

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет
Факультет транспорту та механічної інженерії
Кафедра галузевого машинобудування

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

на тему:

**«Модернізація пластинчастого конвеєра для
транспортування брикетованих матеріалів»**

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування»

Виконав: здобувач вищої освіти
Групи М-41
Мартиненко Михайло Миколайович

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
Шимчук Сергій Петрович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2025 р.
К.т.н., доцент
Гарант освітньої програми:
Пуць Віталій Степанович

(підпис)

Луцьк 2025 р.

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет *транспорту та механічної інженерії*

Кафедра *галузевого машинобудування*

Ступінь вищої освіти: *бакалавр*

Галузь знань: *13 Механічна інж енерія*

Спеціальність: *133 Галузеве машинобудування*

Освітня програма: *«Галузеве машинобудування»*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *В. Пуць*

«___» _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Мартиненку Михайлу Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи *«Модернізація пластинчастого конвеєра для транспортування брикетованих відходів»*

Керівник роботи: *к.т.н., доцент Шимчук Сергій Петрович*

затверджені наказом закладу вищої освіти від «18» березня 2025 р. № 163/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «14» червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи *Базовий варіант конструкції обладнання. Технічна характеристика. Технічні умови.*

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

Вступ. 1 Аналітичний огляд. Транспортуючі засоби безперервної дії. Конвеєри переривистої дії. Мета і задачі кваліфікаційної роботи бакалавра.

2 Розрахункова частина.

3. Організаційна частина. Висновки.

Список використаних джерел.

Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу:

1. Конвеєр пластинчастий – 1 лист ф. А1

2. Ходова – 1 лист ф. А1

3. Натяжний пристрій – 1 лист ф. А1

4. Привод – 1,5 листа ф. А1

5. Бункер – 1 лист ф. А1

6. Деталювання – 0,5 листа ф. А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Шимчук С.П., к.т.н., доцент		
Розділ 2	Шимчук С.П., к.т.н., доцент		
Розділ 3	Шимчук С.П., к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання «19» березня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Вступ.</i>	<i>29.03.2025 р.</i>	
2.	<i>1 Аналітична частина</i>	<i>17.04.2025 р.</i>	
3.	<i>2 Розрахункова частина</i>	<i>05.05.2025 р.</i>	
4.	<i>3 Організаційна частина</i>	<i>25.05.2025 р.</i>	
5.	<i>Формування списку використаних джерел</i>	<i>05.06.2025 р.</i>	
6.	<i>Формування додатків</i>	<i>07.06.2025 р.</i>	
7.	<i>Оформлення пояснювальної записки та графічної частини</i>	<i>10.06.2025 р.</i>	
8.	<i>Нормоконтроль</i>	<i>08.06.2025 р.</i>	
9.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>08.06.2025 р.</i>	
10.	<i>Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту</i>	<i>14.06.2025 р.</i>	

Здобувач вищої освіти _____ *(Мартиненко М.М.)*

 (підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ *(Шимчук С.П.)*

 (підпис) (прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Мартиненко М. М. Модернізація пластинчастого конвеєра для транспортування брикетованих матеріалів. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Галузеве машинобудування» спеціальності галузеве машинобудування. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи бакалавра складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків у вигляді специфікацій.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розглянуто конструкторсько-організаційні підходи до розробки конструкції пластинчастого конвеєра, призначеного для транспортування брикетованих вантажів. Проведено аналіз наявних типів обладнання для транспортування матеріалів, обґрунтовано вибір оптимальної конструкції, сформульовано мету та завдання роботи.

У кваліфікаційній роботі здійснено комплекс технологічних і конструктивних розрахунків, серед яких – кінематичний аналіз механізму, розрахунок і визначення основних технічних характеристик приводу, включаючи потужність, частоту обертання та передаточне число. Окрему увагу приділено вибору відповідної муфти, що забезпечує надійне з'єднання елементів приводу, а також підбору редуктора згідно з вимогами до навантаження, режиму роботи та габаритів системи.

Ключові слова: ПЛАСТИНЧАТИЙ КОНВЕЄР, ГРАНУЛЬОВАНИЙ ВАНТАЖ, БОРТОВИЙ НАСТИЛ, ЗУБЧАСТА ПЕРЕДАЧА.

					КРБ 0016.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мартиненко			Модернізація пластинчастого конвеєра для транспортування брикетованих матеріалів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Шимчук					3	51
Н. контр.		Мартинюк			ЛНТУ, каф. ГМ гр. М-41			
Затв.		ПУЦЬ						

ANNOTATION

Martynenko M. M. Modernization of a plate conveyor for transporting briquetted materials. Manuscript.

Bachelor's qualification work of the OP "Industrial Mechanical Engineering" specialty of industrial mechanical engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The explanatory note of the bachelor's thesis consists of an introduction, three chapters, conclusions, a list of references, and appendices in the form of specifications.

The bachelor's qualification work considers design and organizational approaches to the development of a plate conveyor designed for the transportation of briquetted cargo. An analysis of the available types of equipment for material transportation was carried out, the choice of the optimal design was substantiated, and the goal and objectives of the work were formulated.

The qualification work includes a set of technological and design calculations, including a kinematic analysis of the mechanism, calculation and determination of the main technical characteristics of the drive, including power, rotational speed and gear ratio. Particular attention is paid to the selection of a suitable coupling that ensures reliable connection of the drive elements, as well as the selection of a gearbox in accordance with the requirements for load, operating mode, and system dimensions.

Keywords: PLATE CONVEYOR, GRANULAR CARGO, SIDE DECK, GEAR TRANSMISSION.

					КРБ 0016.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	3
ABSTRACT	4
ЗМІСТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	7
1.1. Транспортуючі засоби безперервної дії	7
1.2. Конвеєри переривистої дії	12
1.3. Мета і задачі кваліфікаційної роботи бакалавра	16
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	17
2.1. Визначення основних параметрів	17
2.2. Вибір типу настилу і визначення його ширини	20
2.3. Тяговий розрахунок	22
2.4. Вибір двигуна і редуктора	27
2.5. Вибір гальма	29
2.6. Вибір муфт	30
2.7. Розрахунок приводного валу	32
2.8. Розрахунок осі натяжної станції	34
РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА	39
3.1. Загальна частина	39
3.2. Організація монтажних робіт	40
3.3. Експлуатація пластинчастих конвеєрів	41
3.4. Розрахунок загальної вентиляції дільниці	42
ВИСНОВКИ	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	51
ДОДАТКИ	

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Високопродуктивна робота сучасного підприємства неможлива без правильно організованих і надійно працюючих транспортних засобів. При переробці великих об'ємів вантажу доцільно застосовувати пристрої і машини безперервної дії. До них відносяться конвеєри різних видів і різного призначення. Конвеєри є невід'ємною частиною багатьох сучасних технологічних процесів – вони встановлюють і регулюють темп виробництва, забезпечують його ритмічність, сприяють підвищенню продуктивності праці і збільшенню випуску продукції. Транспортуючі машини безперервної дії є виключно важливими і відповідальними ланками устаткування сучасного підприємства, від дії яких багато в чому залежить успіх його роботи. Ці машини повинні бути надійними, міцними, довговічними, зручними в експлуатації і здатними працювати в автоматичному режимі [1].

Основні аспекти, які необхідно враховувати при проектуванні конвеєра на етапі планування та проектування:

- визначення типу матеріалу, що транспортується, його об'єму, розмірів та інших характеристик.
- визначення необхідної продуктивності конвеєра.
- визначення траєкторії руху конвеєра, його довжини та кутів нахилу.

При виборі конструкції необхідно провести:

- вибір типу пластинчастої стрічки, її ширини та матеріалу.
- вибір приводних та натяжних зірочок.
- вибір роликів опор.
- вибір приводу та системи управління.

Безпека:

- проектування захисних огорожень.
- встановлення систем аварійної зупинки.
- забезпечення відповідності стандартам безпеки.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1. Транспортуючі засоби безперервної дії

На сьогоднішній день існує кілька основних стратегій організації транспортування матеріалів, які можна класифікувати наступним чином [1]:

– автоматизовані системи (А):

Ці системи використовують безперервний транспорт, такий як конвеєри (лінійні та магістральні), для повністю автоматизованого переміщення матеріалів.

– механізовані системи (М):

такі системи передбачають часткову автоматизацію з використанням ручної праці. Вони використовують механізми малої механізації та рухомі транспортні засоби для доставки матеріалів до пунктів завантаження.

– комбіновані системи (К):

Ці системи поєднують використання конвеєрів для доставки матеріалів до накопичувальних бункерів з подальшим транспортуванням колісними транспортними засобами до місць обробки.

Таблиця 1.1 допомагає визначити, який тип транспортної системи найкраще використовувати в залежності від обсягу матеріалів, що транспортуються.

Іншими словами, транспортні операції можна розділити на ті, що повністю автоматизовані, частково автоматизовані з використанням ручної праці, та комбіновані системи. Вибір відповідної системи залежить від обсягів матеріалів, що переміщуються [2].

Таблиця 1.1. – Умови застосування різних систем транспортування

Показник	Система М	Система К	Система А
Маса матеріалу, кг/год.	100 - 300	300 – 700	800 и більше

З метою зменшення об'єму використання ручної праці в умовах реального виробництва застосовують транспортні пристрої різних видів і типорозмірів.

Скребокві конвеєри використовуються в якості лінійного магістрального транспорту для переміщення матеріалів різного роду. Впровадження машин такого виду забезпечує вивільнення виробничих площ, підвищення ефективності виробництва.

Розмір конвеєра по довжині не обмежується. Показник продуктивності до 1,5 т/год., з швидкісним режимом переміщення – 0,2 м/с.

Конвеєри, в яких в якості робочого органа використовується гвинт виготовляються в двох виконаннях:

- одношнекові;
- дво- і багатошнекові (гвинтові).

Зокрема, робочі органи двогвинтового конвеєра розташовуються паралельно мають правосторонню і лівосторонню спіралі. Конвеєр з одним гвинтовим робочим органом використовуються з метою переміщення вантажів насипної природи (з показником продуктивності 4 т/год. і довжиною до 80 м). Транспортери з двогвинтовим робочим органом використовуються для переміщення вантажів насипної і в'язкої природи (показник продуктивності до 7 т/год., при довжині до 100 м) [2].

В якості лінійних і магістральних транспортних засобів застосовуються конвеєри з пластинчастим і пластинчасто-голчатим настилом з довжиною прямих секцій 1,5 і 2 м, що дозволяє комплектувати транспортний модуль практично будь-якої довжини, при цьому, інтервал між двома секціями становить в середньому 0,5 метрів. З метою розширення технологічних можливостей несуче полотно пластинчастого конвеєра встановлюються голчасті елементи, що ховаються в полотно в зоні розвантаження на кінці конвеєра. Показники продуктивності від 3,1 до 45 т/год. [3]

Конвеєрні системи широко застосовуються в промисловості для різних транспортних операцій. Їх використовують:

На виробничих лініях: як міжопераційний транспорт для переміщення деталей між різними етапами виробництва; на автоматизованих лініях для безперервного переміщення продукції.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для видалення відходів: для збору та видалення стружки з обладнання використовують гвинтові, пластинчасті або, рідше, стрічкові конвеєри; на виробничих ділянках зазвичай застосовують гвинтові або скребкові конвеєри.

Для магістрального транспортування: для транспортування матеріалів на великі відстані використовують гвинтові, скребкові, вібраційні або гідравлічні конвеєри, а також їх комбінації.

Таким чином, конвеєрні системи є універсальним рішенням для транспортування матеріалів на різних етапах виробництва, від видалення відходів до магістрального транспортування.

В умовах машинобудівних цехів для переміщення матеріалів використовують, як правило, стрічкові і в меншій мірі гідравлічні конвеєри. Матеріали часто необхідно переміщати на велику відстань (70 ÷ 100 м і більше) [3].

Для переміщення матеріалів використовуються транспортні механізми, наведені на рисунку 1.1. Зручним в експлуатації для деяких видів матеріалів є устаткування гвинтового типу з одинарним гвинтом, що вільно без опор розташовується в жолобі (трубі), що кріпиться до станини устаткування. Обертювий момент передається від приводу до гвинта за допомогою муфти. Матеріал через вхідний отвір, організований в станині, подається на полотно конвеєра. На виході з конвеєра матеріал через вивантажувальний отвір подається у бункер (у випадку, якщо устаткування не включене в цехову транспортну систему), або на конвеєр, що включений в цехову транспортну мережу.

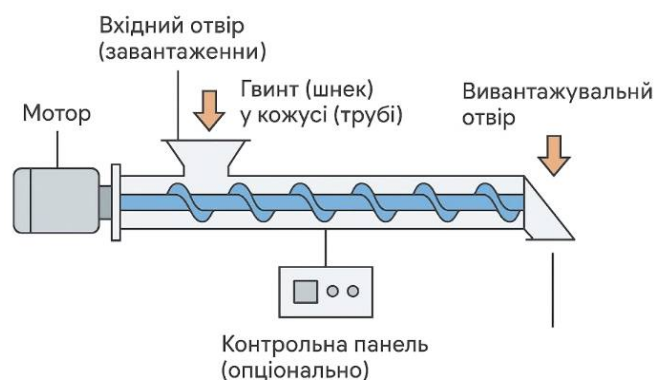


Рисунок 1.1 Схема гвинтового конвеєра

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конвеєрне устаткування стрічкового типу (рисунок 1.2) має в своєму складі раму, де на двох валкових конструкціях (привідний і натяжний барабани) встановлена стальна конвеєрна стрічка або стрічка з прогумованого матеріалу. Стрічка рухається за допомогою привода (електродвигун, редуктор). З тильної частини встановлюється механізм очищення стрічки [3].

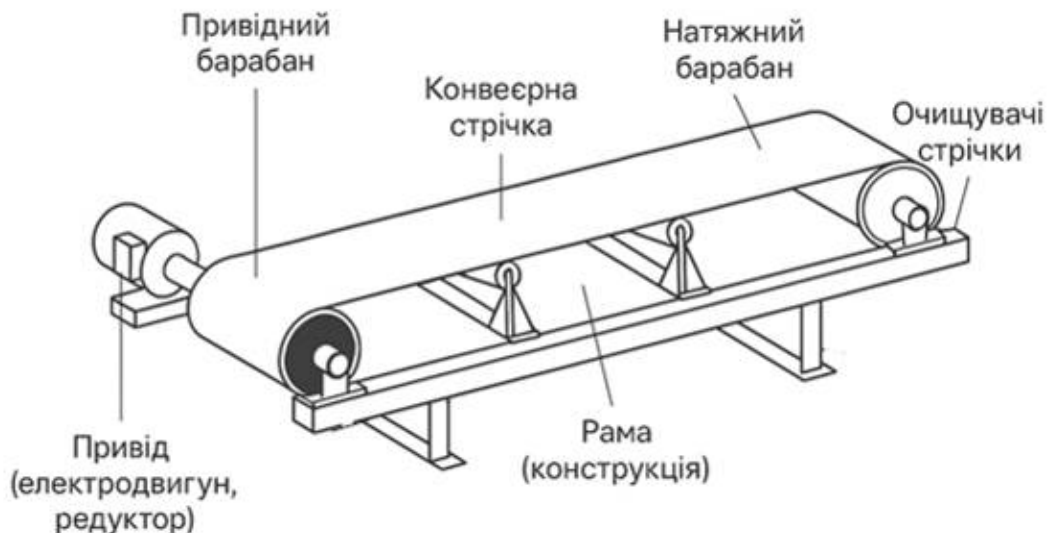


Рисунок 1.2 Конвеєрне устаткування стрічкового типу

З метою механізації транспортних операцій на ділянках використовують зазвичай скребкові (рис. 1.2) або двогвинтові конвеєри.

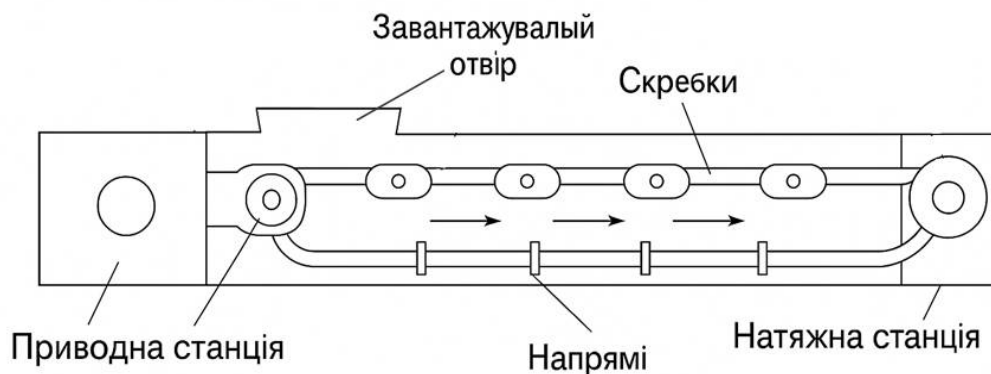


Рисунок 1.2 Скребковий ланцюговий конвеєр

Скребковий ланцюговий конвеєр має приводну станцію, напрямні у вигляді ланцюга, натяжну станцію, скребки, завантажувальний отвір. У нижньому положенні скребки, рухаючись по жолобу, переміщують матеріал, що поступає на конвеєр від обладнання, на поперечний кроковий скребковий конвеєр, змонтований в бетонному каналі, або безпосередньо в збірник. Від обладнання

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

матеріал в конвеєр поступає разом з робочою рідиною, якщо це передбачено технологічним процесом. Робоча рідина стікає по жолобу через сітку в шахту, звідки по трубі відводиться в централізовану циркуляційну цехову систему подачі робочих розчинів до обладнання.

Гвинтовий конвеєр (рис. 1.3) – це механізм для транспортування матеріалів, що використовує обертовий гвинт як робочий елемент. Він складається з наступних ключових частин:

- Жолоб (5): це корпус конвеєра, в якому розміщується гвинт.
- Приводний вал (4) з транспортним гвинтом (3): вал, що обертає гвинт, який переміщує матеріал.
- Проміжні підшипники (2): вони підтримують вал гвинта, забезпечуючи його стабільне обертання.
- Упорний підшипник (6): він фіксує вал, запобігаючи його осьовому зміщенню.
- Завантажувальна воронка (1): пристрій для подачі матеріалу в конвеєр.
- Розвантажувальний люк (7) з заслінками: вихідний отвір для вивантаження матеріалу, оснащений заслінками для регулювання потоку.
- Привод: механізм, що забезпечує обертання вала гвинта.

Тип гвинта залежить від виду матеріалу, що транспортується:

- для сипких матеріалів використовуються суцільні гвинти.
- для дрібношматкових матеріалів застосовуються стрічкові гвинти.
- для тістоподібних і вологих матеріалів використовуються фасонні або лопатеві гвинти [4].

Ця конструкція дозволяє ефективно транспортувати різні види матеріалів у промислових умовах.

Двогвинтовий конвеєр – це транспортний механізм, що складається з жолоба, утвореного з'єднаними чавунними секціями. У цьому жолобі вільно обертаються два гвинти, кожен з яких має протилежний напрямок витків (лівий і правий). Обертання гвинтів здійснюється від приводу через шарнірну муфту.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

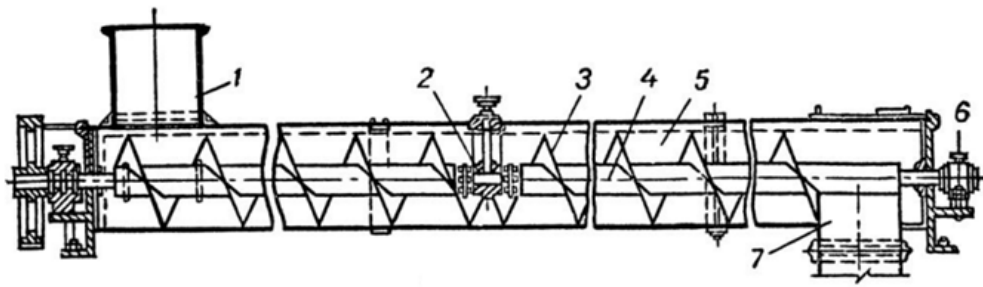


Рис. 1.3 Гвинтовий конвеєр

Гвинтові конвеєри, зокрема двогвинтові, є ефективним засобом для транспортування матеріалів різної фракції: від дрібних, роздроблених, до середніх за розміром. Матеріал, що знаходиться в жолобі, не обертається разом з гвинтами через тертя об стінки жолоба, а натомість переміщується вздовж нього. Конвеєри можуть мати різну кількість гвинтів, але двогвинтові та чотиригвинтові конструкції мають особливості роботи [4]:

- дрібний матеріал провалюється між гвинтами і рухається по дну жолоба.
- більший матеріал відкидається гвинтами і переміщається по верхній частині жолоба.
- великі грудки матеріалу розбиваються витками гвинтів на дрібніші частини і транспортуються по середній частині та боках жолоба.

Таким чином, двогвинтовий конвеєр забезпечує ефективне транспортування матеріалів різної фракції, використовуючи особливості руху матеріалу в жолобі.

Для встановлення конвеєрів в цехових як правило використовують бетонні канали, або в підвалах, або в підвісному. У цьому випадку в плитах утворюються отвори для проходу матеріалу, що транспортується за допомогою одногвинтового конвеєра. Отвори в плиті покриття перекриваються коробами, які мають можливість зніматись.

1.2. Конвеєри переривистої дії [4]

Крокові конвеєри найбільш поширені і бувають двох типів: з заскочками, що ховаються і крокові з прапорцями, наведені відповідно, на рисунку 1.4, а, і рисунку 1,4 б. Крокові конвеєри з заскочками – це поширений тип транспортного механізму, що використовує штангу з пружними заскочками для переміщення заготовок.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

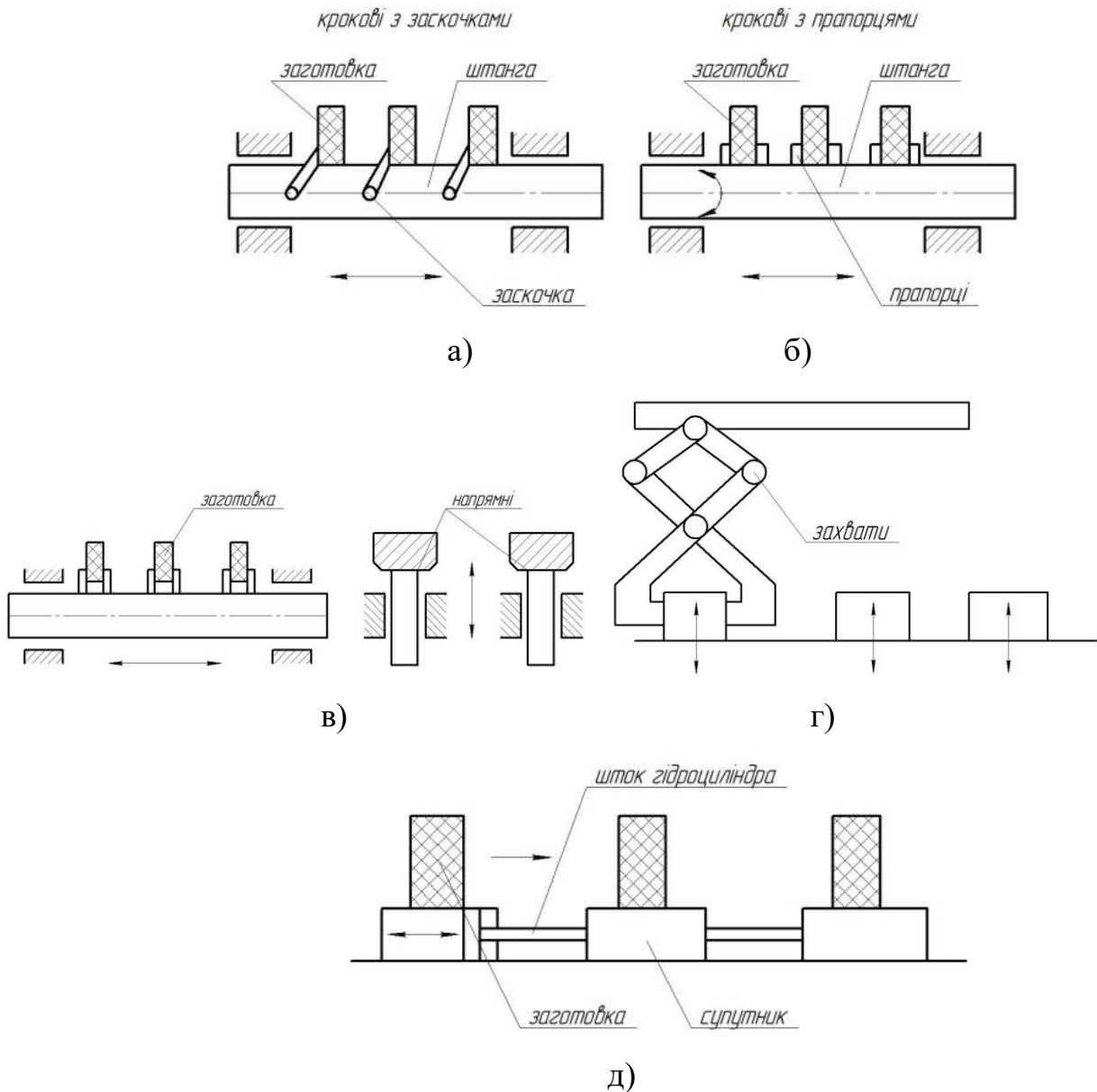


Рисунок 1.4 Крокові конвеєри

Під час руху штанги вперед (вправо), заскочки захоплюють заготовку і переміщують її на наступну робочу позицію. При зворотному русі штанги заскочки ховаються в пази штанги, дозволяючи їм пройти під заготовкою.

Переваги: простота руху: конвеєр працює за принципом зворотно-поступального руху, що спрощує його конструкцію. Простота приводу: механізм приводу конвеєра відносно простий [4].

Недоліки: складність точного позиціонування за рахунок того що інерція заготовки може призвести до її зміщення, що ускладнює точне позиціонування на робочій позиції; ризик заклинювання як наслідок попадання матеріалу в гнізда, пружини та заскочки, викликаючи їх заклинювання. Це вимагає регулярного

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технічного обслуговування та обмеження доступу матеріалу до робочих поверхонь конвеєра. Для вирішення проблеми неточного позиціювання рекомендується зменшити швидкість руху конвеєра, оскільки зміна маси заготовки часто неможлива. Швидкість руху штанги не повинна перевищувати 10 м/хв.

Крокові конвеєри з прапорцями – це тип транспортних механізмів, у яких для переміщення заготовок використовують штангу з прапорцями. Процес переміщення відбувається в кілька етапів:

- захоплення заготовки: перед початком руху вперед штанга повертається на певний кут, і прапорці на ній захоплюють заготовку;
- переміщення: штанга здійснює рух вправо на заданий крок, переміщуючи заготовку на наступну позицію;
- звільнення заготовки: штанга знову повертається, прапорці виходять із зачеплення із заготовкою і повертаються у вихідне положення.

Використання прапорців з обох боків штанги забезпечує:

- підвищену швидкість переміщення;
- більш точне позиціювання заготовки на робочій позиції.

Таким чином, крокові конвеєри з прапорцями забезпечують ефективно та точно транспортування заготовок завдяки особливостям конструкції та принципу роботи.

На рис. 1.4 в показана схема грейферного крокового конвеєра.

Грейферні крокові конвеєри – це тип транспортних механізмів, які застосовуються у випадках, коли необхідно піднімати заготовки під час їх переміщення. Конструкція конвеєра включає:

- базову площину: на якій розміщується заготівка;
- пальці: які підтримують заготівку.

Принцип роботи: для переміщення заготовки необхідно спочатку підняти її з пальців; щоб спростити процес, зазвичай роблять рухомими самі пальці.

Грейферні крокові конвеєри не є широко поширеними; їх застосовують в спеціалізованих випадках де потрібне вертикальне переміщення заготовок.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевага: можливість переміщення заготовок в різних площинах [5].

Отже, рейферні крокові конвеєри використовуються для транспортування заготовок з необхідністю їх підйому. Для спрощення процесу підйому, пальці, що підтримують заготівку, роблять рухомими.

Рейнерні крокові транспортери (рис. 1.4 г) – це більш складна варіація рейферних конвеєрів. Вони використовують захвати, розташовані на штанзі, яка рухається над верстатом, для захоплення та переміщення заготовок. Ця система часто застосовується в лініях обробки валів, оскільки спрощує компонування виробничих ліній. Однак, рейнерні транспортери мають недолік – відносно низьку надійність роботи.

Штовхальні транспортери (рис. 1.4 д) – це найбільш прості за конструкцією транспортні механізми. Вони використовують шток гідроциліндра, який діє на останню заготовку в ряду, штовхаючи її та всі попередні заготовки вздовж напрямної.

Основні відмінності:

Рейнерні:

- складніша конструкція;
- використовують захвати на штанзі.
- застосовуються в лініях обробки валів.
- мають низьку надійність.

Штовхальні :

- проста конструкція.
- використовують шток гідроциліндра.
- переміщують заготовки шляхом штовхання.
- найбільш прості у виконанні.

Таким чином, рейнерні транспортери забезпечують більш складне та точне переміщення, але за рахунок надійності, а штовхальні – просте та ефективне переміщення заготовок вздовж однієї напрямної [5].

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Мета і задачі кваліфікаційної роботи бакалавра

Основна мета бакалаврської роботи полягає в розробці проекту пластинчастого конвеєра, призначеного для транспортування брикетованих матеріалів в умовах формувального цеху.

Для успішного досягнення цієї мети необхідно виконати наступні завдання.

Визначити вимоги до проектованої конструкції, сформулювати чіткі технічні вимоги, яким має відповідати конвеєр.

Провести конструкторські розрахунки, виконати необхідні розрахунки для визначення оптимальних параметрів конструкції.

Здійснити енергосилові розрахунки та вибрати привод, розрахувати необхідну потужність приводу та обрати відповідний тип приводу.

Розглянути організаційні питання для забезпечення нормальних умов функціонування обладнання з точки зору організації його обслуговування і ремонту.

Робота спрямована на створення технічно обґрунтованого та економічно вигідного проекту конвеєра, що відповідає вимогам безпеки.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1. Визначення основних параметрів

Типова конструкція пластинчастого конвеєра (рис. 2.1) є безперечною стрічкою, що складається з окремих пластин, відлитих разом з проушинами, за допомогою яких пластини збирають на осі. Робоча частина стрічки спирається на підтримуючі роликові опори, а холоста – на нижні роликові опори. Стрічка конвеєра охоплює приводні і натяжні зірочки. Приводні зірочки отримують обертання від електродвигуна через редуктор і зубчасту передачу.

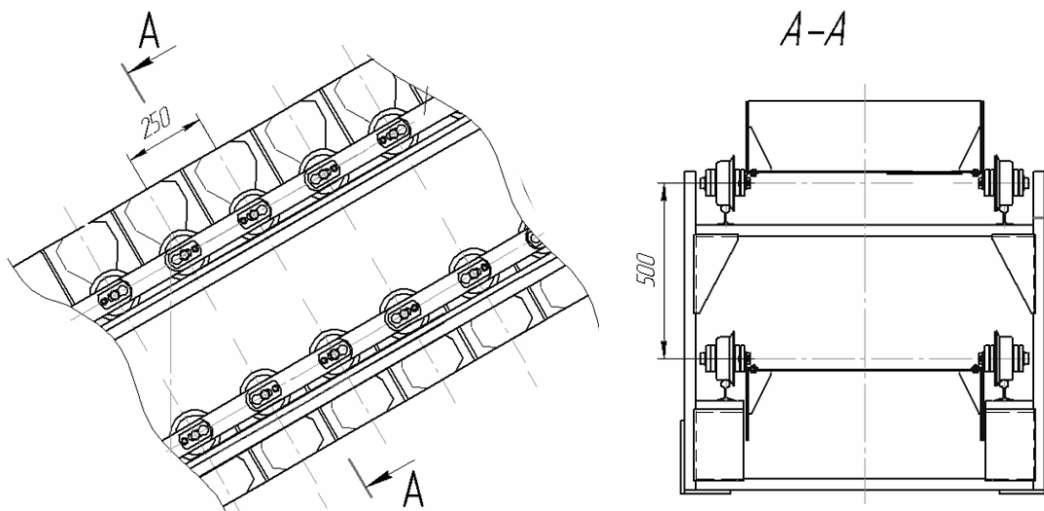


Рисунок 2.1 Схема пластинчастого конвеєра

Редуктор складається з трьох пар зубчатих коліс, вали яких встановлені в підшипниках кочення. Між двигуном і зубчатою передачею розміщено дві зубчаті муфти, застосування яких допускає перекіс валів, що сполучаються, до $1,5^{\circ}$ і деякий зсув їх осей.

Пластинчасті конвеєри полегшеного типу використовують для подачі матеріалів розміром до 300–400 мм при відносно легких умовах роботи.

Несуча частина конвеєра складається з рами, забезпеченої двома опорами. На нижній частині рами розташовані підтримуючі ролики, а на верхній частині – опорні ролики. З однією із сторін рами в підшипниках розташовані приводний і ведений вали. Приводний вал отримує обертання від електродвигуна через

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

редуктор і муфту, забезпечену огорожею. Обертання від приводного валу до введеного передається шестернями. На протилежній стороні рами розташований вал із зірочкою. Підшипники відомого валу розташовані на рухомій плиті, яку переміщують за допомогою регулювального пристрою.

На зірочках і опорних роликах розташовано полотно, що складається з ланок, сполучених між собою шарнірно. Продуктивність конвеєра до $65 \text{ м}^3/\text{год}$. Швидкість пересування стрічки $0,75\text{--}0,16 \text{ м/с}$ [4].

Розробка будь-якої інженерної конструкції, зокрема конвеєра, вимагає чіткого визначення вимог. Це є основою для подальших конструкторських розрахунків та вибору матеріалів.

Вимоги, які необхідно враховувати при проектуванні конвеєра [5].

1. Вимоги до продуктивності.

Продуктивність визначає кількість матеріалу, що транспортується за одиницю часу (т/год , $\text{м}^3/\text{год}$); враховує об'єм та щільність матеріалу; швидкість транспортування; визначає швидкість руху стрічки або іншого робочого органу (м/с); впливає на продуктивність та динамічні навантаження.

2. Вимоги до матеріалу, що транспортується.

Тип матеріалу: визначає фізико-механічні властивості матеріалу (сипкість, абразивність, вологість); впливає на вибір типу конвеєра та матеріалів конструкції; розмір шматків; визначає максимальний розмір кусків матеріалу; впливає на розміри робочих органів та ширину стрічки.

Гранулометричний склад: якщо матеріал сипкий, то необхідно враховувати гранулометричний склад; впливає на вибір настилу конвеєра.

Температура матеріалу: визначає температурний режим роботи конвеєра; впливає на вибір матеріалів стрічки та інших елементів.

Вимоги до траси конвеєра.

Довжина конвеєра (L): визначає відстань між точками завантаження та розвантаження.

Кут нахилу конвеєра (α): Визначає кут нахилу конвеєра до горизонту; впливає на тягові розрахунки та вибір типу конвеєра.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конфігурація траси: визначає наявність поворотів, вигинів та інших особливостей траси; впливає на вибір типу конвеєра та конструкцію окремих елементів.

Вимоги до умов експлуатації.

Температурний режим: визначає температурний діапазон роботи конвеєра; впливає на вибір матеріалів та конструкцію конвеєра.

Вологість: визначає рівень вологості навколишнього середовища; впливає на вибір матеріалів та захист від корозії.

Запиленість: визначає рівень запиленості навколишнього середовища; впливає на вибір захисту від пилу та абразивного зносу.

Вибухобезпека: якщо конвеєр працює у вибухонебезпечному середовищі, то він повинен відповідати відповідним вимогам.

Вимоги до надійності та безпеки.

Надійність визначає безвідмовність роботи конвеєра протягом заданого терміну; впливає на вибір матеріалів та конструкцію елементів.

Безпека визначає вимоги до безпеки експлуатації конвеєра; включає вимоги до захисних огорожень, систем аварійної зупинки та інших заходів безпеки.

Відповідність стандартам: конвеєр повинен відповідати чинним стандартам та нормам.

Визначимо характеристики вантажу, що транспортується:

– розмір типового брикетованого матеріалу $a' = 60 \text{ мм}$;

– насипна щільність вантажу $\rho = 1,25 \text{ т / м}^3$;

– кут природного укосу вантажу

а) у спокої $\alpha_n = 30^\circ$;

б) в русі $\alpha'_n = 0,7 \times \alpha_n = 0,7 \times 30 = 21^\circ$;

– коефіцієнт тертя вантажу по сталевому настилу $f_g = 0,71$ [6];

– кут тертя вантажу об металевий настил $\beta' = \arctg f_g = \arctg 0,71 = 35,3^\circ$.

Для заданих умов вибираємо двохланцюговий конвеєр загального призначення з довголанцюговими тяговими пластинчастими ланцюгами і

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зірочками з малим числом зубів. З урахуванням цього приймаємо швидкість конвеєра $\vartheta = 0,25 \text{ м}$.

Об'ємна продуктивність, відповідна розрахунковій продуктивності $Q = 4 \text{ т / год.}$, складає

$$V = \frac{Q}{\rho} = \frac{4}{1,25} = 3,20 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

2.2. Вибір типу настилу і визначення його ширини

Вибір типу настилу конвеєра

Тип настилу конвеєра вибирають залежно від:

- виду вантажу,
- умов експлуатації,
- довжини та нахилу конвеєра,
- вимог до зносостійкості та міцності.

Мета: забезпечити надійну, довговічну і безпечну роботу конвеєра при мінімальних витратах на обслуговування.

Основні типи настилів конвеєрів наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. – Основні типи настилів конвеєрів

Тип настилу	Критерії вибору	Особливості
Гумотканинна стрічка	Для середніх і легких вантажів (руда, зерно, будматеріали)	Гнучка, еластична, добре поглинає удари
Гумотросова стрічка	Для важких вантажів і довгих конвеєрів	Дуже міцна, з армуванням тросами
Металевий настил (сітчастий або суцільний)	Високотемпературні або абразивні вантажі (гарячі заготовки, шлак)	Стійкий до температур, механічних пошкоджень
Пластиковий настил	Харчова промисловість, легкі вантажі	Легкий, стійкий до вологи, простий у митті
Модульний (секційний) настил	Нестандартні умови або складна геометрія траси	Збирається з окремих елементів, легко ремонтується

При виборі типу настилу звертають увагу на:

- температура вантажу;
- абразивність матеріалу;

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вага та об'єм вантажу;
- наявність агресивних середовищ (кислоти, луги)
- радіус вигину конвеєра (для гнучких стрічок)

З урахуванням параметрів вантажу $a' = 60 \text{ мм}$ і $\rho = 1,25 \text{ т / м}^3$ вибираємо бортовий настил, оскільки для транспортування насипного вантажу придатні тільки конвеєри з бортовим настилом [6].

Конвеєри з бортовим настилом – це тип конвеєрів, що використовуються для транспортування сипких або дрібношматкових матеріалів на горизонтальних або похилих ділянках. Вони відрізняються від звичайних стрічкових конвеєрів наявністю бортів, які утримують матеріал на стрічці, запобігаючи його розсипанню.

Основні характеристики та особливості конвеєрів з бортовим настилом:

- бортовий настил: борти можуть бути виконані з різних матеріалів, таких як гума, метал або пластик, залежно від типу матеріалу, що транспортується. Висота бортів визначається розміром і характером матеріалу. Борти можуть бути жорсткими або гнучкими.

- стрічка: зазвичай використовуються стрічки з підвищеною зносостійкістю. Матеріал стрічки вибирається залежно від умов експлуатації та типу матеріалу, що транспортується.

- конструкція: конструкція конвеєра включає раму, приводний і натяжний барабани, ролики, стрічку та бортовий настил. Конвеєри можуть бути стаціонарними або пересувними.

- застосування: транспортування сипких матеріалів; транспортування дрібношматкових матеріалів (стружка, відходи), використовуються в машинобудівній, будівельній, сільськогосподарській та інших галузях.

- переваги конвеєрів з бортовим настилом: запобігання розсипанню матеріалу, можливість транспортування матеріалів на похилих ділянках, висока продуктивність, надійність і довговічність.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– недоліки конвеєрів з бортовим настилом: вища вартість порівняно зі звичайними стрічковими конвеєрами, складність обслуговування, можливість налипання матеріалу на борти.

Конвеєри з бортовим настилом є ефективним рішенням для транспортування матеріалів, які потребують утримання на стрічці.

Визначимо конструкцію настилу.

При гладкому настилі

$$\beta = 30^\circ \leq \beta' - \theta = 35,3^\circ - 6^\circ = 29,3^\circ.$$

Умова не виконується.

При хвилястому настилі

$$\beta = 30^\circ \leq \beta' - \theta = 35,3^\circ - 3^\circ = 32,3^\circ.$$

В цьому випадку маємо умова виконується, отже, приймаємо бортовий настил хвилястого типу середнього виконання (рисунок 2.2).

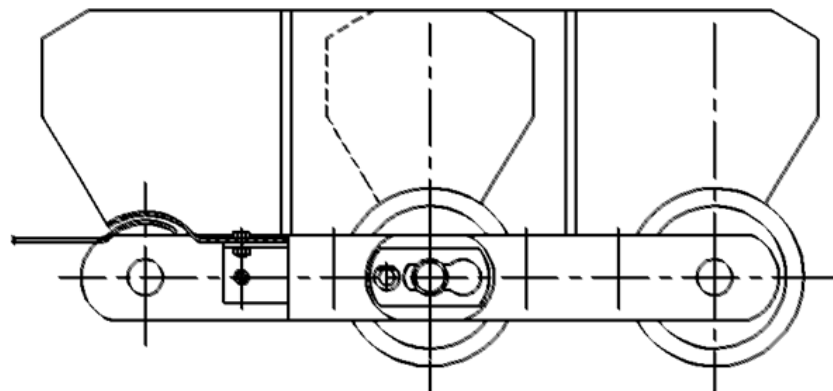


Рисунок 2.2 Бортовий настил хвилястого типу

Визначимо висоту бортів.

$$h \geq 3 \times a' = 3 \times 60 = 180 \text{ мм.}$$

Приймаємо $h = 200 \text{ мм.}$

Визначаємо величину необхідної ширини настилу [7]

$$B_H = \sqrt{\frac{Q}{980 \times v \times \rho \times k_\beta \times \text{tg}(0,4 \times \alpha_n)} + \left(\frac{2 \times h_\sigma \times \psi}{k_\beta \times \text{tg}(0,4 \times \alpha_n)} \right)^2} - \frac{2 \times h_\sigma \times \psi}{k_\beta \times \text{tg} \times (0,4 \times \varphi)},$$

де Q – продуктивність, т/год.;

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

v – швидкість руху конвеєра, м/с;

α_i – кут природного укосу вантажу (брикети) у спокої;

$k_\beta = 0,9$ – коефіцієнт, що враховує кут нахилення бортів обладнання [7];

h_o – висота борту, м;

$\psi = 0,65...0,8$ – коефіцієнт, залежний від завантаження борту [7].

Підставляючи дані отримаємо

$$B_H = \sqrt{\frac{4}{900 \times 0,25 \times 1,25 \times 0,9 \times \operatorname{tg}(0,4 \times 30)} + \left(\frac{2 \times 0,32 \times 0,8}{0,95 \times \operatorname{tg}(0,4 \times 30)} \right)^2} - \frac{2 \times 0,2 \times 0,8}{0,9 \times \operatorname{tg}(0,4 \times 30)} = 0,856 \text{ м.}$$

Враховуючи великі розміри вантажу, аналіз його гранулометричного складу для перевірки настилу не є необхідним.

З ряду ДСТУ EN ISO 14890:2018 приймаємо найближче більше значення ширини настилу $B_H = 1000 \text{ мм}$.

2.3. Тяговий розрахунок

Мета тягового розрахунку конвеєра – визначити необхідну тягову силу та потужність приводу, які забезпечують стабільну й безперебійну роботу конвеєра при заданих умовах транспортування вантажу.

Основні завдання тягового розрахунку:

1. Визначення сумарного опору руху стрічки конвеєра та вантажу (враховуються опори в роликах, тертя, підйом тощо).
2. Обчислення необхідної тягової сили — тобто сили, яку має розвивати привід для переміщення вантажу.
3. Розрахунок потужності приводу — для правильного вибору електродвигуна та передачі.
4. Оцінка умов натягу стрічки — важливо для уникнення прослизання або надмірного зносу.
5. Перевірка стійкості роботи конвеєра в різних режимах — пуск, зупинка, робота з перевантаженням.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приклад:

У випадку, коли конвеєр перевозить матеріал вгору на декілька метрів, то тяговий розрахунок допомагає з'ясувати, якої сили потрібно, щоби не лише перемістити вантаж, але й подолати силу тяжіння, тертя та інші перешкоди.

Виконуємо наближений розрахунок тягового зусилля.

Максимальний натяг ланцюга

$$S_{\max} \approx 1,1 \times (S_0 + \omega \times [(q_{\Gamma} + q_0) \times L_B + q_0 \times L_H] + (q_{\Gamma} + q_0) \times H),$$

де S_0 – значення початкового натягу ланцюга, H ;

L_B – величина горизонтальної проекції повної довжини завантаженої гілки конвеєра, m ;

L_H – те ж, для гілки конвеєра, що не завантажена, m ;

q_0 – значення лінійного навантаження, що виникає від ходової частини конвеєра, H/m , для настилу з металевих елементів [6]

$$q_0 = (60 \times B + A) \times g = (60 \times 1 + 100) \times 9,8 = 1568 \text{ H.}$$

A – коефіцієнт, одержаний з практичного досвіду [6];

q_{Γ} – величина лінійного навантаження від вантажу, H ;

$$q_{\Gamma} = \frac{g \times Q}{3,6 \times v} = \frac{9,8 \times 4 \times 10^3}{3,6 \times 0,25} = 4355,6 \text{ H.}$$

ω – показник опору руху ходової частини колісних механізмів на прямих ділянках, що враховує кочення [6] $\omega = 0,03$.

Підставляючи отримаємо

$$S_{\max} = 1,1 \times (2000 + 0,03 \times [(4355,6 + 1568) \times 70 + 1568 \times 70] + (4355,6 + 1568) \times 25) = 182405 \text{ H.}$$

Визначимо величину розривного зусилля

$$S_{\text{розр}} = \frac{1,5 \times S_{\max}}{2} \times n = \frac{1,5 \times 182405}{2} \times 8 = 1094 \text{ кН.}$$

Враховуючи знайдене зусилля за ГОСТ 588-91 вибираємо ланцюг М1250 з максимальним руйнуючим навантаженням 1250 кН, з величиною кроку $t = 250 \text{ мм}$.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Уточнення значення тягового натягу.

Визначаємо значення натягу в характерних точках траси. Найменша величина натягу тягового елемента буде спостерігатись в нижній точці 2 (рисунок 2.3).

Приймаємо величину натягу в точці 2 $S_2 = 2000 \text{ Н}$. При русі трасою від т. 2 в напрямку, який співпадає з напрямком руху настилу, значення натягу визначимо за формулою:

$$S_1 = S_2 - W_{1-2} = S_2 - q_o \times L_{1-2} \times \omega - q_0 \times H = 2000 - 2619,54 \times 0,08 \times 75 - 2619,51 \times 6,6 = 3571,724 \text{ Н};$$

$$S_3 = k \times S_2 = 1,03 \times 2000 = 2060 \text{ Н};$$

$$\begin{aligned} S_4 &= S_3 + (q_r + q_0) \times L_{3-4} \times \omega + (q_r + q_0) \times H = \\ &= 2160 + (4768,7 + 2619,54) \times 75 \times 0,08 + (4768,7 + 2619,54) \times 6,6 = \\ &= 95251,8 \text{ Н}. \end{aligned}$$

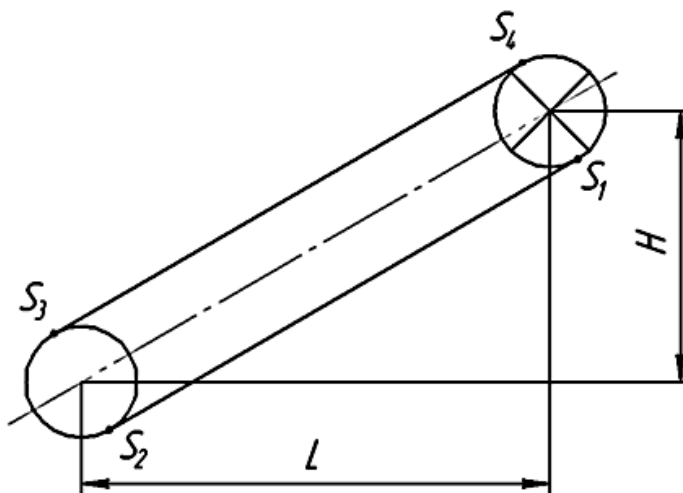


Рисунок 2.3 Схематичне представлення траси конвеєра

Величини q_l і q_n приймаються з [7] у відповідності до використовуваних ланцюга і настилу.

Так як, в даному випадку використовуємо ланцюга з номером M1250, то маса 1 м ланцюга для кроку ланцюга $t_l=250 \text{ мм}$ буде рівна 61,20 кг.

$$q_l = 2 \times 61,2 \times 9,8 = 1199,52 \text{ Н / м}.$$

По значенню ширини настилу $B_n=1000 \text{ мм}$ визначаємо його масу $m = 178 \text{ кг}$.

$$q_n = 178 \times 9,8 = 1744,4 \text{ Н / м},$$

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_0 = q_l + q_n = 1199,52 + 1744,4 = 2943,92 \text{ Н / м.}$$

Розрахункова величина натягнення ланцюга для двохланцюгового конвеєра:

$$S_{\max} = S_4 = 199876,9 \text{ Н};$$

$$S_p = 0,75 \times S_{\max} = 0,75 \times 199876,9 = 149907,7 \text{ Н};$$

$$S_{\text{роз}} = n \times S_p = 8 \times 149907,7 = 1199261,9 \text{ Н.}$$

Визначення розрахункового натягу тягового елемента.

Згідно типових правил проектування конструкцій конвеєрів, застосовуємо тяговий елемент, складений з двох ланцюгів пластинчастого типу, розміщених паралельно з величиною кроку $t = 250 \text{ мм} = 0,25 \text{ м}$; приводна зірочка має число зубів $z_0 = 8$.

За визначеною схемою траси конвеєра максимальна величина натягу тягового елемента складе

$$S_{\max} = S_{\text{нб}} = S_4 = 199876,9 \text{ Н.}$$

Значення динамічного зусилля визначаємо по залежності, наведеній в [7]

$$\begin{aligned} S_{\text{дин}} &= 2 \times K_I \times \left(\frac{\pi \times g}{z_0} \right)^2 \frac{k' \times m_B + k'' \times m_X}{t} = \\ &= 2 \times 1,5 \times \left(\frac{\pi \times 0,25}{8} \right)^2 \frac{1 \times 31111,43 + 0,75 \times 42056}{0,25} = 7239 \text{ Н,} \end{aligned}$$

тут $K_I = 1,5$ – параметр, що корегує значення з урахуванням інтерференції пружних хвиль;

k' – величина, що характеризує вплив маси вантажу на коливання системи ($k' = 1$ при $\beta \leq 20^\circ$);

k'' – коефіцієнт, що враховує вплив участі ходової частини конвеєра в коливальному процесі ($k'' = 0,75$, у випадку, коли загальна довжина горизонтальних проекцій гілок конвеєра знаходиться в діапазоні $L = 5 \div 12 \text{ м}$);

m_B – маса вантажу, що переміщається конвеєром, кг;

m_X – величина маси ходової частини конвеєра, кг;

z_0 – кількість зубів приводної зірочки;

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

t – крок тягового ланцюга, м.

$$L = 2 \times \sum L_{iB} = 2 \times 7 = 14 \text{ м};$$

$$m_{\Gamma} = \frac{q_B \times L}{2 \times g} = \frac{4355,6 \times 14}{2 \times 9,8} = 31111,43 \text{ Н};$$

$$m_X = \frac{q_0 \times L}{g} = \frac{2943,92 \times 14}{9,8} = 42056 \text{ Н}.$$

Оскільки величина незначна, динамічне навантаження можна не враховувати.

Визначаємо розрахунковий натяг тягового елемента.

$$S_{роз} = \frac{1,5 \times S_{max}}{2} \times n = \frac{1,5 \times 199876,9}{2} \times 8 = 1199261,4 \text{ кН}.$$

Оскільки одержане значення розривного навантаження менше, ніж у вибраного ланцюга, то остаточно приймаємо на М1250.

2.4. Вибір двигуна і редуктора

Значення тягового зусилля, що розвивається на приводних зірочках

$$W_0 = S_{н\sigma} - S_{з\sigma} = S_4 - S_1 + (S_4 + S_1) \times (k_2 - 1) = 95251,8 - 69415,8 + (199876,9 + 69415,8) \times (1,08 - 1) = 152004,52 \text{ Н}.$$

При величині коефіцієнта запасу $k_s = 1,15$ і ККД приводу $\eta_0 = 0,9$ потужність двигуна буде становити

$$P = \frac{k_s \times W_0 \times g}{1000 \times \eta_0} = \frac{1,15 \times 152004,52 \times 0,25}{1000 \times 0,9} = 4,86 \text{ кВт}.$$

За визначеним значенням потужності приймаємо електродвигун серії 5A225M4:

$$P = 5,5 \text{ кВт}; \quad n = 1500 \text{ об / хв}.$$

Визначаємо крутний момент на приводному валу [8]

$$T_{\sigma\sigma} = \frac{9550 \times N_{\sigma\sigma}}{n_{\sigma\sigma}} = \frac{9550 \times 5,5}{1500} = 350 \text{ Н} \times \text{м}.$$

Вибір типу редуктора.

Значення кількості оборотів за одну хвилину приводного валу

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_{np.в} = \frac{60 \times 9 \times 1000}{\pi \times D_{зв}} = \frac{60 \times 0,25}{\pi \times 0,637} = 7,5 \text{ об / хв.}$$

Діаметр зірочки

$$D_3 = \frac{z_0 \times t_u}{\pi} = \frac{8 \times 0,25}{3,14} = 0,637 \text{ м.}$$

Визначаємо передаточне відношення приводного механізму

$$i_{заг} = \frac{n_{дв}}{n_{np.в}} = \frac{1500}{7,5} = 200.$$

Оскільки передаточне відношення має велике значення, то використовуємо додаткову понижуючу передачу. Понижуюча передача в редукторі – це механізм, який зменшує швидкість обертання вихідного валу редуктора порівняно зі швидкістю обертання вхідного валу. Це досягається за допомогою зубчастих коліс з різною кількістю зубів [8].

Основні характеристики понижуючої передачі:

– передавальне число: це відношення швидкості обертання вхідного валу до швидкості обертання вихідного валу.

– понижуюча передача має передавальне число більше 1.

Наприклад, якщо передавальне число дорівнює 5, це означає, що вихідний вал обертається в 5 разів повільніше, ніж вхідний.

– збільшення крутного моменту: пониження швидкості обертання призводить до збільшення крутного моменту на вихідному валу.

Це важливо для механізмів, які вимагають великої сили, але невеликої швидкості.

Типи понижуючих передач. Циліндричні: використовують циліндричні зубчасті колеса; конічні: використовують конічні зубчасті колеса; черв'ячні: використовують черв'ячне колесо та черв'як; планетарні: використовують планетарні механізми.

Застосування понижуючих передач: промислові редуктори: використовуються в різних галузях промисловості для приводу верстатів,

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конвеєрів, дробарок та іншого обладнання; автомобілі: використовуються в коробках передач та редукторах мостів для забезпечення необхідного крутного моменту на колесах; будівельна техніка: використовуються в лебідках, кранах, бетономішалках та іншій техніці [8].

Переваги понижуючих передач:

- збільшення крутного моменту;
- зменшення швидкості обертання;
- підвищення ефективності роботи механізмів.

Недоліки понижуючих передач: збільшення розмірів та ваги механізму; втрати на тертя в зубчастих передачах; виділення тепла.

Понижуючі передачі є важливим елементом багатьох механізмів, де потрібне збільшення крутного моменту та зменшення швидкості обертання.

Основні характеристики понижуючих передач:

1. Коефіцієнт передавання ($i > 1$). Це відношення кутової швидкості ведучого вала до веденого. Наприклад: якщо $i = 4$, то ведений вал обертається в 4 рази повільніше.

2 Зменшення обертів. Передача зменшує оберти, тому вихідна швидкість значно нижча, ніж вхідна.

3. Збільшення крутного моменту. Через зменшення обертів підвищується сила, з якою обертається вихідний вал. Це важливо для приводу важких механізмів.

4. Типи понижуючих передач:

- зубчасті (циліндричні, конічні, черв'ячні);
- ланцюгові;
- пасові;
- редуктори (окремі механізми, що об'єднують у собі передачі).

5. Сфери застосування:

- автомобілі (коробка передач, редуктор моста);
- промислові механізми (верстати, конвеєри);

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- підйомні механізми (крани, ліфти);
- сільськогосподарська техніка.

В якості додаткової передачі використовуємо зубчасту передачу відкритого типу з однією ступінню. В цьому випадку рекомендують передавальне число такої передачі не більше 5.

Отже:

$$i_{ред} = \frac{i_{заг}}{i_{зуб}} = \frac{200}{4,84} = 40.$$

Вибираємо редуктор Ц2-500 з $i_{ред} = 41,34$, $n = 1500$ об / хв.

Редуктор Ц2-500 – це двоступінчастий циліндричний редуктор, який використовується для збільшення крутного моменту та зменшення швидкості обертання в різних промислових механізмах. Він має широкий спектр застосування, зокрема в машинобудівній, металургійній, хімічній та інших галузях.

Основні характеристики редуктора Ц2-500: тип: циліндричний, двоступінчастий; міжосьова відстань 500 мм; передавальні числа 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; номінальний крутний момент на тихохідному валу 5450 Нм; номінальне радіальне навантаження на тихохідному валу 14000 Н; ККД 0,96; максимальна швидкість обертання вхідного валу 1500 об/хв.

Кліматичне виконання: У, Т.

Категорія розміщення: 2, 3.

Варіанти складання: різні варіанти складання для різного розташування валів; виконання кінців валів: циліндричний, конічний, порожнистий, у вигляді частини зубчастої муфти.

Умови експлуатації: робота в безперервному та переривчастому режимах; обертання валів в обидві сторони; неагресивне середовище, помірна запиленість та вологість.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стандарти та норми: редуктор Ц2-500 відповідає вимогам ДСТУ 15150-99 щодо кліматичного виконання та категорії розміщення.

Додаткова інформація: редуктор Ц2-500 може комплектуватися різними типами валів та фланців для підключення до інших механізмів; для забезпечення тривалої та надійної роботи редуктора необхідно дотримуватися правил експлуатації та технічного обслуговування.

2.5. Вибір гальма

Гальмуючі механізми, що використовуються для транспортуючого обладнання можна представити у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. – Види гальмуючих механізмів

№	Вид гальма	Принцип дії	Сфера застосування	Переваги	Недоліки
1	Механічне (дискове)	Тертя колодок об диск	Стрічкові, роликові конвеєри	Простота конструкції, надійність	Зношування, потреба в обслуговуванні
2	Механічне (барабанне)	Тертя колодок по барабану	Лінії з низькою/середньою потужністю	Недороге, ефективно при малих навантаженнях	Менша ефективність при великих обертах
3	Електромагнітне	Створення магнітного поля для зупинки	Аварійне гальмування, безпечна зупинка	Автоматичне спрацювання при аварії	Залежить від електроживлення
4	Гальмо з пружинним замиканням	Пружина утримує гальмо замкненим	Безпечне гальмування при відключенні живлення	Надійність у разі знеструмлення	Обмежена сила гальмування
5	Рекуперативне	Перетворення кінетичної енергії в електричну	Потужні конвеєри з частотними перетворювачами	Енергозбереження	Дорожче у впровадженні
6	Резистивне (динамічне)	Розсіювання енергії через резистори	Важкі промислові системи	Простота реалізації	Втрата енергії у вигляді тепла
7	Гідравлічне	Тиск рідини для створення зусилля	Важкі вертикальні/похилі системи	Висока гальмівна сила	Складна система, вартість обслуговування

№	Вид гальма	Принцип дії	Сфера застосування	Переваги	Недоліки
8	Пневматичний	Стиснене повітря	Мобільні або середні по навантаженню системи	Швидкодія	Чутливе до тиску в системі
9	Храповий механізм	Блокує рух у зворотному напрямку	Похилі конвеєри, стрічкові ескалатори	Проста фіксація стрічки	Не зупиняє повністю, лише блокує напрям

Гальмо встановлюємо на приводному валу, що значною мірою зменшує величину гальмівного моменту.

Визначаємо гальмівний момент [9]

$$M_T = M_{ст} + M_{дин} = \frac{M_3 \times \eta_m}{i} + \left[\frac{(q + 2 \times q_0) L \times D_3}{4 \times g \times i^2} + \frac{G \times D^2}{4 \times g} + J \right] \frac{g \times \omega}{2 \times s},$$

де M_3 – значення моменту, що розвивається на приводному валу.

Визначаємось з величиною моменту на зірочці

$$M_3 \approx \left[q_B \times L \times \sin \beta - (q_B + 2 \times q_0) \times L \times \omega \times \cos \beta \right] \frac{D_3}{2} =$$

$$= \left[4355 \times 70 \sin 30^\circ - (4355 + 2 \times 2943,92) \times 70 \times 0,03 \times \cos 30^\circ \right] \frac{0,637}{2} = -42621 \text{ Н} \times \text{м},$$

в цій формулі D_3 – значення ділильного діаметру зірочки.

Маємо від'ємне значення моменту на зірочці, отже, величина гальмівного моменту так само буде від'ємною. В цьому випадку можна зробити висновок, що необхідно передбачити храповий механізм.

Храповий механізм, також відомий як заскочний механізм або «тріскачка», є зубчастим механізмом переривчастого руху. Він призначений для перетворення зворотно-обертового руху в переривчастий обертовий рух в одному напрямку. Тобто, він дозволяє валу обертатися в одному напрямку, але блокує обертання в протилежному напрямку.

Основні компоненти та принцип роботи:

- храпове колесо являє собою зубчасте колесо з несиметричними зубами;
- заскочка (собачка) це важіль, який зачіплюється за зуби храпового колеса;

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– пружина: притискає заскочку до зубів храпового колеса.

При обертанні храпового колеса в одному напрямку заскочка ковзає по зубах, дозволяючи колесу обертатися. При спробі обертання в протилежному напрямку заскочка зачіплюється за зуб, блокуючи обертання.

Застосування храпових механізмів: ручні інструменти: ключі-тріскачки для закручування та відкручування гайок і болтів; лебідки для підйому та опускання вантажів; транспортні засоби: механізми стоянкового гальма; механізми приводу склоочисників; промислове обладнання: конвеєри; верстати.

Переваги храпових механізмів: простота конструкції; надійність; можливість передачі великих крутних моментів; фіксація положення. Недоліки храпових механізмів: переривчастий рух; знос зубів та заскочки; шум при роботі.

Храпові механізми є важливим елементом багатьох механізмів, де потрібне переривчасте обертання або фіксація положення.

2.6. Вибір муфт

Між електродвигуном і редуктором встановлюємо пружну втулично-пальцеву муфту.

Втулично-пальцева муфта (ВПМ) – це пружна муфта, яка використовується для з'єднання валів і передачі крутного моменту. Вона складається з двох напівмуфт, з'єднаних між собою пальцями, на які надіті гумові втулки.

Основні функції та переваги: компенсація неточностей. ВПМ компенсує невеликі радіальні, осьові та кутові зміщення валів, що виникають внаслідок монтажних помилок або деформацій; гасіння вібрацій та ударів. Гумові втулки поглинають вібрації та удари, що виникають при роботі механізмів, захищаючи їх від пошкоджень.

Простота конструкції та обслуговування: ВПМ має просту конструкцію, що полегшує монтаж та обслуговування; є надійним механізмом, який забезпечує тривалу та безперебійну роботу.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Широкий діапазон застосування: ВПМ використовується в різних галузях промисловості, таких як машинобудування, металургія, гірничодобувна промисловість тощо [9].

Конструкція: дві напівмуфти, які кріпляться до кінців валів; сталеві пальці, які встановлюються в отвори однієї з напівмуфт; гумові втулки, які надягаються на пальці та забезпечують пружне з'єднання між напівмуфтами.

Принцип роботи: крутний момент передається з однієї напівмуфти на іншу через пальці та гумові втулки. Гумові втулки деформуються, компенсуючи неточності з'єднання та гасячи вібрації.

При виборі ВПМ необхідно враховувати крутний момент, що передається; швидкість обертання валів; величину зміщення валів.

Стандарти: втулочно-пальцеві муфти (ВПМ) виготовляються відповідно до стандартів, таких як ДСТУ 2128-93.

ВПМ широко застосовуються в приводах різних машин і механізмів, таких як: редуктори; насоси; вентилятори; конвеєри; верстати. Втулочно-пальцеві муфти є надійним та ефективним рішенням для з'єднання валів у різних промислових механізмах.

Номінальний момент муфти рівний крутному моменту на приводному валу електродвигуна $T_{\text{де}} = 350 \text{ Н} \times \text{м}$.

Розрахунковий момент муфти

$$T_{\text{РОЗР}} = 1,2 \times T_{\text{де}} = 1,2 \times 350 = 420 \text{ Н} \times \text{м}.$$

Вибираємо МУВП 500.

МУВП 500 – це позначення пружної втулково-пальцевої муфти з міжосьовою відстанню 500 мм. Ці муфти використовуються для з'єднання співвісних валів і передачі крутного моменту, а також для зменшення динамічних навантажень.

Основні характеристики МУВП 500.

Призначення: з'єднання співвісних валів; передача крутного моменту; зменшення динамічних навантажень.

Тип: пружна втулково-пальцева муфта.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні характеристики міжосьова відстань 500 мм; крутний момент від 6,3 H_{xm} до 16000 H_{xm} .

Матеріали: кільця виготовляються з маслобензостійкої гуми; інші елементи – сталь.

Температурний режим: працездатні при температурі від $-50^{\circ}C$ до $+130^{\circ}C$.

Особливості: компенсує невеликі зміщення валів; гасить вібрації та удари; проста конструкція та обслуговування; надійна робота.

2.7. Розрахунок приводного валу

Рисунок 2.4 ілюструє розрахункову модель вала разом з епюрами, що показують розподіл вигинальних та крутних моментів.

Величина сили, що діє збоку зірочок

$$F = (S_1 + S_4) \times 0,75 = (69415,8 + 199876,9) \times 0,75 = 201969,53 \text{ H.}$$

Визначаємось з реакціями на опорах

$$R_A = R_B = F = 201969,53 \text{ H.}$$

$$M = R_A \times 0,4 = 201969,53 \times 0,4 = 80787,81 \text{ H} \times \text{м.}$$

Реакція від сили F_r

$$R'_B = \frac{F_r \times 0,4}{1 + 0,4 + 0,4} = \frac{54563 \times 0,4}{1,8} = 12125 \text{ H};$$

$$M'_A = R'_B \times 1,8 = 21825 \text{ H} \times \text{м};$$

$$M'_1 = R'_B \times 0,4 = 4850 \text{ H} \times \text{м};$$

$$M'_2 = R'_B \times 1,4 = 16975 \text{ H} \times \text{м.}$$

Реакція від сили F_t .

$$R''_B = \frac{F_t \times 0,4}{1,8} = \frac{94450 \times 0,4}{1,8} = 21 \text{ кН};$$

$$M''_A = R''_B \times 1,8 = 37,8 \text{ кН} \times \text{м};$$

$$M''_1 = R''_B \times 0,4 = 8,4 \text{ кН} \times \text{м};$$

$$M''_2 = R''_B \times 1,4 = 29,4 \text{ кН} \times \text{м};$$

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T = F_t \times \frac{d_2}{2} = 94450 \times \frac{0,672}{2} = 31735 \text{ Н} \times \text{м}.$$

Визначаємо діаметри перетинів валу.

Матеріал валу – сталь 40 ХН: $\sigma_T = 785 \text{ МПа}$.

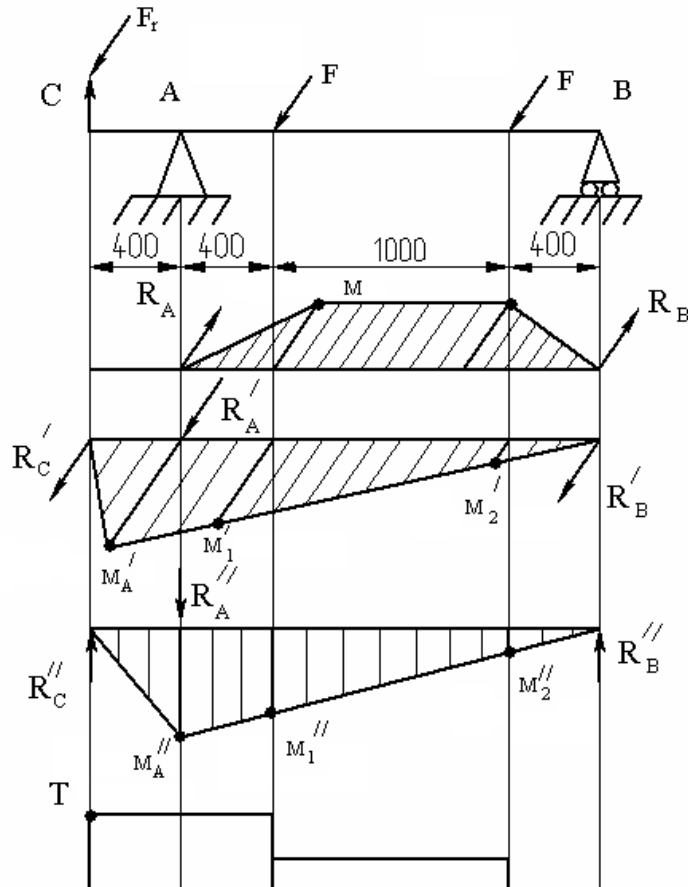


Рисунок 2.4 Схематичне представлення валу з епюрами моментів

Допустиме напруження

$$[\sigma] = \frac{0,8 \times \sigma_T}{n} = \frac{0,8 \times 785}{2,8} = 224,3 \text{ МПа}.$$

Опора А:

Значення еквівалентного моменту

$$M_{EKB} = \sqrt{(0 + 16975)^2 + 37800^2 + 31735^2} = 52192 \text{ Н} \times \text{м};$$

$$d \geq \sqrt{\frac{52192 \times 10}{224,3 \times 10^6}} = 0,098 \text{ мм}.$$

За наявності шпонкових пазів передбачаємо збільшення діаметру валу на 20%.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d \geq 0,098 \times 1,2 = 0,118 \text{ мм.}$$

Значення моментів на зірочці 1:

$$M_{EKB} = \sqrt{(M - M'_A)^2 + M_A'^2 + T^2} = 71,8 \text{ кН} \times \text{м};$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{EKB} \times 10}{[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{71,8 \times 10}{224,3 \times 10^6}} = 0,115 \text{ мм.}$$

Аналогічно, як в попередньому випадку

$$d \geq 0,098 \times 1,2 = 0,118 \text{ мм.}$$

Значення моментів на зірочці 2:

$$M_{EKB} = \sqrt{(M - M'_1)^2 + M_A'^2 + T^2} = 60,6 \text{ кН} \times \text{м};$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{60,6 \times 10}{224,3 \times 10^6}} = 0,112 \text{ мм.}$$

Після проведення необхідних розрахунків було розроблено конструкцію вала, де діаметри відповідають стандартним розмірам. Для забезпечення уніфікації, діаметри опор вала були прийняті однаковими і становлять 120 мм, що є більшим з розрахованих значень.

З цих же міркувань приймаємо діаметри валу під зірочками 140мм.

2.8. Розрахунок осі натяжної станції

Натяжна станція необхідна для того, щоб ланцюг конвеєра завжди залишався правильно натягнутим. Коли конвеєр працює, ланцюг поступово розтягується через навантаження і зношення. Якщо натяг послабиться, ланцюг може прослизати на зірочках або навіть зіскочити — це зупинить конвеєр і може спричинити аварію.

Щоб цього уникнути, у кінці конвеєра встановлюють натяжну станцію:

- вона має спеціальний механізм (зазвичай гвинтовий або гідравлічний), яким пересувають натяжну зірочку;
- коли потрібно підтягнути ланцюг, гвинт обертають, і ролик переміщається, збільшуючи натяг;
- так забезпечується плавна і безперебійна робота всього конвеєра.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Натяжна станція у вигляді схеми конструкції осьового типу, де показані епюри крутних моментів приведена на рисунку 2.5.

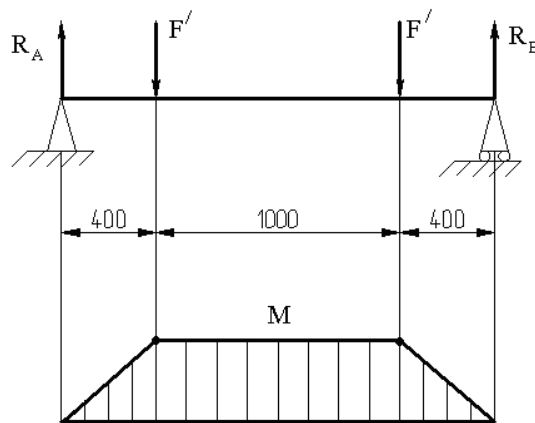


Рисунок 2.5 Графічне зображення натяжної станції з відображенням крутних моментів на осі

$$F' = (S_3 + S_2) \times 0,75 = (2000 + 2060) \times 0,75 = 3045 \text{ H};$$

$$R_A = R_B = F' = 3045 \text{ H};$$

$$M = R_A \times 0,4 = 3045 \times 0,4 = 1218 \text{ H} \times \text{м}.$$

Використовуємо сталь 40 з межею текучості $\sigma_T = 316 \text{ МПа}$ в якості матеріалу осі.

Величина допустимого напруження визначиться з залежності [9]

$$[\sigma] = \frac{0,8 \times \sigma_T}{n} = \frac{0,8 \times 315}{2,8} = 90 \text{ МПа}.$$

Величина діаметра січення в найбільш небезпечному перетині валу (під зірочками)

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{EKB} \times 10}{[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{1218 \times 10}{90 \times 10^6}} = 0,057 \text{ мм}.$$

Враховуючи, що на валу є шпонковий паз збільшуємо діаметр валу на 10%

$$d \geq 0,057 \times 1,1 = 0,0627 \text{ мм}.$$

Діаметр валу під зірочками приймаємо рівним 65 мм.

Розрахунок натяжного пристрою.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З огляду на довжину конвеєра, що становить більше 5 метрів, ми віддаємо перевагу пружинно-гвинтовому натяжному пристрою.

Зусилля натягу і довжина ходу натяжного пристрою.

Зусилля натягу визначиться з залежності

$$P_H = S_5 + S_4 = 2000 + 2060 = 4060 \text{ Н.}$$

Величину ходу натяжного пристрою призначаємо відповідно до рекомендацій, наведених в [6], а саме 1,5 кроку ланцюга

$$L_H = 1,5t_d = 1,5 \times 250 = 375 \text{ мм.}$$

Визначення характеристик пружини натяжного пристрою.

Схематично натяжний пристрій показаний на рисунку 2.6.

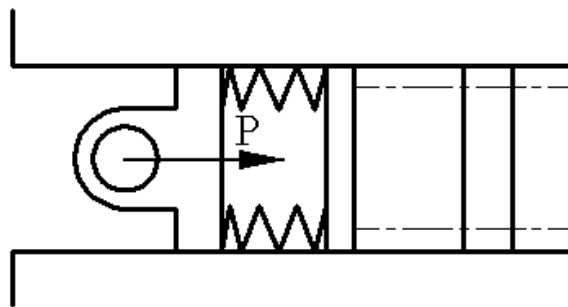


Рисунок 2.6 Схематичне представлення натяжного механізму

Розрахункове зусилля в одній пружині з урахуванням рівномірного розподілу навантаження:

$$P = \frac{1}{4} P_H \times k_3 = \frac{1}{4} \times 4060 \times 1,2 = 1218 \text{ Н,}$$

де $k_3 = 1,2$ – враховує запас по зусиллю.

В якості матеріалу пружини застосовуємо сталь 65Г (ДСТУ 8429-95).

Для визначення діаметра прутка використовуємо умову міцності пружини стиснення

$$\tau = K_K \times \frac{P \times D}{2 \times W_p} \leq [\tau]_{KP};$$

$$d = 1,6 \times \sqrt{\frac{K_K \times P \cdot c}{[\tau]_{KP}}} = 1,6 \times \sqrt{\frac{1,18 \times 1218 \times 6}{173}} = 12 \text{ мм,}$$

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $K_K \approx \frac{4 \times c + 2}{4 \times c - 3} = \frac{4 \times 6 + 2}{4 \times 6 - 3} = 1,18$ – коефіцієнт, що залежить від величини

індексу пружини $c = \frac{D}{d} = 6$;

D – значення початкового середнього діаметру, м;

$[\tau]_{KP}$ – величина допустимого напруження кручення для вибраного матеріалу.

$$[\tau]_{KP} = \frac{\tau_{-1}}{S \times K_\tau} = \frac{270}{1,3 \times 1,2} = 173 \text{ МПа},$$

де τ_{-1} – значення межі витривалості при крученні;

$S = 1,3 \dots 1,4$ – коефіцієнт безпеки [8];

$K_\tau = 1,2 \dots 1,4$ – враховує характер концентрації дотичного напруження.

Таким чином, середній діаметр пружини буде становити

$$D = c \times d = 6 \times 0,012 = 0,072 \text{ м.}$$

Визначаємось з числом витків з врахуванням заданої осадки

$$i = \frac{\lambda_{POB} \times G \times d^4}{8 \times D^3 \times (P_{MAX} - P_{MIN})} = \frac{0,1 \times 8 \times 10^{10} \times 0,012^4}{8 \times 0,072^3 \times (1218 - 1218 \times 0,2)} = 16 \text{ витків},$$

де G – модуль зрушення;

$\lambda_{POB} = 100 \text{ мм}$ – значення робочого ходу пружини.

Розраховуємо загальну кількість витків пружини, беручи до уваги необхідність шліфування торців для формування опорних площин:

$$i_o = i + 2 = 16 + 2 = 18 \text{ витків.}$$

Величина пружини по довжині до моменту змикання витків

$$H = i_o \times d = 18 \times 12 = 216 \text{ мм.}$$

В вільному від навантаження стані довжина пружини становить

$$H_o = H + 1,2 \frac{8 \times P_{MAX} \times D^3 \times i_o}{G \times d^4} = 0,216 + 1,2 \frac{8 \times 1218 \times 0,16^3 \times 18}{8 \times 10^{10} \times 0,012^4} = 231 \text{ мм.}$$

Значення зовнішнього діаметру пружини

$$D_e = D + d = 72 + 12 = 84 \text{ мм.}$$

Величина внутрішнього діаметру пружини

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_i = D - d = 72 - 12 = 60 \text{ мм.}$$

Для визначення кроку витків використовуємо залежність [9]

$$S = \frac{H_o}{i_o} = \frac{231}{18} = 12,8 \text{ мм.}$$

Натяжні гвинти розраховуємо за методикою, наведеною в [9].

Визначаємо діаметр гвинта, виходячи з умови, що напруження в його матеріалі не повинно перевищувати гранично допустиме значення для цього матеріалу. Гвинт виготовлюємо зі сталі 40Х ДСТУ 7806:2015.

В даному випадку гвинт випробовує осьове стискаюче зусилля, таким чином

$$\sigma = \frac{P}{F} \leq [\sigma]_{CT},$$

тут σ – напруження, що має місце в матеріалі гвинта, Па;

$[\sigma]_{CT}$ – величина гранично допустимого напруження стиснення, Па

$$[\sigma]_{CT} = \frac{[\sigma]}{n} = \frac{300}{2,8} = 107 \text{ МПа};$$

$F = \frac{\pi \times d^2}{4}$ – формула для визначення площі поперекового перерізу гвинта по внутрішньому діаметру різьби, H .

$$d = \sqrt{\frac{4 \times P}{\pi \times [\sigma]_{CT}}} = \sqrt{\frac{4 \times 1218}{3,14 \times 107 \times 10^6}} = 0,011 \text{ м.}$$

Приймаємо внутрішній діаметр різьби гвинта рівний 12 мм.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1. Загальна частина

Організація роботи пластинчастого конвеєра вимагає комплексного підходу, що включає планування, експлуатацію, технічне обслуговування та забезпечення безпеки [10].

При експлуатації необхідно забезпечити плавний запуск конвеєра для запобігання пошкодженню обладнання; автоматичне вимкнення у разі аварійної зупинки при виникненні нештатних ситуацій; контролювання швидкості руху стрічки; контроль навантаження на конвеєр; візуальний огляд стану конвеєра.

Завантаження та розвантаження: рівномірне завантаження матеріалу на стрічку; контроль за процесом розвантаження.

Технічне обслуговування: регулярний огляд: перевірка стану пластинчастої стрічки, зірочок та роликів опор; перевірка стану приводу та системи управління. Виконувати регулярне змащення рухомих частин конвеєра.

Проводити своєчасну заміну зношених деталей, забезпечення ремонту пошкоджених елементів конвеєра.

Чищення необхідно виконувати згідно графіка. Регулярне видалення залишків матеріалу з конвеєра.

Проведення інструктажу для персоналу з правил безпечної експлуатації конвеєра. При експлуатації обладнання необхідно використовувати захисні засоби, а саме, каски, рукавиці тощо.

Забезпечити блокування конвеєра під час проведення ремонтних робіт з встановленням звукової та світлової сигналізації. Впровадження систем автоматичного управління конвеєром з забезпеченням систем моніторингу стану конвеєра. Постійне вдосконалення конструкції та процесу експлуатації конвеєра.

Дотримання цих рекомендацій забезпечить ефективну та безпечну роботу пластинчастого конвеєра.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк. 42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Організація монтажних робіт

У машинобудівній промисловості транспортні системи часто працюють в умовах, що негативно впливають на їх стан. Матеріали, які вони переміщують, мають високу абразивність, а повітря в цехах забруднене пилом. До того ж, обладнання нерідко експлуатується у вологому середовищі або при високих температурах. Такі умови значно ускладнюють роботу машин і підвищують вимоги до їх якості та монтажу.

Аналіз несправностей і простоїв показує, що більшість проблем виникає через помилки, допущені під час монтажу. Навіть якісно сконструйовані машини можуть працювати неефективно і швидко виходити з ладу, якщо монтаж виконано недбало. Неправильний монтаж може призвести до ривків і поштовхів, що зменшують швидкість роботи, прискорюють знос і вимагають частого ремонту.

Якість і швидкість монтажних робіт залежать від організаційних заходів і наявності необхідної документації. Монтажний процес поділяється на підготовчий і основний етапи.

Підготовчі роботи включають:

- прийом, розвантаження та огляд обладнання, перевірку комплектації та часткове припасування деталей;
- повну комплектацію вузлів перед монтажем;
- складання окремих вузлів у великі блоки, враховуючи вантажопідйомність обладнання;
- перевірку готовності будівельних конструкцій, таких як фундаменти та рейкові шляхи;
- доставку необхідного підйомно-транспортного обладнання [10].

Основні монтажні роботи включають:

- розташування обладнання на монтажному майданчику;
- виконання такелажних робіт, включаючи підйом, переміщення та встановлення машин;
- остаточне налагодження машин після монтажу;

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– випробування машин без навантаження та під навантаженням.

Монтаж може виконуватися двома способами: поетапно або блочно. Поетапний метод передбачає послідовне встановлення деталей і застосовується при обмежених можливостях підйомно-транспортного обладнання. Цей метод часто використовується для монтажу вертикальних або похилих конвеєрів, починаючи з основи.

Блочний метод передбачає паралельну збірку великих блоків, які потім з'єднуються на місці. Цей метод значно скорочує час монтажу, оскільки дозволяє працювати кільком бригадам одночасно. Блочний монтаж включає попередню збірку дрібних деталей у підвузли, а потім збірку блоків з цих підвузлів.

Пластинчасті конвеєри використовуються для транспортування важких, великогабаритних або гарячих матеріалів на горизонтальних або похилих ділянках. Вони мають схожу конструкцію зі стрічковими конвеєрами, але відрізняються типом вантажонесучого органу.

Основним елементом пластинчастого конвеєра є металеве полотно, що складається з окремих пластин, з'єднаних ланцюгами. Полотно може бути плоским, хвилястим або коробчастим, з бортами або без них. Ланцюги обертаються навколо приводних і натяжних зірочок.

Пластини виготовляються зі сталі товщиною 4-5 мм і можуть мати ребра жорсткості. Швидкість руху пластинчастих конвеєрів становить 0,05-0,5 м/с. Для збільшення продуктивності використовуються борти. У промисловості застосовуються важкі та полегшені типи конвеєрів, здатні транспортувати матеріали розміром до 1300 мм.

3.3. Експлуатація пластинчастих конвеєрів

Перед запуском конвеєра необхідно підготувати приймальне обладнання або ємності для матеріалів. Запуск конвеєра з повним навантаженням може призвести до збільшення інерційних сил, перевантаження ланцюгів і приводу. Тому рекомендується уникати зупинки завантаженого конвеєра без необхідності. Після припинення подачі матеріалу конвеєр повинен працювати ще 1-2 хвилини для

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повного розвантаження. Під час роботи необхідно стежити за тим, щоб не утворювалися завали матеріалу між нижньою гілкою конвеєра і підлогою.

Ролики ланцюга повинні вільно обертатися по всій довжині конвеєра. Якщо ролики заклинюють, це призводить до їх швидкого зносу і пошкодження напрямних косинців. Заклинені ролики необхідно змастити або розібрати і очистити. При огляді роликів слід перевірити стан масельничок і фіксуючих шайб [10].

Необхідно своєчасно виправляти деформації пластин ланцюга, щоб уникнути заклинювання на зірочках. Борти настилу повинні мати вільне відносне переміщення, а настил повинен рівномірно рухатися по осі. Під час експлуатації необхідно забезпечити рівномірне завантаження конвеєра і уникати його тривалого перевантаження.

До обслуговування конвеєра допускаються тільки особи, які знають його конструкцію і правила експлуатації.

Огорожі конвеєра повинні відповідати вимогам безпеки і не заважати обслуговуванню. Рекомендується використовувати сітчасті огорожі на жорсткому каркасі. Персонал повинен працювати в спецодязі. Тунелі та прямок конвеєра повинні бути добре освітлені і чисті. Технічне обслуговування під час роботи конвеєра заборонено. Для обслуговування приводної і натяжної станцій, розташованих вище 1 метра, необхідно обладнати майданчики з поручнями. Прямки і тунелі також повинні мати поручні. При транспортуванні пилоутворюючих матеріалів необхідно використовувати пристрої для запобігання поширенню пилу. Для захисту від ураження електричним струмом необхідно забезпечити заземлення і безпечні пускові пристрої.

3.4. Розрахунок загальної вентиляції дільниці

Для забезпечення оптимальних режимів роботи обладнання та усунення шкідливого впливу на працівників, необхідно встановити місцеву та загальну вентиляцію, оскільки обладнання виділяє надмірну кількість тепла.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість повітря, яке необхідно видаляти з приміщення, розраховується за формулою [10]:

$$G = \frac{\Sigma Q_{надл}}{C_o \times (t_1 - t_2)}, (м_3 / год);$$

де $Q_{надл}$ – величина надлишкової кількості тепла в приміщенні; C_o – значення теплоємності повітря; t_1 – потрібна температура повітря в приміщенні, °C; t_2 – температура повітря ззовні приміщення, °C.

Надлишкова кількість тепла визначається за формулою:

$$Q_{надл} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5;$$

де Q_1 – тепло, яке виділяється електродвигуном; Q_2 – тепло, яке виділяється електроприводом; Q_3 – тепло від ламп; Q_4 – тепло від штучного освітлення; Q_5 – тепло, що виділяється людьми.

а) тепло, що виділяється нагрітими тілами:

$$Q_1 = F \times \alpha \times (t_2 - t_1);$$

де F – площа нагрітого тіла; α – коефіцієнт пропорційності, згідно рекомендацій $\alpha = 0,4$; t_2 – температура нагрітого тіла, приймаємо $t_2 = 270^\circ C$; t_1 – температура в приміщенні, $t_1 = 20^\circ C$

$$F = 2 \times a \times L + 2 \times b \times L = 2 \times 0,4 \times 4 + 2 \times 0,8 \times 4 = 9,6 \text{ м}^2,$$

де: L – довжина зони сушки установки; a – висота кожуха зони сушки; b – ширина кожуха зони сушки

Отже,

$$Q_1 = 9,6 \times 0,4 \times (270 - 20) = 960 \text{ ккал / год.}$$

б) тепло, яке виділяється електроприводом.

Загальне тепловиділення від електроприводу і обладнання, встановленого в приміщенні, визначається за формулою:

$$Q_2 = 860 \times N_{пр} \times K_{зав} \times K_{од} \left(\frac{1}{\eta_1} - 1 + K_T \right);$$

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де N_{np} – номінальна потужність приводу; для даного пристрою $N_{np} = 400 \text{ Вт}$;
 $K_{зав} = 0,6$ – коефіцієнт завантаження; $K_{од} = 1$ – коефіцієнт одночасності роботи;
 $\eta_1 = 0,8$ – коефіцієнт корисної дії; $K_T = 0,1$ – коефіцієнт, який враховує, що частина тепла може бути видалена повітрям, яке виходить з приміщення.

$$Q_2 = 860 \times 0,4 \times 0,6 \times 1 \left(\frac{1}{0,5} - 1 + 0,1 \right) = 227,04 \text{ ккал / год.}$$

в) тепло, що виділяється від ламп.

Тепловиділення від штучного освітлення визначається за формулою:

$$Q_3 = 860 \times N_{л.}$$

де: $N_{л.} = 2 \text{ кВт}$ – сумарна потужність ламп нагріву; $Q_3 = 860 \times 2 = 1720 \text{ ккал / год.}$

г) тепло, що виділяється від штучного освітлення.

Тепловиділення від штучного освітлення визначається за формулою:

$$Q_4 = 860 \times N_{осв.}$$

де $N_{осв.}$ – сумарна потужність освітлення в кВт; для даного випадку $N_{осв.} = 40 \text{ Вт.}$

$$Q_4 = 860 \times 0,04 = 1,6 \text{ ккал / год.}$$

д) тепло, що виділяється людьми.

Виділення тепла і вологи людьми залежить від їх фізичного навантаження і температури повітря в приміщенні.

При роботі середньої важкості при $t = 20^\circ\text{C}$:

$$Q_5 = 0,86 \times 200 = 172 \text{ ккал / год.}$$

Звідси надлишкова кількість тепла в приміщенні:

$$Q_{надл} = 960 + 227,04 + 1,6 + 1720 + 172 = 3080,64 \text{ ккал / год.}$$

Тоді кількість повітря, яке необхідно видалити із приміщення, рівна

$$G = \frac{3080,64}{2,59 \times 10^{-2} \times (20 - 15)} = 23788 \frac{\text{м}^3}{\text{год.}}$$

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По рекомендаціям, наведеним в [10] вибираємо вентилятор В-85, технічна характеристика вказана в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. –Характеристика вентилятора В-85

Марка вентилятора	В-85
Тип вентилятора	Відцентровий
Продуктивність	10000 м ³ /год
Повний тиск	45 мм.рт.ст.
Швидкість обертання	960 об/хв.
Потужність електродвигуна	2,0 кВт
Вага	7,2 кг

Кількість вентиляторів, що потрібно встановити в приміщенні, визначається за формулою:

$$n = \frac{G}{G_{\text{прод}}};$$

де $G_{\text{прод}}$ – продуктивність вентилятора, м³/год (див. табл.3.1).

$$n = \frac{23788}{10000} = 2,3$$

Приймаємо $n = 3$ штуки.

Висновок.

Рішення, прийняті в кваліфікаційній роботі бакалавра щодо організації роботи модернізованого пластинчастого конвеєра для транспортування брикетованих матеріалів відповідають загальним вимогам експлуатації, охорони праці на виробництві та спрямовані на захист робітників і обладнання від шкідливого впливу виробництва.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра на тему «Модернізація пластинчастого конвеєра для транспортування брикетованих матеріалів» приведений ряд організаційно-технічних рішень, що стосуються:

- аналізу існуючих варіантів конструкції конвеєрів, стратегії організації переміщення матеріалів;
- визначення переваг і недоліків існуючих конструктивних рішень щодо транспортування брикетованих матеріалів;
- проведені конструкторські розрахунки, виконані необхідні розрахунки для визначення оптимальних параметрів конструкції;
- здійснені енергосилові розрахунки та вибраний привод, розрахована необхідна потужність приводу та обраний відповідний тип приводу;
- розглянуті організаційні питання з метою забезпечення нормальних умов функціонування обладнання з точки зору організації його обслуговування і ремонту.

Виходячи з процесу проектування пластинчастого конвеєра, можна сформулювати наступні висновки:

1. **Ефективність для певних матеріалів:** пластинчасті конвеєри є ефективним рішенням для транспортування важких, гарячих, абразивних, гострокромчастих та великокускових матеріалів, де використання стрічкових конвеєрів може бути обмеженим або неефективним.

2. **Важливість правильного розрахунку:** почний розрахунок продуктивності, тягових зусиль, потужності приводу та міцності елементів конструкції є критично важливим для забезпечення надійної та довговічної роботи конвеєра. Неправильні розрахунки можуть призвести до поломок, перевантажень та зниження ефективності.

3. **Врахування умов експлуатації:** умови експлуатації, такі як температура, вологість, запиленість та характеристики навколишнього середовища, суттєво впливають на вибір матеріалів, конструктивних елементів та системи захисту конвеєра.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. **Значення вибору комплектуючих:** правильний вибір пластинчастої стрічки, тягових ланцюгів, приводних та натяжних зірочок, роликів опор та інших комплектуючих є визначальним для надійності, терміну служби та ефективності конвеєра. Необхідно враховувати їхні технічні характеристики та відповідність умовам експлуатації.

5. **Необхідність забезпечення безпеки:** проектування конвеєра повинно включати заходи безпеки для запобігання травмуванню персоналу та пошкодженню обладнання. Це включає встановлення захисних огорожень, систем аварійної зупинки та відповідність стандартам безпеки.

6. **Важливість уніфікації та ремонтпридатності:** при проектуванні слід прагнути до використання уніфікованих деталей та вузлів, що полегшує обслуговування та ремонт конвеєра в процесі експлуатації.

7. **Враховання ергономічних аспектів:** конструкція конвеєра повинна забезпечувати зручний та безпечний доступ для обслуговуючого персоналу при огляді, змащенні та ремонті.

8. **Економічна обґрунтованість:** при виборі конструктивних рішень та комплектуючих необхідно враховувати економічну доцільність, включаючи вартість придбання, експлуатаційні витрати та термін служби конвеєра.

9. **Дотримання стандартів:** проектування пластинчастого конвеєра повинно здійснюватися з урахуванням чинних державних та галузевих стандартів, що забезпечує якість та безпеку обладнання.

10. **Можливість оптимізації:** залежно від конкретних потреб виробництва, можлива оптимізація конструкції конвеєра шляхом застосування сучасних технологій, автоматизації та систем моніторингу.

Ці висновки підкреслюють важливість комплексного підходу до проектування пластинчастих конвеєрів, що враховує технічні, експлуатаційні, безпекові та економічні аспекти.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматизація виробництва в машинобудуванні. Частина II : навчальний посібник / Ю. І. Муляр, С. В. Репінський. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 123 с
2. Лівінський О.М., Курок О.І. Пелевін Л.Є., Маліч В.О., Коваленко В.М., Бабиченко В.Я., Русан І.В., Воляннюк В.О., Міщук Д.О., Мачишин Г.М. Підйомно-транспортні та вантажно-розвантажувальні машини. Підручник. К.:УАН, МП Леся, 2016. - 677с.
3. Шпак Я.В. Проектування підйомно-транспортних систем і обладнання. Конспект лекцій. – Львів. Рукопис, 2012. – 300 с.:іл.
4. Бондарєв В.С., Колісник Н.П., Дубинець О.І., Горбатенко Ю.П., Бондарєв С.В., Барабанов В.Я. Підйомно-транспортні машини. Розрахунки підймальних і транспортувальних машин. Підручник з грифом МОН України. – К.: «Вища школа», 2009. – 734 с.
5. Головка Д. Б. Автоматика і автоматизація технологічних процесів : підручник / Головка Д. Б., Реґо К. Г., Скрипник Ю. О. – К. : Либідь, 1997. – 232 с
6. Розрахунки підймальних і транспортувальних машин: Підручник / В.С. Бондарєв, О.І. Дубинець, М.П. Колісник та ін.-К., Вища школа. 2009.-734 с
7. Розрахунки і проектування транспортних засобів безперервної дії. /О.І. Барішев, В.О. Будішевський, М.А. Склярів. Навчальний посібник для ВНЗ. Під заг. ред. В.О. Будішевського. — Донецьк, 2004 - 560с.
8. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Кривий Ріг: Видавництво «Мінерал», 2006.- 462 с.
9. Пастушенко С. І. Курсове проектування деталей машин / С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт, В. Ф. Ярошенко. – К. : Аграрна освіта, 2003. – 291 с.
10. Кукоба В. П. Організаційне проектування підприємства: навч. посібник / В. П. Кукоба. – К. : КНЕУ, 2014. – 420 с.

					КРБ 0016.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Назва	Кількість	Примітка
				<u>Документація</u>		
			КРБ 0016.01.04.00.000 СК	Складальний кресленик		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	КРБ 0016.01.04.01.000 СК	Рама	1	
				<u>Деталі</u>		
		2	КРБ 0016.01.04.00.001	Вал	1	
		3	КРБ 0016.01.04.00.002	Гвинт стопорний	2	
		4	КРБ 0016.01.04.00.003	Зірочка	2	
		5	КРБ 0016.01.04.00.004	Шайба кінцева	1	
		6	КРБ 0016.01.04.00.005	Шайба кінцева	1	
		7	КРБ 0016.01.04.00.006	Шайба стопорна	1	
		8	КРБ 0016.01.04.00.007	Шайба стопорна	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		9		Болт М25х80 ДСТУ 7798:2008	10	
		10		Болт М36х115 ДСТУ 7798:2008	4	
		11		Болт М15х62 ДСТУ 7798:2008	4	
		12		Гайка М25 ДСТУ ISO 4032:2002	24	
		13		Гайка М36 ДСТУ ISO 4032:2002	8	
		14		Гайка М15 ДСТУ ISO 4032:2002	8	
		15		Підшипник 3000 ДСТУ 24696:2008	2	
		16		Шайба 25 ДСТУ EN ISO 7089:2022	24	
		17		Шайба 36 ДСТУ EN ISO 7089:2022	8	
		18		Шпонка 12х24х120 ДСТУ 23360-98	4	
		19		Шпонка 22х44х210 ДСТУ 23360-98	2	
				КРБ 0016.01.03.00.000 СП		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Розробив		Мартиненко			Літ.	Аркуш
Перевірів		Шимчук				Аркушіє
						1
						2
Н. контр.		Мартинюк			ЛНТУ, каф. ГМ гр. М-41	
Затверд.		Пуць				
				Станція приводна		

