

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»



Механіко-машинобудівний факультет

Кафедра інжинірингу та дизайну в машинобудуванні

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня бакалавра

студента Костючика Станіслава Віталійовича
(ПІБ)

академічної групи 133-21-1
(шифр)

спеціальності 133 Галузеве машинобудування
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерний інжиніринг в машинобудуванні»
(офіційна назва)

на тему Розробка привідної станції стрічкового конвеєра продуктивністю 500 т/год

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Кухар В.Ю.			
розділів:				
Конструкторський	Кухар В.Ю.			
Експлуатаційний	Кухар В.Ю.			
Рецензент	Кухар В.Ю.			
Нормоконтролер				

Дніпро
2025

Встановлено, що матеріали даної кваліфікаційної роботи містять чутливу інформацію щодо реальних об'єктів критичної інфраструктури України, зокрема відомості про їх місце розташування, технології роботи, стійкість до аварійних ситуацій та заходи щодо відновлення, у зв'язку з чим такі матеріали не підлягають відкритому оприлюдненню та мають зберігатися відповідно до встановленого режиму.

ЗАТВЕРДЖЕНО:завідувач кафедри інжинірингу та дизайну
в машинобудуванні_____
(підпис) Панченко О.В.
(прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2025 року

**ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
на здобуття ступеня бакалавра**студенту Костючику С.В. академічної групи 133-21-1
(прізвище та ініціали) (шифр)спеціальності 133 Галузеве машинобудування
(код і назва спеціальності)за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерний інжиніринг в машинобудуванні»
(офіційна назва)на тему Розробка привідної станції стрічкового конвеєра продуктивністю 500 т/годзатверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» № 369-с від 14.05.2025,
додаток № 4

Розділ	Зміст	Термін виконання
Конструкторський	Розгляд конструкції стрічкового конвеєра. Розробка приводу стрічкового конвеєра. Обґрунтування прийнятих рішень.	04.06.2025
Експлуатаційний	Опис роботи привідної станції. Можливі поломки та методи їх усунення. Обґрунтування прийнятих заходів безпеки.	08.06.2025

Завдання видано

(підпис керівника)_____
(прізвище, ініціали)Дата видачі **14.05.2025**Дата подання до екзаменаційної комісії **23.06.2025**

Прийнято до виконання

(підпис студента)_____
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 79 сторінок, 18 рисунків, 8 таблиць, 22 посилання.

Об'єкт розробки – процес транспортування вантажу стрічковим конвеєром.

Предмет розробки – привід стрічкового конвеєра для переміщення вантажу, принцип його роботи та технічні параметри.

Постановка актуальної технічної задачі – мінімізувати знос стрічки, підвищити надійність приводу та забезпечити стабільну роботу конвеєра.

Мета роботи – розробити оптимальну конструкцію приводу стрічкового конвеєру, що забезпечить транспортування вантажу з продуктивністю 500т/год.

У **вступі** були наведені: стисла оцінка сучасного стану предмету розробки, обґрунтування актуальності проекту та підстави для його виконання, мету курсової роботи й можливі сфери застосування його результатів, практичне значення кваліфікаційної роботи.

У **конструкторському розділі** було проведено аналіз загальної інформації про стрічкові конвеєри, розглянуто різні варіанти їх конструкцій, виконано розрахунок геометричних і технічних характеристик приводу, а також створено комп'ютерну 3D-модель для розрахунку рами на міцність. Також була розроблена конструкторська документація для приводу стрічкового конвеєра.

У **експлуатаційно-безпековому розділі** були розглянуті конструкторські, технічні та організаційні заходи для забезпечення безпечної експлуатації приводу стрічкового конвеєра, а також детально наведено опис роботи та можливі неполадки машини.

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив.</i>	<i>Костючик</i>				Реферат	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>К.розділу</i>	<i>Кухар</i>						1	2
<i>Керівник.</i>	<i>Кухар</i>					<i>НТУ «ДП», ММФ, 133-21-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Кухар</i>							
<i>Затвердив</i>	<i>Панченко</i>							

Практичні результати кваліфікаційної роботи – розроблений комплект конструкторської документації на привід стрічкового конвеєра.

Сфера застосування результатів роботи – у виробництві стрічкових конвеєрів, які можуть застосовуватися у гірничо-видобувній, аграрній та у машинобудівних галузях.

Ключові слова: СТРІЧКОВИЙ КОНВЕЄР, ПРИВІД, ТРАНСПОРТУВАННЯ, СТРІЧКА, ПРИВІДНИЙ БАРАБАН, РЕДУКТОР.

Графічна частина кваліфікаційної роботи становить 3 аркуші формату А1.

Результат перевірки тексту пояснювальної записки на плагіат за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism: унікальність склала 91,83%. Результати перевірки наведено у додатку на CD диску.

Представлена кваліфікаційна робота виконана з використанням матеріалів, наданих підприємством [REDACTED], містить інформацію, яка потенційно може представляти комерційну таємницю. Згідно із Положенням про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка» (зі змінами та доповненнями, затвердженими Вченою радою НТУ «Дніпровська політехніка» від 26.03.2019) кваліфікаційна робота бакалавра у такому разі повинна зберігатись в електронному архіві кафедри.

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

ЗМІСТ

Вступ.....	
Розділ 1 Конструкторський.....	
1.1 Загальна конструкція стрічкових конвеєрів.....	
1.2 Типи стрічок та роликоопор стрічкового конвеєра.....	
1.3 Типи барабанів стрічкового конвеєра	
1.4 Обґрунтування необхідності проектування стрічкового конвеєра.....	
1.5 Вихідні дані для проектування привідної станції.....	
1.6 Розрахунок ширини стрічки та її швидкості.....	
1.7 Розрахунок погонних навантажень.....	
1.8 Розрахунок натягів у стрічці.....	
1.9 Розрахунок геометричних параметрів роликоопор та траси.....	
1.10 Визначення максимального провисання стрічки між ролико- операми робочої вітки в місці найменшого натягу.....	
1.11 Розрахунок потужності двигуна.....	
1.12 Попередній розрахунок стрічки.....	
1.13 Розрахунок діаметру барабану.....	
1.14 Вибір редуктора для стрічкового конвеєра.....	
1.15 Перевірка приводу конвеєра на пуск та гальмування.....	
1.16 Розрахунок гальмівного моменту.....	
1.17 Розрахунок валів, шпоночних з'єднань і підшипників приводного барабана.....	
1.18 Розрахунок валів, шпоночних з'єднань і підшипників натяжного барабана.....	
1.19 Розрахунок валів і підшипників роликоопор.....	
1.20 Розрахунок валів, шпоночних з'єднань і підшипників відхиляючого барабана.....	

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив.</i>	<i>Костючик</i>				Зміст	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>К.розділу</i>	<i>Кухар</i>					1	2	
<i>Керівник.</i>	<i>Кухар</i>					<i>НТУ «ДП», ММФ, 133-21-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Кухар</i>							
<i>Затвердив</i>	<i>Панченко</i>							

1.21	Розрахунок муфт.....	.....
1.22	Розрахунок довжини стрічки.....	.....
1.23	Висновки за розділом.....	.....
Розділ 2 Експлуатаційно-безпековий .....		.....
2.1	Експлуатаційний підрозділ.....	.....
2.1.1	Опис роботи привідної станції.....	.....
2.1.2	Можливі несправності машини та дії обслуговуючого персоналу при їх настанні.....	.....
2.1.3	Технологічні рішення з виготовлення та складання привідної станції.....	.....
2.2	Безпека конструкції машини та її експлуатації	
2.2.1	Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при експлуатації привідної станції.....	.....
2.2.2	Конструкторські, технічні та організаційні заходи безпечної для людини та навколишнього середовища експлуатації привідної станції.....	.....
Висновок.....		.....
Перелік посилань.....		.....
Додаток А Матеріали кваліфікаційної роботи бакалавра.....		.....
Додаток Б Специфікація до складального кресленника.....		.....
Додаток В Презентація кваліфікаційної роботи бакалавра.....		.....
Додаток Г Витяг з протоколу засідання кафедри ІДМБ про результат передзахисту кваліфікаційної роботи бакалавра.....		.....
Додаток Д Результат перевірки пояснювальної записки на плагіат.....		.....
Додаток Е Відгук керівника кваліфікаційної роботи бакалавра.....		.....
Додаток Ж Відгук нормоконтролера.....		.....

ВСТУП

Відкрита розробка корисних копалин — це одна з найперспективніших галузей гірничої промисловості. Вона дає найкращі техніко-економічні показники. Один із головних процесів — транспортування породи, руди та інших матеріалів. Без цього неможливо забезпечити безперервну роботу.

Основним видом транспорту в кар'єрах є стрічкові конвеєри. Їх застосовують як для внутрішніх перевезень, так і для доставки руди на великі відстані — до фабрик або перевалочних пунктів. У кар'єрах працюють найпотужніші стрічкові установки. Вони оснащені морозостійкими та важкозаймистими стрічками, які витримують складні умови.

Варто додати, що стрічкові конвеєри використовуються не тільки у гірничій промисловості. Ця транспортна машина добре зарекомендувала себе у портах та у елеваторах, де її використовують для перевезення аграрної продукції (сіль, цукор, картопля).

Транспортні витрати займають понад третину собівартості видобутку. Найдорожчий елемент стрічкового конвеєра — сама стрічка. Вона коштує суттєвих грошей відносно вартості всього обладнання. Її зношення або зміщення з барабана може зупинити виробництво і навіть спричинити аварії. Через це до конструкції стрічки та її роботи висувають жорсткі вимоги.

Транспортні машини поділяють на періодичні та безперервні. До безперервних належать стрічкові конвеєри, пневмотранспорт, гідротранспорт і канатні дороги. Вони переміщують вантажі без зупинок. Насипні вантажі рухаються суцільним потоком або порціями в ємностях. Штучні вантажі йдуть один за одним. Робочий і зворотний рух стрічки відбувається одночасно.

Конвеєри — основа механізації та автоматизації перевезень. Стрічкові конвеєри часто застосовують у виробництві. Вони передають вантажі між

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив.</i>	<i>Костючик</i>				Вступ	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>К.розділу</i>	<i>Кухар</i>						1	2
<i>Керівник.</i>	<i>Кухар</i>					<i>НТУ «ДП», ММФ, 133-21-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Кухар</i>							
<i>Затвердив</i>	<i>Панченко</i>							

цехами або технологічними етапами. Часто вони замінюють склади й розподільники.

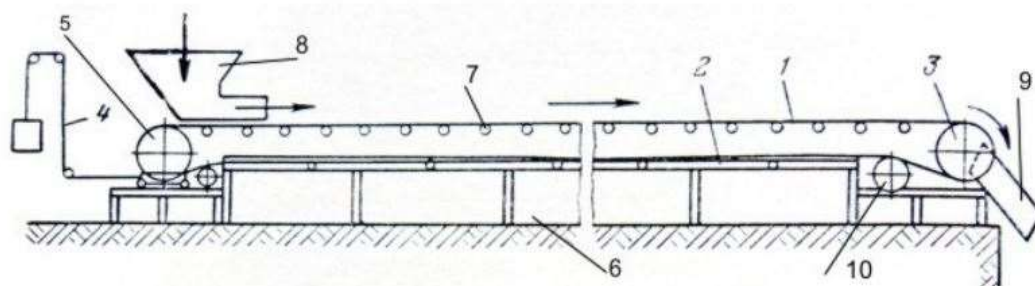
Метою роботи є розробка приводу стрічкового конвеєру з продуктивністю 500 т/год. Надійність та ремонтпригодність у пріоритеті. Привід буде розраховуватись для найбільш поширеного виду стрічкових конвеєрів для гірничодобувної промисловості - горизонтально-похило-горизонтального типу.

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

1.1 Загальна конструкція стрічкових конвеєрів

Стрічковий конвеєр є основним транспортним засобом для переміщення різних вантажів. Його робота заснована на безперервному русі транспортерної стрічки, яка утворює замкнутий контур. Ця стрічка приводиться в рух за допомогою приводного барабана, розташованого на одному кінці конструкції. На протилежному кінці знаходиться натяжний барабан, що входить до складу натяжного пристрою. Така схема (рисунок 1.1) дозволяє підтримувати оптимальний натяг стрічки під час роботи.



1) стрічка конвеєра, 2) роликовий став, 3) привідний барабан, 4) натяжний пристрій, 5) натяжний барабан, 6) конвеєрний став, 7) роликоопори робочої гілки, 8) завантажувальний пристрій, 9) розвантажувальний пристрій, 10) відхиляючий барабан.

Рисунок 1.1 – Схема стрічкового конвеєра [19]

Рух стрічки відбувається по певній траєкторії, яка може включати горизонтальні та похилі ділянки. Для підтримки стрічки використовуються або вільно обертові ролики, або спеціальний настил. У жолобчастих конвеєрах застосовують комбінацію центральних горизонтальних і бічних похилих роликів, що створює поперечний вигин стрічки. Для плавного переходу між різними ділянками траси встановлюються спеціальні перехідні секції, на яких роликоопори встановлюються з меншим кроком.

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив.	Костючик				Розділ 1	Літ.	Аркуш	Аркушів
К.розділу	Кухар						1	
Керівник.	Кухар					НТУ «ДП», ММФ, 133-21-1		
Н. Контр.	Кухар							
Затвердив	Панченко							

Привід конвеєра включає кілька ключових компонентів. Електродвигун через редуктор передає обертальний момент на приводний барабан. Цей механізм може мати різні конфігурації залежно від потужності та умов експлуатації. Всі елементи конвеєра кріпляться до міцної звареної рами, що забезпечує стабільність конструкції.

Конвеєри можуть мати різну конфігурацію залежно від потреб виробництва. Найпоширенішими є горизонтальні моделі, які використовуються на складах і промислових підприємствах. Похилі варіанти дозволяють транспортувати вантажі під кутом, а для крутих підйомів застосовують спеціальні шевронні стрічки (рисунок 1.2). Особливу групу становлять пересувні конвеєри на колесах, які можна легко переміщати між робочими майданчиками.

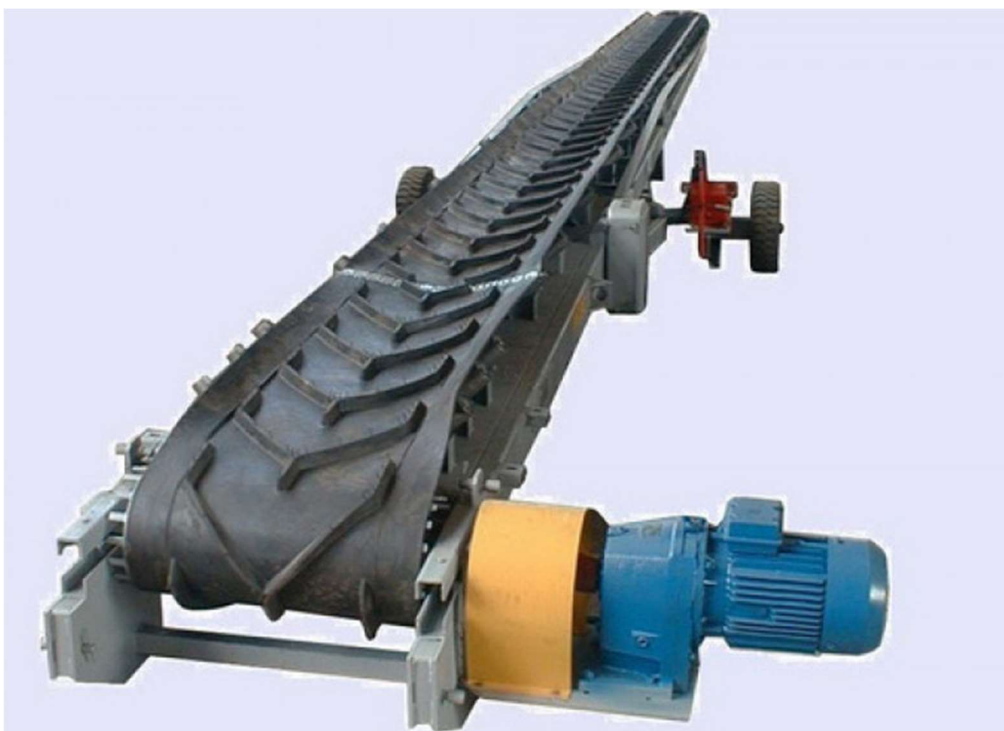


Рисунок 1.2 – Конвеєр з шевронною стрічкою [20]

Продуктивність сучасних стрічкових конвеєрів може досягати 30 000 тонн на годину. Ширина стрічки варіюється від 300 мм у компактних моделях

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до 2000 мм у потужних промислових системах. Швидкість руху стрічки зазвичай становить від 0,5 до 5 метрів за секунду. Найбільші конвеєрні системи можуть простягатися на 10-12 кілометрів, що робить їх незамінними у гірничодобувній промисловості.

1.2 Типи стрічок та роликкоопор стрічкового конвеєра

При виборі конвеєра важливо враховувати не лише його технічні параметри, але й умови експлуатації. Наприклад, для роботи з абразивними матеріалами потрібні особливо міцні стрічки, а у вологих умовах - спеціальні захищені конструкції. Правильний підбір типу конвеєра дозволяє забезпечити ефективну роботу при мінімальних витратах на обслуговування.

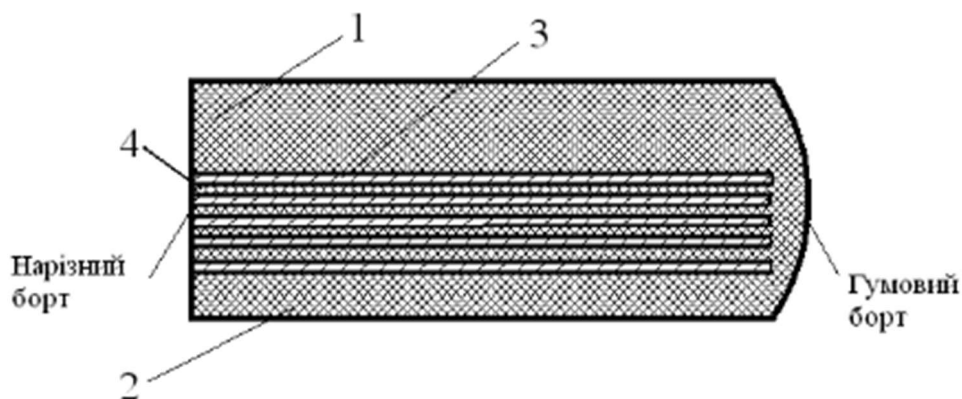
Конвеєрна стрічка одночасно тягне вантаж і сама його несе. Це робить її основним елементом у роботі стрічкового конвеєра. Вона має бути міцною, але й достатньо гнучкою, щоб формувати жолоб і не деформуватись під навантаженням. Стрічка повинна стабільно працювати в будь-яких умовах — при високій або низькій температурі, в пилу, вологості чи під ударами. Її подовження має бути обмеженим, інакше натяжний пристрій не зможе нормально працювати. Зношування, порізи та агресивне середовище не повинні виводити її з ладу.

Найпоширеніші в промисловості — гумовотканинні стрічки. Вони недорогі, легкі, добре гнуться і при цьому досить міцні. Їх часто доповнюють рифленням або бортами, якщо це потрібно умовами роботи. Основна перевага — економія. Вони майже на третину легші за гумовотросові, а це зменшує витрати енергії. Також у них немає металу, тому не виникає іскріння при розриві, що підвищує безпеку.

Гумовотканинна стрічка (рисунки 1.3) має шарову структуру. В основі — каркас із тканинних прокладок, які просочені гумою. Від кількості шарів — зазвичай від 2 до 8 — залежить її міцність. Для позовжніх ниток зазвичай

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

беруть жорстке поліефірне волокно, яке не тягнеться. Поперечні нитки — з гнучкого поліаміду. Це дає міцність і дозволяє стрічці формувати жолоб.

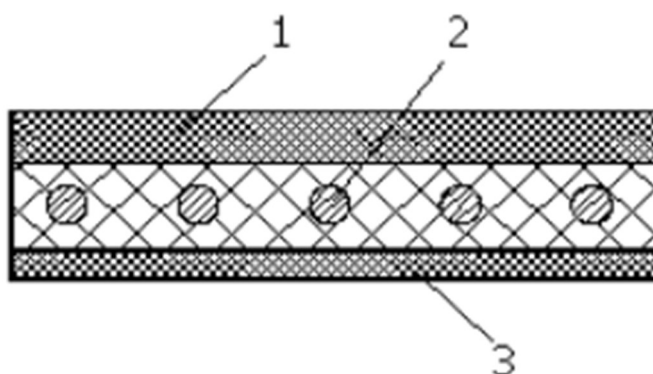


- 1) верхня (робоча) обкладка, 2) нижня обкладка, 3) проміжні прокладки,
4) гумовий заповнювач

Рисунок 1.3 – Гумотканинна стрічка [2]

Ринок пропонує різні стрічки для різних умов. Одні не бояться холоду, інші — води, треті — хімії. У харчовій галузі беруть стрічки з безпечним покриттям, яке не шкодить продуктам. Вибір матеріалу, будови та обробки стрічки завжди пов'язаний із тим, у яких умовах вона буде працювати і що саме буде транспортувати.

Гумовотросова стрічка — це інший тип конвеєрної стрічки, в якій основне навантаження сприймають сталеві троси. Це не просто посилений варіант — її будова зовсім інша (рисунок 1.4). В середині стрічки йде ряд паралельних тросів. Вони лежать уздовж, по всій довжині, і створюють силовий каркас. Завдяки цьому стрічка витримує великі навантаження і зберігає форму.



- 1) верхня (робоча) обкладка, 2) сталеві троси, 3) нижня обкладка

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 1.4 – Гумовотросова стрічка [2]

Зверху і знизу троби закриті гумою. Ця гума не лише захищає від пошкоджень та вологи, але й створює зчеплення з барабанами. Її товщина та склад змінюються залежно від умов — наприклад, більше гуми потрібно там, де стрічка стикається з гострими або важкими матеріалами.

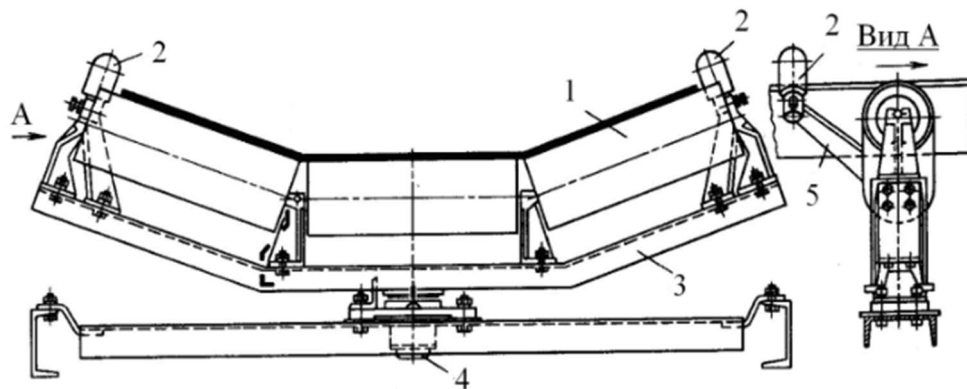
Основна перевага — це дуже висока міцність. При цьому стрічка тонша, ніж гумовотканинна, і майже не розтягується. Це дозволяє класти її на довгі траси, де інші типи стрічок просто не витримують. Вона добре працює під великим навантаженням і на складних ділянках.

Але є і проблеми. Якщо гума порветься, троби можуть зруйнуватись через контакт з водою або хімікатами. Ремонт такої стрічки складний. Якщо трос обірветься, це майже завжди означає заміну всієї ділянки. До того ж у середовищі з дрібним пилом можливе іскріння. У вибухонебезпечних умовах це ризик.

Сьогодні можна підібрати гумовотросову стрічку для будь-яких умов. Є варіанти для холоду, для роботи з гарячими матеріалами, для вологих матеріалів, хімії. Якщо траса довга, матеріал важкий або абразивний, то тросова стрічка виправдана. Вона дорожча, але довговічніша.

Роликоопори (рисунок 1.5) — це опора стрічки. Вони підтримують її знизу і тримають у потрібній формі. Від їхньої конструкції залежать стабільність руху, витрати енергії та загальна надійність конвеєра. Якщо опори підібрані правильно, стрічка не розгойдується, не збивається і менше зношується. За розташуванням є верхні і нижні. Верхні несуть вантаж, нижні підтримують порожню стрічку. Верхні можуть бути рівні або жолобчасті. Рівні ставлять під ящики, піддони чи інші штучні вантажі. Жолобчасті — під сипучі матеріали. Вони складаються з кількох роликів, зазвичай трьох. Це дає змогу сформувати заглиблення, щоб матеріал не розсипався. Нижні опори найчастіше з одним роликом. Його форма — або циліндр, або диски, які зменшують налипання.

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- 1) основний ролик опори, 2) боковий ролик, 3) рама,
4) шарнір, 5) кріплення бокового ролика

Рисунок 1.6 – Робоча жолобчаста центруюча роликоопора [3]

Окрема тема — чистка стрічки. Для цього ставлять опори з очищувачами. Вони знімають налипли частки і зменшують знос. На місцях, де стрічка змінює форму — наприклад, перед завантаженням або розвантаженням — ставлять перехідні опори. Вони допомагають зробити зміну плавною, без різких вигинів.

Нові моделі опор проєктують так, щоб було менше тертя. Чим легше обертається ролик — тим менше витрачається енергії. Для цього ставлять якісні підшипники, закривають їх від пилу, не дають воді чи бруду потрапити всередину. Також роблять конструкцію простішою — щоб легше було обслуговувати або їх замінити.

1.3 Типи барабанів стрічкового конвеєра

Барабани — ключовий елемент стрічкових конвеєрів. Вони або передають рух стрічці, або формують потрібний натяг. Привідні барабани (рисунок 1.7) працюють з крутним моментом від двигуна, тому мають бути міцними й добре зчіплюватися зі стрічкою. Натяжні — керують геометрією траси і допомагають втримати стрічку у правильному положенні. Серед них ще є — хвостові, головні, обвідні, притискні, відхиляючі. Всі ці елементи впливають на стабільність роботи, але не однаково.

						Арк.
					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.7 – Привідний барабан з футерівкою [21]

Привідний барабан завжди закріплений жорстко. Він має відповідати заданій потужності приводу, не деформуватись, не просковзувати. Якщо він слабкий — стрічка буксує, знос збільшується, ефективність падає. Тут усе впирається у крутний момент. Саме він визначає розміри барабана, його товщину, тип кріплення, тип футеровки. З іншого боку, на ефективність передачі руху впливає тертя між стрічкою і поверхнею. Якщо коефіцієнт зчеплення малий — момент не передається. Якщо великий — конструкція працює впевнено навіть у складних умовах.

Щоб підняти зчеплення, поверхню барабана футерують. Найчастіше — гумою. Інколи — нітриловим каучуком або уретаном. Матеріал обирають за умовами роботи: температурою, вологістю, навантаженням. Покриття бувають різні — від трубчастих і листових до напилених. Рифлення або текстура поверхні також допомагають збільшити коефіцієнт зчеплення. Правильно підібране покриття зменшує знос стрічки і шум, дає краще зчеплення.

Тип барабана завжди прив'язаний до задачі. Якщо стрічка важка — потрібен більший діаметр. Якщо вантаж сипучий і з вологий — потрібна відкрита структура поверхні. Якщо конвеєр працює цілодобово — має бути

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проста заміна без зупинки всього комплексу. Правильний вибір — це не тільки про матеріал і форму, а й про те, як часто усе буде зупинятися на ремонт.

1.4 Обґрунтування необхідності проєктування стрічкового конвеєра

Старе обладнання часто ламається. Воно зношується та не витримує сучасних навантажень. Війна зруйнувала багато заводів, тому підприємствам потрібні нові, більш прості та надійніші рішення. Наприклад, для перевезення будматеріалів, які допоможуть відновити країну, чи зерна, яке годує нас та живить економіку через експорт. Сучасні конвеєри матимуть датчики. Вони показуватимуть, де стрічка слабо натягнута або де є перевантаження. Я вважаю, що це буде важливо через недостачу кваліфікованого персоналу. Та й взагалі, без стрічкового конвеєра важко уявити будь-яке серйозне підприємство чи галузь.

1.5 Вихідні дані для проєктування привідної станції

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

Вихідні дані для розрахунку стрічкового конвеєра подано у таблиці 1.1.

Таблиця – 1.1 Вихідні дані для розрахунку стрічкового конвеєру

Параметр	Позначення	Значення
Продуктивність конвеєру, т/год	Q	
Довжина горизонтально-похило-горизонтального стрічкового конвеєра, м	L	
Довжина горизонтальних ділянок, м	$L_1 = L_3$	
Довжина похилої ділянки, м		
Кут похилої ділянки, °	β	
Матеріал вантажу	-	
Густина вантажу, т/м ³	γ	
Кут природного відкосу у русі, °	-	
Кут природного відкосу у спокої, °	φ_d	

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

Рисунок 1.8 – Схема розрахункового конвеєра

1.6 Розрахунок ширини стрічки та її швидкості

Необхідна ширина стрічки B , м:

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

(1.1)

k_y – коефіцієнт зменшення виробності внаслідок зсипання вантажу. Для кута нахилу $\beta = \blacksquare$ значення $k_y = \blacksquare$ наведено в таблиці 1.2;

C – коефіцієнт, що залежить від типу й кута нахилу опори. Для жолобчастої трироlikової опори з кутом нахилу бічного ролика $\alpha = \blacksquare$ та кутом нахилу насипного вантажу при русі $\varphi = \blacksquare$ значення $C = \blacksquare$;

v – швидкість руху стрічки, м/с;

Швидкість руху стрічки можемо визначити за формулою продуктивності конвеєра:

$$Q = 3600 \cdot k_y \cdot F \cdot \gamma \cdot v \quad (1.2)$$

Звідки швидкість дорівнює:

$$v = \frac{Q}{3600 \cdot k_y \cdot \gamma \cdot F} \quad (1.3)$$

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Щоб знайти швидкість v , треба мати відомості щодо F - площі поперечного перерізу потоку вантажу, m^2 . Геометричні розміри перерізу подано на рисунку 1.9.

Таблиця – 1.2 Значення коефіцієнта k_y

Кут нахилу конвеєра $\beta, ^\circ$	■	■	■	■	■	■	■
Значення коефіцієнта k_y	■	■	■	■	■	■	■

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

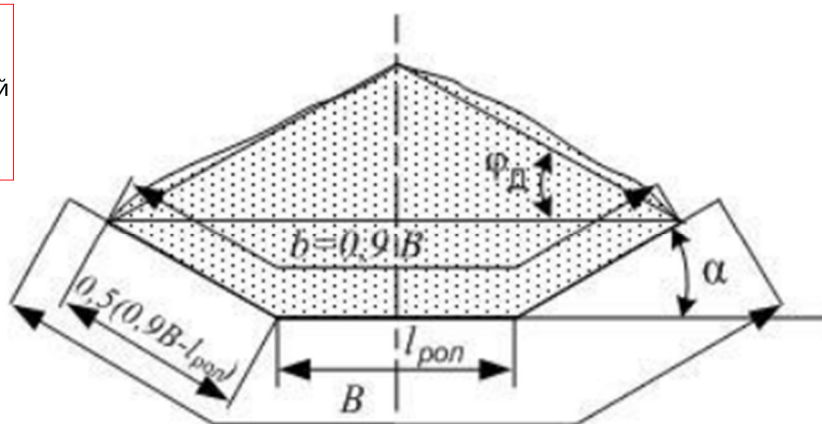


Рисунок 1.9 – Поперечний переріз потоку вантажу на стрічці [18]

Виконавши розрахунок за допомогою програмного забезпечення Solidworks я отримав площу поперечного перерізу:

$$F = \text{■} m^2$$

Підставляємо у формулу швидкості та розраховуємо:

$$v = \text{■}$$

Приймаємо швидкість конвеєра за $v = \text{■} m/s$.



Приймаємо швидкість конвеєра за $V = \text{■} m$.

Перевіряємо ширину стрічки по максимальному розміру шматочків вантажу:

$$B \geq 2,5 \cdot d_{max}, \quad (1.4)$$

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

де d_{max} – максимальний розмір шматку матеріалу, мм;

Виконуємо уточнений розрахунок продуктивності стрічкового конвеєра:

Що у рамках дозволеного. Далі під час вибору редуктора це число зміниться.

1.7 Розрахунок погонних навантажень

Погонне навантаження від вантажу, що транспортується можна розрахувати за допомогою формули:

$$q = \frac{Q \cdot g}{3,6 \cdot v}, \quad (1.5)$$

$q =$

де g – прискорення вільного падіння на Землі, m/c^2 ;

Розрахуємо погонне навантаження від ваги роликів, що обертаються на холостій та робочій гілці.

Навантаження від робочої гілки:

$$q'_p = \frac{G'_p}{l'_p} = \quad (1.6)$$

Навантаження від холостої гілки:

$$q''_p = \frac{G''_p}{l''_p} = \quad (1.7)$$

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де G_p – вага обертових частин роликів робочої гілки, $G_p = \square$ Н

наведено у таблиці 1.4;

G_p – вага обертових частин роликів холостої гілки, $G_p = \square$ Н;

l_p – відстань між жолобчастими роликкооперами робочої гілки конвеєра ,
 $l_p = \square$ м наведено у таблиці 1.3;

l_p – відстань між прямими роликкооперами холостої гілки конвеєра,
 $l_p = l_p \cdot 2..2,5 = \square$ м;

Таблиця – 1.3 Орієнтовані значення відстаней між роликкооперами l_p

Щільність матеріалу $\gamma, \text{т/м}^3$	Відстань між роликкооперами робочої гілки l_p , мм						
	\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square
Менше 1	\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square
1..2	\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square
Більше 2	\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square

Таблиця – 1.4 Орієнтовані значення ваги обертових частин роликкоопор

Ширина стрічки, мм	Жолобчаста роликкоопера				Пряма роликкоопера	
	Нормальне виконання		Тяжке виконання		Діаметр ролика, мм	Маса, кг
	Діаметр ролика, мм	Маса, кг	Діаметр ролика, мм	Маса, кг		
\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square
\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square
\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square
\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square
\square	\square	\square	\square	\square	\square	\square

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

1.8 Розрахунок натягів у стрічці

Для визначення натягів у стрічці вдаємося до методу розрахунку за контуром. На рисунку 1.10 можна побачити розрахункову схему конвеєра з характерними точками.

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

Рисунок 1.10 – Розрахункова схема конвеєра

Тягове зусилля, яке може передати барабан без врахування втрат можна представити у вигляді співвідношення:

$$W_0 = S_{нб} - S_{зб} = S_{зб} \cdot (e^{f\alpha} - 1), \quad (1.8)$$

де $S_{нб}$ – зусилля набігаючої гілки стрічки;

$S_{зб}$ – зусилля збігаючої гілки стрічки;

Натяг у гілці, що набігає на барабан (точка 13) відповідно до формули Ейлера:

$$S_{13} \leq S_1 \cdot e^{f\alpha}, \quad (1.9)$$

де f – коефіцієнт тертя стрічки по барабану;

З формули (1.7) видно: тягове зусилля прямо залежить від натягу стрічки й коефіцієнта зчеплення з барабаном. Але обидва ці параметри не можна просто збільшити як заманеться. Якщо сильно підняти натяг, тяга справді зросте, але зростають і проблеми. Конвеєр починає працювати з перенавантаженням, підшипники і стрічка швидше зношуються, потрібно більше енергії. Крім того,

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

доводиться ставити міцніші стрічки — а це дорожче. Тобто натяг — не завжди правильний шлях.

Інший варіант — збільшити кут обхвату барабана стрічкою, щоб краще передавалась сила тертя. Щоб досягти більшого обхвату, треба ускладнювати привід: додавати барабани, збільшувати станцію, ускладнювати обслуговування. Це також не завжди виправдано.

Найкраще в більшості випадків — підняти коефіцієнт зчеплення f . Тут уже є прості рішення. Перше — футерувати барабан гумою. Друге — ставити стрічку зі спеціальним покриттям. Третє — підбирати матеріали з більшим тертям. Четверте — обирати правильний рельєф поверхні.

Гумова футеровка працює найкраще. Вона дає f до [REDACTED], тоді як у металу — лише [REDACTED]. Вона зменшує знос стрічки, пом'якшує удари, знижує шум. Її неважко замінити. Вартість — прийнятна. Сучасна гума — це не просто гума. У склад додають домішки, які збільшують зчеплення і зносостійкість. Для важких умов роблять рифлену поверхню — це покращує тертя навіть при забрудненні чи потраплянні вологи.

Тому я приймаю привід барабана конвеєра з одним футерованим приводним барабаном та одним відхиляючим роликком. Кут обхвату барабана $\alpha =$ [REDACTED], а $f =$ [REDACTED]

У рівнянні (1.8) два невідомих – S_{13} та S_1 . Це точки набігання та збігання стрічки з привідного барабану. Для рішення цього рівняння необхідно мати тяговий контур від точки 1 до точки 13, виражаючи натяг у всіх точках через S_1 .

Натяг у характерних точках тягового контуру:

$$S_2 = S_1 + W_{1-2} \quad (1.10)$$

де W_{1-2} – супротив руху стрічки на ділянці 1-2, Н;

$$W_{1-2} = (q_0 + q''_p) \cdot L_3 \cdot \omega \quad (1.11)$$

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ				

де ω – коефіцієнт опору рухові стрічки, який залежить від ущільнення, типу підшипника, змащення та інших умов експлуатації $\omega =$ [redacted];

q_0 – погонна вага стрічки конвеєра, Н;

$$q_0 = G_{\text{стр}} \cdot B \cdot g \cdot (\delta_i \cdot n + h_1 + h_2), \quad (1.12)$$

$$q_0 = [redacted] \text{ Н/м}$$

де δ_i – товщина прокладки, $\delta_i =$ [redacted] м;

n – кількість прокладок. Спочатку розраховуємо для, $n =$ [redacted] шт;

h_1 – товщина для верхньої обкладки, $h_1 =$ [redacted] м;

h_2 – товщина для нижньої обкладки, $h_2 =$ [redacted] м;

$G_{\text{стр}}$ – питома вага стрічки, $G_{\text{стр}} =$ кг/м³;

$$W_{1-2} = [redacted] \text{ Н,}$$

$$S_2 = [redacted] \text{ Н}$$

Йдемо далі по контуру:

$$S_3 = k \cdot S_2, \quad (1.13)$$

$$S_3 = [redacted] \text{ Н,}$$

$$S_4 = S_3 + W_{3-4}, \quad (1.14)$$

$$S_4 = [redacted] \text{ Н}$$

де W_{3-4} – супротив руху стрічки на ділянці 3-4, Н;

$$W_{3-4} = q_0 \cdot L_2 \cdot \omega \cdot \cos(\beta) + q''_p \cdot L_2 \cdot \omega - q_0 \cdot \sin(\beta), \quad (1.15)$$

$$W_{3-4} = [redacted] \\ = [redacted] \text{ Н,}$$

$$S_5 = k \cdot S_4, \quad (1.16)$$

$$S_5 = [redacted] \text{ Н,}$$

$$S_6 = S_5 + W_{5-6}, \quad (1.17)$$

$$S_6 = [redacted] \text{ Н}$$

де W_{5-6} – супротив руху стрічки на ділянці 5-6, Н;

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{5-6} = q_0 \cdot L_1 \cdot \omega + q_p \cdot L_1 \cdot \omega, \quad (1.18)$$

$$W_{5-6} = \text{[REDACTED]}, \quad (1.19)$$

$$S_7 = k \cdot S_6,$$

$$S_7 = \text{[REDACTED]}, \quad (1.20)$$

$$S_8 = S_7 + W_{\text{завант}},$$

$$S_8 = \text{[REDACTED]} \text{ Н}$$

де $W_{\text{завант}}$ – загальний супротив руху стрічки на ділянці завантаження матеріалу, Н;

$$W_{\text{завант}} = \frac{C \cdot Q}{3,6 \cdot g} \cdot \left(v - v_0 + f_1 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_{\text{пад}}} \right), \quad (1.21)$$

$$W_{\text{завант}} = \text{[REDACTED]}$$

де v_0 – складова швидкості руху вантажу уздовж стрічки для цього випадку, $v_0 = \text{[REDACTED]}$ м/с;

f_1 – коефіцієнт тертя вантажу по стрічці, $f_1 = \text{[REDACTED]}$;

$h_{\text{пад}}$ – висота падіння вантажу на стрічку, м;

$$S_9 = S_8 + W_{8-9}, \quad (1.22)$$

$$S_9 = \text{[REDACTED]} \text{ Н}$$

де W_{8-9} – супротив руху стрічки на ділянці 8-9, Н;

$$W_{8-9} = q_0 + q + q_p \cdot L_1 \cdot \omega, \quad (1.23)$$

$$W_{8-9} = \text{[REDACTED]} \text{ Н},$$

$$S_{10} = S_9 = \text{[REDACTED]} \text{ Н}, \quad (1.24)$$

$$S_{11} = S_9 + W_{10-11}, \quad (1.25)$$

$$S_{11} = \text{[REDACTED]} \text{ Н}$$

де W_{10-11} – супротив руху стрічки на ділянці 10-11, Н;

$$W_{10-11} = (q_0 + q) \cdot L_2 \cdot \omega \cdot \cos(\beta) + q_p \cdot L_2 \cdot \omega + (q_0 + q) \cdot L_2 \cdot \sin(\beta),$$

$$W_{10} = \text{[REDACTED]}$$

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[Redacted]

$$S_{12} = k \cdot S_{11}, \tag{1.26}$$

$$S_{12} = [Redacted] \text{ Н,}$$

$$S_{13} = S_{12} + W_{12-1} , \tag{1.27}$$

$$S_{13} = [Redacted]$$

де W_{12-1} – супротив руху стрічки на ділянці 12-13, Н;

$$W_{12} = (q_0 + q + q`_p) \cdot L_1 \cdot \omega$$

$$W_{12-13} = [Redacted] \text{ Н}$$

Розв'язуємо систему рівнянь для граничного стану, за якого відсутнє ковзання барабана відносно стрічки. Розрахуємо S_1 .

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

$$\left\{ \begin{array}{l} [Redacted] \\ [Redacted] \end{array} \right.$$

$$S_1 = [Redacted] \text{ Н,}$$

Розв'язуємо усі попередні рівняння тягового контуру:

$$S_2 = [Redacted] \text{ Н,}$$

$$S_3 = [Redacted] \text{ Н,}$$

$$S_4 = [Redacted] \text{ Н,}$$

$$S_5 = [Redacted] \text{ Н,}$$

$$S_6 = [Redacted] \text{ Н,}$$

$$S_7 = [Redacted] \text{ Н,}$$

$$S_8 = [Redacted] \text{ Н,}$$

$$S_9 = [Redacted] \text{ Н,}$$

$$S_{10} = S_9 = [Redacted] \text{ Н,}$$

$$S_{11} = [Redacted] \text{ Н,}$$

$$S_{12} = \text{[redacted]} \text{ Н,}$$

$$S_{13} = \text{[redacted]} \text{ Н,}$$

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

Рисунок 1.11 – Діаграма натягу в стрічці

1.9 Розрахунок геометричних параметрів роликоопор та траси

Обчислимо радіуси перегину стрічки на кривих ділянках:

$$R_1 \geq 12 \cdot B = \text{[redacted]} \text{ м} \quad (1.28)$$

Знаючи значення R_1 , визначаємо довжину дуги:

$$L_d = \frac{2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot \beta^\circ}{360^\circ}, \quad (1.29)$$

$$L_d = \text{[redacted]} \text{ м}$$

Мінімальний радіус перегину стрічки на кривій опуклістю донизу при незавантаженій стрічці:

$$R_{min} = \frac{S_{11}}{q_0} = \text{[redacted]} \quad (1.30)$$

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На робочій гілці мінімальний радіус розраховується так:

$$R_{min} = \frac{S_{11}}{q_0 + q} = \text{[redacted]} \quad (1.31)$$

Приймаємо $R_{min} = \text{[redacted]}$ м.

Обираємо геометричні розміри роликоопор робочої гілки з таблиці 1.5:

$d_p = \text{[redacted]}$ мм, $K = \text{[redacted]}$ мм, $L = \text{[redacted]}$ мм, $A = \text{[redacted]}$ мм, $E = \text{[redacted]}$ мм, $C = \text{[redacted]}$ мм,
 $M = \text{[redacted]}$ мм.

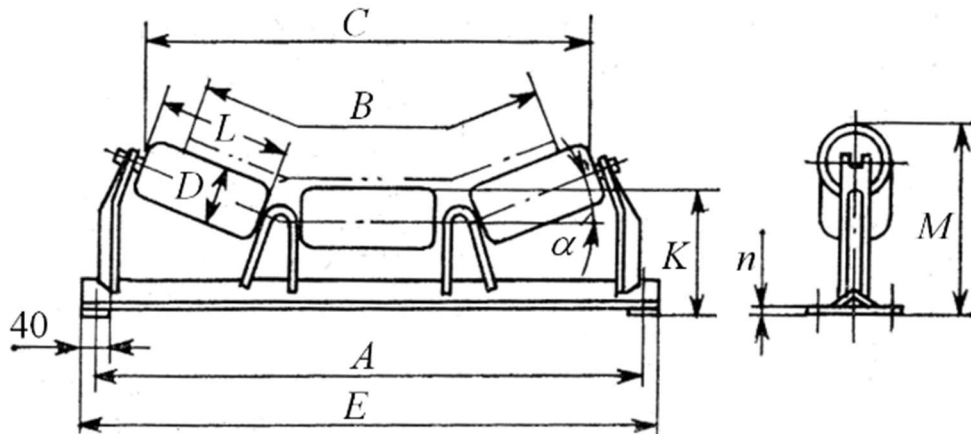


Рисунок 1.12 – Верхня жолобчаста роликоопора, $\alpha = 30^\circ$ [13]

Таблиця – 1.5 Розміри верхніх жолобчастих трироликкових роликоопор, мм

B	d_p	K	L	A	E	C	M	Маса, кг
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

Примітки: 1. Позначення розмірів згідно з рисунком 1.12.

Обираємо геометричні розміри роликоопор робочої гілки з таблиці 1.6:

$d_p = \text{[redacted]}$ мм, $L = \text{[redacted]}$ мм, $L = \text{[redacted]}$ мм, $A = \text{[redacted]}$ мм, $E = \text{[redacted]}$ мм, $H = \text{[redacted]}$ мм,
 $h = \text{[redacted]}$ мм.

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

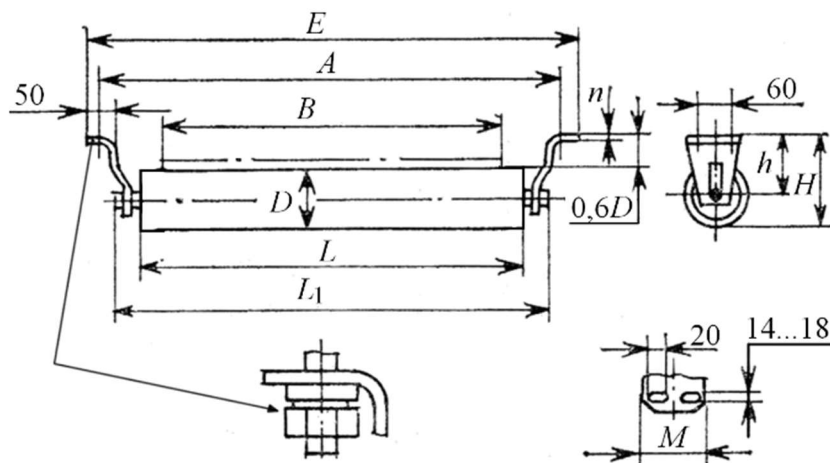


Рисунок 1.13 – Нижня пряма роликоопора [13]

Таблиця – 1.6 Розміри верхніх жолобчастих трироликкових роликоопор, мм

B	D _p	L ₁	L	A	E	H	h	Маса, кг

Примітки: 1. Позначення розмірів згідно з рисунком 1.13.

1.10 Визначення максимального провисання стрічки між роликоопорами робочої вітки в місці найменшого натягу

Максимальне провисання має задовільняти вимозі:

$$y_{max} = \frac{(q_0 + q) \cdot (l_p)^2}{8 \cdot S_{min}} \leq 0,025 \cdot l_p \quad (1.32)$$

Розрахуємо по цій формулі y_{max} .

$$y_{max} =$$

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

$$y_{max} =$$

де S_{min} – мінімальний натяг у тяговому контурі стрічкового конвеєра

$$S_{min} = S_8 =$$
 Н;

Можу зробити висновок, що максимальне провисання стрічки між роликкооперами робочої вітки перебуває у межах допустимої норми.

1.11 Розрахунок потужності двигуна

Опір пересування стрічки:

$$W_0 = S_{13} - S_1 =$$
 Н

Розраховуємо потрібну потужність двигуна приводу стрічкового конвеєра:

$$N_{\pi} = \frac{W_0 \cdot v}{1000 \cdot \eta_T} =$$
 (1.33)

де η_T – ККД трансмісії, $\eta_T =$;

Двигун береться з запасом тому розраховуємо потрібну нам потужність N_0 двигуна із n_y – коефіцієнтом запасу потужності, $n_y =$:

$$N_0 = N_{\pi} \cdot n_y =$$
 кВт (1.34)

Шукаємо в інтернет каталогах електричний двигун українського виробника, що підходить нам за потужністю та тривалістю роботи.

Вибираємо двигун типа , з номінальною потужністю кВт, і іншими характеристиками, що вказані у таблиці 2.5. Двигун виконаний на ніжках, що передбачає його встановлення на горизонтальну площину за допомогою основи. Детальніше про конструктивні особливості установки можна дізнатися з рисунку 1.14, та таблиці 1.7.

Таблиця – 1.7 Характеристика двигуна

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристика	Значення
Модель	
Потужність, кВт	
Частота обертання валу, хв ⁻¹	
Тип двигуна	
Напруга живлення	
Номінальний струм, А	
ККД, %	
Діаметр валу, мм	
Маса, кг	
Момент інерції, кг·м ²	
Співвідношення моменту сили M_{max}/M_H	

Закінчення таблиці 1.7

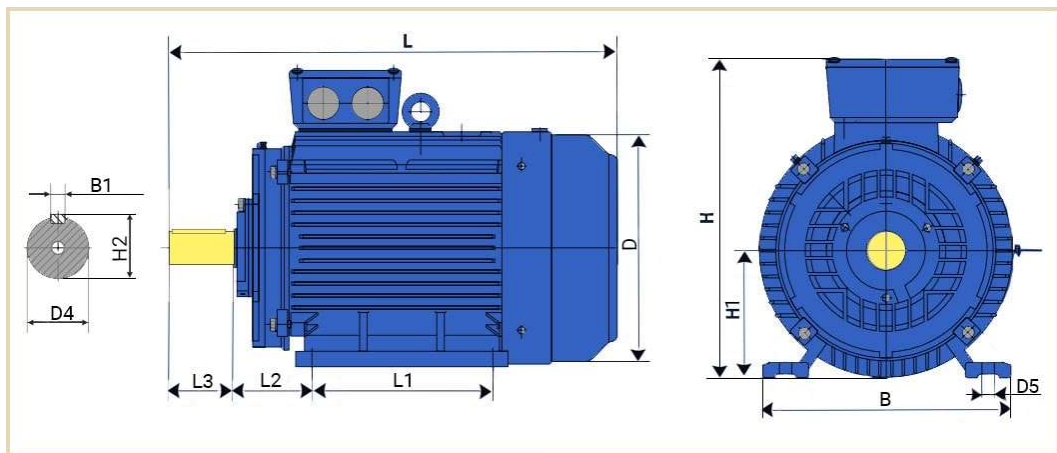


Рисунок 1.14 – Приєднувальні та габаритні розміри двигуна [21]

Таблиця – 1.8 Розміри двигуна

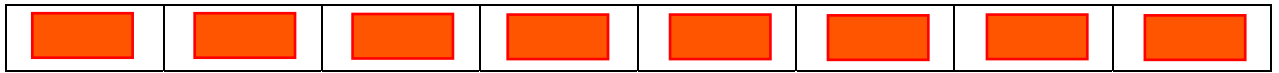
Розмір валу, мм					Кріплення на лапах, мм	
L3	D4	H2	B1	H1	B	

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ

Арк.



1.12 Попередній розрахунок стрічки

Кут бічних роликів жолобчастих роликкоопор я обрав за [redacted] градусів. Беремо стрічку з синтетичними прокладками, що має межу міцності однієї прокладки $\sigma_{\Pi} = [redacted]$ Н/см. Стрічка конвеєра сприймає максимальний натяг $S_{max} = S_{13} = [redacted]$ Н. Запас міцності прийmemo за $n = [redacted]$.

Визначимо кількість прокладок:



Прийmemo стрічку, яка має три основні прокладки, та 2 уточно-шнуровою тканиною. Конвеєр не треба перераховувати, бо у формулі (1.12) було взято стрічку з [redacted] прокладками.

1.13 Розрахунок діаметрів приводного та натяжного барабанів

Діаметр приводного барабана обчислюється як:



де a_1 – коефіцієнт для стрічок із тканини;

Мінімально допустимий діаметр приводного барабана перевіримо за тиском, що допускається між стрічкою та барабаном:

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

$$p = \frac{2 \cdot S_{13}}{D_6 \cdot B} \leq [p], \quad (1.37)$$



Приймаю з конструктивним міркувань $D_6 = [redacted]$ мм. Про причини такої зміни можна дізнатись у наступних розділах.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ				

- 1) двигун, 2) пружна муфта, 3) гальмо, 4) редуктор,
5) зубчаста муфта, 6) привідний барабан, 7) стрічка

Рисунок 1.15 – Схема приводу стрічкового конвеєра [22]

Потрібне нам передавальне число редуктора розраховуємо за простою формулою:

$$u_p = \frac{n}{n_6} = \text{[redacted]} \quad (1.42)$$

Визначаємо потрібну потужність редуктора:

де k_p – коефіцієнт, що залежить від умов роботи конвеєра, для спокійного характеру навантаження за безперервної роботи протягом 24 годин на добу $k_p = \text{[redacted]}$

Вибираємо редуктор типа [redacted] , з потужністю [redacted] кВт при передатному числі [redacted] та частоті обертання вхідного вала в [redacted] хв⁻¹. Міжосьова відстань між швидкохідним та тихохідним валом $A_{oc} = \text{[redacted]}$ мм.

Перерахуємо лінійну швидкість привідного барабана та справжню продуктивність стрічкового конвеєра:

$$\text{[redacted]}$$

Тоді справжня швидкість дорівнює:

$$\text{[redacted]}$$

Тоді справжня продуктивність дорівнює:

$$\text{[redacted]}$$

Відхилення розрахункової продуктивності від номінальної складає:

$$\text{[redacted]} \quad (1.44)$$

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відхилення у [redacted] % є незначним. Приймаємо $Q = Q_c =$ [redacted]

1.15 Перевірка приводу конвеєра на пуск та гальмування

Щоб визначити опір рухові стрічок у період пуску після тривалої зупинки конвеєра треба змінити коефіцієнт опору.

Коефіцієнт опору рухові стрічок у період пуску можна виразити як:

$$[redacted]$$

де $k_{по}$ – коефіцієнт збільшення статичних опорів при пуску;

У зв'язку зі збільшенням коефіцієнта ω' натяг у контурі стрічкового конвеєра зростає. Розраховуємо натяги використовуючи формули (1.8...1.26):

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Тяглове зусилля при пуску:

[REDACTED]

Статичний момент, що приведений до вала електродвигуна:

[REDACTED]

де $\eta_{\text{п}}$ – ККД при пуску привода:

[REDACTED]

де c_{T} – коефіцієнт можливого зменшення опору руху стрічки конвеєра,

$c_{\text{T}} =$ [REDACTED];

Момент інерції всіх мас конвеєра, що рухаються, приведених до вала двигуна буде таким:

$$J_{\text{пр}} = \delta \cdot (J_{\text{р}} + J_{\text{м}}) + \frac{m_{\text{пр}} \cdot R_{\text{пр}}^2}{u_{\text{р}}^2 \cdot \eta_{\text{п}}} \quad (1.48)$$

[REDACTED]

де δ – коефіцієнт, який враховує момент інерції деталей привода, що обертаються повільніше за вал двигуна, $\delta =$ [REDACTED];

$R_{\text{пр}}$ – радіус приводного барабана $R_{\text{пр}} = \frac{D}{2}$ [REDACTED]

$J_{\text{м}}$ – момент інерції муфти, прийmemo за $J_{\text{м}} =$ [REDACTED]

$J_{\text{р}}$ – момент інерції ротора двигуна, прийmemo із таблиці 1.7 $J_{\text{р}} =$ [REDACTED] кг · м²;

$m_{\text{пр}}$ – приведена маса частин конвеєра, які рухаються, та вантажу на стрічці:

$$m_{\text{пр}} = \frac{k_{\text{у}}}{g} [(q + 2 \cdot q_0) \cdot L + k_{\text{с}} \cdot G_{\text{р}}] \quad (1.49)$$

[REDACTED]

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де k_y – коефіцієнт, що враховує пружне подовження стрічки, в результаті чого маси конвеєра починають рухатися одночасно, $k_y =$ [redacted]

k_c – коефіцієнт, який враховує, що колова швидкість частин мас, які обертаються, менша ніж швидкість руху стрічки, $k_y =$ [redacted]

G_p – вага барабанів та роликів стрічкового конвеєра:

[redacted]

де G_6 – вага приводного та натяжного барабана, $G_6 \approx$ [redacted]

Середній пусковий момент двигуна:

$$[redacted] \quad (1.51)$$

де $N_{дв}$ – номінальна потужність електродвигуна із таблиці 1.7, $N_{дв} =$

[redacted]

$\omega_{дв}$ – кутова швидкість вала двигуна:

$$\omega_{дв} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = [redacted] \quad (1.52)$$

Час пуску конвеєра

$$t_{пуск} = \frac{J_{пр} \cdot \omega_{дв}}{M_{ср.пуск} \cdot M_{пр}}, \quad (1.53)$$

[redacted]

Час, після якого зусилля в гілці конвеєра, що набігає досягає максимального значення:

$$t = 2 \cdot \left(\frac{L}{C_1} + \frac{L}{C_2} \right) \quad (1.54)$$

де C_1 – швидкість поширення пружної хвилі в робочій гілці стрічки;

C_2 – швидкість поширення пружної хвилі в холостій гілці стрічки;

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

(1.55)

де E_0 – приведена жорсткість стрічки:



p_1 – погонна щільність частин конвеєра, що рухаються в робочій гілці конвеєра:



(1.57)

p_2 – погонна щільність частин конвеєра, що рухаються в холостій гілці конвеєра:



(1.58)

Тоді:



Оскільки час пуску $t_{\text{пуск}}$ більший за час t , то максимальне динамічне зусилля в стрічці в точці набігу можна визначити за формулою:

$$S_{\text{нб.д}} = W_d \cdot \left(1 - e^{-\frac{c_1 \cdot p_1 \cdot t}{m_{\text{пр.б}}}} \right) \quad (1.59)$$

де $m_{\text{пр.б}}$ – вага частин привода, які обертаються та приведені до обода барабана:

$$m_{\text{пр.б}} = \frac{\delta \cdot (J_p + J_M) \cdot u_p^2 \cdot \eta_{\text{п}}}{R^2}, \quad (1.60)$$



W_d – надлишкове динамічне колове зусилля, що передається стрічці від приводу у пусковий момент:

$$W_d = \frac{(M_{\text{ср.пуск}} - M_{\text{пр}}) \cdot u_p}{R} = \text{[REDACTED]} \quad (1.61)$$

Тоді максимальне динамічне зусилля буде:

$$\text{[REDACTED]} \quad (1.62)$$

Максимальне зусилля в стрічці при пуску:

$$S_{\text{max.d}} = S_{13} + S_{\text{нб.д}} = \text{[REDACTED]} \quad (1.63)$$

Коефіцієнт динамічності:

$$k_d = \frac{S_{\text{max.d}}}{S_{13}} = \text{[REDACTED]} \quad (1.64)$$

Тоді у період пуску натяг у вітці, що збігає буде таким:

$$S_{\text{зб.д}} \text{ [REDACTED]} \quad (1.65)$$

Перерахуємо міцність стріки за допомогою формули (2.35):

$$\text{[REDACTED]}$$

Змінюємо міцність стрічки. Візьмемо $\sigma_{\text{п}} = \text{[REDACTED]}$

$$\text{[REDACTED]}$$

Залишаємо 3 основних прокладки стрічки.

1.16 Розрахунок гальмівного моменту

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

Розраховуємо вагу натяжного пристрою при сталому режимі роботи конвеєра:

$$\text{[REDACTED]} \quad (1.66)$$

де $\eta_{\text{нат}}$ – ККД натяжного пристрою, $\eta_{\text{нат}}$ []

Розраховуємо вагу натяжного пристрою у пусковий період конвеєра:

[]

Приймаю за вагу вантажу натяжного пристрою вагу під час сталого режиму роботи. Під час пуску буде невеличка пробуксовка, але вона не сильно вплине на роботу конвеєра.

Хід натяжного пристрою:

[]

Цей конвеєр працює у транспортному ланцюзі, тому шлях гальмування l_{Γ} повинен бути не менше [] м. Приймаємо $l_{\Gamma} =$ [] м. Спростимо і прийmemo характер змін швидкості стрічки від $v =$ [] м/с до $v_0 =$ [] м/с лінійним і отримаємо необхідний час гальмування:

[]

Статичний момент на валу двигуна під час гальмування дорівнює:

[]

Момент мас інерції, що рухаються та приведені до вала двигуна під час гальмування дорівнює:

$$J_{\text{пр.г}} = \delta \cdot (J_p + J_M) + \frac{m_{\text{пр}} \cdot R^2}{u_p^2} \cdot \eta_M, \quad (1.70)$$

[]

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Час гальмування можна визначити за допомогою цієї формули:

$$t_{\Gamma} = \frac{J_{\text{пр.г}} \cdot \omega_{\text{дв}}}{M_{\text{ст.г}} + M_{\Gamma}}, \quad (1.71)$$

Тоді момент гальмуванні буде такий:

$$M_{\Gamma} = \frac{J_{\text{пр.г}} \cdot \omega_{\text{дв}}}{t_{\Gamma}} - M_{\text{ст.г}}, \quad (1.72)$$

Гальмо по розрахункам не потрібно, але беручи до уваги ділянку під кутом та можливі зміни режиму роботи, приймаю колодкове гальмо типу [REDACTED]. Щоб дізнатись точний типорозмір гальма треба спочатку обрати пружну муфту.

1.17 Розрахунок валів, шпоночних з'єднань і підшипників приводного барабана

Скориставшись схемою навантаження валу (рисунок 1.16) розрахуємо вал приводного барабана. $l_1 = l_2 =$ [REDACTED] м – відстань від центру ступиці барабану до підшипника, що тримає вал. $l =$ [REDACTED] м – відстань між підшипниками.

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

Рисунок 1.16 – Схема навантаження валу привідного барабана

При симетричній конструкції барабана сили тиску ступиць на вал визначаємо за формулою:

$$F_n = \frac{S_{13} + S_1 + G_{\text{бар}}}{2} = [REDACTED] \quad (1.73)$$

Згинальний момент тоді буде дорівнювати:

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

$$M_{зг} = F_n \cdot l_2 = \text{[REDACTED]} \quad (1.74)$$

Момент на валу редуктора дорівнює:

$$\text{[REDACTED]} \quad (1.75)$$

Еквівалентний момент дорівнює:

$$M_{екв} = \sqrt{M_{зг}^2 + M_{кр}^2} \text{ [REDACTED]} \quad (1.76)$$

Матеріал валу – [REDACTED]

σ_T – межа плинності [REDACTED]

Розрахуємо допустиме навантаження з запасом:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{k_{зап} \cdot k_{втом} \cdot k_{конц}} = \text{[REDACTED]} \quad (1.77)$$

де $k_{зап}$ – коефіцієнт запасу, для відповідальних вузлів $k_{зап}$ [REDACTED]

$k_{зап}$ – коефіцієнт запасу на втомну міцність, $k_{втом}$ [REDACTED]

$k_{конц}$ – коефіцієнт впливу концентрації напруги, для шпонкових пазів

$k_{конц}$ [REDACTED]

Тоді діаметр суцільного валу буде дорівнювати:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{екв} \cdot 10^3}{0,1 \cdot [\sigma]}} = \text{[REDACTED]} \quad (1.78)$$

Прийmemo діаметр валу за [REDACTED] мм.

Опорою валу привідного барабану на раму є сферичні роликopідшипники. Розрахунок ведеться по найбільш завантаженому підшипнику. На підшипник діють тільки радіальні сили. Схема симетрична тому радіальне навантаження на один підшипник можна визначити так:

$$F_{опор} = \frac{S_{max} + S_{min} + G_{бар}}{2} = \text{[REDACTED]} \quad (1.79)$$

Еквівалентне навантаження дорівнює:

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

$$P_e = (X \cdot V \cdot Y \cdot F_{\text{опор}}) \cdot k_{\text{бпідш}} \cdot k_{\text{темп}} \quad (1.80)$$

де X – коефіцієнт осевого навантаження на підшипник. При відсутності осевого навантаження $X =$ [redacted]

V – коефіцієнт обертання кільця. При рухомому кільці $V =$ [redacted]

Y – коефіцієнт радіального навантаження на підшипник. З каталогу беремо $Y =$ [redacted]

$k_{\text{бпідш}}$ – коефіцієнт безпеки підшипника $k_{\text{бпідш}} =$ [redacted]

$k_{\text{темп}}$ – коефіцієнт впливу температури, при $t \leq 100^\circ\text{C}$ $k_{\text{темп}} =$ [redacted]

Динамічну радіальну вантажопідйомність підшипника можна розрахувати за такою формулою:

$$C_r \geq P_e \cdot \left(\frac{L_{10}}{10^6}\right)^{\frac{1}{3}} \quad (1.81)$$

де L_{10} – довговічність в обертах підшипника:

$$L_{10} = 60 \cdot n_6 \cdot L_{10h} \quad (1.82)$$

де L_{10h} – бажана довговічність в годинах напрацювання підшипника;

$$L_{10h} = \frac{10^6 \cdot \left(\frac{C_r}{P_e}\right)^3}{60 \cdot n_6} \quad (2.83)$$

Попередньо приймаємо довговічність підшипника $L_{10h} =$ [redacted]

Визначаємо потрібну нам радіальну вантажопідйомність:

Обираємо підшипник [redacted]

Перевіряємо довговічність за допомогою формули (1.83)

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проаналізувавши ці розрахунки я можу зробити висновок, що цей підшипник знаходиться у межах [REDACTED]. Це прийнятна довговічність.

Основним розрахунком для шпонкових з'єднань є розрахунок на зминання бокових поверхонь шпонки і паза.

$$\sigma_{\text{зм.ш}} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot M_{\text{кр}}}{d \cdot (h - t_1) \cdot l_p} \leq \sigma_{\text{зм.ш.д}} \quad (1.84)$$

де d – діаметр кінця валу, $d =$ [REDACTED]

h – висота шпонки, $h =$ [REDACTED]

t_1 – глибина шпонкового паза, $t_1 =$ [REDACTED]

l_p – робоча довжина шпонки, $l_p = l - \frac{b}{2}$;

l – довжина шпонки;

b – ширина шпонки, $b =$ [REDACTED]

$\sigma_{\text{зм.ш.д}}$ – допустима напруга зминання, $\sigma_{\text{зм.ш.д}} =$ [REDACTED]

Звідси можна розрахувати мінімально допустиму довжину шпонки по DIN 6885:

$$l = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot M_{\text{кр}}}{d \cdot (h - t_1) \cdot \sigma_{\text{зм.ш.д}}} + \frac{b}{2}, \quad (1.85)$$

Довжину високої призматичної шпонки візьмемо із стандартного ряду по DIN 6885-1. $l =$ [REDACTED]

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.18 Розрахунок валів, шпоночних з'єднань і підшипників натяжного барабана

Скориставшись схемою навантаження валу (рисунок 1.17) розрахуємо вал натяжного барабана. $l_1 = l_2 =$ [] м – відстань від центру ступиці барабану до підшипника, що тримає вал. $l =$ [] м – відстань між підшипниками.

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

Рисунок 1.17 – Схема навантаження валу натяжного барабана

При симетричній конструкції сили тиску ступиць на вал визначаємо за формулою:

$$F_n = \frac{S_6 + S_7 + G_{\text{бар}} + G_{\text{нат.ст}}}{2},$$

Згинальний момент тоді буде дорівнювати:

$$M_{\text{зг}} = F_n \cdot l_2 =$$

Матеріал валу – []

σ_T – межа плинності []

Розрахуємо допустиме навантаження з запасом:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{k_{\text{зап}} \cdot k_{\text{втом}} \cdot k_{\text{конц}}} =$$

де $k_{\text{зап}}$ – коефіцієнт запасу, для відповідальних вузлів $k_{\text{зап}} =$ []

$k_{\text{зап}}$ – коефіцієнт запасу на втомну міцність, $k_{\text{втом}} =$ []

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$k_{\text{конц}}$ – коефіцієнт впливу концентрації напруги, для шпонкових пазів

$$k_{\text{конц}} = \text{[redacted]}$$

Тоді діаметр суцільного валу буде дорівнювати:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{зг}} \cdot 10^3}{0,1 \cdot [\sigma]}} = \text{[redacted]}$$

Прийmemo діаметр валу

Опорою валу натяжного барабану на раму є сферичні роликopідшипники. Розрахунок ведеться по найбільш завантаженому підшипнику. На підшипник діють тільки радіальні сили. Схема симетрична тому радіальне навантаження на один підшипник можна визначити так:

$$F_{\text{опор}} = \frac{S_6 + S_7 + G_{\text{бар}} + G_{\text{нат.ст}}}{2},$$

$$\text{[redacted]}$$

Еквівалентне навантаження дорівнює:

$$\text{[redacted]}$$

Попередньо приймаємо довговічність підшипника $L_{10h} = \text{[redacted]}$

Визначаємо потрібну нам радіальну вантажопідйомність:

$$\text{[redacted]}$$

Обираємо підшипник [redacted]

Перевіряємо довговічність за допомогою формули (1.83)

$$\text{[redacted]}$$

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проаналізувавши ці розрахунки я можу зробити висновок, що цей підшипник знаходиться у межах [REDACTED] Це прийнятна довговічність.

Основним розрахунком для шпонкових з'єднань є розрахунок на зминання бокових поверхонь шпонки і паза.

$$\sigma_{зм.ш} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot M_{кр}}{d \cdot (h - t_1) \cdot l_p} \leq \sigma_{зм.ш.д}$$

де [REDACTED]

$\sigma_{зм.ш.д}$ – допустима напруга зминання, [REDACTED]

Крутний момент на валу натяжного барабану буде дуже слабким. Він буде створюватись лише від різниці натягів:

[REDACTED]

Звідси можна розрахувати мінімально допустиму довжину шпонки по DIN 6885-1:

$$l = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot M_{кр}}{d \cdot (h - t_1) \cdot \sigma_{зм.ш.д}} + b \quad (1.87)$$

[REDACTED]

Обираємо довжину шпонки $l =$ [REDACTED]

1.19 Розрахунок валів і підшипників роликоопор

Спрощено навантаження на нижній ролик жолобчастої роликоопори можна прийняти за:

$$F_n = (0,7 \cdot (q_0 + q) \cdot l_p) + 0,33 \cdot m_r \cdot 9,8 \quad (1.88)$$

[REDACTED]

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ				

де m_r – маса рухомих частин ролика, $m_r =$ [redacted]

Згинальний момент тоді буде дорівнювати:

де l_2 – відстань від опори до ступиці, l_2 [redacted]

Матеріал валу – [redacted]

σ_T – межа плинності [redacted]

Розрахуємо допустиме навантаження з запасом:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{k_{\text{зап}} \cdot k_{\text{втом}} \cdot k_{\text{конц}}} = [redacted]$$

де $k_{\text{зап}}$ – коефіцієнт запасу, для відповідальних вузлів $k_{\text{зап}} =$ [redacted]

$k_{\text{зап}}$ – коефіцієнт запасу на втомну міцність, $k_{\text{втом}} =$ [redacted]

Тоді діаметр суцільного валу буде дорівнювати:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{3г} \cdot 10^3}{0,1 \cdot [\sigma]}} = [redacted]$$

Це був звичайний розрахунок на міцність. Сама роликоопора є стандартною. Діаметр підшипник [redacted]

1.20 Розрахунок валів, шпоночних з'єднань і підшипників відхиляючого барабана

Скориставшись схемою навантаження валу (рисунок 1.18) розрахуємо вал відхиляючого барабана. $l_1 = l_2 =$ [redacted] м – відстань від центру ступиці барабану до підшипника, що тримає вал. $l =$ [redacted] м – відстань між підшипниками.

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

Рисунок 1.18 – Схема навантаження валу відхиляючого барабана

Розраховуємо силу, що діє на відхиляючий ролик:

$$F_{\text{відх}} = S_1 \cdot \sqrt{2 \cdot (1 + \cos\alpha)}, \quad (1.89)$$

При симетричній конструкції сили тиску ступиць на вал визначаємо за формулою:

$$F_n = \frac{F_{\text{відх}}}{2},$$

Згинальний момент тоді буде дорівнювати:

$$M_{\text{зг}} = F_n \cdot l_2 =$$

Матеріал валу –

σ_T – межа плинності

Розрахуємо допустиме навантаження з запасом:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{k_{\text{зап}} \cdot k_{\text{втом}} \cdot k_{\text{конц}}} =$$

де $k_{\text{зап}}$ – коефіцієнт запасу, для відповідальних вузлів $k_{\text{зап}} =$

$k_{\text{зап}}$ – коефіцієнт запасу на втомну міцність, $k_{\text{втом}} =$

$k_{\text{конц}}$ – коефіцієнт впливу концентрації напруги, для шпонкових пазів

$k_{\text{конц}} =$

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді діаметр суцільного валу буде дорівнювати:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{зг} \cdot 10^3}{0,1 \cdot [\sigma]}} =$$

Прийmemo діаметр валу за

Опорою валу відхиляючого барабану на раму є шарикові підшипники. Розрахунок ведеться по найбільш завантаженому підшипнику. На підшипник діють тільки радіальні сили. Схема симетрична тому радіальне навантаження на один підшипник можна визначити так:

$$F_{опор} = \frac{F_{відх}}{2}$$

Еквівалентне навантаження дорівнює:

Попередньо приймаемо довговічність підшипника $L_{10h} =$

Визначаємо потрібну нам радіальну вантажопідйомність:

Обираємо підшипник

Перевіряємо довговічність за допомогою формули (1.83)

Проаналізувавши ці розрахунки я можу зробити висновок, що цей підшипник знаходиться у межах Це прийнятна довговічність.

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.21 Розрахунок муфт

Підбираємо зубчасту муфту для з'єднання вала редуктора з валом виконавчого органу. Підбір виконується за рахунок розрахунку номінального моменту, який буде на муфті.

$$T_{\text{муфт}} = K_{\text{муфт}} \cdot M_{\text{н}} \cdot u_p \quad (1.90)$$

де $K_{\text{муфт}}$ – коефіцієнт безпеки муфти, $K_{\text{муфт}} =$ [redacted]

Знаючи номінальний момент підбираємо муфту [redacted] з номінальним моментом [redacted] Н·м. Розточуємо муфту під діаметри вихідного вала редуктора $d_{\text{вих.р}} =$ [redacted] мм, та під вал привідного барабана $d_{\text{вал.б}} =$ [redacted]

Підбираємо пружну втулково-пальцеву муфту з гальмівним шківом для з'єднання вала двигуна з вхідним валом редуктора. Підбір виконується за рахунок розрахунку номінального моменту, який буде на муфті.

Знаючи номінальний момент підбираємо пружну втулково-пальцеву муфту з гальмівним шківом [redacted] з номінальним моментом [redacted] Н·м. Розточуємо муфту під діаметри вихідного вала двигуна $d_{\text{вих.дв}} =$ [redacted] мм, та під вал вхідного вала редуктора $d_{\text{вх.р}} =$ [redacted] мм. До МУВП буде приєднане колодкове гальмо [redacted]

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.22 Розрахунок довжини стрічки

Щоб розрахувати довжину стрічки конвеєра я просто скористуюся cad системами. $L_{стр} =$ [redacted] м Ескіз контуру по якому рахувалась довжина стрічки можна знайти у додатку Г.

Уточнимо довжину стрічки за рахунок формули:

$$L_{уточ} = (L_{стр} + l_{нат} + l_{нахл}) \cdot k_{стр.т} \quad (1.91)$$

де $l_{нахл}$ – запас на нахлест стрічок, $l_{нахл} =$ [redacted]

$k_{стр.т}$ – коефіцієнт компенсації температури $k_{стр.т} =$ [redacted]



1.23 Висновки за розділом

1. Кваліфікаційна робота бакалавра є закінченою розробкою приводу стрічкового конвеєра з продуктивністю 500 т/год.

2. Проаналізовано типові конструкції стрічкових конвеєрів та їх приводних станцій. Встановлено, що за заданими вихідними даними доцільно використовувати однобарабанну привідну станцію та триролікові жолобчасті опори.

3. Виконані кінематичні розрахунки стрічкового конвеєра, за якими встановлено істинну швидкість руху стрічки ($v =$ [redacted] м/с), ширину стрічки ($b =$ [redacted] мм).

4. Виконаний силовий розрахунок стрічкового конвеєра та його привідної станції. Обрано тип стрічки (гумотканинна з трьома основними прокладками), тип двигуна ([redacted]), що може працювати з ПВ= [redacted] % та має номінальну потужність у [redacted] кВт). До цього електродвигуна був підібраний редуктор [redacted]

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ				

[redacted], з потужністю $P_{ред} = [redacted]$ кВт при обертах двигуна $n_{дв} = [redacted]$ хв⁻¹ та передатному числі, що дорівнює [redacted]

5. Проведені проектні розрахунки основних складових привідної станції конвеєра: мінімальний діаметр валу привідного барабану становить [redacted] мм, довговічність його підшипників = [redacted] годин. За допомогою попередніх даних із силового розрахунку було обрано швидкохідну муфту с гальмівним шківом – [redacted] (номінальний момент = [redacted] Н · м з розточеними отворами під діаметри вала двигуна $d_{вих.дв} = [redacted]$ мм, та під вал вхідного вала редуктора $d_{вх.р} = [redacted]$ мм. [redacted] з номінальним моментом у [redacted] Н · м та розточеними отворами у [redacted] мм та у [redacted] мм (вихідний вал редуктора та вал привідного барабану відповідно).

6. Створена 3Д модель привідної станції конвеєра, яка складається з [redacted]

7. Розроблений комплект конструкторських креслеників у складі 3 аркушів формату А1: Стрічковий конвеєр ІДМБ.РК.25.15.-00.00.000 СК, Привідна станція стрічкового конвеєру ІДМБ.РК.25.15.-01.00.000 СК (2 аркуші).

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-БЕЗПЕКОВИЙ

2.1 Есплуатаційний підрозділ

Експлуатаційний розділ містить опис роботи розробленого привідної станції стрічкового, зокрема його функціонування, можливі несправності та дії персоналу при їх виникненні, а також технологічні рішення щодо виготовлення, складання, ремонту та обслуговування конструкції.

2.1.1 Опис роботи привідної станції

Привідна станція відповідає за рух стрічки конвеєра. Вона складається з кількох основних вузлів (дивись рисунок 1.15), які разом забезпечують стабільну роботу. Вихідний вал електродвигуна з'єднаний з редуктором через пружну муфту, яка на собі має гальмівний шків. Ця муфта м'яко з'єднує вал електродвигуна з редуктором та захищає систему від незначних ударів та перекосів. До її шківа під'єднане колодкове гальмо, що у потрібний момент зупиняє конвеєр. Редуктор зменшує швидкість обертання і збільшує обертальний момент на своєму вихідному валу. Редуктор через зубчасту муфту передає рух на приводний барабан. Привідний барабан, що має гумове покриття (футерівку) для кращого зчеплення зі стрічкою передає зусилля на конвеєрну стрічку, що змушує цю ж стрічку рухатись і переміщувати вантаж. Для покращення контакту та зменшення необхідного натягу стрічки привідна станція має відхиляючий барабан.

Усі елементи змонтовані на міцній зварній рамі із швелерів. Правильно налаштована та зібрана система працює плавно і майже безвідмовно.

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.2 Можливі несправності машини та дії обслуговуючого персоналу при їх настанні

Найчастіше оператори стикаються з проблемою прослизання стрічки. Це відбувається через недостатній натяг, знос гумового покриття на привідному барабані, або через забруднення стрічки і барабанів. Для усунення необхідно відрегулювати натяжний механізм, очистити поверхню барабана та стрічки, а у разі зносу футеровального покриття просто замінити його новим.

Електродвигун виходить з ладу через перегрів. Причинами слугують його перевантаження, або знос підшипників. У таких випадках треба замінити підшипники.

Редуктор може видавати незвичайні шуми через знос шестерень, який може трапитися через неправильну збірку, недостатню кількість змащувальних матеріалів. Методи усунення включають повну заміну зубчастих пар, поповнення мастильного матеріалу.

Гальмівна система втрачає ефективність при зносі колодок, протічці гальмівної рідини, або неправильному налаштуванні. Для відновлення роботи потрібно замінити фрикційні колодки, усунути протічку гідравліки, або налаштувати положення гальмівних механізмів.

Муфти з'єднання (МУВП та зубчасті) виходять з ладу через:

- знос пружних елементів;
- пошкодження зубців;
- деформацію валів.

Ремонт передбачає повну заміну муфт або окремих їх компонентів.

Для запобігання несправностям необхідно:

- щодня перевіряти стан основних вузлів;
- дотримуватись графіка ТО;
- контролювати рівень мастильних матеріалів;
- вести журналу технічного стану.

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.3 Технологічні рішення з виготовлення та складання приводної станції

Технологічна послідовність виготовлення та монтажу приводної станції:

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

2.2 Безпека конструкції машини та її експлуатації

Цей підрозділ присвячений основним принципам безпечної конструкції привідної станції стрічкового конвеєра та заходам безпеки під час її експлуатації. У ньому розглядаються потенційні небезпеки, пов'язані з роботою

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

обладнання, та пропонуються комплексні рішення для їх усунення або мінімізації. Особлива увага приділяється аналізу небезпечних факторів, сучасним методам захисту персоналу та технологічним рішенням, спрямованим на запобігання аварійним ситуаціям.

2.2.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при експлуатації привідної станції

Під час експлуатації, обслуговування та ремонту стрічкового конвеєра можуть виникати фізичні та психофізіологічні виробничі фактори.

Їх важливо враховувати, щоб зменшити ризики для працівників.

До фізичних факторів належать:

- відкриті рухомі частини конвеєра (приводні, натяжні та відхильні барабани, опорні ролики, шківни, муфти, ремінні передачі);
- можливість доступу до цих частин персоналу;
- небезпека ураження електричним струмом — як змінним, так і постійним;
- недостатнє або нерівномірне освітлення на робочих місцях у темний час доби.

Слабке освітлення може призводити до аварій або травм. Воно впливає на зосередженість і загальний стан працівника. Якісне світло, навпаки, сприяє продуктивності та безпеці.

Обладнання в кар'єрах працює на відкритому повітрі. Воно часто пересувається, розміщується поблизу зон із підвищеною небезпекою. Через це умови експлуатації складні, а ризик електротравм вищий.

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Струм, що проходить через організм, може викликати опіки, судоми або порушення роботи внутрішніх органів.

Основні причини ураження електричним струмом:

- дотик до оголених проводів;
- поява напруги на металевому корпусі обладнання через пошкоджену ізоляцію або помилку персоналу;
- дія крокової напруги при замиканні фази на землю.

Змінний струм частотою 50–60 Гц є особливо небезпечним. Він викликає сильні скорочення м'язів і може заблокувати рух. Людина часто не здатна самостійно відірватися від джерела струму. Постійний струм частіше викликає опіки, але рідше призводить до судом.

2.2.2 Конструкторські, технічні та організаційні заходи безпечної для людини та навколишнього середовища експлуатації привідної станції

Щоб зменшити ризик ураження, застосовують захисне заземлення. Воно передбачає з'єднання металевих частин обладнання, які не мають бути під напругою, із заземлювачем у ґрунті. Для цього використовують мідні або сталеві провідники.

Одна з основних причин пожеж на стрічкових конвеєрах — пробуксовка стрічки. У таких випадках барабан продовжує обертатися, хоча стрічка зупинилася. Виникає тертя, температура зростає, і стрічка може зайнятися. Інша причина — заклинювання роликів. Стрічка рухається, а ролики стоять. У місці контакту підвищується температура, починається тління.

На станції окрім автоматизованого протипожежного обладнання передбачено й ручне оснащення:

- 5 порошкових вогнегасників;

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ящик з сухим піском (розмір 0,5×0,5×0,5 м);
- ємність для води об'ємом 5 т;
- 5 відер по 10 літрів.

Індивідуальні засоби захисту включають:

- каску;
- рукавиці;
- захисні окуляри;
- респіратор проти пилу;
- навушники для зниження шуму;

- щільно прилягаючий комбінезон;
- шкіряне робоче взуття;
- діелектричні рукавички;
- діелектричні калоші або боти.

Обов'язки працівника:

- дотримуватись правил безпеки, технологічного процесу та трудового розпорядку;
- користуватись засобами індивідуального захисту за призначенням;
- проходити навчання та медичні огляди;
- негайно повідомляти про небезпеку або нещасний випадок.

2.3. Висновки за розділом

1. Розроблені інструкція з монтажу та обслуговування. Були описані правила техніки безпеки при роботі з конвеєром.

2. Були покращенні безпекові чинники при роботі та обслуговуванні конвеєра за рахунок встановлення захисних кожухів на зубчасту муфту та привідний барабан конвеєра.

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Кваліфікаційна робота бакалавра є закінченою розробкою приводу стрічкового конвеєра з продуктивністю 500 т/год.

2. Проаналізовано типові конструкції стрічкових конвеєрів та їх приводних станцій. Встановлено, що за заданими вихідними даними доцільно використовувати однобарабанну привідну станцію та триролікові жолобчасті опори.

3. Виконані кінематичні розрахунки стрічкового конвеєра, за якими встановлено істинну швидкість руху стрічки ($v = \text{■}$ м/с), ширину стрічки ($b = \text{■}$ мм).

4. Виконаний силовий розрахунок стрічкового конвеєра та його привідної станції. Обрано тип стрічки (гумотканинна з трьома основними прокладками), тип двигуна (■), що може працювати з ПВ= ■ % та має номінальну потужність у ■ кВт). До цього електродвигуна був підібраний редуктор ■ , з потужністю $P_{\text{ред}} = \text{■}$ кВт при обертах двигуна $n_{\text{дв}} = \text{■}$ хв⁻¹ та передатному числі, що дорівнює

5. Проведені проектні розрахунки основних складових привідної станції конвеєра: мінімальний діаметр валу привідного барабану становить ■ мм, довговічність його підшипників ■ . За допомогою попередніх даних із силового розрахунку було обрано швидкохідну муфту с гальмівним шківом – ■ (номінальний момент = ■ Н · м з розточеними отворами під діаметри вала двигуна $d_{\text{вих.дв}} = \text{■}$ мм, та під вал вхідного вала редуктора $d_{\text{вх.р}} = \text{■}$ мм. ■ з номінальним моментом у ■ Н · м та розточеними отворами у ■ мм та у ■ мм (вихідний вал редуктора та вал привідного барабану відповідно).

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Створена 3Д модель привідної станції конвеєра, яка складається з

7. Розроблений комплект конструкторських креслеників у складі 3 аркушів формату Стрічковий конвеєр ІДМБ.РК.25.15.-00.00.000 СК, Привідна станція стрічкового конвеєру ІДМБ.РК.25.15.-01.00.000 СК (2 аркуші).

8. Розроблені інструкція з монтажу та обслуговування. Були описані правила техніки безпеки при роботі з конвеєром.

9. Були покращенні безпекові чинники при роботі та обслуговуванні конвеєра за рахунок встановлення захисних кожухів на зубчасту муфту та привідний барабан конвеєра.

Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Будівельна механіка металевих конструкцій дорожно-будівельних, підйомних і транспортних машин: Підручник / В.Д. Шевченко, В.Г. Піскунов, Ю.М. Федорченко та ін. – К.: Вища шк., 2004. – 438 с.
2. Бондарєв В.С. Підйомно-транспортні машини / В.С. Бондарєв, О.І. Дубинець, М.П. Колісник та ін. – К.: Вища шк., 2009. – 734 с.
3. Григоров О.В. Вантажопідйомні машини / О.В. Григоров, Н.О. Петренко. – Харків: НТУ «ХПІ», 2006. – 300 с.
4. Розрахунки механізмів кранів мостового типу / С.В. Ракша, В.В. Мелашевич, М.П. Колісник. – Дніпропетровськ: Пороги, 2006. – 147 с.
5. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідйомальних кранів: ДНАОП 0.00-1.03-02. – Х.: Форт, 2002. – 416 с.
6. Колісник М.П. Крани будівельні. Технічні характеристики / М.П. Колісник, А.Ф. Шевченко, В.В. Мелашеч, С.В. Ракша. – Дніпропетровськ: Пороги, 2006. – 188 с.
7. Григоров О.В. Раціональні приводи підйомно-транспортних, дорожніх машин та логістичних комплексів / О.В. Григоров, В.В. Стрижак, Н.О. Петренко. – Харків: ХНАДУ, 2016. – 352 с.
8. Туршин В.О. Машини промислового транспорту безперервної дії / В.О. Туршин, В.В. Федорченко.– Луганськ: Вид-во СНУ ім. Даля, 2009.–134 с.
9. Підйомно-транспортні машини / А.С. Кобець, В.І. Дирда, Ю.Г. Козуб та ін. – Луганськ: ЛНУ ім. Т. Шевченка, 2013. – 218 с.
10. Мала гірничча енциклопедія. Т. 3 / В.С. Білецький, В.С. Бойко, В.С. Бокін та ін. – Донецьк: Донбас, 2004. – 640 с.
11. Особливості розрахунку приводних барабанів стрічкових вертикальних елеваторів / Н.М. Фідровська, І.М. Лук'янов // Машинобудування. – 2015. – № 15. – С. 64–70.

					<i>ІДМБ.РК.25.15-00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив.</i>	<i>Костючик</i>				Перелік посилань	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>К.розділу</i>	<i>Кухар</i>						1	2
<i>Керівник.</i>	<i>Кухар</i>					<i>НТУ «ДП», ММФ, 133-21-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Кухар</i>							
<i>Затвердив</i>	<i>Панченко</i>							

12. Колісник М.П. Основи розробки, виробництва, монтажу, випробувань та обстежень підйомно-транспортних машин / М.П. Колісник, Д.Ф. Шевченко, В.В. Мелашич. – Дніпропетровськ: Пороги, 2007. – 193 с.

13. Цаніді І.М. Вивчення конструкції та визначення основних параметрів стрічкового конвеєра / І.М. Цаніді. – Дніпро: ДДАЕУ, 2018. – 24 с.

14. НПАОП 0.00–7.11–12 "Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників".

15. ДСН 3.3.6.042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень".

16. Григоров О.В., Вишневецький Г.В., Петренко Н.О., Стрижак В.В. Розрахунок стрічкового конвеєра. Методичні вказівки. – Харків: НТУ "ХПІ", 2010. – 28 с.

17. ДСТУ Б В.2.7-151:2017 "Конвеєри стрічкові. Загальні технічні умови" [Електронний ресурс].- Режим доступу: <https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/1/5/1-5-mz7.pdf>

18. Шевронні конвеєрні стрічки [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://ukrstarline.ua/gumotehnichni-vyrobny-strichka-konveyerna/shevronni-konveyerni-strichky>

19. Привідний барабан конвеєра [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zavodgooprogress.com.ua/ua/p252669627-privodnoj-baraban-konvejera.html>

20. Електродвигун AIR 280S8 (55 кВт, 750 об/хв) [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://air.com.ua/katalog_elektrodvigatelei_air/air-280s8-55-kvt-750-ob-min/

21. Методичні рекомендації з розрахунку стрічкових конвеєрів [Електронний ресурс].- Режим доступу: <https://crust.ust.edu.ua/server/api/core/bitstreams/af277ea7-acf1-47bf-b8b4-dafcc8980880/content>



Звіт подібності

метадані

Назва організації
Dnipro Polytechnic National Technical University

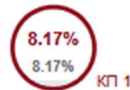
Заголовок
Диплом_Костючик_на_перевірку_плагіату_С_В_133_21_1

Автор Науковий керівник / Експерт
КостючикОлена Панченко

підрозділ
Dnipro Polytechnic National Technical University

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2



7098

Кількість слів

51086

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		5
Інтервали		12
Мікропробіли		0
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		55

Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Копію тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз		Копію тексту
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ (ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ))
1	http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/147903/CD680.pdf?sequence=1&isAllowed=y	48 0.68 %
2	2017_713304_Kuzmiak_Nazar_Myronovych_41394 10/26/2024 National University "Lviv Politechnika" (National University Lviv Politechnika)	26 0.37 %
3	https://er.knuid.edu.ua/bitstream/123456789/19463/1/Dyplom131_Serdjuk_Manoilenko.pdf	21 0.30 %
4	https://core.ac.uk/download/pdf/159819557.pdf	19 0.27 %