопічного пристрою контролює заданий натяг стрічки. Застосування системи автоматичного керування електроприводом конвеєрної установки дозволило підвищити продуктивність праці і зменшити енергоємність транспортування за рахунок: виключення робочих операцій, пов'язаних з переносом кінцевої станції конвеєра; збільшення машинного часу прохідницької машини; виключення з традиційної технологічної схеми перевантажувальних пристроїв.

Список використаних джерел

1. Гаврюков О.В. *Теорія і практика використання стрічкових конвеєрів, що працюють при змінній довжині: монографія* / О.В. Гаврюков - Макіївка: ДонНАБА, 2007. - 119с.
2. О.В. Гаврюков, М.Ю. Колесніков, А.В. Запривода, В.Ю. Луценко О.В. Бондарчук. *Визначення механізму розрахунку натягнень стрічки конвеєра працюючого під час зміни довжини транспортування. Східно-Європейського журналу передових технологій № 2/7 (128) 2024.* - Харків: ПП "Технологічний Центр", 2023. С.56 – 66. DOI: 10.15587/1729-4061.2024.300648

Науковий керівник: к.т.н., доцент А.В. Торопов

UDC 681.5

M. Kolesnikov,¹ student
Department of Automation of electrical and mechatronic complexes
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

OPTIMAL ELECTRIC DRIVE OF VARIABLE LENGTH CONVEYOR UNIT

Abstract. As a result of the research, the importance of using the adjustable electric drive of the conveyor installation was determined, which made it possible to obtain a fundamentally new transport installation. It was established that when optimal control of the electric drive of the conveyor installation is carried out, it is possible to change the length of the conveyor transportation without stop. The proposed system of automatic control of the electric drive of the winch of the telescopic device, which supports the constant tension of the tape. Dependencies were obtained that made it possible to calculate the expected speed of tunneling when using a belt conveyor operating during a change in the length of transportation.

Keywords optimal control, conveyor electric drive, transportation length, expected speed of tunneling.

References

1. Gavryukov A.V. Theory and practice of using belt conveyors operating with varying lengths: monograph / A.V. Gavryukov – Makeevka: DonNASA, 2007. – 119 p.
2. Gavryukov A., Kolesnikov M., Zapryvoda A., Lutsenko V., Bondarchuk O. determination of the Mechanism for Calculating the Tensions of a Working Conveyor Belt During a change in the Transportation Length. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, № 2/7 (128) 2024., P. 56 – 66. DOI: 10.15587/1729-4061.2024.300648

Scientific supervisor: Cand.Tech.Sc., Associate professor Anton Toropov