

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему
«Дослідження процесу формування стрічки конвеєра»

Виконав: студент VI курсу, групи Маш-61

Спеціальності 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

Віталій МИСАКОВЕЦЬ

Керівник: к.т.н., доцент Петро КОРУНЯК
(Ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
(підпис)

д.т.н., професор ВЛАСОВЕЦЬ В.М.
(прізвище та ініціали)
“28” квітня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Мисаковцю Віталію Валерійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **«Дослідження процесу формування стрічки конвеєра»**

Керівник роботи Коруняк Петро Степанович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом університету від 28.04. 2023 року №133/к-с

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 15.01. 2024 року

3. Вихідні дані до работ: довідкова література, альбоми конструкцій та технічні характеристики відомих стрічкових конвеєрів, пристрої і механізми формування вантажного потоку, методика проведення розрахунків типових механізмів стрічкових конвеєрів, методи кінематичного аналізу важільних механізмів, методика визначення економічної ефективності впровадження нового технічного рішення, інструкції з охорони праці.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1. Літературний огляд стрічкових конвеєрів та особливості їх функціонування.

2. Огляд конструкцій та розрахунок стрічкових конвеєрів;

3. Кінематичне дослідження механізму формування стрічки конвеєра;

4. Охорона праці і виробнича безпека;

5. Ефективність прийнятих рішень;

Висновки і пропозиції;

Бібліографічний список.

5. Перелік графічного матеріалу:

Графічні матеріали до роботи виконати у вигляді презентації у застосунку Microsoft PowerPoint: мета і завдання дослідження, класифікація та огляд конструкцій транспортуючих машин безперервної дії, будова і функціональні особливості механізмів стрічкових конвеєрів, основні засади проектування і їх розрахунку, кінематичний аналіз механізму регулювання форми стрічки конвеєра, результати експериментальних досліджень, економічні показники впровадження запропонованого технічного рішення.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		Завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Коруняк П. С., к.т.н., доц. каф. машинобудування			
4	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання 28.04.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1	<i>Літературний огляд стрічкові конвеєри та особливості їх функціонування</i>	28.04.23-29.06.23	
2	<i>Огляд конструкцій та розрахунок стрічкових конвеєрів</i>	30.06.23-27.08.23	
3	<i>Кінематичне дослідження механізму формування стрічки конвеєра;</i>	28.08.23-24.09.23	
4	<i>Охорона праці і виробнича безпека</i>	25.09.23-14.11.23	
5	<i>Економічна частина</i>	15.11.23-18.12.23	
6	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	19.12.23-03.01.23	
7	<i>Оформлення графічної частини</i>	04.01.24-15.01.24	

Студент _____ Віталій МИСАКОВЕЦЬ
(підпис) (Ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____ Петро КОРУНЯК
(підпис) (прізвище та ініціали)

Дослідження процесу формування стрічки конвеєра.

Мисаковець В.В.. Кваліфікаційна робота. – Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2024р.

52 с. текст. част., 12 рис., 10 табл., 14 джерел інформації.

Проведено аналіз конструкцій стрічкових конвеєрів та їх місце виробничих технологічних процесах. Розглянуті механізми і пристрої за їх функціональною приналежністю. Розглянуті основні засади проектування і розрахунку конвеєрів та запропонована конструкція механізму зміни профілю стрічки.

Для розширення виробничих можливостей досліджено структурну схему опори вантажонесучої вітки стрічкових конвеєрів, яке досягається зміною форми стрічки на його опорах за допомогою важільного механізму. У результаті кінематичного синтезу отримані аналітичні залежності для визначення геометричних розмірів механізму, які відповідають заданого режиму роботи.

Розглянуто питання охорони праці і виробничої безпеки під час роботи стрічкових конвеєрів на підприємстві.

Визначено параметри економічна ефективність використання розробленої конструкції стрічкового конвеєра.

ЗМІСТ

ВСТУП

Розділ 1. СТРІЧКОВІ КОНВЕЄРИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ

ФУНКЦІОНУВАННЯ.....

1.1. Загальні відомості про стрічкові конвеєри.....

1.2. Елементи стрічкового конвеєра

1.2.1. Приводи.....

1.2.2. Конвеєрна стрічка

1.2.3. Роликоопори

1.2.4. Натяжні пристрої.....

1.2.5. Опорні металоконструкції

1.2.6. Завантажувальні та розвантажувальні пристрої.....

1.2.7. Пристрої для очищення стрічки та барабанів.....

1.3. Висновки і задачі дослідження.....

Розділ 2. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ТА РОЗРАХУНОК СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ

2.1. Основні типи стрічкових конвеєрів

2.2. Стрічкові конвеєри із збільшеним кутом нахилу

2.3. Порядок інженерного розрахунку стрічкового транспортера

Розділ 3. КІНЕМАТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ

ФОРМУВАННЯ СТРІЧКИ КОНВЕЄРА.....

3.1. Підвищення ефективності використання стрічкових конвеєрів

3.2. Кінематичний синтез механізму регулювання форми стрічки конвеєра

3.3. Силовий аналіз механізму регулювання форми стрічки конвеєра.....

Висновки по розділу 3

Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ І ВИРОБНИЧА БЕЗПЕКА.....

4.1. Основні задачі виробничої безпеки.....

4.2. Дотримання заходів безпеки під час встановлення та монтажу стрічкових конвеєрів.....

4.3. Дотримання заходів безпеки під час експлуатації стрічкових конвеєрів.....	
4.4. Вимоги безпеки.....	
4.5. Пожежна безпека.....	
4.6. Вимоги до охорони навколишнього середовища.....	
4.7. Розрахунок захисного заземлення.....	

Розділ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА.....

5.1. Обґрунтування техніко-економічної ефективності удосконаленого стрічкового конвеєра.....	
5.2. Висновки по розділу.....	

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....

Вступ

Високопродуктивна робота сучасного підприємства неможлива без правильно організованих та надійно працюючих засобів промислового транспорту. Наприклад, на машинобудівному заводі отримують і розподіляють цехами сотні тонн металу, палива, напівфабрикатів і готових виробів суміжних виробництв, і відправляють з цехів готову продукцію і відходи виробництва. До доменних печей металургійного комбінату щодня подають тисячі тонн агломерату, флюсів, коксу, а від печей відвозять до інших цехів та на склади готовий метал. У вугільних шахтах, кар'єрах відкритих розробок щодня транспортують тисячі тонн видобутого вугілля та пустої породи. Ці переміщення вантажів на підприємствах виконуються засобами промислового транспорту.

Сучасне масове та великосерійне виробництво продукції різноманітних галузей промисловості виконується потоковим методом із широким використанням автоматичних ліній. Поточний метод виробництва та робота автоматичної лінії засновані на конвеєрній передачі виробів від однієї технологічної операції до іншої. Отже, конвеєри є складовою та невід'ємною частиною сучасного технологічного процесу – вони встановлюють та регулюють темп виробництва, забезпечують його ритмічність, сприяють підвищенню продуктивності праці та збільшенню випуску продукції. Конвеєри є основними засобами комплексної механізації та автоматизації транспортних та вантажно-розвантажувальних робіт та поточних технологічних операцій.

Тісний зв'язок конвеєрів із загальним технологічним процесом виробництва зумовлює їхню високу відповідальність. Порушення роботи хоча б одного конвеєра у загальній транспортно-технологічній системі викликає порушення роботи всього комплексу машин системи та підприємства загалом. Будь-яка автоматична технологічна система не може працювати у разі несправності транспортних агрегатів. Транспортуючі машини безперервного транспорту є виключно важливими та відповідальними ланками обладнання сучасного підприємства, від дії яких залежить успіх його роботи.

РОЗДІЛ 1

СТРІЧКОВІ КОНВЕЄРИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ

1.1. Загальні відомості

Стрічкові конвеєри – це найпоширеніший засіб безперервного транспортування як штучних вантажів, так і насипних у промисловості, будівництві, сільському господарстві тощо. Вони є важливою складовою у виробничих процесах, в роботі портів, перевантажувальних майданчиків, складських господарств, сільськогосподарських підприємств.

Стрічкові конвеєри класифікуються за: призначенням, типом стрічки, формою її перерізу, виду вантажу, способом розвантаження, типом металоконструкції та траси, кількістю приводів,.

Сучасні конвеєри поділяються на п'ять типів: Л – для горизонтального та малопохиленого транспортування; ЛУ – похилі конвеєри, ЛБ – бремсбергові конвеєри. Останні знайшли застосування у гірничій промисловості для подачі з місць видобутку порід і корисних копалин. Конвеєри типу ЛТ (телескопічні) уможливають скорочувати робочу довжину транспортування не зменшуючи довжину стрічки. Під час вибору типу стрічкового конвеєру необхідно зробити як технологічне, так і економічне обґрунтування.

Основою конвеєра є нескінченна замкнута гнучкий елемент (стрічка). Залежно від типу підтримуючих пристроїв (роликів опор) стрічка може мати плоску або жолобоподібну форму. Верхня робоча та нижня холоста вітки стрічки підтримуються роликкоопорами. Урухомлення стрічки конвеєра здійснюється приводним барабаном, який приводиться в обертальний рух електродвигуном через редуктор. Постійний натяг стрічки забезпечується натяжним пристроєм. Вантаж надходить на стрічку через завантажувальний пристрій, а розвантажується за допомогою барабанних або плужкових розвантажувачів в районі кінцевого барабана або в будь-якому пункті вздовж конвеєра.

В залежності від швидкості руху та ширини стрічки продуктивність стрічкових конвеєрів може досягати 20 000-25 000 т/год, а їх довжина, використовуючи високоміцну стрічку, становить 5 – 10 км.

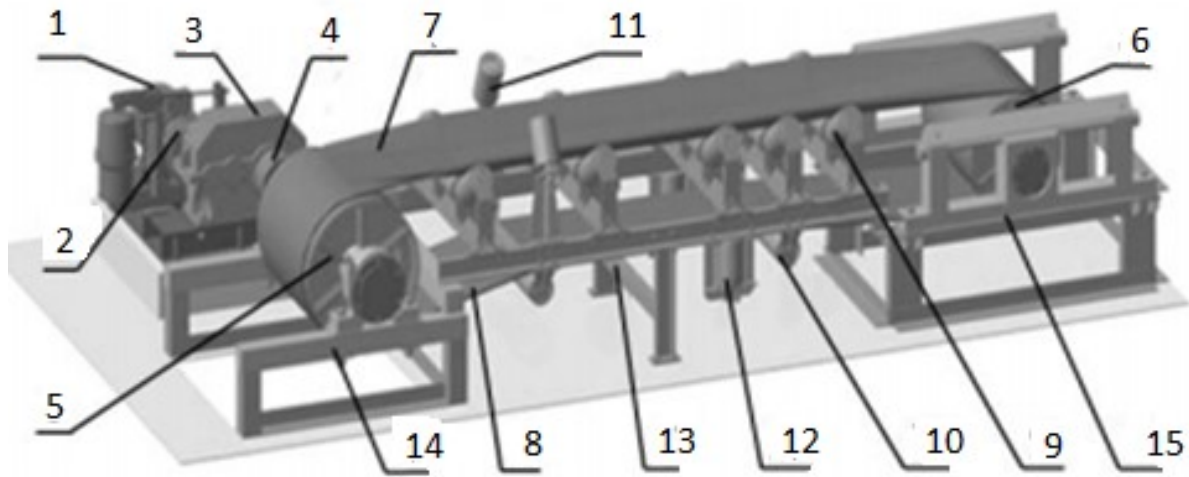


Рис.1.1. Стрічковий конвеєр:

1 – гальмо; 2 – електродвигун; 3 – редуктор; 4 – муфта; 5 – приводний барабан; 6 – натяжний барабан; 7 – робоча вітка стрічки; 8 – холоста вітка стрічки; 9 – роликоопори робочої гілки стрічки; 10 – роликоопори холостої вітки стрічки; 11 і 12 – центрувальні ролики; 13 – остов конвеєра; 14 і 15 – рами барабанів конвеєра.

Стрічкові конвеєри загального призначення поділяються на легкі, нормальні, важкі та надважкі.

За типом тягового органу (стрічки) вони бувають з гумовотканними і гумовотросовими, сталевими та дротяними стрічками, стрічково-ланцюгові та стрічково-канатні.

1.2. Елементи стрічкового конвеєра

1.2.1. Приводи

Приводи стрічкових конвеєрів дуже різноманітні (рис. 1.2). Вони відрізняються числом приводних барабанів, типом передавального механізму, взаємним розташуванням частин, наявністю або відсутністю турбомуфт, гальмівних пристроїв, потужністю двигунів тощо.

За кількістю приводних барабанів розрізняють одно-, дво- і трибарабанні приводи. Окрему групу складають приводи з притискним роликом (або батареєю роликів), з притискною та приводною стрічками, призначеними для підвищення тягової здатності приводу.

Двобарабанні приводи випускають з роздільними приводами на кожен барабан або з одним загальним двигуном. Підземні конвеєри в основному

мають однобарабанні та двобарабанні приводи з одним або декількома двигунами, іноді трибарабанні приводи з встановленням всіх трьох приводів у головній частині конвеєра.

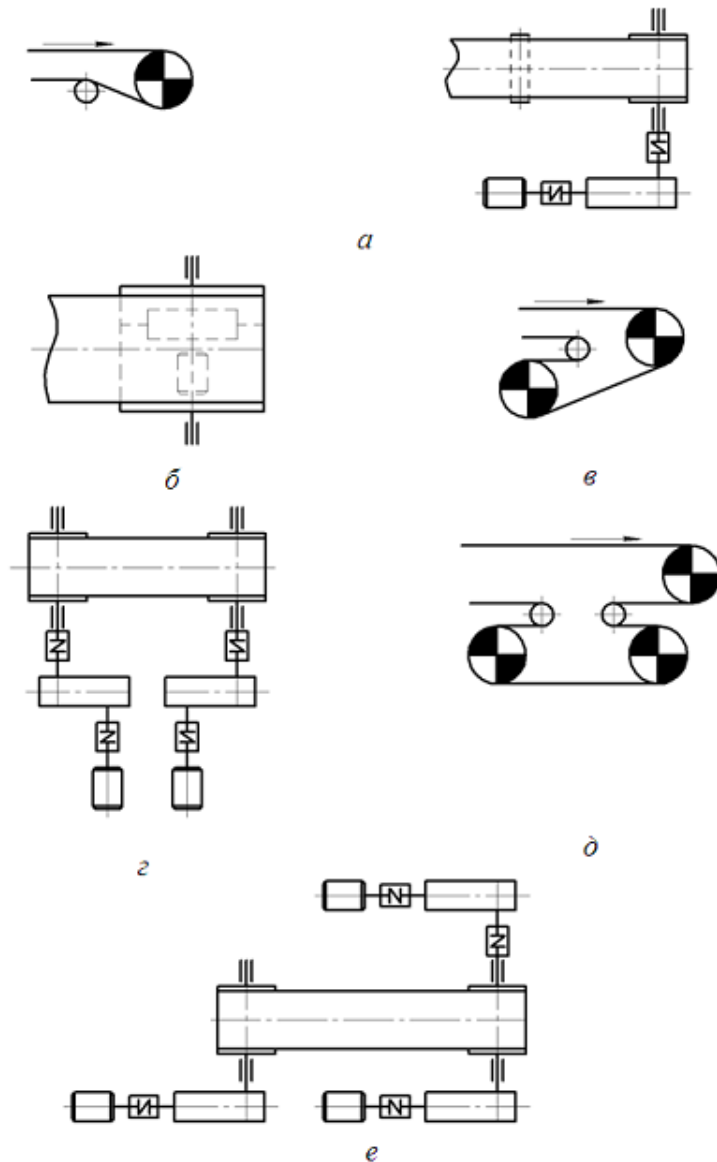


Рис. 1.2. Принципові схеми приводів стрічкових конвеєрів.

У конвеєрних установках для відкритих розробок та гірничозбагачувальних комбінатів отримали застосування багаторухомі однобарабанні, двобарабанні та трибарабанні приводні станції, причому для останніх поширені схеми з установкою всіх трьох приводів у головній частині, а також двох у головній та одного у хвостовій частині конвеєра.

Приводні та натяжні барабани, як правило, виготовляються із сталевій труби (рис.1.3) циліндричного та бочкоподібного профілю. Їх поверхні роблять гладкою або насіченою. З метою збільшення коефіцієнта зчеплення поверхні

барабанів футерують. Параметри приводних барабанів розраховують в залежності від характеристик стрічки.

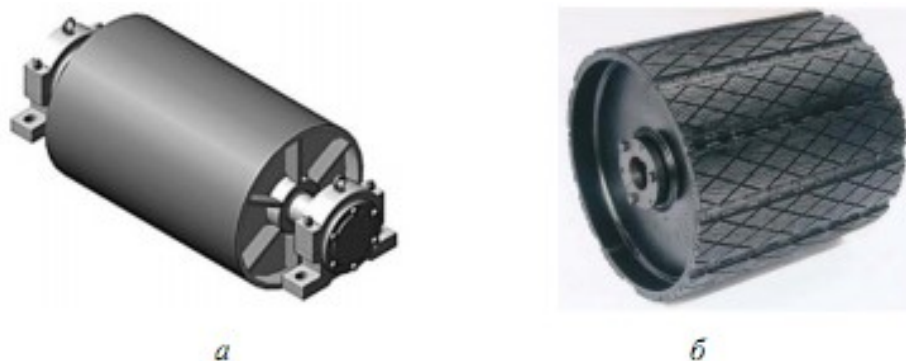


Рис. 1.3. Приводні барабани

1.2.2. Конвеєрна стрічка.

Основним елементом конвеєра є його стрічка. Вона виконує функцію вантажонесучого та тягового органу. Одночасно це найдорожча і найменш довговічна складова конвеєра. Вона складається з каркасу, який підтримує транспортувальний вантаж та передачі тягового зусилля. Каркас містить гумові прокладки, які захищають його від механічних пошкоджень зовнішнього середовища. З огляду на конструкцію каркасу стрічки бувають гумовотканинні, гумовотросові та спеціальні, які уможливають роботу у складних виробничих умовах. Каркас стрічок виготовляється з натуральних, поліамідних та поліефірних або комбінованих матеріалів.

Прокладки виготовляють з натурального та синтетичного каучуку або спеціальних синтетичних матеріалів, а також з поліефірних (лавсан) і поліамідних (капрон, нейлон, штучний шовк).

Гумовотросові стрічки застосовуються для транспортування великокускових абразивних вантажів.

В порівнянні з гумовотканинними гумовотросові стрічки мають менше відносне подовження за тих самих умов роботи, вони більш дешеві і прості у виготовленні, але мають більшу масу і складніші з точки зору стикування (з'єднання).

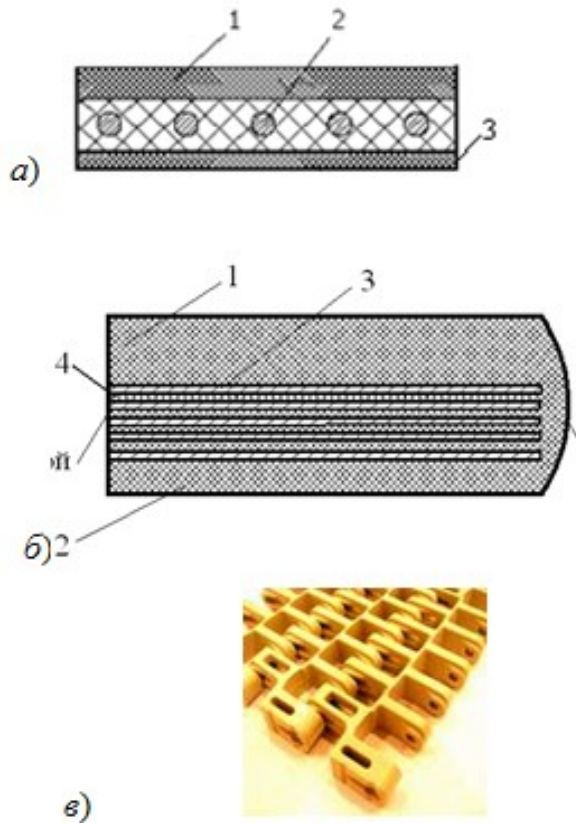


Рис. 1.4. Приклади конструкцій стрічок: *а* – гумотросова стрічка: 1 - верхня (робоча) обкладинка; 2 - сталеві троси; 3 - нижня (неробоча) обгортка; *б* – гумовотканинна стрічка: 1 - верхня (робоча) обгортка; 2 - нижня (неробоча) обгортка; 3 - тканинні прокладки; 4 - гумовий заповнювач; *в* – модульна полімерна стрічка.

Стикування гумовотканинних стрічок здійснюється механічним способом і вулканізацією. За своїми характеристиками воно повинно бути максимально наближеним до стрічки.

Взагалі стрічки виготовляють морозо і вогнестійкими (для гірничодобувної промисловості) та іншими особливостями залежно від галузі застосування.

1.2.3. Роликоопори

За своїм конструктивним виконанням роликові опори стрічкових конвеєрів поділяються на рядові та спеціальні. Перші призначені для підтримки стрічки та формування її профілю, а другі – крім того, ще можуть виконувати функції центрування, амортизації, очищення, зміни профілю стрічки перед барабанами.

Роликоопори випускаються трьох типів: важкі, нормальні та легкі. Вісь роликоопори конструктивно виконується жорсткою на цапфах або гнучкою з канату та ланцюга (підвісні). Найбільшого поширення набули жорсткі роликоопори.

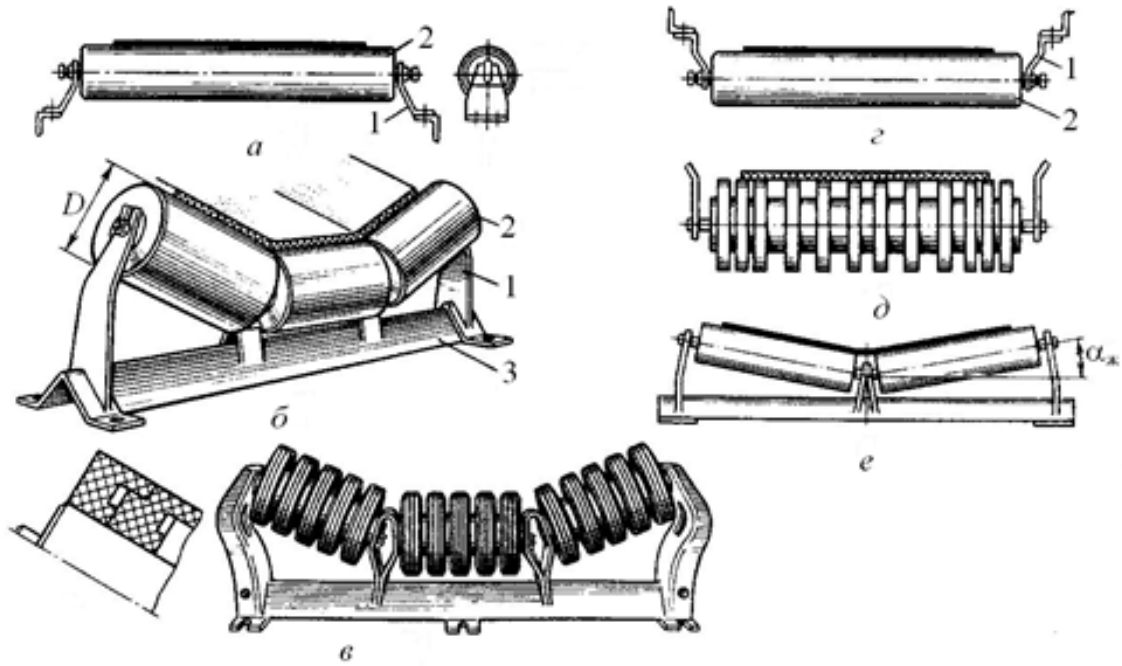


Рис. 1.5. Роликоопори стрічкового конвеєра:

а, б, в – для верхньої гілки: пряма, рядова жолобоподібна, амортизаційна;
г, д, е – для нижньої гілки: пряма, дискова очисна, жолобоподібна

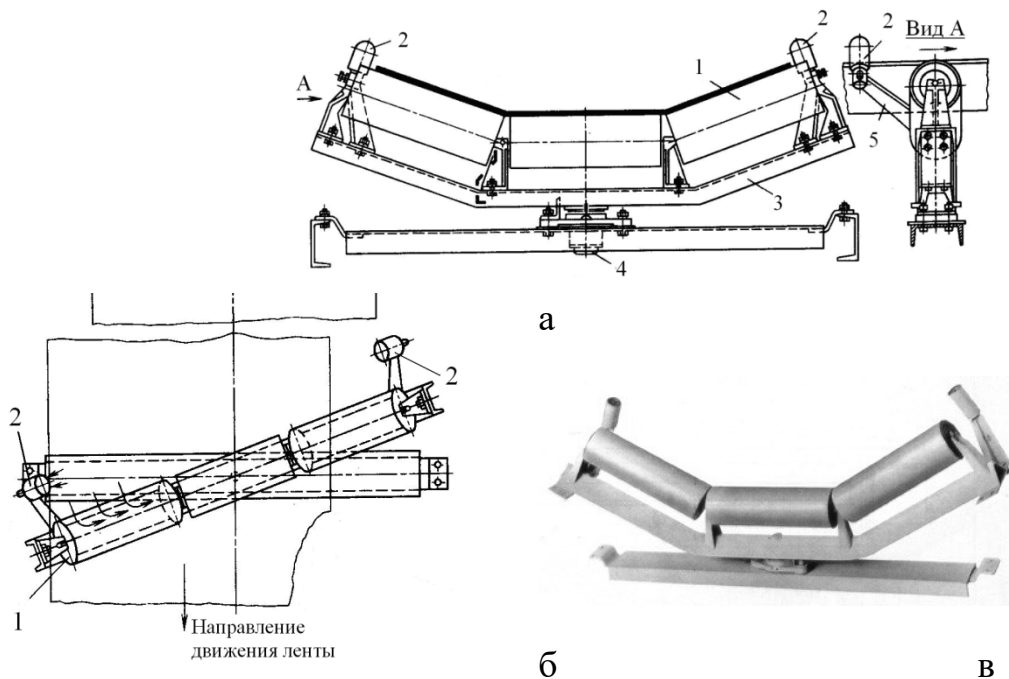


Рис. 1.6. Центруюча роликоопора верхньої гілки стрічки:

а – конструктивна схема; *б* – схема повороту при зрушенні стрічки убік для
 нереверсивного конвеєра; *в* – конструктивне виконання;

1 - трьохроликів опора; 2 - ролики; 3 - рама; 4 - шарнір; 5 - важелі

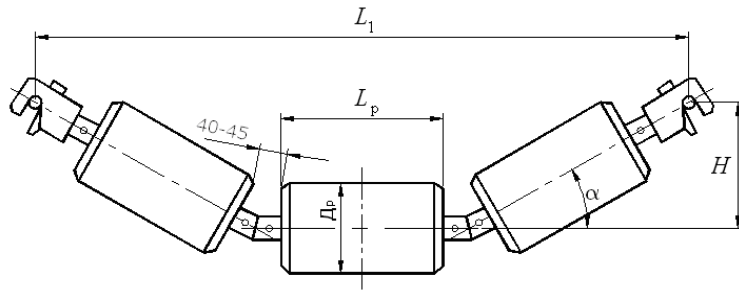


Рис. 1.7. Конструктивна схема підвісної роликоопори гірляндного типу

Конструктивне виконання роликів може бути різним і визначається в основному типом підшипників, способом їх ущільнення та мастилом.

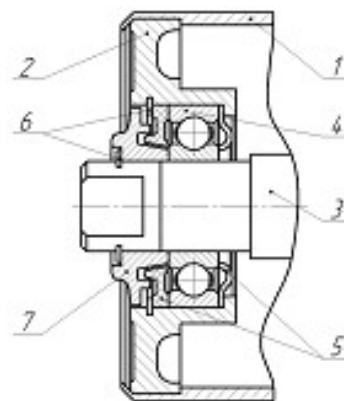
У трироликовій опорі ролики встановлюють в одній площині або ж, для збільшення довговічності і обслуговування стрічки, середній ролик висувують трохи вперед. Кут нахилу бічних роликів (при тій же ширині) для бавовняних стрічок становить 15° , а для синтетичних і гумотросових – 30-35, що дозволяє підвищити продуктивність конвеєра і покращити її центрування. Довговічність і робото здатність ролика залежить від навантаження на нього, конструктивного виконання, частоти обертання, тощо.

Сама конструкція роликоопори містить обичайку 1, вісь 3, маточину 2, підшипники 4, кришки 7 з ущільненнями 5 і стопорними кільцями 6.

Всі роликоопори монтуються на кулькових підшипниках за винятком роликоопор важкого типу для стрічок шириною 800 – 1400 мм, які виготовляються на роликопідшипниках.



a



б

Рис. 1.8. Ролик роликоопори: *a* – загальний вигляд ролика; *б* – підшипниковий вузол

Діаметр роликів вибирають в залежності від ширини стрічки, швидкості її руху, а також характеристики вантажу, що транспортується (насипної щільності, кусковатості і т. п.).

Діаметр роликів вибирають в залежності від ширини стрічки, швидкості її руху, а також характеристики вантажу, що транспортується (насипної щільності, кусковатості і т. п.).

Амортизуючі роликоопори встановлюються в місцях завантаження, а при транспортуванні великокускових важких вантажів з підвищеною швидкістю та на лінійній частині конвеєра. Для надання роликоопорі властивостей, що амортизують, ролики футеруються гумою і покриваються пружною секційною оболонкою, заповненою пористим наповнювачем або повітрям. Матеріалом оболонки може бути гума, кордові тканини або матеріали, що містять гуму. Крім того, в якості роликів застосовуються автомобільні або авіаційні шини, насаджені на порожню трубу, що обертається.

Амортизаційна пружна роликоопора є одним з варіантів конструктивного виконання амортизуючи роликоопор. Найбільш податливими амортизуючими роликооперами є опори, підвішені на гнучкому елементі.

1.2.4. Натяжні пристрої

Необхідний натяг стрічки для передачі їй тягової сили від приводного барабана здійснюється завдяки натяжних пристроїв або станцій. Крім того вони обмежують провисання її між роликооперами, компенсують видовження стрічки в результаті витяжки її в процесі роботи і зберігають деякий запас стрічки, необхідний для пере налаштування.

Натяжні пристрої поділяють на вантажні, механічні, гідравлічні та пневматичні.

Вантажні пристрої за їх розташуванням ділять на хвостові, розташовані в хвості конвеєра, і проміжні. Перевагою вантажних натяжних пристроїв є автоматична компенсація подовження тягового елемента та підтримання постійного натягу в процесі експлуатації. Недоліком вантажних натяжних пристроїв є їхня громіздкість.

Механічні натяжні пристрої поділяють на гвинтові, пружинно-гвинтові, рейкові та лебідкові.

Тип пристрою визначається головним чином довжиною конвеєра та пружними властивостями конвеєрної стрічки.

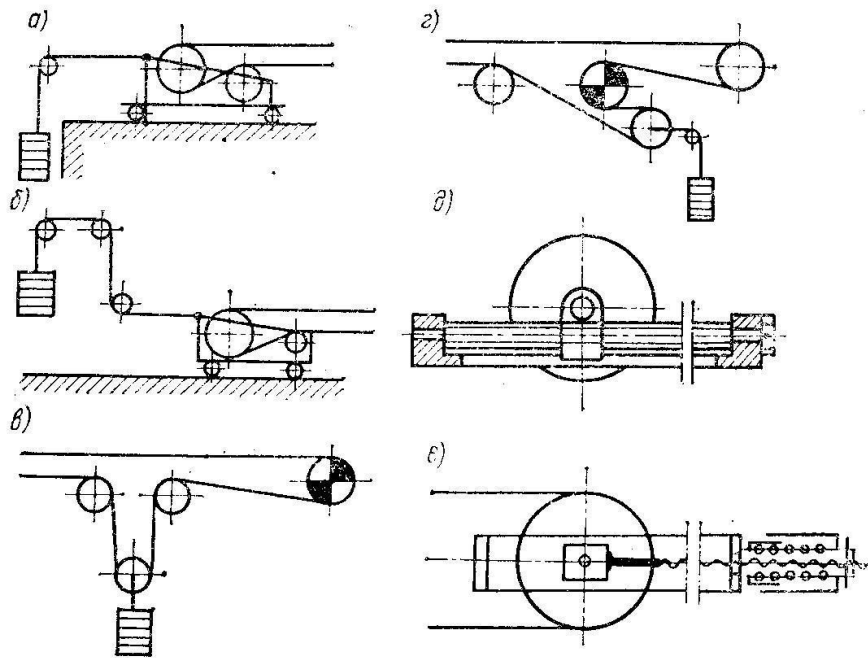


Рис. 1.9. Натяжні пристрої:

a, б – хвостові вантажні; *в, г* – проміжні вантажні; *д* – гвинтові; *е* – пружинно-гвинтові

Гвинтові натяжні пристрої застосовуються тільки на стаціонарних конвеєрах невеликої довжини та пересувних конвеєрах. Відмінною особливістю цієї конструкції є те, що у напрямних встановлені повзуни, зафіксовані штирями.

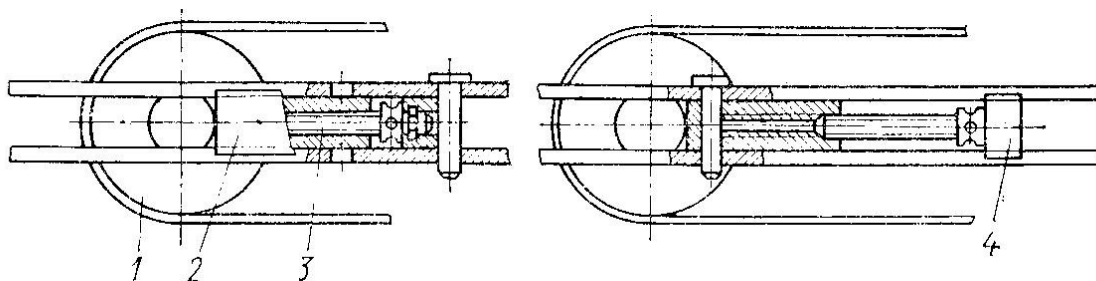


Рис. 1.10. Гвинтовий натяжний пристрій:

1 – натяжний барабан; 2 – гайка; 3 – гвинт; 4 – повзун

Гвинтові і пружинно-гвинтові натяжні пристрої при великій їх компактності, що є гідністю цих пристроїв, мають ряд істотних недоліків: вони

приводяться в дію вручну, мають невеликий хід і вимагають періодичного регулювання.

Лебідкові натяжні пристрої приводяться в дію електричним або гідравлічним двигуном і можуть забезпечувати велике натяжне зусилля та великий хід, внаслідок чого вони застосовуються переважно на потужних конвеєрах. Вони автоматично підтримують необхідне мінімальне натяг стрічки як при русі, що встановився, так і в пусковий період, що виключає ковзання стрічки на приводних барабанах.

На конвеєрах малої та середньої потужності найбільшого поширення набули вантажні натяжні пристрої візкового та рамного типу, у яких необхідний натяг стрічки створюється масою підвішеного вантажу. Для зменшення ходу вантажу його часто підвішують на поліспасті або застосовують пристрій із запасуванням кінця троса поліспаста на барабані лебідки.

1.2.5. Опорні металоконструкції

Опорні металоконструкції (остови) стрічкового конвеєра можуть бути гнучкими (канатні остови), жорсткими (з металопрокату), а також комбіновані.

Жорсткі остови, що складаються із сталевого прокату (куточки, швелери та ін.) або труб, виготовляються окремими секціями довжиною 2-5 м, кратною кроку роликоопор. Залежно від умов експлуатації конвеєрів секції жорстких остовів можуть бути оснащені знімними кронштейнами, що дозволяють встановлювати роликоопори різної довжини. На жорстких остовах закріплюють як жорсткі, так і підвісні роликоопори.

Канатні остови значно ефективніші за жорсткі при транспортуванні великокускових важких вантажів (скельних порід, руд тощо). На конвеєрах з канатними остовами, у порівнянні з жорсткими, навантаження на їх елементи значно нижчі, менше на 40—50 % маса лінійної частини конвеєра, краще центрування стрічки, вище жолобчастість стрічки, що дозволяє підвищити його продуктивність і швидкість руху, більше зручне обслуговування конвеєра. На канатних остовах монтують, як жорсткі, так і гнучкі або шарнірні роликоопори.

На комбінованих остовах використовують опорні елементи з прокату і канатів для кріплення роликоопор з необхідною стійкістю і податливістю.

Опорні металоконструкції стрічкового конвеєра поділяються на основні вузли: опори приводних барабанів, секції середньої частини, секції середньої частини завантажувальні, стійки середньої частини, опори пристроїв натяжних гвинтових, опори пристроїв натяжних вантажних.

У зонах завантаження конвеєра встановлюються завантажувальні секції середньої частини, розраховані на встановлення роликоопор з прискореним кроком. Для сприйняття додаткових навантажень від завантажувальних пристроїв на ділянках завантажувальних секцій можуть передбачатися додаткові стійки або розкоси.

1.2.6. Завантажувальні та розвантажувальні пристрої

Як завантаження, так і розвантаження стрічкового конвеєра за вимогами технології може проводитись у будь-якому пункті по довжині траси робочої гілки стрічки. Завантаження зазвичай відбувається у заднього кінцевого барабана (рис. 1.6).

При виборі типу завантажувального пристрою повинні бути враховані основні вимоги до нього при завантаженні стрічки: центрування та рівномірне розташування вантажу по довжині стрічки; швидкість подачі вантажу на стрічку за величиною та напрямком, близька швидкості руху стрічки; формування вантажопотоку в завантажувальному пристрої, а не на стрічці; виключення по можливості шкідливого впливу на стрічку і роликоопори вантажопотоку, що надходить (удари, порушення поверхні стрічки і т. п.); відсутність завалів, скупчень і розсипання вантажу убік; можливість регулювання швидкості подачі вантажу при зміні його фізикомеханічних властивостей; надійність та стійкість до зносу за наявності ударних навантажень, а також простота та компактність конструкції розвантажувального пристрою.

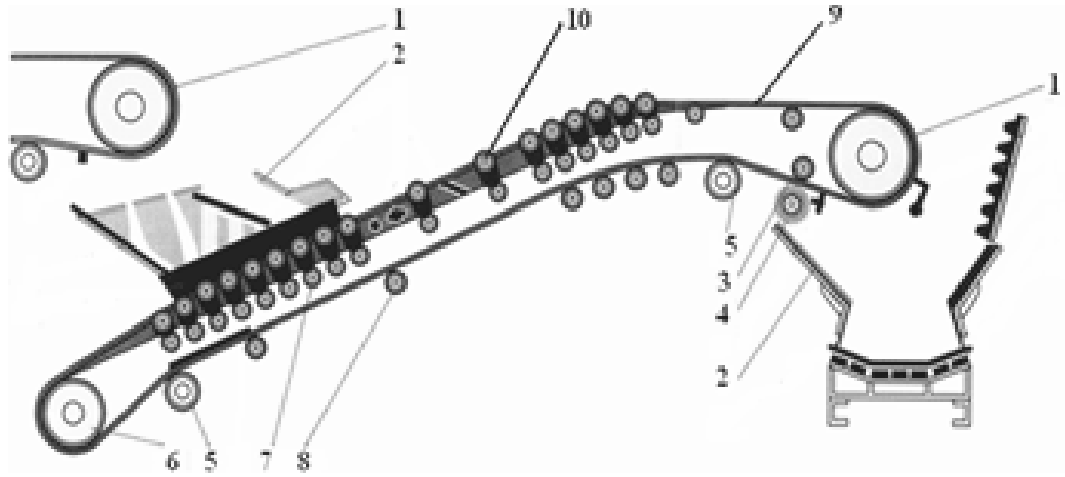


Рис.1.11. Завантаження і розвантаження стрічкового конвеєра:

1 - привідний барабан; 2 завантажувальний лоток; 3 - притисної ролик; 4 - очисний пристрій; 5 - відхиляючий барабан; 6 - кінцевий барабан; 7 - амортизуючі роликоопори; 8 - нижні роликоопори; 9 - стрічка; 10 - верхні роликоопори

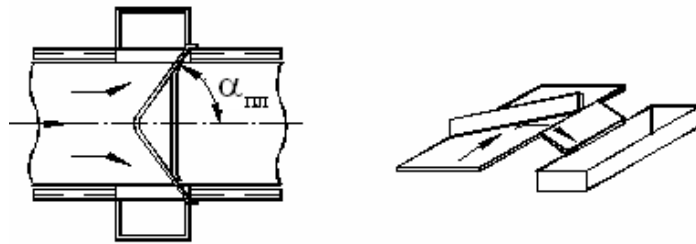


Рис. 1.12. Стаціонарні плужкові скидачі:

a – двосторонньої дії; *б* – однобічної дії

1.2.7. Пристрої для очищення стрічки та барабанів

Для забезпечення нормальної роботи конвеєра та підвищення терміну служби стрічки необхідне очищення поверхні стрічки та барабанів від налиплих частинок вантажу, що транспортується. Очисні пристрої, що застосовуються, повинні забезпечувати досить повне очищення при максимальній схоронності поверхні, що очищається, конструкція їх повинна бути простою і надійною в роботі. Найбільші труднощі завдає очищення сильно налипають вологих вантажів (крейда, глина тощо) і намерзаючих на стрічку при знижених температурах.

У стрічкових конвеєрах застосовуються такі очисні пристрої: скребкові, щіткові, роликові, вібраційні, гідравлічні, пневматичні та комбіновані. Як

профілактичні заходи проти забруднення стрічки застосовуються гідрофобні покриття, розчини, обігрів та перевертання стрічки на зворотній гілці.

Скребкові очищувачі широко застосовуються для сипучих вантажів, що слабо налипають (вугілля, руда). Вони найбільш прості, довговічні та легко можуть бути замінені. Скребки виготовляються з металу, пластмаси та еластичних матеріалів, наприклад протекторної гуми.

Найпростіші скребкові очищувачі для стрічки та барабанів дають кращі результати при невеликих швидкостях руху стрічки (до 2,5 м/с) та рівномірному розподілі навантаження на робочу кромку скребка.

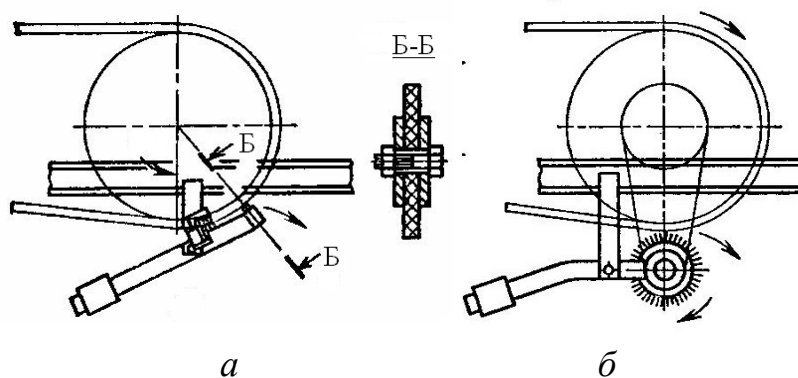


Рис. 1.13. Очисні пристрої: *a* – скребок; *б* – щітка

Широке поширення отримало скребковий пристрій клавійного типу, де окремі скребки (лопатки) розташовуються по ширині стрічки в одну лінію або в шаховому порядку і притискаються до стрічки загальною пружинною підвіскою, а також за рахунок пружності стрижнів кожної лопатки.

Всі розглянуті скребкові очищувачі дають хороші результати лише при швидкостях руху стрічки, що не перевищують 2,5 м/с. Скребковий пристрій конвеєрного типу, що застосовується для очищення вантажів, що сильно налипають, при швидкостях руху стрічки більше 3,0 м/с, складається з ряду гумових скребків, закріплених на ланцюгах, що приводяться в рух зазвичай від валу приводного барабана. Щіточні очищувачі застосовуються для очищення сипких вантажів, що слабо налипають. Для здійснення більш якісного очищення їх застосовують у комбінації зі скребками грубого очищення. Найбільше поширення мають циліндричні щітки, виконані з гумових смуг, з капронових або інших еластичних синтетичних ниток, що збираються в пучки

діаметром 1-7 мм і завдовжки до 100 мм. Довжина щітки зазвичай дорівнює 0,85 ширини стрічки.

Роликові очищувачі можуть бути виконані у вигляді звичайної прямої роликоопори з металевими або гумовими дисками, що встановлюється на холостій вітці стрічки. Розроблено роликовий очищувач, де дві дискові роликоопори встановлені під кутом до осі стрічки, внаслідок чого напрямок обертання дисків не збігається з напрямками руху стрічки. Диски, ковзаючи стрічкою, очищають її.

Для відведення очищеного вантажу із зони очищення ролики виконують зі спіральною ребристою поверхнею. Крок і діаметр спіралей підбирають відповідно до властивостей вантажів, що транспортуються. Регулювання режиму очищення можна здійснити пневматичними роликами шнекового типу. Для очищення стрічок від сильно налипаючих вантажів у зимову годину застосовуються лопатеві роликові очищувачі, при цьому варіанти розташування лопатей можуть бути різними.

Вібраційні очищувачі без вібратора та з вібратором застосовуються для очищення стрічки від сипких матеріалів під час струшуванні (сухий пісок, вугілля тощо).

Принцип дії гідравлічних та пневматичних очищувачів базується на змиванні або обдуванні частинок, які налипли на стрічку. Вони встановлюються на неробочій вітці стрічки поблизу приводного барабана і застосовуються головним чином разом зі скребковими, щітковими та роликовими пристроями, утворюючи комбінований метод очищення стрічки.

1.4. Висновки і задачі дослідження

Ознайомившись з будовою і дослідивши роботу стрічкових конвеєрів, можна зробити висновок, що він є доступний і ефективний транспортний засіб у різних технологічних процесах. Але сучасне виробництво (зокрема мале і середнє) вимагає таке обладнання, яке б уможливило налаштування на роботу з різними вантажами, розширеними функціональними можливостями.

Тому, метою даної роботи є дослідження конструкції і роботи стрічкового конвеєра, який уможлиблює регулювання форми поперечного перерізу стрічки.

Для досягнення поставленої мети необхідно розглянути наступні задачі:

- зробити огляд конструкцій та проаналізувати роботу стрічкових конвеєрів;
- розглянути теоретичні основи їх розрахунку;
- дослідити конструктивні параметри роботи запропонованої конструкції конвеєра з розширеними можливостями;
- розглянути питання з охорони праці та безпеки навколишнього середовища;
- визначити показники економічної ефективності від впровадження запропонованої конструкції у виробництво .

РОЗДІЛ 2

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ТА РОЗРАХУНОК

СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ

2.1. Основні типи стрічкових конвеєрів.

Пересувні й переносні конвеєри. На відміну від стаціонарних конструкцій пересувних стрічкових конвеєрів додатково облаштована механізмом зміни кута нахилу його металоконструкції та колісним ходом. Переносні конвеєри мають малу довжину (до 5 м) і незначну масу, а їх металоконструкція виконана з легкого фасонного прокату. Привод складається з електродвигуна з редуктором та клинопасовою або ланцюговою передачею. Натяжний пристрій виконаний, як правило, гвинтовим, а ролюкоопори - жолобчасті, іноді у вигляді суцільного настилу.

а)



б)

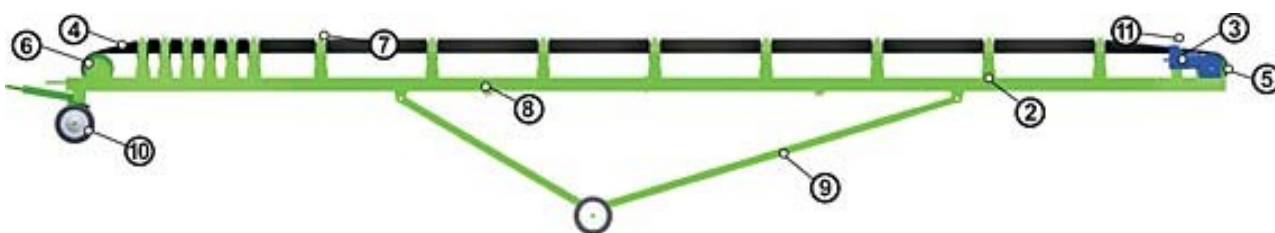


Рис.2.1. Приклади конструктивного виконання (а) і конструктивна схема (б) пересувного стрічкового конвеєра: 1 – опорна конструкція; 2 – рама конвеєра; 3 – мотор-редуктор; 4 – транспортувальна стрічка; 5 і 6 – приводний і натяжний барабани; 7 і 8 – верхні несучі і нижні зворотні ролюкоопори; 9 і 10 – кутова і вертикальна опори; 11 – дефлекторні ролики.

Пересувні й переносні стрічкові конвеєри працюють у комплексі з навантажувальними машинами, а також із ручним навантаженням. Вони

застосовуються на складах, залізничному і водному транспорті й будівництві. На конвеєрах використовують гумовотканинну стрічку із гладкою й рифленою поверхнею, з бортами й перегородками.

Конвеєри магістральні призначені для транспортування гірської маси по прямолінійним у плані гірським виробіткам з кутами нахилу від мінус 10 градусів до плюс 22 градусів у плані. Для збільшення довжини конвеєрів, зменшення розривної міцності застосовуваної стрічки, конвеєри можуть комплектуватися проміжними приводами.

Прикладом цього може служити від валоутворювач (рис.), який складається з відвальної 1 і приймальної 2 консолі, шарнірно закріпленої до поворотної платформи. На ній змонтовані конвеєри для транспортування породи. Відвальна консоль – це зварна стрілова конструкція, а приймальна – опирається на опорний візок. Машина переміщується на гусеничному ході і має можливість повертатися відносно обертової консолі на кут $\pm 90^\circ$.

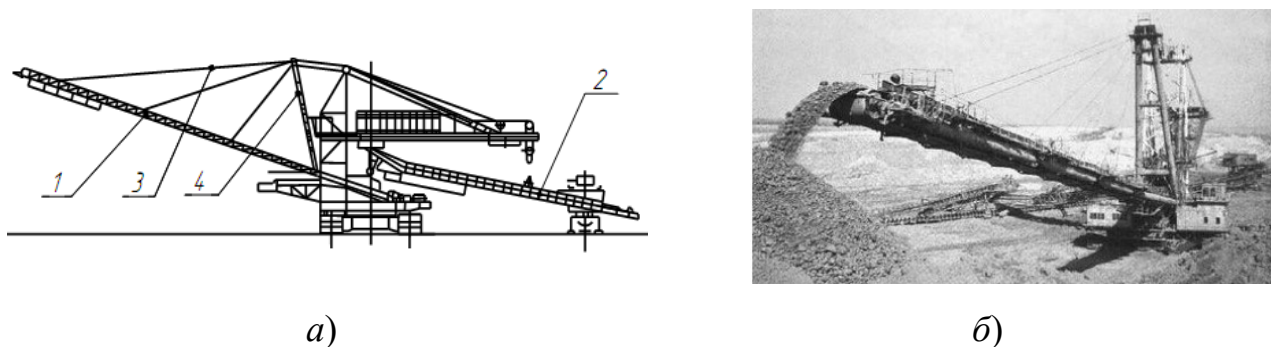


Рис. 2.2. Відвалоутворювач ОГ-7000 8S

Стрічкові конвеєри для потокового виробництва (рис.) застосовуються під час міжопераційного переміщення виробів у потоковому виробництві у різних галузях промисловості. Відмінними рисами цього обладнання – це об'єднання станини із робочими місцями; мала швидкість руху (0,2-0,5 м/с). Як правило у цих конвеєрах використовуються прямі ролюкоопори або суцільний настил з гумовотканинною стрічкою шириною 400-800 мм. Привод - однобарабанний, а натяжний пристрій - гвинтовий.

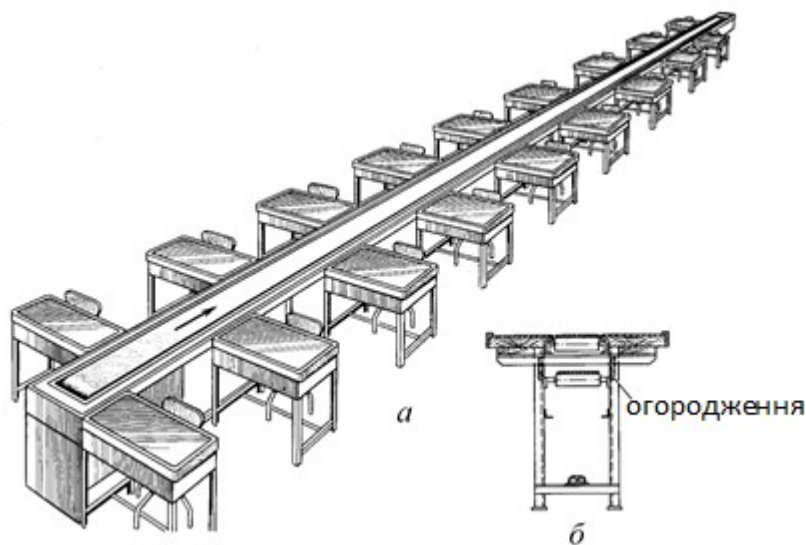


Рис. 2.3. Стрічковий конвеєр для міжопераційного переміщення виробів: *a* – загальний вид; *б* – поперечний переріз

Телескопічні стрічкові конвеєри – це конвеєри із змінною довжиною транспортування при незмінній довжині всього замкнутого контуру стрічки. У даній конструкції довжина конвеєра (рис.) змінюється шляхом переміщення рухомих барабанів 4, що змінюють форму контуру стрічки та роликів її натяжного пристрою.

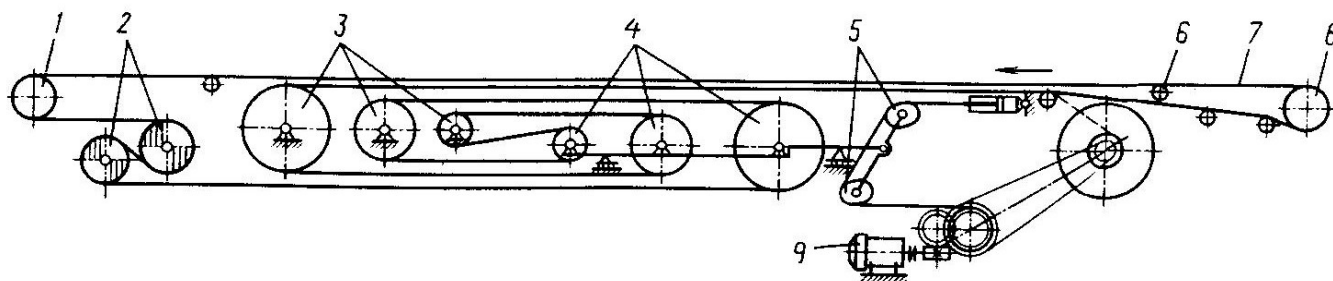


Рис. 2.4. Схема телескопічного стрічкового конвеєра:

1 - передній барабан; 2 - привод; 3 - нерухомі барабани; 4 - рухомі барабани;
5 - натяжний пристрій; 6 - роликоопори; 7 - стрічка; 8 - кінцевий барабан;
9 - привод телескопічного пристрою

Стрічкові конвеєри для крупнокускових вантажів характеризується високою продуктивністю (до 3500 т/год) і великою довжиною траси. В них використовується прогумована стрічка підвищеної міцності і здатності до амортизації. Ці машини містять спеціальні завантажувальні механізми, які уможливають сприймати ударні навантаження, а роликоопори монтується на пружній станині. Сам процес завантаження може здійснюватись живильниками

різних типів. В них використовується привод і натяжний пристрій загального типу.

Стрічкові конвеєри з безконтактним дотиком стрічки на повітряній, водяній і на магнітній подушці (під дією магнітного поля). Безконтактна опора стрічки (рис. 2.5) забезпечує економію матеріалу й витрати енергії, спрощує ремонт й обслуговування, значно знижує опір рухові стрічки і тим самим уможливорює збільшення швидкості переміщення, а отже і продуктивності обладнання.

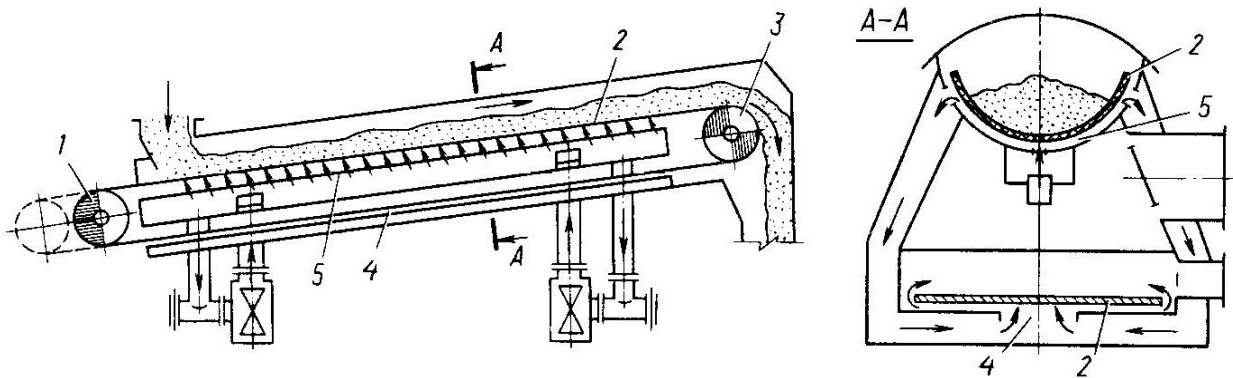


Рис.2 5. Схема конвеєра зі стрічкою на повітряній опорі:

1 - натяжний барабан, 2 - стрічка, 3 - приводний барабан, 4, 5 - повітряні камери

Застосування такого типу конвеєрів обґрунтовується використанням додаткового устаткування, видом транспортуючого вантажу, конструктивних особливостей стрічки тощо.

Для транспортування вантажів на значну відстань застосовують ланкові (секційні) конвеєри, які змонтовані з ряду послідовно розташованих конвеєрів, утворюючи лінію будь-якої довжини з різними технологічними розгалуженнями. З іншої сторони, для зменшення ваги конструкцій, а також для транспортування вантажів через водні перешкоди або гірські ущелини доречно використовувати підвісні конвеєри, опорні деталі яких монтуються на натягнутих канатах.

2.2. Стрічкові конвеєри із збільшеним кутом нахилу

Окрему групу транспортних засобів складають вертикальні, круто похилі і похилі стрічкові конвеєри, які транспортують вантажі у вертикальній площині

під кутом 20° ... 70° і більше. Як правило в них застосовується стрічка з підвищеними фрикційними властивостями, а також спеціальні пристрої, які забезпечують більш надійне утримання вантажу на її поверхні. До них можна віднести використання магнітного поля, різні конструкції механізмів формування вантажного потоку тощо. З конструкторської точки зору, особливу інженерну зацікавленість мають *Z-подібні* конвеєри (рис.). Завдяки їх використанню можна забезпечити переміщення вантажів у вертикальному і крутопохилому напрямках.

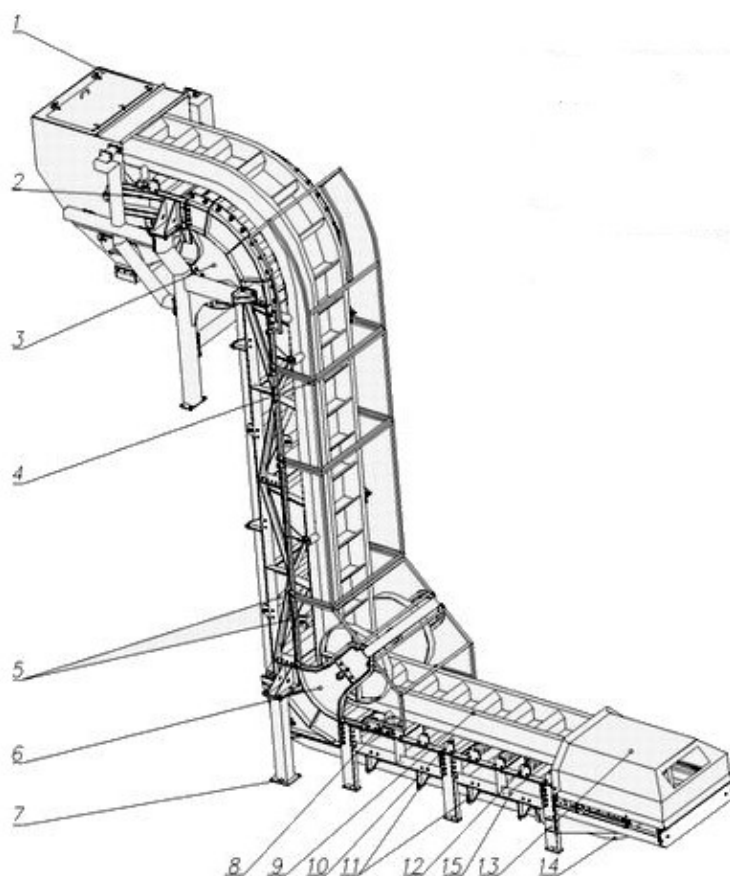


Рис. 2.6. Конструктивна схема *Z- подібного* конвеєра: 1 - бункер; 2 - приводна станція; 3 - оголовок; 4 - сіткове огороження; 5 - заспокійливі ролики; 6 - притискна станція; 7 - опора; 8 - дефлекторний ролик; 9 - стрічка з ребрами та гофрами; 10 - ролик; 11 - підтримувальні ролики; 12 – амортизаційний ролик, 13 - кожух натяжної станції; 14 - натяжна станція; 15 - рама

Використовують наступні схеми трас конвеєрів (рис.2.7): *L- подібна* – похила з горизонтальним завантаженням; *ST- подібна* – пряма з постійним або змінним кутом нахилу; *Z- подібна* – похила з горизонтальними завантажувально-розвантажувальними робочими місцями; *L- подібна* – похила з горизонтальним розвантаженням.

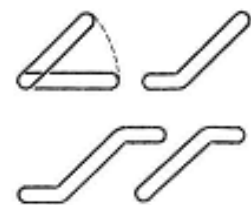


Рис. 2.7. Схеми трас Z- подібних конвеєрів

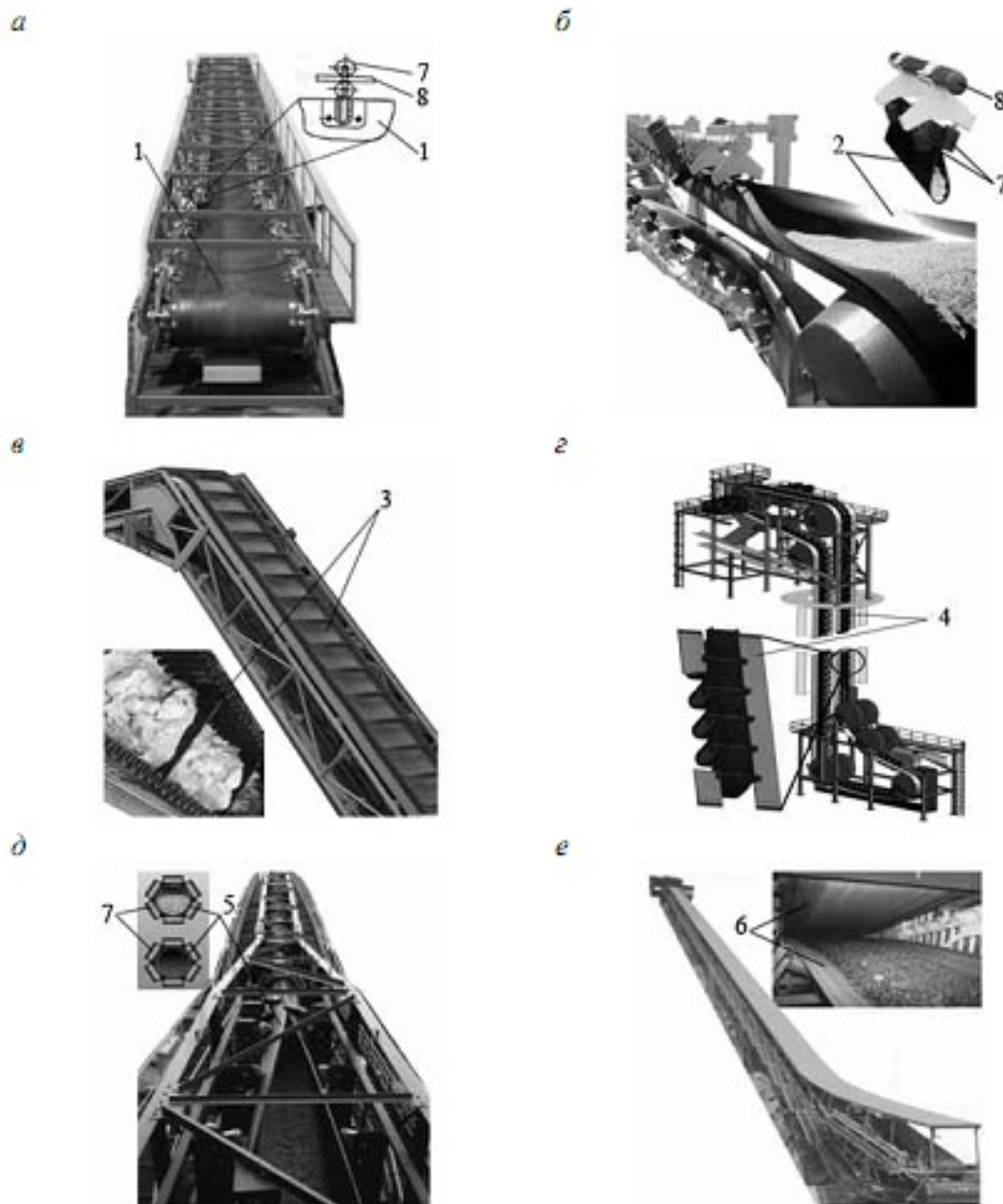


Рис. 2.8. Промислові взірці стрічкових крутопохилих конвеєрів: *а* – відкритого і *б* – закритого типу; *в* – стрічки з додатковими конструктивними елементами; *г* – елеваторного типу 4; *д* – з трубчастою 5 і *е* – притискною стрічкою 6.

Існують різноманітні конструкції стрічкових конвеєрів, які характеризуються своєю підвищеною продуктивністю (використання конструктивних особливостей стрічки), умовами роботи, які пов'язаної з механічними властивостями вантажу (наприклад, пилоподібність, герметичність). У багатьох випадках конструкція конвеєра визначається самим виробництвом тієї чи іншої продукції. Наприклад, у харчовій промисловості, а також у виробництвах, де присутні термічні, миючі, охолоджувальні операції та інші види оброблення продукції використовують сталні і дротяні стрічки.

На виробництві широкого розповсюдження одержали елеватори, у яких до стрічки прикріплені скребки, полиці, ковші тощо, а також елементи з феромагнітними властивостями.

2.3. Порядок інженерного розрахунку стрічкового транспортера

1. Початкові дані.

Вихідними параметрами (початкові дані) для розрахунку транспортера є: схема транспортера, продуктивність Q (кг/с), довжина транспортера L (м), висота транспортера H (м), тип вантажу, який переміщається. Крім основних конструктивно-технологічних даних можуть задаватись і додаткові, такі як спосіб розвантаження, тип стрічки, характеристика її опору тощо.

2. Порядок розрахунку

2.1. Знаходження максимального кута нахилу транспортера β в залежності від кута тертя γ_p вантажу по стрічці. Кут тертя визначити з виразу:

$$f_p = \operatorname{tg} \gamma_p,$$

де f_p - коефіцієнт тертя під час руху; $f_p = (0,7 \dots 0,9)f_0$, f_0 - коефіцієнт тертя у стані спокою.

З практичної точки зору, кут нахилу транспортера приймається на $4^\circ \dots 5^\circ$ менше від кута тертя вантажу під час руху. Характеристики вантажів приведені в таблиці 1, а вибір виду стрічки, її матеріалу та параметрів здійснити за допомогою довідкової літератури.

№№ п/п	Назва вантаж	Густина ρ , кг/м ³	Кут природного нахилу φ_0^o	Коефіцієнт тертя у стані спокою f_0		
				по сталі	по дереву	по гумі
1.	Горох	800...820	25	0,25	0,27	0,36
2.	Кукурудза	700...750	35	0,58	0,62	0,66
3.	Гречка	600...690	45	0,53	0,57	0,60
4.	Мука	450...640	57	0,65	0,70	0,75
5.	Овес	400...500	35	0,58	0,68	0,75
6.	Висівки	180...440	38	0,31	0,35	0,50
7.	Просо	750...850	29	0,40	0,42	0,46
8.	Пшениця	700...830	35	0,50	0,54	0,57
9.	Соняшник	420...450	45	0,51	0,54	0,58
10.	Жито	680...790	35	0,58	0,62	0,66
11.	Рис	600...900	45	0,53	0,56	0,60
12.	Ячмінь	650...750	35	0,58	0,62	0,66
13.	Картопля	650...750	35	0,51	0,55	0,58
14.	Буряк	470...700	35	0,50	0,54	0,57
15.	Сіно, солома	60...120	-	0,25-0,33	-	-
16.	Силос	600...800	-	0,48	0,53	0,74
17.	Гній	600...800	-	-	-	-
18.	Торф	300...500	39...46	0,51-0,75	-	-

Визначення ширини стрічки конвеєра:

- для плоскої стрічки $B = \sqrt{\frac{Q}{0,16VC\rho\tg\varphi_p}}$, м,

- для жолобоподібної $B = \sqrt{\frac{Q}{0,16VC\rho(\tg\varphi_p + 0,28)}}$, м,

де Q - продуктивність, кг/с;

V - швидкість переміщення стрічки, м/с;

C – коефіцієнт продуктивності, який залежить від кута нахилу стрічки (таб.);

ρ - густина матеріалу, кг/м³;

φ_p^o - кут природного відкосу під час руху.

Швидкість переміщення вантажу встановлюється виходячи з експериментальних даних (таблиця 4).

№№ п/п	Назва вантажу	Швидкість, м/с
1.	Важке зерно (кукурудза, пшениця і ін.)	3...5
2.	Легке зерно (овес, ячмінь, соняшник і ін.)	2...3,5
3.	Дрібне зерно	1...2
4.	Висівки	1,5...2
5.	Борошно	0,8...1
6.	Картопля, буряк	0,1...1,5
7.	Солома	0,8...1,4
8.	Качани кукурудзи	1,5...2,5
9.	Торф	1...2
10.	Гравій, пісок	1...2
11.	Вапно, зола	1,5...2
12.	Штучні вантажі	0,8...1,5

Швидкість руху непрогумованих стрічок приймається в межах 1,8...2, 2 м/с; суцільнотканих - 1,5...1,7 м/с; сталених дротяних - 1,4...1,6 м/с.

Кут природного відкосу вантажу під час руху: $\varphi_p^o = 0,7\varphi_0^o$,

де φ_0^o - кут природного відкосу вантажу у стані спокою (табл.1).

У випадку транспортування штучних вантажів ширина конвеєрної стрічки знаходиться з виразу:

$$B = b + 0,1, \text{ м,}$$

де b - розмір вантажу по ширині, м.

Під час транспортування кускових вантажів (качани кукурудзи, буряк, картопля і ін.):

$$B \geq (2,5...4)a, \text{ м,}$$

де a - максимальний розмір кусків вантажів.

Одержані розрахунки ширини стрічки округляються до стандартного значення. В якості тягового елемента використовуються також стандартні стрічки загального призначення або ж плоскі приводні прогумовані паси. Для сільського господарства використовують стрічки з мінімальною кількістю прокладок z . Міцність прокладки проводиться перевіркою на розрив.

2.3. Для завантажувального пристрою довжина бортів знаходиться з виразу:

$$l_6 = \frac{V_c^2 - V_0^2}{2g(f \cos\beta - \sin\beta)}, \text{ м,}$$

де V_c - швидкість стрічки, м/с;

g - пришвидження вільного падіння, м/с²;

β - кут нахилу транспортера.

V_0 - складова швидкості вантажу під час дотику його зі стрічкою.

2.4. Розрахувати сили опору руху тягового елемента.

а) сила опору $F_{\text{роз}}$, у початковий момент руху вантажу зі стрічкою:

$$F_{\text{роз}} = \frac{Q(V_c^2 - V_0^2)}{V_c}, \text{ Н;}$$

б) опір переміщенню навантаженої стрічки:

$$F_n = (q_v + q_m)Lg(K_c \cos\beta + \sin\beta), \text{ Н,}$$

де q_v - маса вантажу на 1 м довжини транспортера, кг/м;

K_c - коефіцієнт опору руху стрічки;

q_m - маса тягового органу довжиною 1 м, кг/м.

$$q_v = Q/V, \text{ кг/м;} \quad q_m = \rho_c \delta B, \text{ кг/м}$$

де δ - товщина стрічки, м.

ρ_c - густина стрічки.

Сумарна товщина прокладок z :

$$\Sigma \delta_{\text{об}} = \delta_p + \delta_{\text{нр}}, \text{ мм,}$$

де δ_p і $\delta_{\text{нр}}$ - товщина прокладок неробочої і робочої поверхонь стрічок.

Під час руху стрічки плоским настилом $K_c = f$, де f - коефіцієнт тертя ковзання її по настилу. У випадку руху стрічка на роликівих опорах, $K_c = 0,06 \dots 0,1$.

Конструктивні параметри роликів та їх розміщення визначаються в залежності від ширини з довідкової літератури.

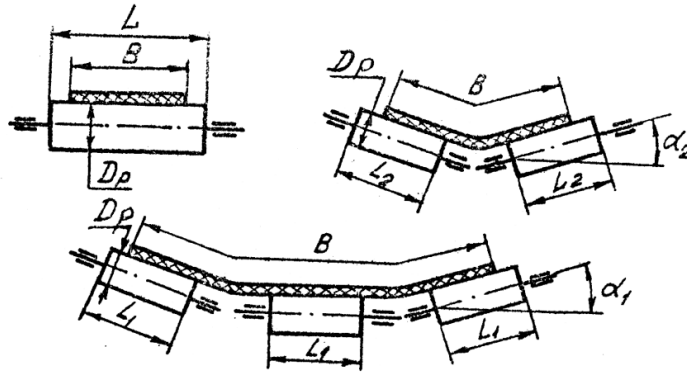


Рис.2.9. Схеми роликів опор

Відстань між роликами: під робочою віткою – $l_p = 0,8...1,2$ м, під неробочою віткою - $l_p = 1.6...2,4$ м, у зоні завантаження – $l_{p3} = 0,5l_p$.

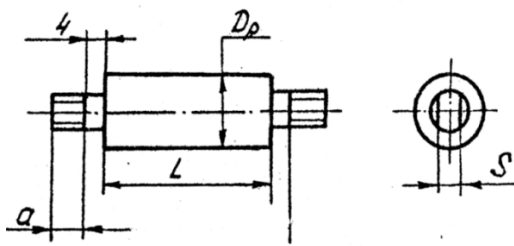


Рис.2.10. Опорний ролик

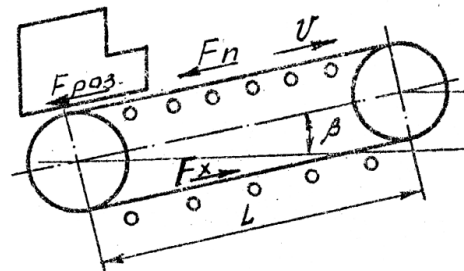


Рис.2.11.Схема сил опору

У випадку транспортуванні штучних вантажів цю знаходимо як

$$l_p = (0,4...0,45)l_v, \text{ м,}$$

де l_v - розмір вантажу у напрямку транспортування.

Сила опору на неробочій ділянці:

$$F_x = q_m g L (K_c \cos \beta - \sin \beta), \text{ Н.}$$

Для провисаючої стрічки $K_c = 0$.

Сила опору під час розвантаження за допомогою щітків

$$F_p = 2,7q_b g B, \text{ Н.}$$

2.5. Розрахунок колової сили:

$$F_t = C_1(F_{\text{роз}} + F_n + F_x + F_p), \text{ Н,}$$

Опір стрічки перегинам на маршруті руху стрічки враховується коефіцієнтом $C_1 = 1,1...1,3$.

2.6. Натяг стрічки визначається використовуючи метод обходу (рис.2.12).

Натяг у набігаючій вітці стрічки:

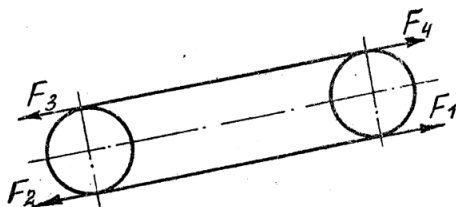
$$F_4 = K_0 \frac{F_t e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1}, \text{ Н,}$$

де K_0 - коефіцієнт запасу натягу, який приймається в залежності від конструкції натяжного пристрою;

$e = 2,72$ - основа натурального логарифму;

α - кут охоплення стрічкою приводного барабана, рад.

f - коефіцієнт тертя.



$$F_3 = F_4 - F_{роз} - F_n - F_p, \text{ Н,}$$

$$F_2 = F_3 / C_l, \text{ Н,}$$

$$F_1 = F_2 - F_x, \text{ Н.}$$

Рис.2.12. Схема сил натягу віток транспортера

2.7. Значення колової сили визначається з рівняння

$$F_t = F_4 - F_1, \text{ Н,}$$

а її можлива передача здійснюється за умови

$$e^{f\alpha} \geq \frac{F_4}{F_1}.$$

2.8. Перевірочний розрахунок стрічки на міцність виконується за умови:

$$K_p = \frac{F_4}{Bz} \leq [K]_p,$$

де K_p – питоме навантаження на одиницю ширини стрічки, Н/мм;

$[K]_p$ - допустиме навантаження, Н/мм (визначається з довідкової літератури).

2.9. Вибір типу барабана (литий чавунний або зварний сталевий) та визначення його розмірів. Для стаціонарних конвеєрів з прогумованою стрічкою за результатами експериментальних і практичних виробничих даних діаметр приводного барабана приймається з умови $D_{пр} = (100...125)z$, мм, а для натяжного - $D_n = (80...100)z$, мм. Разом з тим, для пересувних ці параметри дорівнюють: $D_{пр} = (80...120)z$, мм, $D_n = (60...100)z$, мм. Одержані розрахункові значення необхідно округлити до стандартного. З точки зору ефективності виробництва діаметри приводного і натяжного барабанів виконують однаковими.

З іншої сторони довжину барабана слід приймати на 30...50 мм більшою, ніж ширина стрічки, його з'єднання із валом здійснюється завдяки шпонок.

Разом з тим, натяжний барабан може монтуватися на нерухомій осі, або ж обертатися разом із нею.

Натяг стрічки відбувається в наслідок переміщення осі натяжного барабана.

2.10. Визначення необхідної потужності двигуна

$$P_{\text{дв}} = K_n \frac{F_t V}{\eta} C_0, \text{ Вт},$$

де $\eta = 0,6 \dots 0,9$ - к.к.д. приводу;

$K_n = 1,1$ - коефіцієнт перевантаження під час пуску транспортера;

$C_0 = 1,1 \dots 1,3$ - коефіцієнт втрат на перегин

Тип і параметри двигуна вибираються з довідкової літератури.

2.11. Визначити передатне число трансмісії

$$U = \omega_{\text{дв}} / \omega_6,$$

де $\omega_{\text{дв}}$ - кутова швидкість вала електродвигуна;

ω_6 - кутова швидкість приводного барабана, яку визначають за формулою

$$\omega_6 = 2V / D_{\text{пр}},$$

де $D_{\text{пр}}$ – діаметр приводного барабана, м;

V - швидкість руху стрічки, м/с.

2.12. Схему приводу транспортера вибирається на підставі кінематичного розрахунку приводу. Згідно одержаних результатів вибираються стандартні вироби (редуктор, муфта тощо). Якщо ж загальне передаточне відношення не можливо забезпечити стандартними виробами, у цьому випадку необхідно використати додатково відкриту механічну передачу. Як правило, складові приводу вибираються за передаточним числом, крутним моментом і діаметром валів. При цьому можливе корегування параметрів.

2.13. Після розрахунку приводу, необхідно запропонувати схему механізму натягу віток транспортера, намалювати його схему і за необхідністю зробити розрахунок його деталей.

РОЗДІЛ 3

КІНЕМАТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ФОРМУВАННЯ СТРІЧКИ КОНВЕЄРА

3.1. Підвищення ефективності використання стрічкових конвеєрів

Характерною особливістю сучасного виробництва є його гнучкість, відносно нетривалий випуск одного типу продукції, постійне переналагоджування технологічного обладнання впровадження нових технологічних процесів на випуск іншої. З огляду на такі обставини перед новітньою технікою ставлять все нові і нові завдання. До них відносяться багатофункціональне їх застосування, мобільність, забезпечення високого коефіцієнту використання, роботоздатність, можливість працювати з широким рядом технологічних об'єктів тощо.

Ці завдання легко простежуються на прикладі технологічного використання конвеєрів, зокрема стрічкових. Аналізуючи різні виробничі процеси, його обладнання можна застосовувати не лише для транспортування матеріалів і виробів, але й для реалізації деяких техпроцесів, наприклад: живлення (подача), сепарування, сушіння, дозування, змішування тощо. Всі ці операції можна виконати з деяким переналагоджуванням або ж внесенням конструктивних змін в його будову. Разом з цим, проводячи певну модернізацію загальнопризначеного або розробляючи нове обладнання необхідно в першу зважати на особливості і характеристики технологічних об'єктів.

Згадані питання особливо відчутні на виробництвах малого і середнього бізнесу, на підприємствах агропромислового комплексу. Змінюючи поперечний переріз стрічки, цей тип конвеєру не замінний під час транспортування, завантажувально-розвантажувальних робіт як сипких матеріалів, так і штучних вантажів і виробів.

З цією метою в ЛНУП на кафедрі машинобудування розроблена конструкція і досліджено роботу стрічкового конвеєру з розширеними функціональними можливостями (рис. 3.1). Особливістю його конструкції є

можливість зміни форми поперечного перерізу стрічки. Використання стандартних роликів опор і запропонований спосіб підвіски уможливорює більш ефективно використання стрічки за шириною та переналагоджування її для транспортування з одного виду вантажу на інший і навпаки.

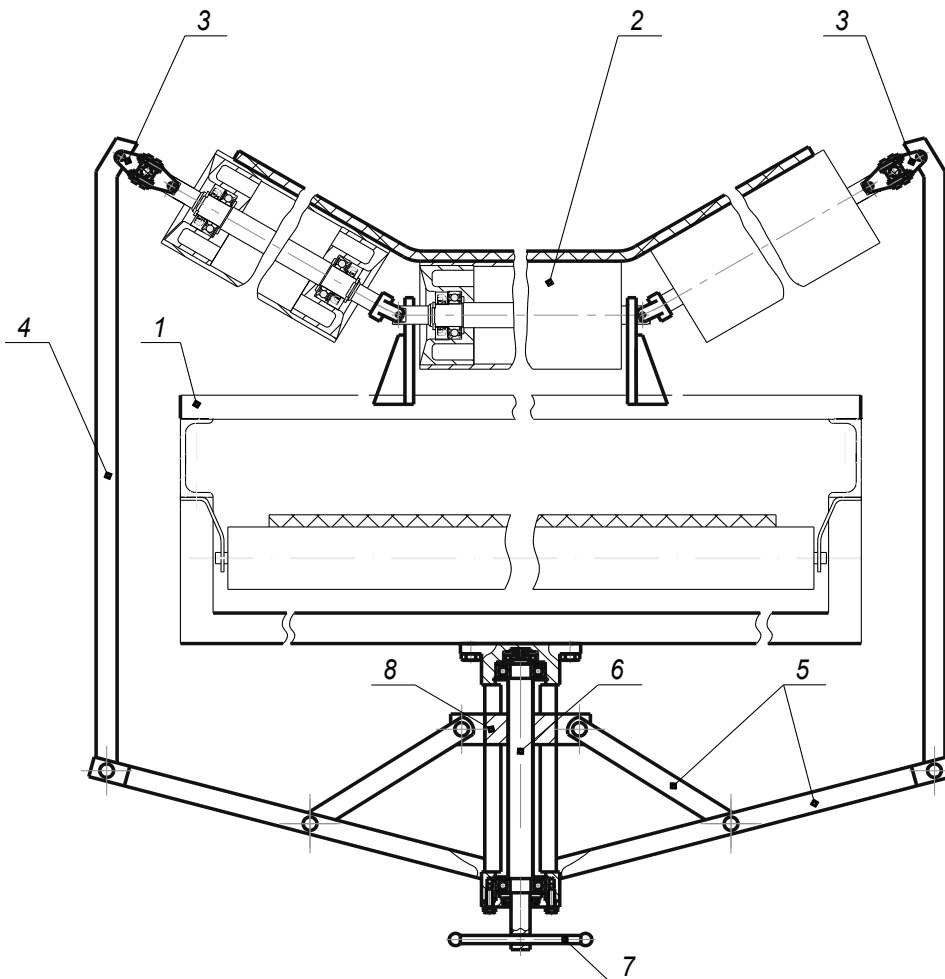


Рис. 3.1. Поперечний переріз стрічкового конвеєра: 1 – остов; 2 – трироликів опора; 3 – канат; 4 – важелі; 5 – тяга; 6 – передача гвинт-гайка; 7 – маховик; 8 – гайка; 9 – стрічка.

Даний конвеєр складається з остова, трироликових опор, канатної підвіски, важільної системи з приводом її урухомлення. Інші відомі механізми і вузли конвеєра на рисунку не показані. Опори середнього ролика встановлюються на жорсткому остові конвеєра. Зовнішні ролики одним кінцем шарнірно з'єднуються з внутрішнім роликом, а іншими – зафіксовані на канатах. Гнучка підвіска закріплена на важелях, які мають можливість переміщати вітки канатів у поперечному перерізі стрічки. Зміна положення важелів здійснюється урухомленням рухомих тяг завдяки обертанню маховика

і передачі гвинт-гайка. Змінюючи форму поперечному перерізі створюються кращі умови переміщення різних видів вантажів.

Формування необхідного профілю стрічки здійснюється наступним чином. Переміщуючи гайку 8 догори утворюється жолобоподібний профіль для сипких матеріалів. При русі її вниз, ролики займають горизонтальне положення, а стрічка набуває плоскої форми, тобто зручної для транспортування поштучних вантажів всією її шириною. В залежності від довжини транспортування розраховують кількість опорних пристроїв. Налаштування конвеєра можна проводити централізовано одним приводом (наприклад, механічний, пневматичний, гідравлічний) або ж індивідуально кожного пристрою.

3.2. Кінематичний синтез механізму регулювання форми стрічки конвеєра.

Для того щоб здійснити раціональне проектування вдосконаленого обладнання слід проаналізувати роботу запропонованого пристрою, визначити і параметри його елементів, які б відповідали максимальній продуктивності.

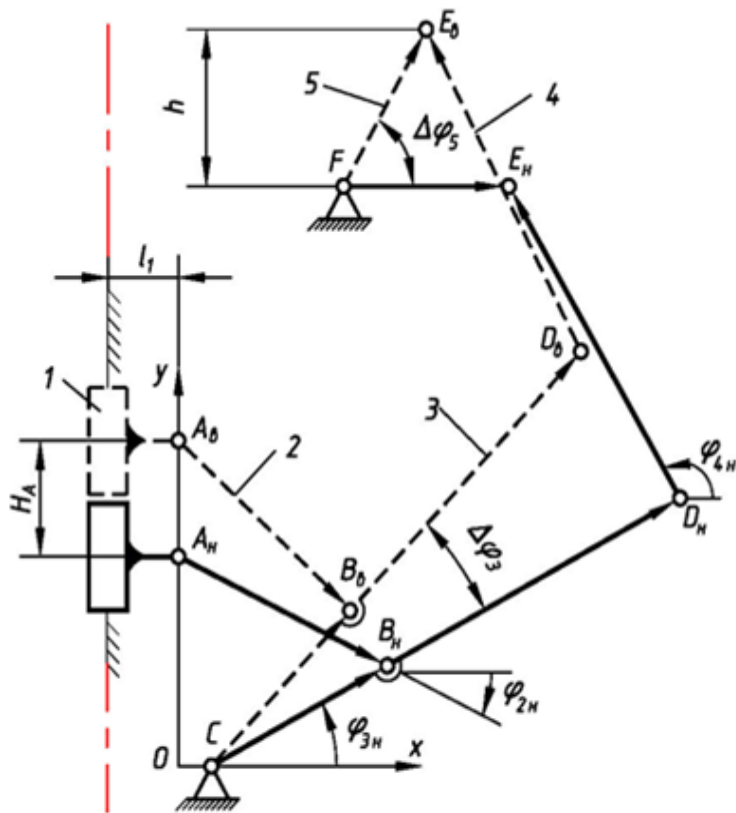


Рис. 3.2. Структурна схема механізму регулювання форми стрічки конвеєра

Проведемо кінематичний синтез механізму, використовуючи відомі методи з курсу ТММ, а також визначимо сили, що виникають у кінематичних парах. та сформулюємо рекомендації під час проектування. Структурна схема важільного механізму регулювання форми стрічки конвеєра подана на рис. 3.2. Оскільки механізм симетричний відносно вертикальної осі, то наводимо лише його праву частину.

Виконаємо кінематичний синтез механізму показаного на схемі. На ній зображено два його крайні положення: нижнє – суцільною лінією, а верхнє – штриховою.

Умови синтезу наступні. При знаходженні поршня l у нижньому крайньому положенні, ланка FE (коромисло) повинна переміститись у горизонтальне положення FE_H . Коли ж поршень займає верхнє положення перемістившись на відстань H_A коромисло займає положення FE_B обертаючись на кут $\Delta\varphi_5$.

За вхідні (відомі) параметри синтезу приймаємо такі дані: $H_A, x_C, y_{A_H}, x_F, y_F, l_5=l_{FE}, \Delta\varphi_5$, а вихідними – довжини ланок: $l_{AB}, l_{BC}, l_{CD}, l_{DE}$.

Для знаходження їх розглядаємо замкнуті контури $OABCO$ і $OFEDCO$. Обчислення невідомих здійснюємо по відношенню до ходу H_A ($H_A=0,1$ м) поршня 1.

$$\lambda_1 = \frac{l_1}{H_A} \equiv l_1, \lambda_{A_H} = \frac{l_{O_{A_H}}}{H_A} \equiv l_{O_{A_H}}, \lambda_2 = \frac{l_{AB}}{H_A} \equiv l_{AB}, \lambda_3 = \frac{l_{BC}}{H_A} \equiv l_{BC}, \lambda_{CD} = \frac{l_{CD}}{H_A} \equiv l_{CD},$$

$$\lambda_4 = \frac{l_{DE}}{H_A} \equiv l_{DE}, \lambda_5 = \frac{l_{EF}}{H_A} \equiv l_{EF}, \lambda_{x_C} = \frac{x_C}{H_A} \equiv x_C, \lambda_{x_F} = \frac{x_F}{H_A} \equiv x_F, \lambda_{y_F} = \frac{y_F}{H_A} \equiv y_F. \quad (3.1)$$

Контур $OABCO$.

Рівняння замкнутого контуру $OABCO$ має вигляд:

$$\vec{\lambda}_{A_H} + \vec{\lambda}_2 = \vec{\lambda}_{x_C} + \vec{\lambda}_3 \quad (3.2)$$

Проектуючи цей контур у двох крайніх положеннях на осі координат xOy матимемо:

– нижнє

$$\left. \begin{aligned} x: \lambda_2 \cos(\varphi_{2H}) &= \lambda_{x_C} + \lambda_3 \cos(\varphi_{3H}), \\ y: \lambda_{A_H} + \lambda_2 \sin(\varphi_{2H}) &= \lambda_3 \sin(\varphi_{3H}). \end{aligned} \right\} \quad (3.3)$$

де: $\lambda_2, \lambda_3, \varphi_{2H}, \varphi_{3H}$ – невідомі величини.

– верхнє

$$\left. \begin{aligned} x: \lambda_2 \cos(\varphi_{2H} + \Delta\varphi_2) &= \lambda_{x_C} + \lambda_3 \cos(\varphi_{3H} + \Delta\varphi_3), \\ y: \lambda_{A_H} + 1 + \lambda_2 \sin(\varphi_{2H} + \Delta\varphi_2) &= \lambda_3 \sin(\varphi_{3H} + \Delta\varphi_3). \end{aligned} \right\} \quad (3.4)$$

Для цієї системи добуємо ще дві величини (кути $\Delta\varphi_2$ і $\Delta\varphi_3$) з якими пов'язане положення ланок AB і BC під час руху поршня 1 у верхнє положення.

Для розв'язку двох системи з шістьма невідомими необхідно скласти ще два рівняння. Для нижнього положення Z трикутника $CA_H B_H$ для нижнього положення знаходимо

$$\lambda_{x_C}^2 + \lambda_{A_H}^2 = \lambda_2^2 + \lambda_3^2 - 2\lambda_2\lambda_3 \cos(\varphi_{3H} - \varphi_{2H}) \quad (3.5)$$

верхнє

$$\lambda_{x_C}^2 + (\lambda_{A_H} + 1)^2 = \lambda_2^2 + \lambda_3^2 - 2\lambda_2\lambda_3 \cos(\varphi_{3H} + \delta\varphi_3 - \varphi_{2H} - \Delta\varphi_2). \quad (3.6)$$

Таким чином, одержали систему шести рівнянь з невідомими $\lambda_2, \lambda_3, \varphi_{2H}, \varphi_{3H}, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3$

$$\left. \begin{aligned} \lambda_2 \cos(\varphi_{2H}) &= \lambda_{x_C} + \lambda_3 \cos(\varphi_{3H}), \\ \lambda_{A_H} + \lambda_2 \sin(\varphi_{2H}) &= \lambda_3 \sin(\varphi_{3H}), \\ \lambda_2 \cos(\varphi_{2H} + \Delta\varphi_2) &= \lambda_{x_C} + \lambda_3 \cos(\varphi_{3H} + \Delta\varphi_3), \\ \lambda_{A_H} + 1 + \lambda_2 \sin(\varphi_{2H} + \Delta\varphi_2) &= \lambda_3 \sin(\varphi_{3H} + \Delta\varphi_3), \\ \lambda_{x_C}^2 + \lambda_{A_H}^2 &= \lambda_2^2 + \lambda_3^2 - 2\lambda_2\lambda_3 \cos(\varphi_{3H} - \varphi_{2H}), \\ \lambda_{x_C}^2 + \lambda_{A_H}^2 &= \lambda_2^2 + \lambda_3^2 - 2\lambda_2\lambda_3 \cos(\varphi_{3H} + \Delta\varphi_3 - \varphi_{2H} - \Delta\varphi_2). \end{aligned} \right\} \quad (3.7)$$

Вона є нелінійна, тригонометрична.

Далі розглянемо контур $OFEDCO$. Його рівняння наступне

$$\vec{\lambda}_{OF} + \vec{\lambda}_5 = \vec{\lambda}_{OC} + \vec{\lambda}_{CD} + \vec{\lambda}_4. \quad (3.8)$$

Нижнє положення описується системою рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} x: \lambda_{x_F} + \lambda_5 &= \lambda_{x_C} + \lambda_{CD} \cos(\varphi_{3H}) + l_4 \cos(\varphi_{4H}), \\ y: \lambda_{y_F} &= \lambda_{CD} \sin(\varphi_{3H}) + \lambda_4 \sin(\varphi_{4H}). \end{aligned} \right\} \quad (3.9)$$

а верхнє:

$$\left. \begin{aligned} x: \lambda_{x_F} + \lambda_5 \cos(\Delta\varphi_5) &= \lambda_{x_C} + \lambda_{CD} \cos(\varphi_{3H} + \Delta\varphi_3) + \lambda_4 \cos(\varphi_{4H} + \Delta\varphi_4), \\ y: \lambda_{y_F} + \lambda_5 \sin(\Delta\varphi_5) &= \lambda_{CD} \sin(\varphi_{3H} + \Delta\varphi_3) + \lambda_4 \sin(\varphi_{4H} + \Delta\varphi_4), \end{aligned} \right\} \quad (3.10)$$

де $\Delta\varphi_4$ – кут зміни положення ланки DE під час руху поршня I з низу догори.

Одержані чотири рівняння систем (3.9) і (3.10) містять чотири невідомі величини $\lambda_{CD}, \lambda_4, \varphi_{4H}, \Delta\varphi_{4H}$

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{x_F} + \lambda_5 &= \lambda_{x_C} + \lambda_{CD} \cos(\varphi_{3H}) + \lambda_4 \cos(\varphi_{4H}), \\ \lambda_{y_F} &= \lambda_{CD} \sin(\varphi_{3H}) + \lambda_4 \sin(\varphi_{4H}), \\ \lambda_{x_F} + \lambda_5 \cos(\Delta\varphi_5) &= \lambda_{x_C} + \lambda_{CD} \cos(\varphi_{3H} + \Delta\varphi_3) + \lambda_4 \cos(\varphi_{4H} + \Delta\varphi_4), \\ \lambda_{y_F} + \lambda_5 \sin(\Delta\varphi_5) &= \lambda_{CD} \sin(\varphi_{3H} + \Delta\varphi_3) + \lambda_4 \sin(\varphi_{4H} + \Delta\varphi_4). \end{aligned} \right\} \quad (3.11)$$

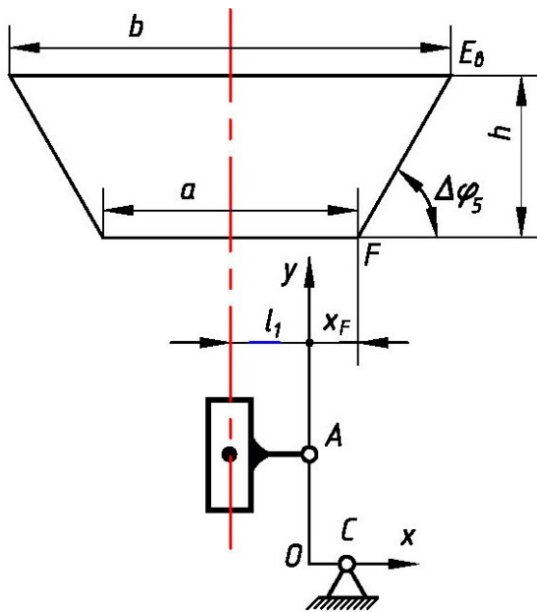


Рис. 3.3 До визначення максимальної площі поперечного перерізу стрічки конвеєра

Крайнє верхнє положення ланки FE_B відповідає плоскій фігурі стрічки у поперечному перерізі у вигляді трапеції (рис. 3.3). Для досягнення найбільшої продуктивності конвеєра необхідно визначити кут нахилу $\alpha = \alpha_{\max}$ сторони трапеції, який би відповідав максимальній площі трапеції. Відомо, що площа трапеції

$$\text{дорівнює } A = \frac{a+b}{2} h,$$

де $a = 2(l_1 + x_F)$, l_5 , $b = a + 2l_5 \cos(\alpha)$, $h = l_5 \sin(\alpha)$ – сторони трапеції;

Взявши похідну від площі можна визначити максимальне значення площі A .

Рівняння з якого визначаємо кут α_{\max} у інваріантному вигляді записується як

$$2\lambda_5 \cos^2(\alpha_{\max}) + \lambda_a \cdot \cos(\alpha_{\max}) - \lambda_5 = 0, \text{ де } \lambda_a = \lambda_1 + \lambda_{x_F}.$$

$$\alpha_{\max} = \arccos \frac{-\lambda_a + \sqrt{\lambda_a^2 + 8\lambda_5^2}}{4\lambda_5} \quad (3.12)$$

Рівняння систем (3.7) і (3.11) є нелінійні, які розв'язуємо числовими методами.

Розв'язуючи (3.7) одержуємо результати невідомих контуру $OABCO$.

$$\lambda_3 = \frac{0,5 + \lambda_{AH}}{2 \left[\lambda_{x_C} \sin(\varphi_{3H} + 0,5\Delta\varphi_3) + \lambda_{AH} \cos(\varphi_{3H} + 0,5\Delta\varphi_3) \right] \sin(0,5\Delta\varphi_3) + \sin(\varphi_{3H} + 0,5\Delta\varphi_3)} \quad (3.15)$$

$$\lambda_2^2 = \lambda_{x_C}^2 + \lambda_3^2 + 2\lambda_3 \left[\lambda_{x_C} \cos(\varphi_{3H}) - \lambda_{AH} \sin(\varphi_{3H}) \right] + \lambda_{AH}^2 \quad (3.13)$$

$$\varphi_{2H} = \arcsin \left[\frac{-\lambda_{AH} + \lambda_3 \sin(\varphi_{3H})}{\lambda_2} \right] \quad (3.16)$$

Таким же чином, з системи (3.11) знаходимо інші невідомі. Довжина ланки DE

$$\lambda_4 = \sqrt{\lambda_{CD}^2 - 2\lambda_{CD} \left[\lambda_{x_F} \cos(\varphi_{3H}) + \lambda_5 \cos(\varphi_{3H}) - \lambda_{x_C} \cos(\varphi_{3H}) + \lambda_{y_F} \sin(\varphi_{3H}) \right] + \left[\lambda_{x_F} + (\lambda_5 - \lambda_{x_C}) \right]^2 + \lambda_{y_F}^2} \quad (3.20)$$

Для нижнього положення механізму кут повороту ланки DE

$$\varphi_{4H} = \arcsin \left[\frac{\lambda_{y_F} - \lambda_{CD} \sin(\varphi_{3H})}{\lambda_4} \right], \quad (3.21)$$

а для верхнього він буде рівний

$$\varphi_{4B} = \arcsin \left[\frac{\lambda_{y_F} + \lambda_5 \sin(\Delta\varphi_5) - \lambda_{CD} \sin(\varphi_{3H} + \Delta\varphi_3)}{\lambda_4} \right] \quad (3.22)$$

Дослідимо (рис. 3.2) механізм для двох ходів ведучої ланки 1: $H_A = 0,1$ і

$H = 0,19$ м, змінюючи при цьому кути в межах $\Delta\varphi_3 = 24:4:42$, $\varphi_{3H} = -5^\circ:5^\circ:30^\circ$.

Розміри механізму при $H_A = 0,19$ м; приймаємо наступними:

$x_C = 0,083$ м; $y_{AH} = 0,07$ м; $x_F = 0,166$ м; $y_F = 0,55$ м; $l_5 = 0,34$ м.

При мінімальних розмірах ланок визначаємо значення кутів $\Delta\varphi_3$ і φ_{3H} (рис. 3.4 - 3.5.).

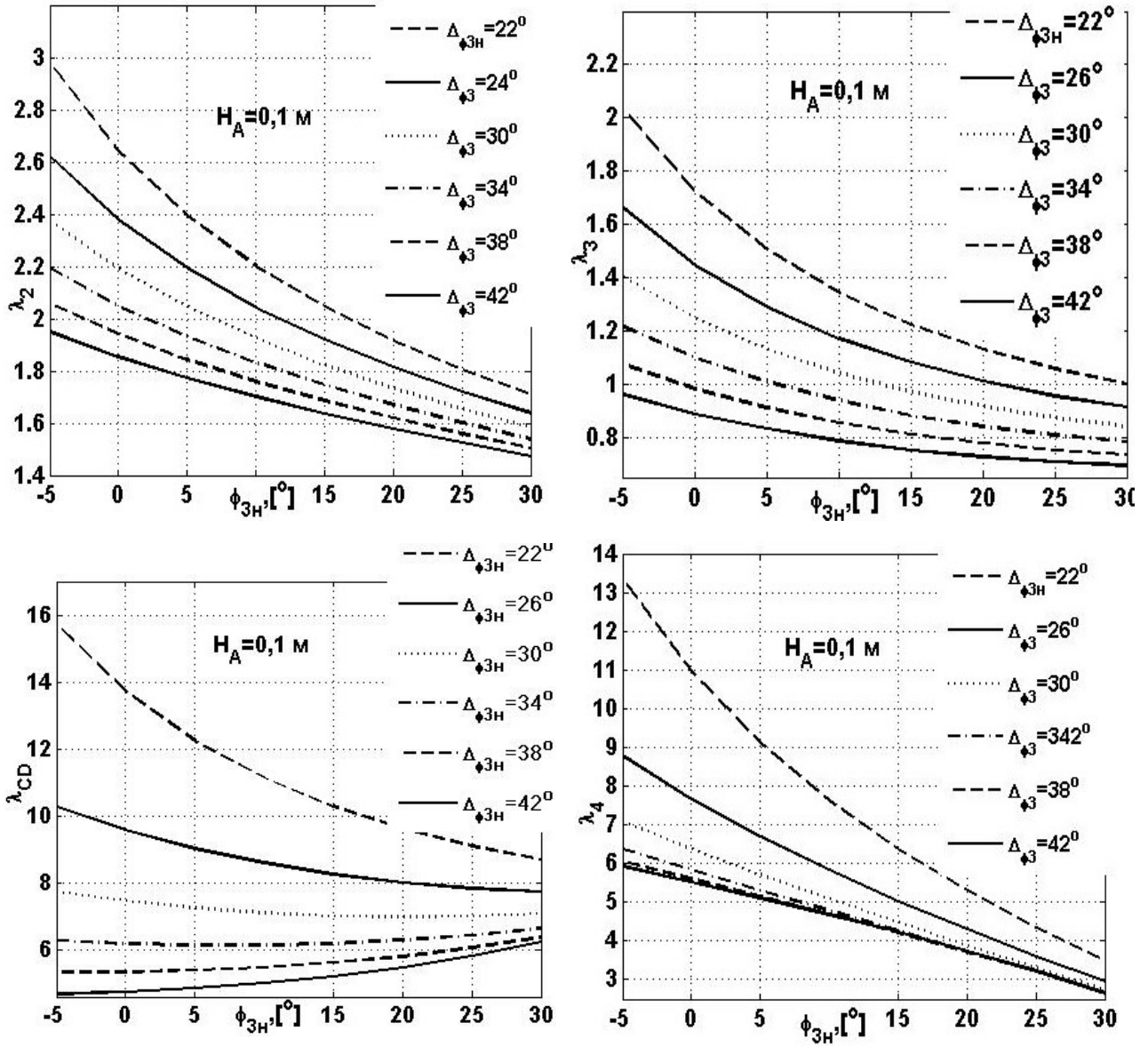
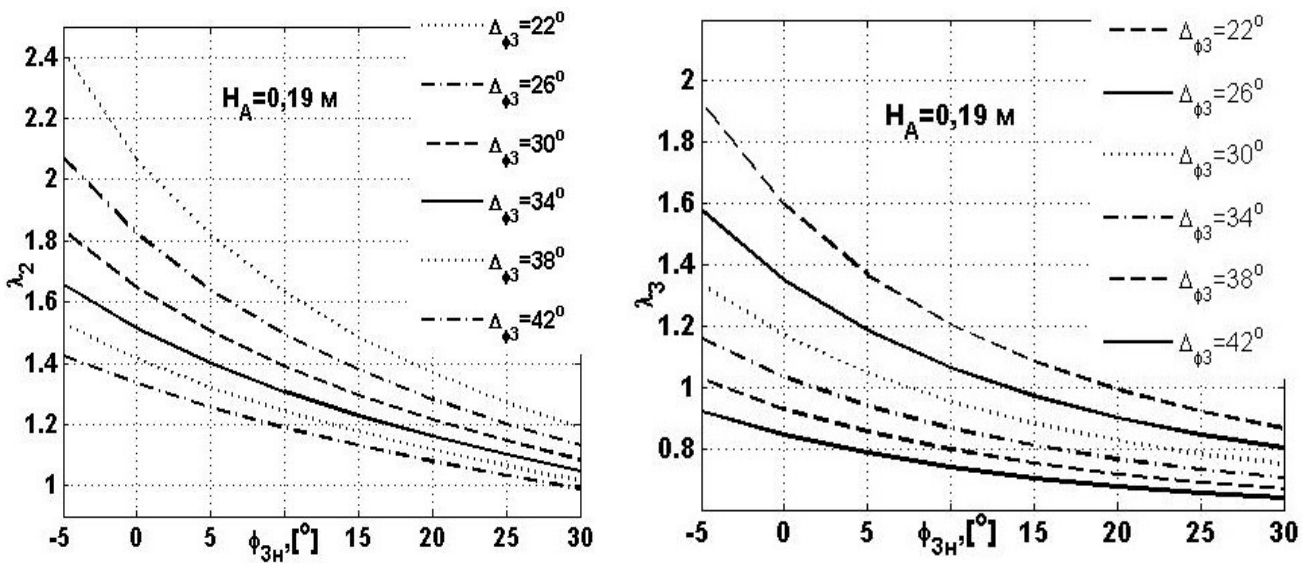


Рис. 3.4 Результати кінематичного синтезу для ходу $H_A = 0,1 \text{ м}$



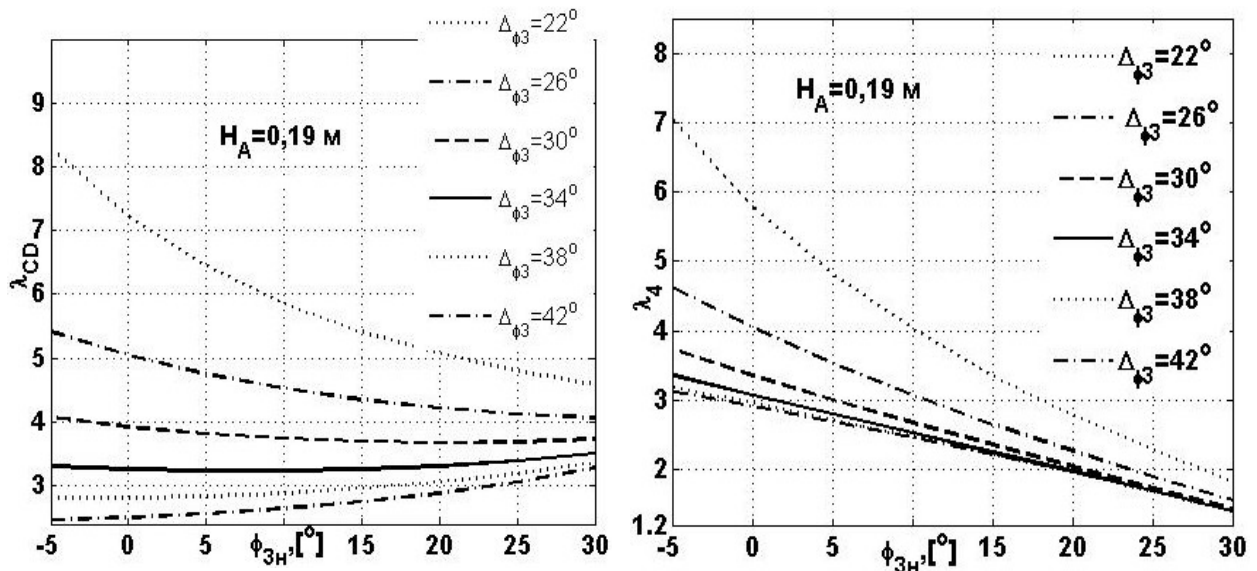


Рис. 3.5 Результати кінематичного синтезу для ходу $H_A = 0,19 \text{ м}$

На підставі результатів кінематичного синтезу можна зробити наступні висновки:

- із збільшенні ходу ведучої ланки розміри інших ланок зменшуються;
- із збільшенням кута нахилу ланки CD у нижньому положенні розміри ланок AB , BC і DE зменшуються;
- оптимальні розміри механізму відповідають наступним параметрам: хід ведучої ланки $H_A = 0,19 \text{ м}$; кут нахилу коромисла у нижньому положенні $\phi_{3n} = 30^\circ$, його розмах становить $\Delta\phi_3 = 42^\circ$, $\phi_{3n} = 30^\circ$, інваріанти довжин ланок $AB - \lambda_2 = 0,99$, $BC - \lambda_3 = 0,638$, $CD - \lambda_{CD} = 3,28$, $\lambda_4 = 1,397$ і $\lambda_5 = 1,79$. Для одержання дійсних розмірів ланок, інваріанти довжин λ_i домножуємо на дійсний хід H_A поршня 1 (на рис. 3.1 урахомлююча гайка 8)

–3.3. Силовий аналіз механізму регулювання форми стрічки конвеєра

Оскільки привод та рух ланок механізму зміни форми стрічки є без інерційним, тому під час силового аналізу беремо до уваги лише сили тяжіння.

Силовий аналіз проводимо для кожної структурної групи (ABC , DEF). Його задача полягає у знаходженні розмірів механізму при яких сила для урухомлення поршня 1 буде найменшою.

Використовуємо інваріанти мас ланок μ відносно маси ланки FE :

$$\mu_1 = m_1 / m_5, \mu_2 = m_2 / m_5, \mu_3 = m_3 / m_5, \mu_4 = m_4 / m_5, \mu_5 = m_5 / m_5 = 1.$$

Визначаємо складові реакції у кінематичній парі E

$$\begin{aligned} x_{54} &= \frac{-\lambda_5 \cos(\varphi_5) \Sigma M_{D(4)} - \lambda_4 \cos(\varphi_4) \Sigma M_{F(5)}}{\lambda_4 \lambda_5 \sin(\varphi_5 - \varphi_4)}, \\ y_{54} &= \frac{-\lambda_5 \sin(\varphi_5) \Sigma M_{D(4)} - \lambda_4 \sin(\varphi_4) \Sigma M_{F(5)}}{\lambda_4 \lambda_5 \sin(\varphi_5 - \varphi_4)}, \end{aligned} \quad (3.25)$$

де $\Sigma M_{D(4)} = -\mu_4 \lambda_{DS_4} \cos(\varphi_4)$, $\Sigma M_{F(5)} = -\lambda_{FS_5} \cos(\varphi_5 + \Delta\varphi_5)$.

Положення і значення цієї реакції

$$R_{54} = \sqrt{x_{54}^2 + y_{54}^2}, \quad \alpha_{54} = \arctg(y_{54} / x_{54}). \quad (3.26)$$

Визначаємо складові реакції у кінематичній парі F і D :

$$x_{50} = -x_{54}, \quad y_{50} = -y_{54} + 1, \quad R_{50} = \sqrt{x_{50}^2 + y_{50}^2}, \quad \alpha_{50} = \arctg(y_{50} / x_{50}), \quad (3.27)$$

$$x_{43} = x_{54}, \quad y_{50} = y_{54} + \mu_4, \quad R_{43} = \sqrt{x_{43}^2 + y_{34}^2}, \quad \alpha_{43} = \arctg(y_{43} / x_{43}). \quad (3.28)$$

Структурна група ABC . Складові реакції у кінематичній парі B :

$$\begin{aligned} x_{23} &= \frac{\lambda_2 \cos(\varphi_2) \Sigma M_{C(3)} + \lambda_3 \cos(\varphi_3) \Sigma M_{A(2)}}{\lambda_2 \lambda_3 \sin(\varphi_2 - \varphi_3)}, \\ y_{23} &= \frac{\lambda_2 \sin(\varphi_2) \Sigma M_{C(3)} + \lambda_3 \sin(\varphi_3) \Sigma M_{A(2)}}{\lambda_2 \lambda_3 \sin(\varphi_2 - \varphi_3)}, \end{aligned} \quad (3.29)$$

де $\Sigma M_{C(3)} = -\mu_{CD} \lambda_{CS_3} \cos(\varphi_3) + R_{34} \lambda_{CD} \sin(\alpha_{34} - \varphi_3)$, $\Sigma M_{A(2)} = -\mu_2 \lambda_{AS_2} \cos(\varphi_2)$,

$$R_{34} = R_{43}, \quad \alpha_{34} = \alpha_{43} \pm \pi.$$

Знаходимо реакцію в опорі C :

$$\begin{aligned} x_{30} &= x_{23} - R_{34} \cos(\alpha_{34}), \quad y_{30} = y_{23} + \mu_{CD} - R_{34} \cos(\alpha_{34}), \\ R_{30} &= \sqrt{x_{30}^2 + y_{30}^2}, \quad \alpha_{30} = \arctg(y_{30} / x_{30}). \end{aligned} \quad (3.30)$$

Вирази для знаходження реакції у стояку A :

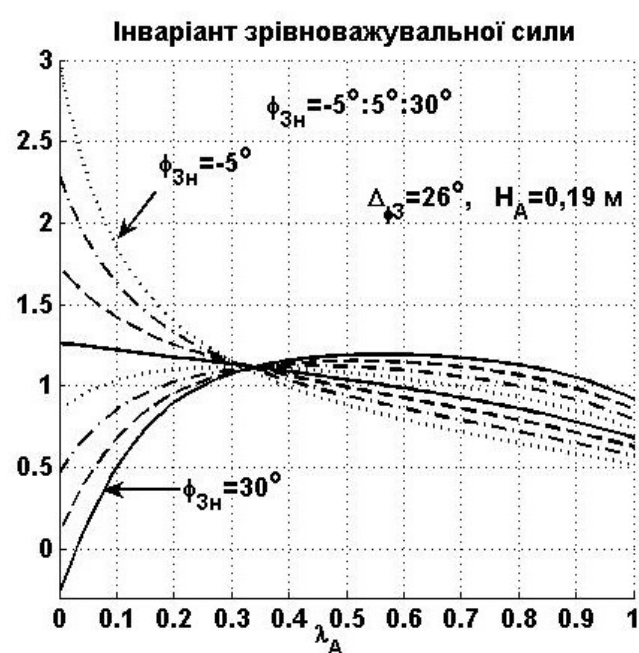
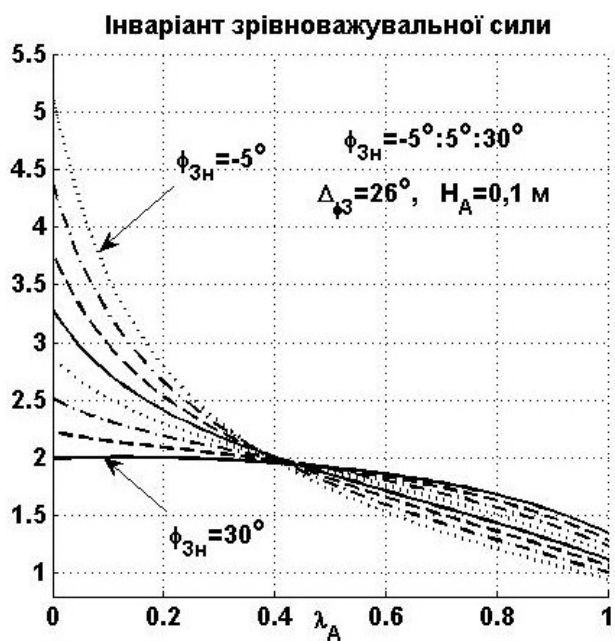
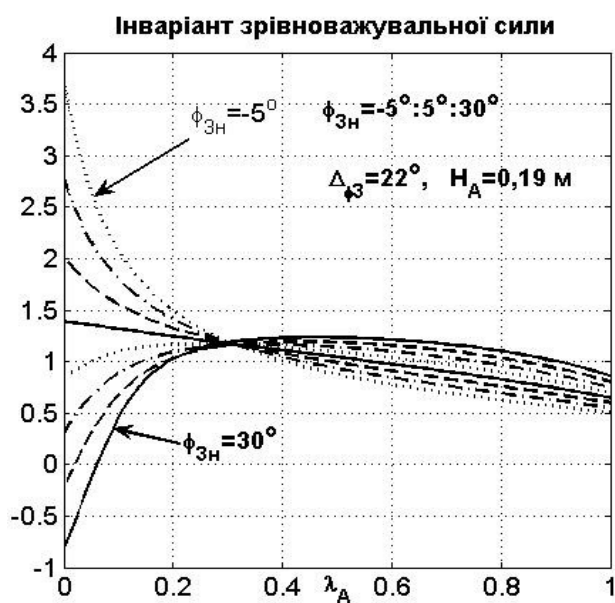
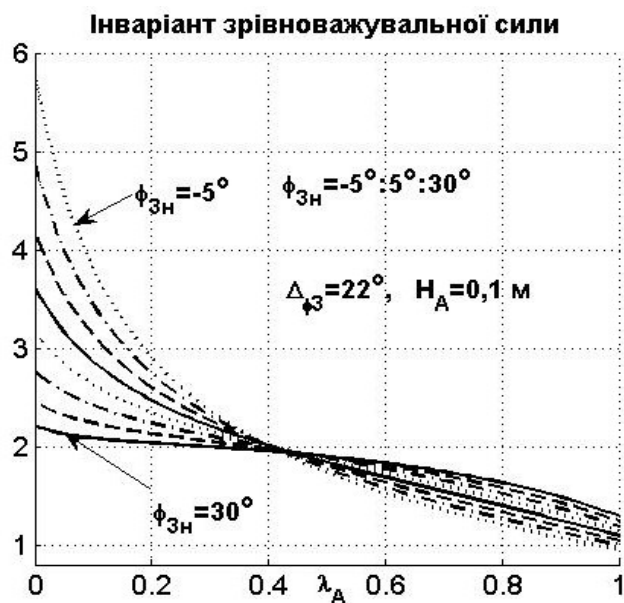
$$x_{21} = -x_{23}, \quad y_{21} = -y_{23} + \mu_2, \quad R_{21} = \sqrt{x_{21}^2 + y_{21}^2}, \quad \alpha_{21} = \arctg(y_{21} / x_{21}). \quad (3.31)$$

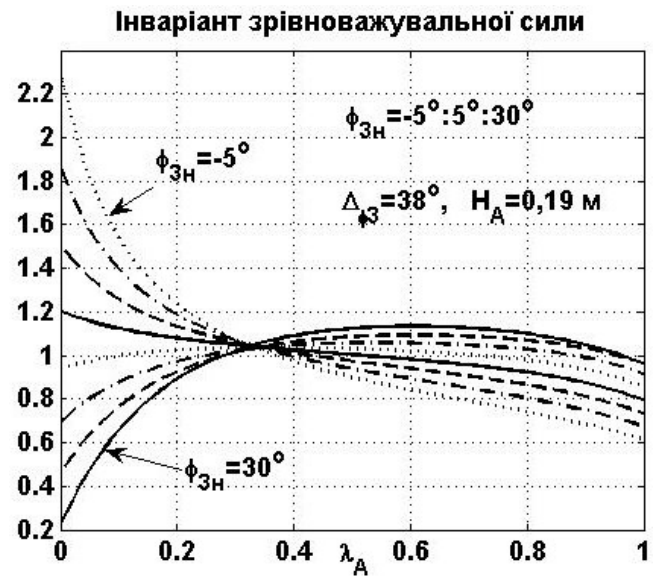
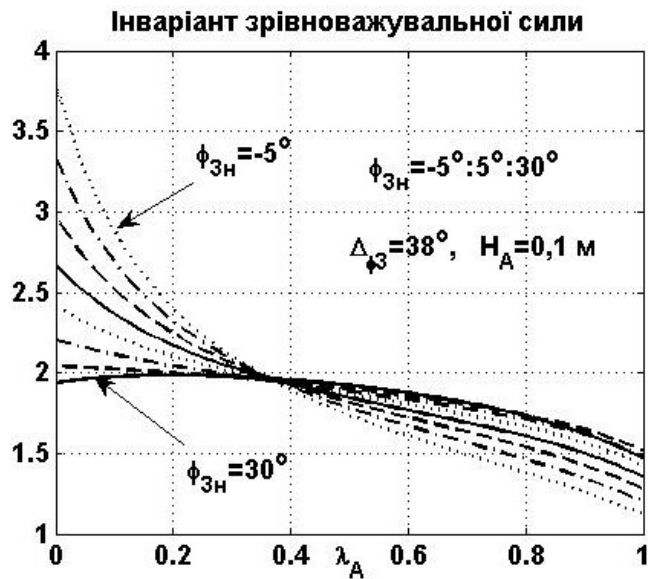
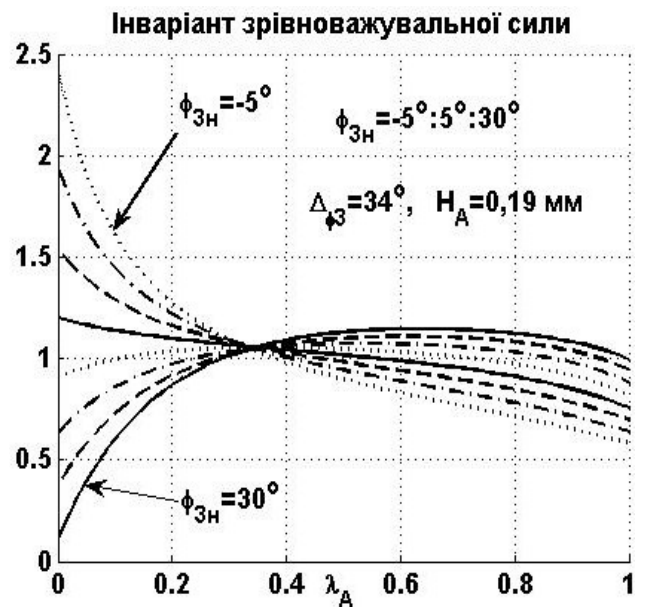
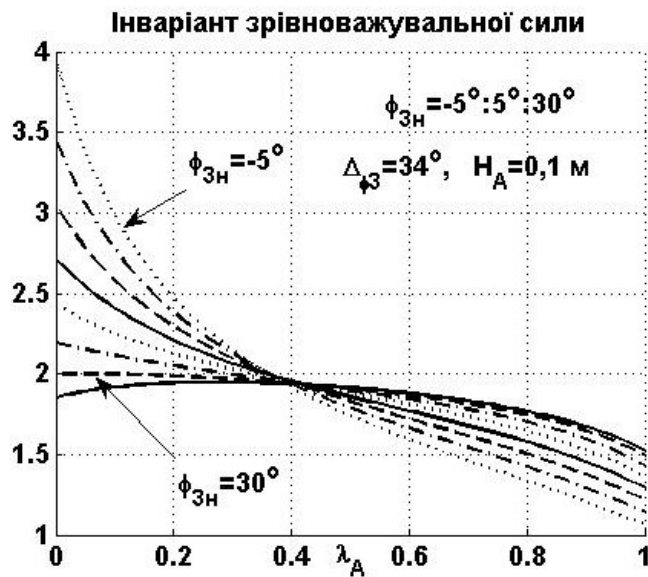
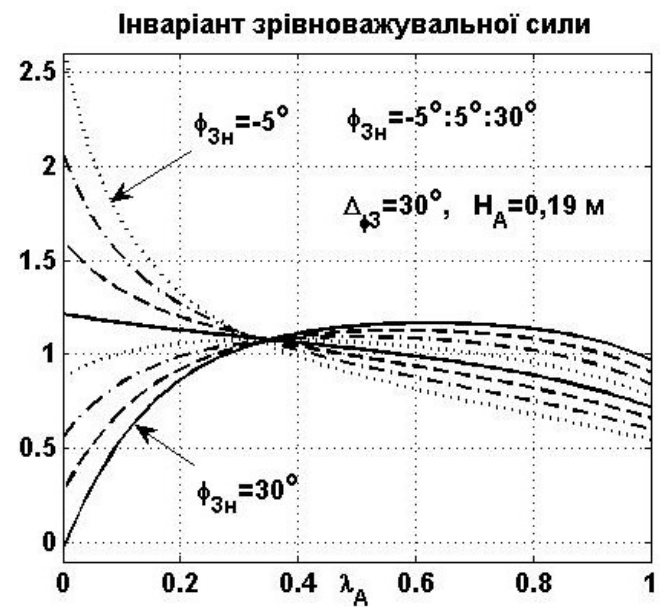
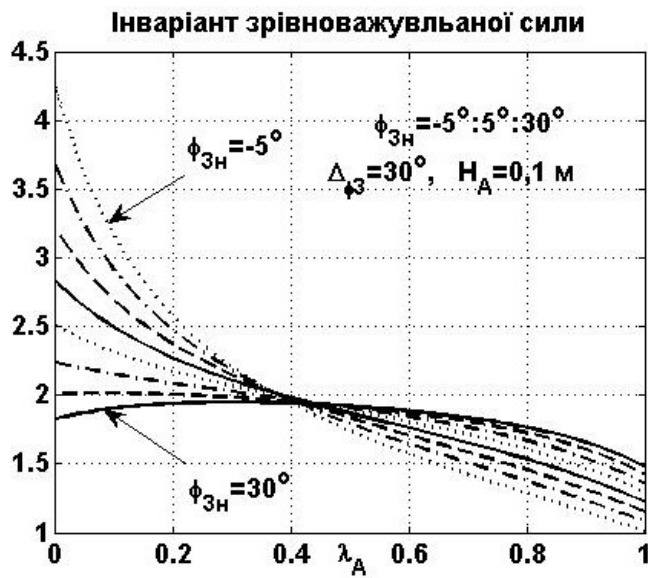
Рушійна сила F_A , яка прикладається до поршня 1 (приводна гайка 8, рис. 3.1),

рівна вертикальній складовій реакції у кінематичній парі А $F_A = y_{21}$.

Наступний етап досліджень полягає у визначенні кутів $\Delta\varphi_3$ і $\varphi_{3н}$, які би відповідали найменшим значенням сили F_A і розмірам механізму.

Дослідження, аналогічно попереднім, проведемо для двох варіантів: $H_A = 0,1$ і $H_A = 0,19$ м, при зміні кутів в межах $\Delta\varphi_3 = 24:4:42$, $\varphi_{3н} = -5^\circ:5^\circ:30^\circ$ (рис. 3.6.).





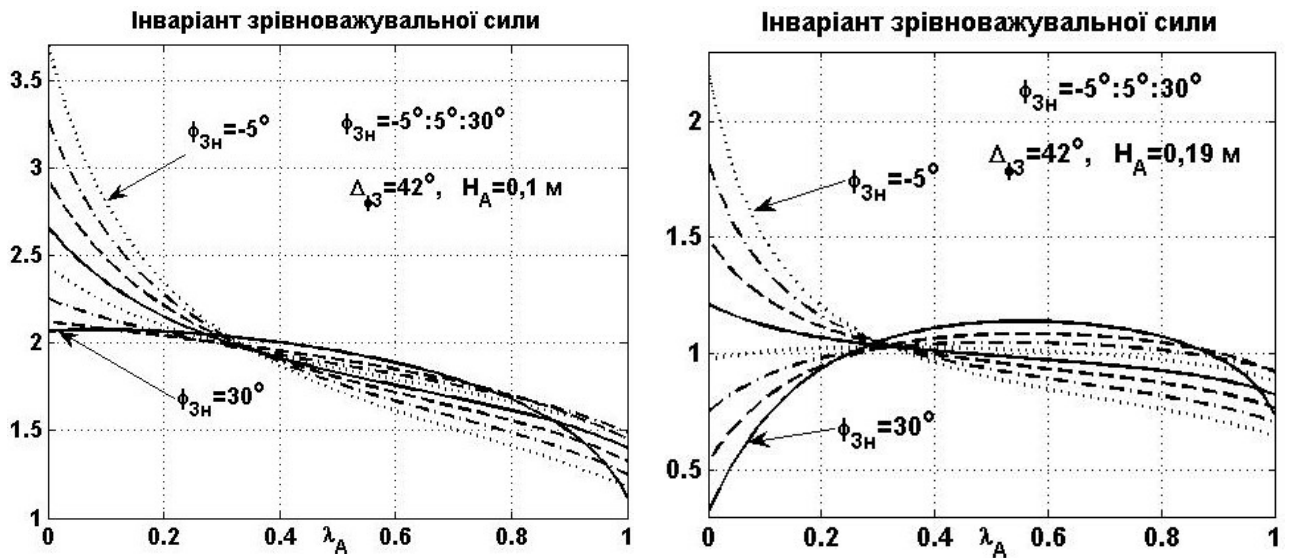


Рис. 3.6 Залежність рушійної сили від H_A при різних розмірах механізму

За результатами досліджень встановлено:

- зі збільшенням H_A сила F_A для переміщення приводної гайки зменшується;
- менші значення сили F_A відповідають у нижньому положенні більшим кутам нахилу коромисла;

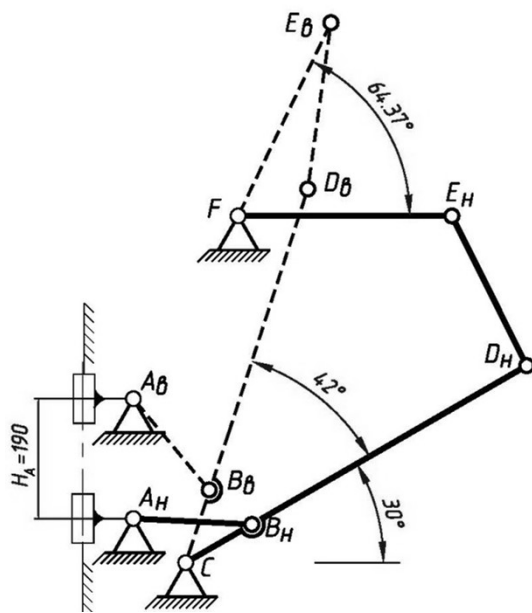


Рис. 3.7 Синтезований механізм з найменшими

- для $H_A = 0,1$ м сила F_A зменшується під час переміщення приводної ланки;
- найменша сила F_A , яка прикладається до приводної гайки, буде мати механізм з кутом розмаху $\Delta\varphi_3 = 42^\circ$ ланки CD і найбільшим нахилом її у нижньому положенні $\varphi_{3H} = 30^\circ$.

Спроекований механізм представлений на рис. 3.7.

Висновки по розділу 3

Для проектування механізму зміни форми стрічки конвеєра у поперечному перерізі з найменшими розмірами і рушійною силою необхідно забезпечити максимальні значення кута розмаху ланки CD та кута її нахилу у нижньому положенні.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ І ВИРОБНИЧА БЕЗПЕКА

4.1. Основні задачі виробничої безпеки

Безпека виробничих процесів перш за все визначається безпекою виробничого обладнання. Основними вимогами безпеки до технологічних процесів є усунення безпосереднього контакту працюючих з вихідними матеріалами, заготовками, напівфабрикатами, готовою продукцією та відходами виробництва, які мають шкідливий вплив.

Рівні небезпечних та шкідливих виробничих факторів на робочих місцях повинні відповідати вимогам стандартів безпеки. Робочі місця повинні мати рівні та показники освітленості, встановлені чинними будівельними нормами і правилами.

Особи, які допускаються до участі в виробничому процесі, повинні мати професійну підготовку (в тому числі з безпеки праці), яка відповідає характеру робіт. Навчання працюючих з безпеки праці проводять на всіх підприємствах і в організаціях незалежно від характеру і ступеня небезпеки виробництва.

Важливим заходом забезпечення безпеки технологічних процесів є проведення профілактичних випробувань як під час первинного огляду виробничого обладнання і засобів захисту, так і в процесі їх експлуатації з метою виявлення їх відповідності до вимог безпеки.

4.2. Дотримання заходів безпеки під час встановлення та монтажу стрічкових конвеєрів.

Перед перевезенням пересувні конвеєри частково демонтується при переміщенні з одного об'єкта експлуатації на інший. Для переведення машини в транспортне положення знімають стрічку і, розбираючи болтове з'єднання, складають ферми поруч на шасі. У деяких випадках знімають електродвигун і завантажувальний люк.

Стаціонарні конвеєри доставляються на місце експлуатації в розібраному вигляді з подальшим їх монтажем на легких фундаментах, естакадах і в галереях. Нормальна робота стрічкового конвеєра в багатьох відношеннях залежить від якості виконання монтажних робіт.

Зазвичай монтаж стаціонарного конвеєра починають з несучої конструкції, супроводжуючи роботу ретельною вивіркою. Цьому повинна передувати технічна перевірка роликів опор. Ці опори збирають у наступному порядку: спочатку монтується нижні ролики, потім монтуються балки з кронштейнами для верхніх опор. Після того, як ролик буде вставлений в гніздо кронштейна, вивіряється його місце знаходження і затягуються болти кріплення. Взаємне положення роликів можна перевірити за допомогою натягнутого шнура. Вертикальне положення роликів регулюють прокладками. Підшипники привідного барабана встановлюють на металеву конструкцію конвеєра і ретельно закріплюють. Барабан вивіряють і встановлюють в нормальне положення шляхом використання прокладок під підшипники. Відповідно до положення вала привідного барабана монтується вузол електродвигун – редуктор.

Після виконання монтажних операцій, пов'язаних із встановленням приводного барабана та електродвигуна, переходять до встановлення натяжної станції. Нормально змонтовані приводний і натяжний барабани повинні легко обертатися вручну.

Останнім етапом робіт з монтажу конвеєра є встановлення стрічки. Рулон стрічки розташовують спереду вздовж осі конвеєра чи ззаду нього, залежно від умов експлуатації, з огляду на те, щоб більш товсте гумове покриття служило у подальшому як робоча поверхня. Крім того, стрічку слід натягувати так, щоб з'єднання потрапляло на верхню вітку конвеєра.

4.3. Дотримання заходів безпеки під час експлуатації стрічкових конвеєрів.

Стрічкові конвеєри за правильної експлуатації є надійним засобом транспортування і виходять з ладу лише при використанні їх не за призначенням або із порушенням правил експлуатації. Стрічковий конвеєр перед початком експлуатації повинен бути ретельно оглянутий і протестований під час холостого ходу.

Під час тестування роботи обладнання необхідно уважно слідкувати за ступенем натягу стрічки. Стрічку не слід надто натягувати, оскільки це

збільшує споживання енергії, ослаблює з'єднання і робить стрічку дуже чутливою до неточного встановлення роликів опор. Слабкий натяг також неприпустимий, оскільки це збільшує її прогин, веде до розсипання вантажу та ускладнює регулювання. Для нормальної роботи необхідно стрічку налаштувати завдяки натяжного пристрою і перевірити крок роликів.

При перевірці конвеєра важливо переконатися, що стрічка рухається прямо, без відхилення вбік і без проковзування. Для уникнення цього барабан слід очищати від налиплих частинок транспортованого матеріалу. Також слід періодично проводити очищення роликів та міжстрічкового перекриття, оскільки все це можуть бути причиною зупинок і аварійних ситуацій.

Якщо стрічка неправильно набігає на барабан, то необхідно ослабити гайки кріплення двох-трьох роликів опор у приводному барабані з боку набігання стрічки і ударом молотка подати вперед краї цих роликів. Якщо стрічка неправильно набігає на натяжний барабан, то її регулюють нижніми роликівими опорами, розташованими безпосередньо біля нього.

Для нормальної експлуатації конвеєра матеріал необхідно подавати рівномірно і в кількості, що відповідає продуктивності машини. Матеріал на стрічці повинен розташовуватися рівним шаром, стрічку слід завантажувати рівномірно, але без перевантаження.

Після закінчення роботи, переконавшись, що весь матеріал зійшов зі стрічки конвеєра, електродвигун слід вимкнути і зробити технічний огляд обладнання.

Однією з важливих робіт, що забезпечують дотримання правил техніки безпеки при роботі конвеєра, є перевірка гальм. Довжину гальмівної стрічки вибирають з урахуванням тривалості гальмування і тим самим з урахуванням величини зворотного ходу конвеєра, який допускається в межах 50-100 мм.

Основні несправності стрічкових конвеєрів, причини і способи їх усунення наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Несправності стрічкових конвеєрів і способи їх усунення

Несправності	Причини несправностей	Способи усунення
Стрічка втікає.	Перекис валів приводного чи натяжного барабанів.	Перевірити положення підшипників барабанів, усунути перекис.
	Неправильне положення роликів опор.	Встановити роликові опори перпендикулярно до осі конвеєра.
	Неправильне зшивання стрічки.	Перешити стрічку та відрегулювати натяг.
	Налипання матеріалу на барабани роликів.	Налагодити правильне завантаження.
	Одностороннє завантаження стрічки.	Очистити барабани та роликові опори.
Поперемінне зміщення стрічки вправо та вліво.	Конвеєр встановлений похило у поперечному напрямку.	Встановити правильно конвеєр, щоб вісь була горизонтальною.
	Надмірний натяг.	Відрегулювати натяг.
Стрічка провисає між опорами та ковзає на барабані.	Недостатній натяг стрічки.	Підтягнути стрічку і за потреби перешити.
Значне прокидання матеріалу з-під завантажувальної лійки.	Зносилися гумові смужки на нижніх краях вирви.	Замінити смужки.
	Великий кут нахилу.	Зменшити кут нахилу.
Ковзання вантажу, що переміщається.	Дотикання бортів завантажувальної лійки зі стрічкою.	Правильно встановити борти.
Напрямні ролики не переміщаються по осях.	Неправильне збирання.	Перевірити положення осей, роликів, блоків.
	Заїдання на осях.	
Ненормальний шум у передачі.	Недолік чи відсутність мастила.	Поповнити або залити мастило.
	Невідповідне або неякісне мастило.	Видалити старе мастило, залити якісне.
	Зношування, поломка зубів.	Замінити зубчасті колеса.

5.4. Вимоги безпеки

Конвейер повинен відповідати вимогам ПБ 14-586-03, ГОСТ 26582, ГОСТ 12.2.124 та нижче зазначеним вимогам. Рівні звуку та звукового тиску на робочих місцях конвеєра не повинні перевищувати значень, допустимих за ГОСТ 12.1.003 та СН 2.2.4/2.1.8.562-96.

Електрообладнання та електроапаратура повинні відповідати умовам роботи в приміщенні класу В-ПА за ПУЕ, за ступенем захисту оболонки не менше IP 54 за ГОСТ 14254, за способом захисту людини від ураження електричним струмом - клас 1 за ГОСТ 12.2.007.0.

Аварійне відключення приводу у випадку обриву та зсування стрічки забезпечується спрацюванням відповідних датчиків.

Електробезпека під час роботи конвеєра повинна бути забезпечена його конструкцією, яка передбачає пристрій захисного заземлення корпусу та металевих деталей, які можуть опинитися під напругою. Заземлювальний зажим та знак заземлення повинні відповідати вимогам ГОСТ 21130.

Силовий кабель повинен мати нульовий дріт. Всі жили кабелю повинні бути надійно підключені до мережі та добре ізольовані.

Гранично допустима концентрація пилу в повітрі робочої зони конвеєра не повинна перевищувати 4 мг/м^3 відповідно до санітарних норм.

Всі рухомі частини конвеєра повинні мати огороження. Неперервність ланцюга захисту повинна забезпечуватися надійним з'єднанням.

4.5. Пожежна безпека

Пожежна безпека електрообладнання, електроустановок, а також будівель і споруд, в яких вони розташовані, повинна відповідати вимогам чинних типових правил пожежної безпеки для промислових підприємств.

На їх основі розробляються галузеві правила, які враховують особливості пожежної небезпеки окремих виробництв. Основи протипожежного захисту підприємств визначені ГОСТ 12.1.004-91 та ГОСТ 12.1.010-76. Заходи з пожежної профілактики поділяються на: організаційні, технічні, режимні та експлуатаційні. Організаційні заходи передбачають правильну експлуатацію машин, а до технічних відносяться: дотримання протипожежних правил і норм

під час проектуванні будівель і споруд, облаштування електроприводів та обладнання, систем опалення, вентиляції та освітлення.

Відповідно до законодавства, відповідальність за забезпечення пожежної безпеки покладається на керівників цих об'єктів - підприємств і організацій.

Відповідно до правил пожежної безпеки в кожному цеху, лабораторії, майстерні та інших підрозділах підприємства повинна бути розроблена інструкція з конкретних заходів щодо пожежної безпеки та режиму протипожежного заходу.

Інструкція щодо заходів пожежної безпеки розробляється керівником підрозділів, узгоджується з органами місцевої пожежної охорони і затверджується керівником підприємства.

4.6. Вимоги до охорони навколишнього середовища

Під час виготовлення конвеєра повинні дотримуватися вимог СП 2.2.2.1327-03 "Гігієнічні вимоги до організації технологічних процесів, виробничого обладнання та робочого інструменту", затверджених Міністерством охорони здоров'я 26 травня 2003 року, а також вимог ГОСТ 12.2.003.

Виробничий контроль за дотриманням санітарних правил здійснюється підприємством відповідно до норм "Про санітарно-епідеміологічне благополуччя населення".

Лабораторний контроль за санітарними параметрами виробничого та природного середовища здійснюється підприємством або акредитованою лабораторією.

Виробництво обладнання повинно проводитися в приміщеннях, обладнаних приточно-витяжною вентиляцією, що забезпечує чистоту повітряного середовища робочої зони відповідно до гігієнічних вимог. Вміст парів шкідливих речовин в робочій зоні не повинен перевищувати максимально допустимі концентрації "Максимально допустимі концентрації (МДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони" і "Орієнтовно безпечні рівні впливу шкідливих речовин у повітрі робочої зони".

Охорона навколишнього середовища забезпечується герметизацією обладнання, комунікацій, транспортної тари, дотриманням вимог безпеки.

Контроль за дотриманням максимально допустимих викидів в атмосферу повинен здійснюватися відповідно до "Максимально допустимих концентрацій забруднюючих речовин в атмосфері населених пунктів".

Технологічний процес транспортування зерна та інших сипких продуктів механізований і вимагає від оператора лише контролю за його дотриманням. Для запобігання виділенню пилу з машини передбачено герметичні ущільнення в місцях з'єднання вузлів між собою, місця підключення аспіраційної системи для видалення запиленого повітря з обладнання та подальшим очищенням повітря перед виходом в атмосферу. Роботу на машині без аспірації заборонено.

4.7. Розрахунок захисного заземлення

Захисне заземлення призначене для захисту людей від ураження електричним струмом. Цього досягається з'єднанням з 'землею' металевих частин електротехнічних пристроїв, які можуть опинитися під напругою при пошкодженні ізоляції.

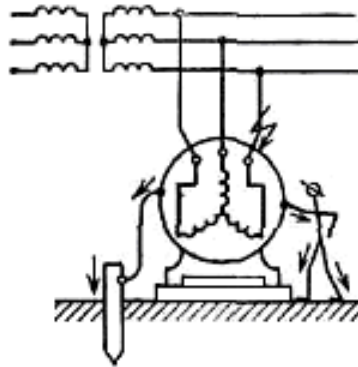


Рис.4.1. Шлях струму під час замикання на корпус в системі з ізольованою нейтраллю

У випадку замикання на корпус і дотику людини до нього, струм йде в 'землю' через заземлення і через тіло людини, проте, оскільки опір тіла людини набагато більший за опір заземлення, то більша частина струму пройде через захисне заземлення. Чим краще обладнане заземлення тим безпечніше електрообладнання в експлуатації.

Захисне заземлення — основний засіб захисту людей від ураження електричним струмом, проте при збільшенні перехідного опору мережі більше 4 Ом надійність захисту знижується, а в разі обриву або неправильного приєднання елементів заземлювальної мережі захисна дія взагалі припиняється. Крім того, при дотику людини до провідників, які знаходяться під напругою, захисне заземлення своєї захисної дії не виявляє.

У зв'язку з цим для повної безпеки необхідно забезпечувати захисне відключення. Для цієї мети кожен працюючий трансформатор або група паралельно працюючих трансформаторів повинні мати у комплекті з фідерними автоматами реле витоку.

При експлуатації реле витоку необхідно перевіряти на спрацювання перед кожною зміною. Найменше один раз у 6 місяців слід перевіряти загальний час відключення мережі під дією реле витоку. Згідно з Правилами безпеки, цей час не повинен перевищувати 0,2 с.

Для ефективного захисту від електричного струму застосовують комбіновані групові заземлювачі, що складаються з вертикальних електродів, розташованих в плані в ряд, верхні кінці яких знаходяться на глибині 0,7 м від поверхні землі і електрично з'єднані між собою горизонтальним електродом. У якості вертикальних електродів використовують сталеві стрижні (прути) з діаметром $d = 0,012$ м і довжиною $l = 3$ м. Для з'єднання вертикальних електродів і як самостійний горизонтальний електрод використовується стальна полоса січенням 4x12 мм.

Визначаємо питомого опір ґрунту $\rho_{\text{пр}}$ з відповідного джерела. Приймаємо значення $\rho_{\text{пр}} = 100$ Ом*м (ґрунт - глина). Розрахунковий питомий опір ρ :

$$\rho = \rho_{\text{пр}} \cdot \psi, \quad (4.1)$$

де ψ – коефіцієнт сезонності.

Для вертикального електрода довжиною 3 м та II кліматичної зони при нормальній вологості ґрунту $\psi_3 = 1,5$ – для вертикально встановлених стержнів; $\psi_{\text{п}} = 5,9$ – для смуги, яка з'єднує заземлювачі. За формулою (4.1) обчислюємо:

$$\rho_3 = 100 \cdot 1,5 = 150 \text{ Ом} \cdot \text{м}; \quad \rho_{\text{п}} = 100 \cdot 5,9 = 590 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Визначаємо опір розпливання струму для одинарного вертикального електрода.

$$R_3 = \frac{\rho_p}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right); \quad (4.2)$$

$$t = t_0 + l/2; \quad (4.3)$$

де t - глибина закладання вертикального електрода, м; $t_0 = 0,7$ м - глибина котловану, м (рис. 4.2).

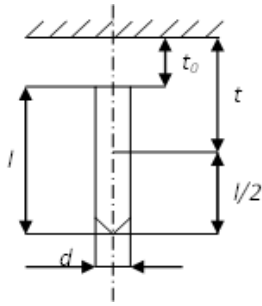


Рис. 5.2. Схема вкладки вертикального електрода

З формул (4.2) і (4.3) після підстановки числових значень отримаємо:

$$t = 0,7 + 3/2 = 2,2 \text{ м.}$$

$$R_3 = \frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,012} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,2 + 3}{4 \cdot 2,2 - 3} \right) = 22,72 \text{ Ом} \gg 4 \text{ Ом.}$$

Необхідна кількість вертикальних електродів:

$$n = \frac{R_3}{R_n \cdot \eta_3}, \quad (4.4)$$

де η_3 - коефіцієнт використання заземлювачів.

Підставивши числові значення, отримуємо

$$\eta_3 \cdot n = R_3 / R_n, \quad (4.5)$$

$$\eta_3 \cdot n = 22,72 / 4 = 5,68.$$

При відстані $a = 3$ метри між заземлювачами отримуємо відношення $a/l = 1$. $n = 10$, $\eta_3 = 0,58$. Визначаємо довжину з'єднувальної смуги l_{II} для вертикальних заземлювачів, розташованих в ряді.

$$l_{II} = 1,05 \cdot a \cdot (n - 1); \quad (4.6)$$

$$l_{II} = 1,05 \cdot 3 \cdot (10 - 1) = 28,35 \text{ м.}$$

Розраховуємо опір смуги. R_{II}

$$R_n = \frac{\rho_{II}}{2 \cdot \pi \cdot l_{II}} \cdot \ln \frac{l_{II}^2}{b \cdot t_{II}}; \quad (4.7)$$

$$t_{II} = t_0 + c/2$$

де t_{II} - глибина закладення смуги, м; b - ширина смуги, м; c - висота смуги, м.

Підставляючи числові значення, отримаємо:

$$t_{II} = 0,7 + 0,004/2 = 0,702 \text{ м};$$

$$R_n = \frac{590}{2 \cdot 3,14 \cdot 28,35} \cdot \ln \frac{2 \cdot 28,35^2}{0,012 \cdot 0,702} = 17,5 \text{ Ом.}$$

Визначаємо опір всього заземлювального пристрою $R_{рез}$

$$R_{рез} = \frac{R_n \cdot R_3}{R_n \cdot n \cdot \eta_n + R_3 \cdot \eta_n}; \quad (4.8)$$

Коефіцієнт використання полоси дорівнює $\eta_{II} = 0,62$.

$$R_{рез} = \frac{17,5 \cdot 22,72}{17,5 \cdot 10 \cdot 0,58 + 22,72 \cdot 0,62} = 3,38 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом.}$$

Розрахований опір заземлювального пристрою не перевищує рекомендованого значення, отже, застосування розрахованого заземлювального пристрою відповідає вимогам ПУЕ.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

5.1. Обґрунтування техніко-економічної ефективності удосконаленого стрічкового конвеєра

Порівнюючи техніко-економічні показники розрахованих на одиницю виконаної роботи визначаємо економічну доцільність використання стрічкового конвеєра у порівнянні з базовою моделлю.

Таблиця 5.1

Таблиця 5.1 - Вихідні дані для розрахунків

Показники	Базова машина	Вдосконалена машина
Потужність, кВт	5,5	5,5
Маса стрічки, кг	65	80(67)
Маса транспортеру, кг	4057	4072
Ширина стрічки	500	500
Продуктивність, т		
- за годину змінного часу	98	100
- за зміну	784	800
- за рік	137200	140000
Коефіцієнт використання змінного часу	0,15	0,15
Кількість обслуговуючого персоналу	2	2
Годинна тарифна ставка оператора транспортера, грн./год (за 9 розрядом тарифної сітки станом на 2020 р.)	21,64	21,64
Питома витрата електроенергії, кВт/год	5,5	5,5

Затрати праці на одиницю роботи,:

$$T = \frac{\sum n_i}{W_r} \text{ люд-год./ т;} \quad (5.1)$$

де n_i – кількість операторів, $n_i = 2$;

W_r – годинна продуктивність конвеєра, т/год.

- базового:

$$T_c = \frac{2,0}{98} = 0,0204;$$

- вдосконаленого:

$$T_n = \frac{2,0}{100} = 0,02.$$

Зміна затрат праці від застосування вдосконаленого конвеєра:

$$C_T = \frac{T_c - T_n}{T_c} \cdot 100\% = \frac{0,0204 - 0,02}{0,0204} \cdot 100\% = 1,96 \%; \quad (5.2)$$

Економія праці на одиницю роботи:

$$E_n = T_c - T_n = 0,0204 - 0,0200 = 0,0004 \text{ люд-год./т} \quad (5.3)$$

Річна економію праці:

$$E_{np} = (T_c - T_n) \cdot W_{np} = E_n \cdot W_{np} = 0,0004 \cdot 140000 = 56 \text{ люд-год./т} \quad (5.4)$$

Показник росту продуктивності праці становить:

$$B = \frac{T_c}{T_n} = \frac{0,0204}{0,02} = 0,102 \text{ рази} \quad (5.5)$$

Відповідно до нормативних документів приймаємо річне завантаження конвеєра рівним $T_3 = 1400$ год/рік.

Прямі експлуатаційні затрати на одиницю виробітку продукції, грн./т:

$$U_{пз} = Z + A + P_k + P_T + \Gamma + \Pi_1 \quad (5.6)$$

Z – заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн./т;

P_k – затрати на капітальний ремонт конвеєра, грн./т

A – амортизаційні відрахування, грн./т;

Γ – затрати на експлуатаційні матеріали, грн./т;

P_T – затрати на планове технічне обслуговування і ремонт конвеєра, грн./т;

Π_1 – інші прямі затрати, грн./т.

Заробітна плата становить:

$$З = \frac{1,0}{W_3} \cdot \sum x \cdot r_j, \quad (5.7)$$

x – кількість працівників;

r_j – годинна тарифна ставка оплати праці обслуговуючого персоналу конвеєра, грн./т.

базового:

$$З = \frac{1,0}{98} \cdot 1,0 \cdot 21,64 = 0,221 \text{ грн./т.}$$

вдосконаленого:

$$З = \frac{1,0}{100} \cdot 1,0 \cdot 21,64 = 0,216 \text{ грн./т.}$$

Затрати на амортизацію:

$$A = \frac{B_{c(n)} \cdot a}{T_3 \cdot W_r}, \text{ грн./т} \quad (5.8)$$

де B_H – балансова ціна вдосконаленої машини, $B_H = 45500$ грн;

B_c – балансова ціна базової машини, $B_c = 45000$ грн;

a – коефіцієнт відрахувань на амортизацію, $a = 0,166$.

- базового:

$$A_c = \frac{45000 \cdot 0,166}{1400 \cdot 98} = 0,054; \text{ грн./т}$$

- вдосконаленого:

$$A_H = \frac{45500 \cdot 0,166}{1400 \cdot 100} = 0,0539 \text{ грн./т}$$

Коефіцієнт відрахувань на капітальний, поточний ремонт і планове технічне обслуговування конвеєра визначаємо за нормативно-технічною документацією:

$$P_K + P_T = 40\%; \quad (5.9)$$

- базового:

$$P_K^c + P_T^c = \frac{45000 \cdot 40}{100 \cdot 98 \cdot 1400} = 0,131 \text{ грн./т}$$

вдосконаленого:

$$P_K^H + P_T^H = \frac{45500 \cdot 40}{100 \cdot 100 \cdot 1400} = 0,13 \text{ грн./т}$$

Затрати на електроенергію:

$$\Gamma = q \cdot Ц = \Gamma_c = \Gamma_H = 5,5 \cdot 2,64 = 14,52 \text{ грн.}, \quad (5.10)$$

де C – ціна 1 кВт електричних матеріалів $C = 2,64$ грн.;

q – витрата електричних матеріалів, $q = 5,5$ кВт/год:

Затрати допоміжних матеріалів, грн./год:

$$P_1 = M \cdot C_6 = 2,12 \cdot 15,1 = 32,01 \quad (5.11)$$

де C – ціна допоміжних експлуатаційних матеріалів, за нормативними даними $C_6 = 15,1$ грн.

M – затрати експлуатаційних матеріалів, за нормативами $M = 2,12$ кг;

Тоді, для базового:

$$U_{nz}^c = 0,221 + 0,0544 + 0,131 + 15,52 + 32,01 = 46,9364 \text{ грн./т}$$

- для вдосконаленого,

$$U_{nz}^n = 0,216 + 0,0539 + 0,13 + 7,37 + 32,01 = 46,9299 \text{ грн./т:}$$

Прямі експлуатаційні затрати на річний об'єм робіт, грн:

$$U_p = U_{nz} \cdot B_3, \quad (5.12)$$

B_3 – продуктивність конвеєра за рік, т,

- базового, грн.:

$$U_p^c = 46,9364 \cdot 137200 = 6439674,08;$$

- вдосконаленого, грн.:

$$U_p^n = 46,9299 \cdot 140000 = 6570186.$$

Річна економія експлуатаційних затрат, грн:

$$U_{pE} = U_p^c - U_p^n = 6439674,08 - 6570186 = -130511,92 \quad (5.13)$$

Типові капіталовкладення,:

$$K_n = \frac{B}{T_3 \cdot W_r} \text{ грн/т} \quad (5.14)$$

- базового, грн./т:

$$K_n^c = \frac{45000}{1400 \cdot 98} = 0,32; \text{ грн/т}$$

- вдосконаленого, грн./т:

$$K_n^H = \frac{45500}{1400 \cdot 100} = 0,325 \text{ грн/т}$$

Річні капіталовкладення на об'єм робіт, грн:

$$K_{np} = K_n \cdot W_p; \quad (5.15)$$

- базового:

$$K_{np}^c = 0,32 \cdot 137200 = 43904 \text{ грн};$$

- вдосконаленого:

$$K_{np}^H = 0,325 \cdot 140000 = 45500 \text{ грн.}$$

Приведені затрати на одиницю виробітку:

$$П_n = E \cdot K_n + U_n; \quad (5.16)$$

де E – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E = 0,15$;

- базового

$$П_n^c = 0,15 \cdot 0,32 + 46,9364 = 46,9844 \text{ грн};$$

- вдосконаленого:

$$П_n^H = 0,15 \cdot 0,325 + 46,9299 = 46,9787 \text{ грн.}$$

Приведені затрати на річний об'єм робіт, визначимо за формулою

$$П_{np} = П_n \cdot B_z; \quad (5.17)$$

- базового:

$$П_{np}^c = 46,9844 \cdot 137200 = 6446259,68 \text{ грн}$$

- вдосконаленого:

$$П_{np}^H = 46,9787 \cdot 140000 = 6577018 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від впровадження удосконаленого конвеєра:

$$E_{pE} = (П_{np}^H - П_{np}^c) = 6577018 - 6446259,68 = 130758,32 \quad (5.18)$$

Металомісткість процесу:

$$M = \frac{G_m}{Q} \text{ кг/т} \quad (5.19)$$

де G_m^c – маса базового елемента (стрічки) конвеєра, $G_m^c = 65$ кг;

Q_c – річний виробіток базової машини, $Q_c = 137200$ т;

G_m^h – маса вдосконаленого елемента (стрічки) конвеєра, $G_m^h = 67$ кг;

Q_m – річний виробіток вдосконаленої машини, $Q_m = 140000$ т.

Тоді, базового, грн.:

$$M_c = \frac{65}{137200} = 0,000473 \text{ кг/т};$$

вдосконаленого, грн.:

$$M_h = \frac{67}{140000} = 0,00048 \text{ кг/т}.$$

Зміну металомісткості визначимо за формулою, %:

$$C_m = \frac{M_c - M_h}{M_c} \cdot 100\%; \quad (5.20)$$

Отже,

$$C_m = \frac{0,000473 - 0,00048}{0,000473} \cdot 100\% = -1,5\%;$$

Енергомісткість становить,:

$$F = \frac{N_e}{W_r} \text{ кВт} \cdot \text{год/т}; \quad (5.21)$$

де N_e – потужність двигуна, $N_e = 5,5$ кВт;

Тоді, базового:

$$F_c = \frac{5,5}{98} = 0,056 \text{ кВт} \cdot \text{год/т}$$

вдосконаленого:

$$F_h = \frac{5,5}{100} = 0,055 \text{ кВт} \cdot \text{год/т}$$

Окупність удосконаленого стрічкового конвеєра

$$T = \frac{B_n}{E_{pe}} = \frac{45500}{130758,32} = 0,35 \text{ року.}$$

Отримані дані заносимо в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2

Зведені техніко-економічні економічні показники проекту

№ п/п	Найменування показника	Одиниці виміру	Значення	
			Базовий варіант	Модернізований варіант
1.	Показник росту продуктивності праці	рази	_____	0,102
2.	Капіталовкладення за машинами	грн./т	0,32	0,325
3.	Приведені затрати на одиницю виробітку	грн./т	46,9844	46,9787
4.	Приведені затрати на річний об'єм робіт	грн	6446259,68	6577018
5.	Питомі затрати праці на одиницю сепарованої суміші	люд.·год/т	0,0204	0,02
6.	Питомі затрати на енергомісткість	кВт год./т	0,056	0,055
7.	Річний економічний ефект від впровадження удосконаленого конвеєра	грн.	130758,32	
8.	Час окупності удосконаленого конвеєра	років	_____	0,35

5.2. Висновки по розділу

Під час визначення параметрів економічної ефективності вдосконаленої конструкції стрічкового конвеєра встановлено, що річний економічний ефект від впровадження складає 130758,32 грн, а термін окупності – 0,35 року.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

1. Встановлено, що на безперебійну їх роботу мають вплив деякі параметри, такі як геометричні та кінематичні, а також фізичні, механічні, хімічні, а також біологічні характеристики насипного вантажу, що транспортується робочим органом.

2. На підставі кінематичного синтезу і силового аналізу встановлено оптимальні кути нахилу роликів опор і довжини важелів запропонованого механізму зміни форми стрічки стрічкового конвеєра.

3. В результаті проведених досліджень роботи удосконаленої конструкції стрічкового конвеєра встановлені конструктивні параметри запропонованого механізму, які відповідають мінімальним зусиллям для його урухомлення і одержання максимальної продуктивності конвеєра.

4. Обґрунтовані можливі чинники травмонебезпечних ситуацій під час виконання робіт на стрічковому конвеєрі, наведені умови і обставини виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідки під час його роботи. Розроблена модель процесу формування та виникнення виробничих небезпек під час виконання робіт на стрічковому конвеєрі. Розроблена логіко-імітаційна модель процесу формування та виникнення аварій і травм. Побудована залежність ймовірності головної події від ймовірностей базових подій.

5. Описані організаційні засади системи захисту населення і території від надзвичайних ситуацій, оскільки, на теперішньому етапі розвитку суспільства, виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру неупинно зростає. Розглянуто схеми дій, що необхідно приймати за виникнення надзвичайних ситуацій.

6. В результаті розрахунку техніко економічних показників круто похилого стрічкового конвеєра встановлено річний економічний ефект від впровадження, який складає 130758,32 грн, а термін окупності капіталовкладень 0,35 року.

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Гунько І.В., Спірін А.В., Холоднюк О.В. Надійність систем та обґрунтування інженерних рішень. – Вінниця : ВДАУ, 2006. – 76 с.
2. Державний реєстр міжгалузевих і галузевих нормативних актів по охороні праці (РЕЄСТР ДНАОП), Київ, 1995 р.
3. Іванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини – К: Вища школа, 1993, 413 с.
4. Коруняк П.С. Спосіб регулювання форми поперечного перерізу стрічки стрічкового конвеєру. / П.С. Коруняк, В.О. Малащенко // Науково-технічний та виробничий журнал: Підйомно-транспортна техніка. 2015. № 1. – С. 48-51.
5. Коруняк П.С. Шляхи вдосконалення конструкцій стрічкових транспортерів / П.С. Коруняк, С.М. Баранович, Т.Ю. Ковальчук // Вісник Львівського національного аграрного університету : Агроінженерні дослідження. – 2014, № 18, С. 245-250.
6. Патент. 95317. Україна, МПК В65G 17/00. Стрічковий конвеєр / Коруняк П. С., Баранович С. М., Ковальчук Т. Ю. – опуб. 25.12.2014
7. В.Р. Пасіка Кінематичний синтез та силовий аналіз механізму регулювання форми стрічки конвеєра / В.Р. Пасіка, П.С. Коруняк, П.Л. Носко, О.В. Башта, Ю.О. Цибрій // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”. № 45 Харків, НТУ “ХПІ” 2018р.
8. Розрахунки підймальних і транспортувальних машин: Підручник / В.С. Бондарєв, О.І. Дубинець, М.П. Колісник та ін.–К., Вища школа. 2009.–734 с.
9. Правила пожежної безпеки в Україні / Укр. НДПБ МВС України. – Київ: “Укрархбудінформ”, 1995. – 197 с.
10. Розрахунки і проектування транспортних засобів безперервної дії. /О.І. Баришев, В.О. Будішевський, М.А. Склярів . Навчальний посібник для ВНЗ. Під заг. ред. В.О. Будішевського. – Донецьк, 2004 – 560с.
11. Коруняк П.С., Керницький І.С., Ковалишин С.Й., Кода Е.Х., Коруняк Х.П., Баранович С.М., Стукалець І.Г., Шеремета Р.Б. Технологічні процеси та виробничі машини. Підручник. – Львів: 2022. – 452 с.

12. Підійомно-транспортні машини: Розрахунки підіймальних і транспортувальних машин: Підручник / В. С. Бондарев, О. І. Дубинець, М. П. Колісник та ін. — К.: Вища шк., 2009. — 734 с.
13. Бондарев В. С. Расчет и выбор параметров специальных ленточных конвейеров. — К., Вища школа. 1995.
14. Вантажопідійомна, транспортувальна та транспортна техніка. Крутопохилені стрічкові конвеєри. / Коруняк П.С., Баранович С.М., Швець О.П., Березовецький С.А., Малик І.М. Навчальний посібник. ЛНАУ, 2020. – 73 с.