

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет інженерно-технологічний**

**Кафедра механічної та електричної інженерії**

## **Пояснювальна записка**

*до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти*

*бакалавр*

на тему: «Обґрунтування режимів роботи та проектування транспортера для горизонтального переміщення зерна»

КРБ.133ГМбд\_31[2].13.00.00.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти  
за освітньо-професійною програмою  
*«Машини та обладнання  
сільськогосподарського виробництва»*  
спеціальності 133 *«Галузеве  
машинобудування»*  
ступеня вищої освіти *бакалавр*  
групи 133ГМбд\_41  
ІЛЬЧЕНКО Віталій

Керівник: канд. техн. наук, доцент  
ЛЕВЧЕНКО Юлія

**Полтава – 2026 року**

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет інженерно-технологічний**  
**Кафедра механічної та електричної інженерії**

Освітньо-професійна програма *«Машини та обладнання  
сільськогосподарського виробництва»*

Спеціальність *133 «Галузеве машинобудування»*  
Ступінь вищої освіти *бакалавр*

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**  
**механічної та електричної**  
**інженерії,**  
канд. техн. наук, доцент,  
\_\_\_\_\_ Станіслав ПОПОВ  
03 грудня 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

***Віталію ІЛЬЧЕНКУ***

1 Тема роботи: ***«Обґрунтування режимів роботи та проектування транспортера для горизонтального переміщення зерна»***

керівник роботи ***канд. техн. наук, доцент ЛЕВЧЕНКО Юлія,***  
затверджено засіданням кафедри, протокол №9 від 03 грудня 2025 р.

2 Строк подання здобувачем вищої освіти роботи – до 31 травня 2026 р.

3 Вихідні дані до роботи – *продуктивність гвинтового конвеєра – 40 т/год; довжина конвеєра – 12 м; діаметр гвинта – 400 мм; крок гвинта – 320 мм; потужність електродвигуна – 3,0 кВт.*

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

Розділ 1. *Загальний*

Розділ 2. *Технологічний*

Розділ 3. *Конструкторський*

Розділ 4. *Економіка, охорона праці та навколишнього середовища*

5 Перелік графічного матеріалу: *схема технологічна потокової лінії приймання, очищення, сушіння, зберігання та відвантаження зерна. Гвинтовий конвеєр для горизонтального переміщення зерна. Загальний вигляд. Привід гвинтового конвеєра. Складальне креслення. Опора підшипникова головна. Складальне креслення.*

6 Консультанти розділів *кваліфікаційної роботи*

Розділ	Власне ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання отримав
Економіка, охорона праці та навколишнього середовища	Ірина ЗАГРЕБЕЛЬНА, доцент кафедри економіки та публічного управління		
	Володимир ДУДНИК, доцент кафедри механічної та електричної інженерії		
	Павло ПИСАРЕНКО, завідувач кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля		

7 Дата видачі завдання 03 грудня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з.п.	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір, затвердження теми роботи	До 03.12.2025 р.	
2	Складання, затвердження розгорнутого плану, завдання на кваліфікаційну роботу	15.12-28.12.2025 р.	
3	Опрацювання літературних джерел		
4	Збір, вивчення, обробка інформації, необхідної для виконання роботи		
5	Виконання розділів роботи, графічної частини	04.05-31.05.2026 р.	
6	Оформлення тексту роботи		
7	Попередній захист роботи на кафедрі	До 31.05.2026 р.	
8	Нормалізаційний контроль		
9	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій		
10	Захист кваліфікаційної роботи	3 01.06.2026 р.	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Віталій ІЛЬЧЕНКО  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Юлія ЛЕВЧЕНКО  
(підпис)

## РЕФЕРАТ

**Пояснювальна записка:** 4 розділи, 2 рисунки, 3 таблиці, 21 використане джерело, 73 сторінки.

**Об'єкт розробки** – гвинтовий конвеєр для горизонтального переміщення зерна у складі потокової лінії приймання, очищення, сушіння та зберігання зернової маси.

**Предмет розробки** – конструктивні параметри, привід і режими роботи гвинтового конвеєра.

**Постановка актуальної технічної задачі** полягає в необхідності аналізу існуючого транспортуючого обладнання, яке застосовується на зернопереробних та елеваторних підприємствах для переміщення зерна і зернопродуктів. У роботі розглянуто особливості конструкції, принцип дії та умови експлуатації транспортерів, що використовуються у поточкових лініях приймання і підготовки зерна. Особливу увагу приділено гвинтовому конвеєру як обладнанню, призначеному для горизонтального транспортування сипких матеріалів.

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра – розрахувати, обґрунтувати та спроектувати гвинтовий конвеєр для горизонтального переміщення зерна з урахуванням заданої продуктивності, конструктивних параметрів, режимів роботи, умов експлуатації та вимог безпеки.

У загальному розділі наведено характеристику зернопереробного виробництва, розглянуто значення транспортуючого обладнання у поточкових лініях приймання та підготовки зерна. Проаналізовано основні види конвеєрів, їх призначення, переваги й недоліки, а також обґрунтовано доцільність використання гвинтового конвеєра для горизонтального переміщення зернової маси.

У технологічному розділі розглянуто схему приймання, очищення, сушіння та зберігання зерна. Описано будову і принцип дії гвинтового конвеєра, його основні елементи, а також правила монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та ремонту.

У конструкторському розділі виконано підбір обладнання для потокової лінії, визначено конструктивні та режимні параметри гвинтового конвеєра.

Проведено енергетичний і кінематичний розрахунки, підбрано електродвигун, редуктор, муфти та підшипникові опори.

У розділі економіки, охорони праці та навколишнього середовища розраховано економічну ефективність технічних рішень, проаналізовано небезпечні виробничі чинники та запропоновано заходи безпечної експлуатації обладнання. Також розглянуто питання зменшення пиловиділення, запобігання просипанню зерна та утилізації зернових відходів.

Рекомендації щодо використання результатів роботи – розрахований і спроектований гвинтовий конвеєр може бути використаний у складі транспортної системи зерноприймального або зернопереробного підприємства для горизонтального переміщення зерна між окремими ділянками технологічної лінії.

Сфера застосування результатів роботи – елеваторні, зернопереробні та сільськогосподарські підприємства, де необхідне механізоване горизонтальне переміщення зернової маси у процесах приймання, очищення, сушіння, зберігання та відвантаження.

Графічна частина проекту становить 4 аркуші формату А1.

Результат перевірки тексту пояснювальної записки на плагіат за допомогою сервісу StrikePlagiarism: унікальність тексту – %.

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена обґрунтуванню режимів роботи та проєктуванню гвинтового конвеєра для горизонтального переміщення зерна у складі потокової лінії зернопереробного підприємства. У роботі розглянуто значення транспортуючого обладнання в технологічних процесах приймання, очищення, сушіння, зберігання та відвантаження зерна. Проаналізовано існуючі конструкції конвеєрів, їхні переваги, недоліки та особливості застосування.

Запроектований гвинтовий конвеєр складається з нерухомого корпусу, всередині якого розміщено обертовий гвинт, завантажувального і розвантажувального люків, підшипникових опор, привідної рами, електродвигуна, редуктора та з'єднувальних муфт. Переміщення зернової маси здійснюється за рахунок обертання гвинта, який переміщує матеріал уздовж корпусу транспортера.

У роботі виконано розрахунок основних конструктивних і режимних параметрів гвинтового конвеєра, підбрано електродвигун, редуктор, муфти та підшипникові опори. Розглянуто правила монтажу, експлуатації, технічного обслуговування і ремонту обладнання. Також проаналізовано питання охорони праці, безпечної експлуатації транспортера та охорони навколишнього середовища під час роботи зернопереробного підприємства.

**Ключові слова:** ГВИНТОВИЙ КОНВЕЄР, ГОРИЗОНТАЛЬНЕ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗЕРНА, ЗЕРНОВА МАСА, ПРИВІД, ЕЛЕКТРОДВИГУН, РЕДУКТОР, ПІДШИПНИКОВА ОПОРА, ТРАНСПОРТУЮЧЕ ОБЛАДНАННЯ, БЕЗПЕЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ОХОРОНА ПРАЦІ.

#### ABSTRACT

The bachelor's qualification work is devoted to the substantiation of operating modes and the design of a screw conveyor for horizontal grain transportation as part of a grain processing flow line. The work considers the importance of conveying equipment in the technological processes of grain receiving, cleaning, drying, storage and unloading. Existing conveyor designs, their advantages, disadvantages and application features are analyzed.

The designed screw conveyor consists of a fixed housing with a rotating screw inside, loading and unloading openings, bearing supports, a drive frame, an electric motor, a gearbox and connecting couplings. The grain mass is transported due to the rotation of the screw, which moves the material along the conveyor housing.

The main structural and operating parameters of the screw conveyor are calculated. The electric motor, gearbox, couplings and bearing supports are selected. The rules of installation, operation, maintenance and repair of the equipment are considered. The issues of labor protection, safe operation of the conveyor and environmental protection during the operation of a grain processing enterprise are also analyzed.

**Keywords:** SCREW CONVEYOR, HORIZONTAL GRAIN TRANSPORTATION, GRAIN MASS, DRIVE, ELECTRIC MOTOR, GEARBOX, BEARING SUPPORT, CONVEYING EQUIPMENT, SAFE OPERATION, LABOR PROTECTION.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1.ЗАГАЛЬНИЙ.....	9
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ.....	16
2.1 Опис існуючих конструкцій та запроєктованого обладнання. Правила експлуатації.....	16
2.2 Ремонт і монтаж обладнання.....	25
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ.....	30
3.1 Підбір і розрахунок обладнання.....	30
3.2. Енергетичний розрахунок.....	32
3.3 Конструктивний розрахунок.....	34
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	48
4.1. Охорона праці та правила безпечної експлуатації .....	48
4.2 Охорона навколишнього середовища.....	56
4.3. Розрахунок економічної ефективності від провадження діяльності	62
ВИСНОВКИ.....	67
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	70

КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Виконав		Льченко В. О		
Перевірів		Левченко Ю.В.		
Консульт.		Левченко Ю.В.		
Н.контр.		Левченко Ю.В.		
Зате		Попов С.В.		
Обґрунтування режимів роботи та проектування транспортера для горизонтального переміщення зерна				
		Літера	Аркуш	Аркушів
			5	73
ПДАУ 2026 р.				

## ВСТУП

Сільськогосподарське виробництво та пов'язані з ним переробні галузі мають важливе значення для економіки України. Вони охоплюють увесь шлях продукції – від вирощування та заготівлі сировини до її зберігання, транспортування, перероблення і реалізації споживачам. Особливе місце в цій системі посідає зернове виробництво, оскільки зерно є основою продовольчого забезпечення країни, використовується у тваринництві, харчовій промисловості та має значний експортний потенціал. Його застосовують для виготовлення борошна, круп, комбікормів, солоду, крохмалю та інших видів продукції. Тому раціональна організація операцій із зерновою масою, зокрема її переміщення, зберігання та переробки, має суттєве виробниче й економічне значення.

У сучасних умовах особливої актуальності набуває підвищення ефективності роботи зернопереробних, елеваторних і сільськогосподарських підприємств. Це пов'язано з необхідністю зменшення втрат зерна, зниження енерговитрат, покращення якості зберігання та забезпечення безперервності технологічних процесів. Зернова маса під час післязбиральної обробки проходить низку операцій: приймання, очищення, сушіння, сортування, зберігання, відвантаження або подальшу переробку. На кожному з цих етапів зерно необхідно перемішувати між окремими машинами, бункерами, силосами, сушарками, норіями та іншими елементами технологічної лінії.

Саме тому транспортує обладнання є однією з основних ланок зернопереробного виробництва. Від його правильного вибору, конструктивного виконання та режимів роботи залежить стабільність функціонування всього підприємства. Недостатня продуктивність транспортера може призводити до простоїв обладнання, порушення ритмічності технологічного процесу та зниження загальної ефективності виробництва. Водночас неправильно підібрані швидкість руху робочого органу, потужність приводу або конструктивні параметри можуть спричинити перевантаження механізмів, підвищене

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зношування деталей, збільшення енергоспоживання, травмування зерна та його втрати під час переміщення.

Актуальність теми роботи полягає в необхідності обґрунтування раціональних режимів роботи та конструктивних параметрів транспортера для горизонтального переміщення зерна. Правильно спроектоване транспортує обладнання дає змогу підвищити рівень механізації виробничих процесів, зменшити використання ручної праці, забезпечити безперервну подачу зерна до технологічного обладнання, скоротити простої та знизити експлуатаційні витрати. Крім того, надійна робота транспортера позитивно впливає на загальну продуктивність підприємства та якість виконання технологічних операцій.

Важливим аспектом під час проектування транспортера є також забезпечення безпечних умов праці. Транспортує обладнання має рухомі частини, привідні механізми, електрообладнання, завантажувальні та розвантажувальні пристрої, тому під час його експлуатації можуть виникати небезпечні виробничі чинники. До них належать можливість травмування працівників рухомими елементами, затягування одягу, ураження електричним струмом, підвищений рівень шуму, вібрації та запилення повітря робочої зони. Тому під час розроблення конструкції необхідно передбачити захисні огороження, аварійне вимикання, заземлення, справну аспірацію та дотримання вимог технічного обслуговування.

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування режимів роботи та проектування транспортера для горизонтального переміщення зерна з урахуванням продуктивності, конструктивних параметрів, умов експлуатації та вимог безпеки.

Об'єктом дослідження є процес горизонтального переміщення зернової маси транспортуємим обладнанням у технологічній лінії зернопереробного або сільськогосподарського підприємства.

Предметом дослідження є конструктивні параметри, режими роботи та привід транспортера для горизонтального переміщення зерна.

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачено виконання таких завдань:

1. Провести аналіз існуючих видів транспортуючого обладнання, що застосовується для горизонтального переміщення зерна та зернопродуктів.
2. Розглянути будову, принцип дії, переваги та недоліки транспортерів, які використовуються у зернопереробному виробництві.
3. Обґрунтувати вибір транспортера для горизонтального переміщення зерна відповідно до заданих умов роботи.
4. Виконати розрахунок основних конструктивних і режимних параметрів транспортера.
5. Визначити параметри приводу та перевірити працездатність основних елементів обладнання.
6. Проаналізувати небезпечні та шкідливі виробничі чинники під час експлуатації транспортера і запропонувати заходи з охорони праці.
7. Виконати техніко-економічне обґрунтування доцільності використання спроектованого транспортера.

Практичне значення роботи полягає в тому, що отримані результати можуть бути використані під час проектування, модернізації або підбору транспортуючого обладнання для зернопереробних, елеваторних і сільськогосподарських підприємств. Запропоновані конструктивні та режимні рішення спрямовані на забезпечення надійної, безпечної й економічно доцільної роботи транспортера для горизонтального переміщення зерна.

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНИЙ

Зернохранилища та елеватори, залежно від особливостей конструкції й рівня механізації технологічних процесів, поділяють на амбарні та механізовані.

До основних конструктивних частин елеватора належать силосний корпус і робоча башта. Робоча башта призначена для розміщення обладнання, за допомогою якого виконують зважування, очищення та сортування зерна. Крім того, до складу елеватора входять ємкості для накопичення зернових відходів, а також пристрої для їх подальшого відвантаження в автомобільний або залізничний транспорт.

Силосні корпуси залізобетонних елеваторів зазвичай складаються з циліндричних ємкостей діаметром від 6 до 9 м і висотою близько 30 м. Висота підсилосного та надсилосного приміщень становить 3,5–4 м. Саме в цих приміщеннях розміщують транспортне обладнання, яке забезпечує переміщення зерна в межах елеватора. Для контролю стану зернової маси елеватори оснащують приладами вимірювання температури й вологості, системами примусової вентиляції зерна, установками для приготування дезінфекційних розчинів та обладнанням для дезінфекції силосів.

Місткість силосних корпусів залежить від кількості силосів і може становити від 8 до 25 тисяч тонн зерна і більше.

Для горизонтального транспортування зерна на підприємствах застосовують різні види обладнання: стрічкові, скребкові, гвинтові транспортери, ланцюгові конвеєри та інші машини безперервної дії. Кожен із цих видів має свої переваги, недоліки та область раціонального використання. Вибір конкретного транспортера залежить від продуктивності технологічної лінії, відстані переміщення, властивостей зернової маси, умов монтажу, режиму роботи підприємства та вимог до збереження якості зерна. Особливо важливо

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

враховувати сипкість зерна, його насипну густину, вологість, кут природного укосу, здатність до самосортування та можливість утворення пилу.

Зерно як сипкий матеріал потребує обережного переміщення, оскільки надмірні механічні дії можуть призводити до пошкодження зернівок, утворення битого зерна, пилу та погіршення технологічних властивостей сировини. Тому під час проектування транспортера важливо не лише забезпечити необхідну продуктивність, а й підібрати такі режими роботи, які дозволять транспортувати зернову масу рівномірно, без зайвого травмування, просипання та перевантаження приводу. Рациональне проектування транспортера передбачає визначення його основних геометричних параметрів, швидкості руху робочого органу, тягового зусилля, потужності електродвигуна, а також перевірку працездатності основних вузлів.

Конвеєр є безперервно діючою машиною, яка призначена для транспортування сипких, кускових або штучних вантажів. За конструктивними ознаками розрізняють конвеєри зі стрічковими, ланцюговими, канатними та іншими тяговими елементами. Окрему групу становлять конвеєри без тягового органу, до яких належать гвинтові, інерційні, вібраційні та роликові транспортуючі машини.

У сучасних технологічних процесах конвеєри відіграють важливу роль, оскільки вони не лише забезпечують переміщення вантажів, а й значною мірою визначають темп виробництва. Їх використання сприяє підвищенню продуктивності праці та збільшенню обсягу випуску продукції. Окрім транспортно-технологічних функцій, конвеєри є одним з основних засобів комплексної механізації та автоматизації вантажно-розвантажувальних і складських робіт. Під час вибору раціонального виду транспортного обладнання з урахуванням техніко-економічного ефекту беруть до уваги характер вантажу або матеріалу, розміщення пунктів завантаження і розвантаження, відстань між ними, рівень механізації процесу, можливість застосування конвеєрних ліній, а також вимоги безпеки.

						КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Оскільки в даному випадку конвеєр призначений для переміщення зернової маси на невелику відстань і не потребує надто високої продуктивності, доцільно прийняти до розробки гвинтовий конвеєр. Такий тип обладнання дає змогу розподіляти зерно одночасно в кількох напрямках і виконувати його вивантаження у потрібній точці. Процес транспортування зерна відбувається в закритому просторі, тому потрапляння сторонніх предметів до конвеєра, а також доступ людей до його робочих органів, виключаються. Переміщення зерна здійснюється прямолінійно в горизонтальному напрямку, а самі конвеєри відзначаються простотою обслуговування та ремонту.

Транспортні машини тісно пов'язані із загальним технологічним процесом виробництва, тому їх робота має важливе значення для безперервності та стабільності всього виробничого циклу. З огляду на це конвеєри повинні бути надійними, довговічними, зручними в експлуатації та придатними до роботи в автоматизованому режимі.

До прогресивних напрямів розвитку конвеєрних машин, які мають значення для різних галузей промисловості, належать:

1. Автоматизація керування окремими машинами та складними конвеєрними системами з використанням ЕОМ.
2. Зменшення маси і габаритних розмірів конвеєрного обладнання за рахунок застосування принципово нових полегшених конструкцій машин та їх вузлів, широкого використання пластмас, легких металів, а також криволінійних металевих профілів замість традиційних катаних елементів.
3. Поліпшення умов праці обслуговуючого персоналу й виробничих робітників, запобігання втратам вантажів під час транспортування, а також ізоляція пилових, гарячих, газоподібних і хімічно агресивних матеріалів від навколишнього середовища.
4. Уніфікація та нормалізація обладнання за одночасного розширення кількості його типорозмірів.

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Підвищення якості та культури машинобудування шляхом широкого впровадження сучасних технологій і принципів технічної естетики.

Гвинтовий конвеєр належить до машин безперервної дії. Зазвичай він складається з нерухомого жолоба або труби, всередині яких розміщений гвинт, тобто шнек. Шнек спирається на зовнішні підшипникові опори, з одного боку має привод, а з іншого – вільний кінець. Крім основних робочих елементів, до складу такого конвеєра входять завантажувальні та розвантажувальні патрубки, приєднувальні фланці, механічний редуктор і приводний електродвигун.

Переміщення вантажу вздовж жолоба відбувається завдяки обертанню гвинтових витків.

За формою виконання витки гвинта можуть бути фасонними, смуговими та суцільними. Суцільні витки застосовують для транспортування дрібнозернистих, порошкоподібних і сухих матеріалів. Стрічкові та роликові витки використовують для переміщення крупнозернистих і клейких вантажів. Фасонні витки доцільно застосовувати під час транспортування матеріалів, схильних до злежування, або тоді, коли транспортування поєднується з технологічними операціями, наприклад перемішуванням чи подрібненням.

За кількістю заходів гвинти бувають одно-, дво- і тризахідними. Також виготовляють гнучкі шнекові конвеєри, у яких функцію шнека виконує циліндрична пружина.

Об'ємна швидкість транспортування матеріалу прямо залежить від частоти обертання шнека. У промислових умовах на шнекових конвеєрах можуть установлювати пристрої для регулювання швидкості. Іноді гвинтовий конвеєр називають просто шнеком, хоча в точному значенні цей термін стосується лише обертової частини шнекового обладнання.

Для забезпечення якісного контролю та обліку зерна, яке надходить до зерносховища, передбачено його зважування на автомобільних платформних вагах «Булат-А-60-Н». Вони мають вантажопідйомність 60 тонн, обладнані

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ваговимірювальними тензодатчиками та дискретно-числовим відліковим пристроєм.

Після зважування автомобільний транспорт направляють до приймального пристрою, призначеного для розвантаження автомобілів із причепами. Цей пристрій обладнаний автомобілерозвантажувачем У-АРГ-16 (поз. 2) у кількості 3 шт. Залізничний транспорт, у свою чергу, подається на розвантажувач залізничного вагона-саморозвантажувача УДРХ-60.

Неочищене зерно, що надходить на підприємство автомобільним транспортом, розвантажуються у завальні ями (поз. 1.1) у кількості 3 шт. Під завальними ямами встановлені скребкові конвеєри (поз. 3.1) продуктивністю 200 т/год у кількості 3 шт. Зерно, яке надходить залізничним транспортом, вивантажується у завальну яму (поз. 1.2), після чого переміщується скребковим конвеєром (поз. 3.1) продуктивністю 600 т/год у кількості 1 шт. Далі зерно з будь-якого скребкового конвеєра подається на стрічковий конвеєр (поз. 5.1) продуктивністю 600 т/год. Цей конвеєр транспортує зерно до стрічкової норії (поз. 6.1) продуктивністю 600 т/год, яка подає його у проміжний надсепараторний бункер (поз. 7). Під цим бункером розміщений магнітний сепаратор (поз. 8).

Видалення феромагнітних домішок із зернового потоку здійснюється електромагнітним сепаратором (поз. 8). Його встановлюють перед наступним обладнанням, щоб захистити робочі органи машин від металевих частинок, які можуть міститися у зерновій масі.

Після цього зерно надходить на повітряно-ситові сепаратори (поз. 9) продуктивністю 200 т/год у кількості 4 шт., з урахуванням одного резервного. У сепараторах зерно очищається від домішок, які спрямовуються у бункер відходів (поз. 12). З цього бункера відходи відвантажують на автомобільний транспорт. За потреби зерно після сепаратора може одразу направлятися на відвантаження в автотранспорт, якщо це технологічно доцільно.

									Арк.
									13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ				

Забруднене повітря разом із легкими домішками після сепаратора надходить на очищення у пиловіддільник (поз. 11). Рух повітряного потоку забезпечує вентилятор (поз. 10). У пиловіддільнику відбувається відокремлення легких домішок від забрудненого повітря, після чого очищене повітря видаляється в атмосферу.

Далі очищене зерно переміщується скребковим конвеєром (поз. 3.2) продуктивністю 600 т/год до стрічкової норії (поз. 6.2). Після норії через поворотний розподільник (поз. 13) зерновий потік поділяється на дві технологічні лінії.

Із розподільника зерно може бути направлено на стрічковий конвеєр (поз. 5.2) продуктивністю 600 т/год. Цей конвеєр переміщує його у проміжний бункер (поз. 13.1), звідки зерно, за умови вологості в межах 12–14%, надходить на зберігання у силоси (поз. 18).

Також із розподільника зерно може надходити на стрічковий конвеєр (поз. 5.3) продуктивністю 600 т/год, який подає його у проміжний бункер (поз. 13.2). Звідти за допомогою скребкового конвеєра (поз. 3.3) зерно направляється на стрічкову норію (поз. 6.3) продуктивністю 600 т/год. Далі стрічковим конвеєром (поз. 5.4) зерно подається на зерносушарки Cimbria AMG-40 – POS 10 (поз. 15) продуктивністю 200 т/год у кількості 3 шт.

Сушіння зерна у зерносушарці відбувається у двох зонах сушіння, після чого зерно проходить охолодження в окремій зоні. Температура в першій зоні сушіння повинна становити 55–60°C. У другій зоні сушіння температуру підтримують у межах 62–65°C. Охолодження зерна здійснюється шляхом продування шару зернової маси атмосферним повітрям у зоні охолодження.

Для подачі теплоносія крізь шар зерна в першій зоні сушіння застосовується відцентровий вентилятор (поз. 16.1), який приводиться в дію електродвигуном. У другій зоні сушіння продування теплоносія забезпечує відцентровий вентилятор (поз. 16.2), також з приводом від електродвигуна. Для

									Арк.
									14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ				

проходження повітря через шар зерна у зоні охолодження використовується відцентровий вентилятор (поз. 16.3), що працює від електродвигуна.

Для отримання теплоносія передбачена топка, у якій спалюється газоподібне паливо.

Після проходження зерносушарок очищене і висушене зерно скребковими конвеєрами (поз. 3.2) продуктивністю 200 т/год у кількості 3 шт. подається на стрічкову норію (поз. 6.4) продуктивністю 600 т/год. Із норії зерно надходить на стрічковий конвеєр (поз. 5.5), після чого направляється у силоси (поз. 18) для зберігання. Для відвантаження зерно із силосів гвинтовими конвеєрами (поз. 17) подається на стрічковий конвеєр FRT-600 (поз. 3.3), яким переміщується до місця відвантаження.

										КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

## РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

### 2.1. Опис існуючих конструкцій та запроєктованого обладнання

Норія належить до машин безперервного транспортування з гнучким тяговим органом. У ролі такого органа використовується ремінь або стрічка, на якій закріплені вантажонесучі ковші.

Головка норії складається з основи, великої кришки та малої кришки. За конструкцією вона є зварним вузлом, на якому встановлюють приводний барабан і привод. У головці передбачені приєднувальні фланці для норійних труб, а також отвори для виведення зерна після його розвантаження з ковшів. Щоб запобігти зворотному висипанню зерна, у головці встановлюють регульований шибер.

Велика та мала кришки виконують захисну й напрямну функції. Вони огорожують робочу зону та спрямовують рух зерна, яке розвантажується під час огинання стрічкою з ковшами приводного барабана.

Для захисту норії від вибуху надлишкової пилоповітряної суміші у норійних трубах встановлюють вибухорозрядні пристрої. Якщо висота розвантаження норії менша за 36 м, застосовують 2 комплекти таких пристроїв, які розміщують у двох норійних трубах трохи нижче головки норії. Якщо ж висота розвантаження перевищує 36 м, передбачають 4 комплекти вибухорозрядних пристроїв: 2 комплекти встановлюють у двох норійних трубах трохи нижче головки, а ще 2 комплекти – трохи вище башмака норії. У разі заглиблення норії в приямок ці пристрої розташовують вище рівня приямка.

Башмак норії являє собою збірний корпус, до складу якого входять стінка, опора, кришка, люк, шибер і шток.

						КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Усередині башмака на вертикальних штоках установлений барабан, який забезпечує натяг стрічки. Штоки розміщують у стаканах, закріплених у верхній частині корпусу башмака. Для створення необхідного натягу стрічки штоки з'єднують зі спеціальними гвинтами.

У верхній частині корпусу башмака передбачені отвори, через які здійснюється його з'єднання з норійними трубами.

Норійні труби, або секції, призначені для з'єднання головки та башмака норії. Крім того, вони виконують функцію огороження стрічки з ковшами під час її руху.

Норійна стрічка є одночасно тяговим і вантажонесучим органом норії. Вона огинає приводний і натяжний барабани. Вільні кінці стрічки з'єднують або внапуск, або за допомогою куточків.

На стрічці з певним кроком установлюють ковші. Їх кріплення до стрічки виконують спеціальними болтами, головки яких розташовують із внутрішнього боку стрічки. Під час затягування болтів необхідно стежити, щоб їхні головки були втоплені у спеціальні поглиблення, передбачені на ковшах.

До контрольних приладів норії належать датчик підпору, датчик швидкості, датчик контролю температури підшипника та датчик сходу стрічки.

Після вмикання приводу норії починає обертатися приводний барабан. Він приводить у рух норійну стрічку із закріпленими на ній ковшами.

Зерно, яке необхідно підняти, через завантажувальну воронку надходить у черевик норії. Там воно захоплюється ковшами, що рухаються, і піднімається до головки норії.

Коли стрічка з ковшами огинає приводний барабан, зерно, яке перебуває в ковшах, під дією відцентрових сил викидається з них. Далі через розвантажувальну воронку в головці воно виводиться з норії.

Будь-яка норія конструктивно має дві сторони завантаження: пряму, або активну, та зворотну, або пасивну. Пряма сторона забезпечує повноцінне завантаження зерна і дає змогу повністю виконати вимоги щодо

						КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

продуктивності для конкретної норії. Зворотна сторона може забезпечити завантаження лише приблизно на 50%. Це пояснюється тим, що ковші кріпляться до стрічки в одному напрямку – у бік підйому з активної сторони. Саме тому під час замовлення норії на заводі необхідно заздалегідь визначити її функції у загальній технологічній схемі підприємства.

Під час монтажу норії у її нижній частині обов'язково встановлюють датчик швидкості. Якщо норія забивається або всередину потрапляють сторонні предмети, які заважають її нормальній роботі, відбувається зупинка обладнання. У такому випадку датчик подає сигнал до електричного щита, який відключає живлення електродвигуна норії. Одночасно на пульті керування загоряється червона лампочка з повідомленням «Перешкода в норії».

Під час установа датчика швидкості необхідно користуватися інструкцією з монтажу, яка знаходиться в упаковці разом із самим датчиком. Слід пам'ятати, що при налаштуванні контакту зазор повинен становити 5 мм.

Стрічковий конвеєр – це транспортуючий пристрій безперервної дії, у якому вантажонесучий і тяговий механізми поєднані в одному елементі – замкнутій гнучкій стрічці. По всій довжині конвеєра стрічка спирається на нерухомі роликоопори, а її рух забезпечується силою тертя, що виникає між стрічкою і приводним барабаном. У харчовій промисловості стрічкові транспортери використовують для підйому та переміщення сипких вантажів.

Стаціонарний стрічковий конвеєр встановлюють на опорні ніжки. До його складу входять два барабани – приводний і натяжний, через які перекинута нескінченна стрічка. Щоб запобігти прогинанню робочої гілки стрічки, під нею розміщують опорні ролики. Вони закріплюються на кронштейнах. Для холостої гілки також передбачені ролики, установлені на відповідних кронштейнах.

Привод транспортера складається з електродвигуна, редуктора та з'єднувальної муфти. Усі елементи конвеєра виготовляють із конструкційної сталі кутового або швелерного профілю і монтують на опорній станині. Якщо

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конвеєр має значну довжину, його станину виконують у вигляді окремих секцій, які з'єднують між собою болтами або зварюванням.

Приводна станція стрічкового конвеєра включає приводний барабан, привод і опорну станину. Натяжна станція складається з веденого барабана та натяжного пристрою.

Як гнучкий тяговий орган у стрічкових конвеєрах застосовують прогумовані стрічки.

Ширина стрічки повинна бути на 50 мм більшою за ширину вантажу, що транспортується. Швидкість руху стрічки залежить від низки чинників і зазвичай перебуває в межах 0,1–0,25 м/с. Для забезпечення центрування стрічки приводні барабани виконують трохи випуклими. Ширина барабана має бути на 50–100 мм більшою за ширину стрічки.

Опорні ролики виготовляють із металевих труб діаметром 50–100 мм. Крок роликів на робочій гілці транспортера повинен бути не більшим за половину довжини штучного вантажу. Під час транспортування дрібноштучних і сипких матеріалів він становить від 500 мм до 1,5 м. У зоні завантаження стрічки крок роликів приймають меншим. Під холостою гілкою крок роликів становить 1,5–4 м.

Для створення необхідного зчеплення стрічки з приводним барабаном, компенсації її витягування під час експлуатації та зменшення провисання між опорними роликами застосовують гвинтові й вантажні натяжні пристрої. Гвинтові натяжні пристрої мають компактнішу конструкцію, однак потребують періодичного підтягування стрічки шляхом обертання гвинтів.

Під час регулювання приводних і натяжних станцій транспортерів необхідно стежити, щоб поздовжні осі барабанів були перпендикулярними до осі транспортера, а середина барабанів збігалася з цією віссю. Стрічка конвеєра має бути точно і якісно з'єднана, а також рівномірно натягнута із зусиллям, яке не перевищує її розривного навантаження.

						КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Сучасні стрічкові транспортери характеризуються високою надійністю, безпечністю роботи та невеликою трудомісткістю обслуговування. Удосконалення їхніх конструктивних і технологічних параметрів дає змогу розширювати сфери та масштаби застосування такого обладнання. Наприклад, використання проміжних приводів дозволяє збільшити довжину конвеєрних ставів і зменшити або повністю усунути кількість проміжних перевантажень, що, у свою чергу, сприяє підвищенню строку служби стрічки.

Скребокві конвеєри широко застосовуються у зернопереробній промисловості, оскільки вони добре пристосовані для переміщення сипких матеріалів у межах технологічних ліній. Принцип їх роботи полягає у тому, що вантаж рухається по нерухомому жолобу за допомогою скребків, закріплених на рухомому ланцюзі. Такі конвеєри використовують для транспортування пилоподібних, зернистих і кускових вантажів.

Конвеєри із зануреними скребками можуть переміщувати матеріал на горизонтальних, похилих і навіть вертикальних ділянках траси. Завдяки цьому їх застосовують для транспортування дрібнокусових, зернистих, пилоподібних і легкосипких вантажів. Скребокві конвеєри здатні без значних перевантажень підіймати вантаж на висоту до 20 м, переміщувати його на відстань до 100 м і забезпечувати продуктивність до 700 т/год.

Гвинтовий, або шнековий, конвеєр – це спеціальна транспортуюча машина, у якій переміщення вантажу здійснюється за рахунок волочіння матеріалу вдовж нерухомого жолоба лопатями гвинта, що обертається. За характером роботи гвинтовий конвеєр належить до машин безперервної дії.

У більшості випадків гвинтовий конвеєр складається з нерухомого жолоба або труби, всередині яких розміщений гвинт, тобто шнек. Він утримується у робочому положенні за допомогою підвісних підшипників. Один кінець шнека з'єднаний із приводом, а другий залишається вільним. Крім того, до складу гвинтового конвеєра входять завантажувальний і розвантажувальний

									Арк.
									20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ				

патрубки, приєднувальні фланці, механічний редуктор та приводний електродвигун.

Переміщення вантажу вздовж осі жолоба відбувається завдяки роботі витків гвинта. За конструкцією витки можуть бути суцільними, стрічковими або фасонними. Суцільні витки застосовують для транспортування сухих, порошкоподібних і дрібнозернистих матеріалів. Стрічкові гвинтові конвеєри доцільно використовувати для крупнозернистих або липких вантажів. Фасонні витки застосовують тоді, коли потрібно переміщувати речовини, схильні до злежування.

Швидкість переміщення об'єму продукції, що транспортується, прямо залежить від частоти обертання шнека. У промислових умовах використовують шнекові конвеєри, у яких передбачена можливість регулювання швидкості обертання.

Шнекові гвинтові транспортери застосовують на різних підприємствах, зокрема у виробництві будівельних матеріалів, гірничо-збагачувальній і хімічній промисловості. Також гвинтові конвеєри використовують у борошномельній, комбікормовій та деревообробній галузях. У машинобудівних цехах такі агрегати можуть служити для переміщення зливної стружки, яку необхідно видаляти від металорізальних верстатів.

У сільському господарстві гвинтовий конвеєр також є важливим елементом механізації. Його застосовують для транспортування зерна та зернобобових культур із вантажних автомобілів і зерновозів у спеціальні бункери, де продукція надалі зберігається.

Горизонтальний конвеєр складається з корпусу поз. 1, у якому обертається гвинт поз. 3, а також завантажувального люка поз. 7 і розвантажувального люка поз. 8. Вал гвинта підтримується двома кінцевими підшипниками поз. 4 та поз. 5.

Зверху конвеєр закривається кришкою поз. 2. Привод конвеєра встановлений на рамі поз. 9 і складається з електродвигуна поз. 11, редуктора поз. 12 та двох пружних втулково-пальцевих муфт поз. 13, 13.

						КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

## Технічна характеристика гвинтового конвеєра

Показник	Значення
Продуктивність, т/год	40
Довжина конвеєра, м	12
Діаметр гвинта, мм	400
Частота обертання гвинта, об/хв	45
Крок гвинта, мм	320
Потужність двигуна, кВт	3,0
Частота обертання двигуна, об/хв	1410
Габаритна довжина, мм	13009
Габаритна ширина, мм	720
Габаритна висота, мм	626

Перед запуском конвеєра необхідно перевірити, чи відкриті розвантажувальні засувки, а також чи готовий наступний за конвеєром агрегат до приймання матеріалу.

Пуск конвеєра слід виконувати при порожньому жолобі. Якщо під час запуску в жолобі знаходиться матеріал, це значно збільшує крутний момент і створює додаткове навантаження на робочі органи машини.

Після пуску потрібно поступово відкривати засувку завантажувальної воронки, щоб матеріал надходив у конвеєр не різко, а рівномірно. Під час роботи необхідно дотримуватися таких вимог:

- зерно повинно подаватися в конвеєр рівномірним потоком;
- не допускається подача матеріалу в кількості, що перевищує пропускну здатність конвеєра, оскільки це може призвести до ущільнення і спресовування матеріалу в жолобі.

У процесі експлуатації потрібно постійно контролювати стан підвісних підшипників конвеєра. Шийки вала, які обертаються у підвісних підшипниках, належать до деталей, що найчастіше зазнають зношування.

Перегрів підвісних підшипників, який спричиняє їх прискорене зношування, може виникати через зміщення осей підшипників відносно осі

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конвеєра, недостатнє або нерегулярне змащування, а також через потрапляння частинок матеріалу, що транспортується, у підшипникові вузли.

Насамперед необхідно переконатися, що підшипники мають достатню жорсткість, надійно закріплені та не вібрують під час роботи. У процесі транспортування окремі частинки матеріалу можуть застрягати через недостатній зазор між шнеком і жолобом. Розмір цього зазору можна регулювати зміною положення підшипника за допомогою прокладок.

Потрібно систематично перевіряти стан ущільнювачів і за потреби вживати заходів для ущільнення стиків. Під час транспортування матеріалів, які мають здатність ущільнюватися, контроль за роботою конвеєра повинен бути особливо ретельним. Пилоподібні матеріали, що накопичуються у канавках і на поверхнях кришок, необхідно регулярно видаляти.

Негайно зупиняти конвеєр потрібно лише у випадках, коли його подальша робота може створити небезпеку для працівників, а також тоді, коли в електродвигуні або пусковому пристрої з'являється іскріння.

Після завершення роботи конвеєр необхідно звільнити від залишків зернового продукту і вимкнути. Далі слід прибрати робоче місце, а інвентар та прилади перенести у визначене для них місце. Про всі недоліки й несправності, які виникли під час роботи, потрібно повідомити чергового зміни або старшого працівника, а також зробити відповідний запис у журналі «Приймання-здавання зміни».

Під час експлуатації шнекових конвеєрів необхідно суворо дотримуватися правил безпеки. Крім загальних вимог, характерних для всіх машин, потрібно пам'ятати, що категорично забороняється знімати кришку конвеєра під час його роботи.

Конструкція огорожень повинна повністю відповідати вимогам безпеки. Водночас огороження не мають заважати обслуговуючому персоналу спостерігати за роботою машини. Доцільно застосовувати сітчасті огороження, закріплені на суцільному каркасі.

						КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Під час експлуатації шнекового конвеєра необхідно дотримуватися таких правил безпеки:

- забороняється під час обертання шнека очищати робочі органи від налиплих частин транспортованого матеріалу, а також виконувати ремонт конвеєра;
- проходи між конвеєрами та стіною або іншими машинами повинні бути не меншими ніж 1 м і не повинні захищуватися;
- монтаж електрообладнання гвинтового конвеєра має виконуватися відповідно до правил техніки безпеки та чинних інструкцій.

Перед пуском конвеєра необхідно перевірити наявність мастила у підшипникових вузлах і редукторі. За потреби слід додати мастило відповідно до встановлених вимог. Під час пробного запуску перевіряють правильність напрямку обертання гвинта, відсутність його зачіпання за корпус, а також відсутність підвищеної вібрації та стороннього шуму в підшипниках.

Під час роботи конвеєра контролюють ступінь нагрівання підшипників, рівномірність подачі матеріалу, а також відсутність просипання через люки і стики. Зовнішні поверхні конвеєра та приводу потрібно регулярно очищати від мастила і бруду, а також перевіряти рівень масла в редукторі.

Змащування підшипників виконують щомісяця за допомогою лубрикаторів.

Зупиняти конвеєр слід лише після припинення подачі матеріалу та повного звільнення корпусу по всій його довжині.

Рама приводу і корпус конвеєра повинні бути надійно заземлені. Частини приводу, які швидко обертаються, необхідно закривати знімними кожухами. Вони мають забезпечувати можливість огляду та змащування обладнання. Конвеєр повинен бути обладнаний автоматичним пристроєм, який відключає привід у разі перевантаження.

Корпус конвеєра має бути герметично закритий кришкою, а контрольний люк під час роботи повинен залишатися закритим. Забороняється вмикати конвеєр зі знятими кришками та захисними кожухами приводу.

						КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

## 2.2. Ремонт і монтаж обладнання

До виконання ремонтних і монтажних робіт допускаються лише працівники, які пройшли відповідну підготовку, мають дозвіл на виконання таких робіт і досягли віку понад 18 років.

Обладнання підприємств зернопереробної промисловості працює в досить складних експлуатаційних умовах. Це пов'язано з тим, що зерно та зернопродукти мають абразивні властивості, а повітря у виробничих цехах таких підприємств часто містить значну кількість пилу.

Крім того, частина машин експлуатується за межами критих приміщень, тому на їх роботу впливають атмосферні опади, підвищена вологість, а в зимовий період – низькі температури.

Такі умови роботи ускладнюють експлуатацію машин і підвищують вимоги як до якості самого обладнання, так і до правильності його монтажу.

Аналіз причин незадовільної роботи машин і виникнення простоїв показує, що значна частина несправностей з'являється внаслідок дефектів, допущених під час монтажу та налагодження обладнання.

Навіть добре спроектовані й якісно виготовлені машини можуть працювати нестабільно та часто виходити з ладу, якщо їх монтаж виконано недостатньо ретельно або з порушенням вимог. Низька якість монтажних робіт під час подальшої експлуатації може спричинити поштовхи, ривки, зниження робочих швидкостей, прискорене зношування деталей і вузлів, а в результаті – потребу в частих ремонтах.

Якість і строки виконання монтажних робіт значною мірою залежать від правильної організації процесу, а також від підготовки необхідної технічної документації.

Процес монтажу обладнання поділяють на два основні періоди: підготовчий і безпосередньо монтажний. Підготовчий період охоплює роботи, пов'язані з підготовкою машини до встановлення, зокрема:

									Арк.
									25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ				

- приймання машин, які підлягають монтажу, їх розвантаження на монтажному майданчику, огляд і перевірку комплектності вузлів та деталей;
- повне укомплектування вузлів перед початком монтажу;
- складання окремих вузлів в укрупнені складальні одиниці, маса і габарити яких відповідають можливостям наявного вантажопідйомного обладнання;
- приймання виконаних будівельних робіт, зокрема фундаментів і рейкових шляхів;
- доставку необхідних підйомно-транспортних засобів.

Виконання монтажних робіт включає такі основні операції:

- установлення та розміщення транспортного обладнання на монтажному майданчику;
- проведення такелажних робіт, пов'язаних із підйомом, переміщенням, установленням і закріпленням машини;
- налагодження машин після завершення монтажу або встановлення;
- випробування окремих вузлів і машини в цілому без навантаження та під навантаженням.

Монтаж машин може виконуватися методом поступового нарощування або крупноблочним методом.

Метод поступового нарощування передбачає послідовне встановлення наступних складальних одиниць на частини машини, змонтовані раніше. Такий спосіб застосовують тоді, коли на монтажному майданчику немає відповідних вантажопідйомних механізмів і пристроїв.

Зазвичай методом поступового нарощування монтують машини, які розміщуються у вертикальному напрямку. Крупноблочний метод передбачає паралельне складання укрупнених блоків із подальшим монтажем машини з цих блоків. Складання блоків поділяють на підвузлове та вузлове, а самі роботи можуть виконуватися кількома бригадами одночасно.

										Арк.
										26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ					

Поняття монтажу крупними блоками часто пов'язують зі швидкісним монтажем, оскільки встановлення великих блоків дає змогу суттєво скоротити загальну тривалість робіт.

Процес крупноблочного монтажу складається з кількох послідовних стадій. Спочатку виконують попереднє укрупнення складальних одиниць із деталей, після чого формують цілі блоки-вузли з підсистемами. Такі роботи можуть проводитися на відмітках нижче проектних, осторонь від кінцевого місця встановлення або безпосередньо в проектному положенні. На завершальному етапі машину монтують у проектному положенні з попередньо зібраних блоків-вузлів.

Оскільки довжина гвинтового конвеєра становить 15 м, на місце експлуатації він надходить у розібраному вигляді.

Монтажні роботи розпочинають на заздалегідь підготовленому місці встановлення. Воно повинно відповідати вимогам, необхідним для правильного монтажу конвеєра. Перед початком робіт готують фундамент для встановлення обладнання, а також забезпечують наявність вантажопідйомних засобів, зокрема талів, лебідок та іншого оснащення, оскільки конвеєр передбачається встановлювати на висоті. Під час монтажу обов'язково виконують ретельну перевірку положення конвеєра за рівнем.

Перед тим як розпочати монтаж конвеєра, який надійшов у розібраному стані, необхідно уважно перевірити технічний стан його основних вузлів: привода, жолоба, цапф і вкладишів підвісних підшипників.

Під час огляду слід переконатися у відсутності вм'ятин на жолобі, викривлень гвинта, а також звернути увагу на якість підгонки робочих поверхонь і вкладишів.

Усі виявлені дефекти потрібно усунути до початку монтажних робіт. Одночасно з цим перевіряють стан фундаменту, на який буде встановлюватися обладнання.

Після перевірки вузлів машини і фундаменту натягують головну струну-орієнтир та уточнюють вертикальні відмітки опор машини.

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Монтаж доцільно починати з встановлення приводної секції. Після її закріплення переходять до монтажу жолоба. Якщо жолоб складається з окремих секцій, їх необхідно зістикувати між собою, перевірити положення за орієнтиром у горизонтальній площині та за рівнем у вертикальній площині.

Під час виконання цієї роботи потрібно стежити, щоб у жолобі не було перекосів, викривлень і згинів у місцях стикування окремих секцій.

Щоб запобігти просипанню та запиленню зерна під час транспортування, у стиках жолоба необхідно встановити прокладки з картону або азбесту.

Після встановлення та вивірки жолоба переходять до монтажу підвісних підшипників і секцій гвинта. Розпочинаючи цю операцію, слід враховувати, що взаємне положення гвинта і жолоба залежить від точності встановлення та закріплення підвісних підшипників.

Підвісні підшипники вивіряють за допомогою прокладок. У процесі вивірки необхідно забезпечити збіг осі гвинта з віссю жолоба конвеєра.

Після завершення вивірки вала підвісні підшипники остаточно закріплюють. Далі вал конвеєра прокрутають вручну та визначають усі місця, де спіраль може зачіпати кожух.

Виявлені недоліки усувають, після чого конвеєр обкатують на холостому ходу протягом 1–2 год. Під час холостої обкатки контролюють температуру нагрівання підшипників.

Після завершення монтажу отвори у трубі-жолобі закривають кришками та встановлюють приймальний патрубок.

Повністю змонтований конвеєр обкатують під навантаженням. У процесі такої перевірки конвеєр періодично зупиняють, щоб проконтролювати стан кріплень і ступінь нагрівання підшипників.

До основних дефектів, які можуть виникати у гвинтових конвеєрах під час експлуатації, належать пошкодження гвинтів, руйнування або порушення зварних швів, спрацювання жолоба, з'єднувальних цапф, підшипників і деталей привода.

									Арк.
									28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ				

Ремонт вала з гвинтом виконують залежно від характеру пошкоджень. Деформовані витки гвинта виправляють на оправці дерев'яними молотками. Якщо витки мають значне спрацювання, їх замінюють новими, виготовленими з листової сталі товщиною 2–2,5 мм. При цьому зовнішній і внутрішній діаметри виготовленого гвинта повинні відповідати внутрішньому діаметру гвинтового конвеєра та діаметру вала.

Краї заготовки очищують від задирок, після чого її розрізають, розтягують і складають у секції. Секції закріплюють заклепками або з'єднують зварюванням.

Готову спіраль надягають на вал і приварюють переривчастим одностороннім швом так, щоб кожний виток був надійно з'єднаний із валом. Кінці витків приварюють двостороннім швом довжиною 60–88 мм. Витки повинні розташовуватися на валу у вигляді плавної спіралі з однаковим кроком по всій довжині. Частина витків, розміщених з одного боку підшипника, має бути продовженням спіралі з іншого боку.

Ремонт жолоба здійснюють шляхом накладання латок на спрацьовані ділянки секцій із використанням електрозварювання. Якщо відновити пошкоджену секцію неможливо, її замінюють новою.

Привід, проміжні та кінцеві підшипники, а також проништейни ремонтують за загальною технологією, прийнятою для відповідних вузлів і деталей.

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ				

РОЗДІЛ 3  
КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Розрахунок і підбір обладнання

Розраховуємо загальну кількість силосів, виходячи з того, що потужність підприємства складає 600 тис. т.

Відповідно до даних підприємства місткість одного силоса становить 35 тис.т. Розрахуємо кількість силосів (в шт.)

$$Z_c = \frac{M}{m_c} = \frac{600000}{35000} = 17,1 \quad (3.1)$$

де  $M=600$  тис.тонн – потужність підприємства

$m_c=35$  тис.тонн - місткість одного силоса

Приймаємо до встановлення 18 силосів, з врахуванням одного запасного

Розрахуємо загальну кількість зерна, що приймається підприємством за добу (в т/добу)

$$G_d = N \cdot Z_{зм} \cdot \tau_{зм} = 600 \cdot 8 \cdot 3 = 14400 \quad (3.2)$$

де  $\tau_{зм}=8$  год – тривалість зміни

$z_{зм}=3$  – кількість робочих змін на добу

$N=600$  т/год - продуктивність лінії приймання, очищення, сушіння та зберігання зерна

Розраховуємо кількість днів приймання зерна підприємством

$$Z_d = \frac{M}{G_d} = \frac{600 \cdot 1000}{14400} = 42 \quad (3.3)$$

Вибір обладнання для потокової лінії, призначеної для приймання, очищення, сушіння та подальшого зберігання зерна, здійснюємо відповідно до заданої продуктивності, яка становить 600 т/год.

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для приймання зернової маси, що доставляється на підприємство автомобільним транспортом, передбачаємо встановлення трьох скребкових конвеєрів марки FRL-200. Продуктивність кожного з них становить 200 т/год, що в сумі забезпечує необхідну пропускну здатність лінії.

Приймання зерна із залізничного транспорту забезпечується одним скребковим конвеєром марки FRL-600 продуктивністю 600 т/год.

Для подальшого переміщення зерна на очищення приймаємо стрічковий конвеєр марки FRT-600 продуктивністю 600 т/год у кількості 1 шт., а також стрічкову норію марки FPK-600 продуктивністю 600 т/год у кількості 1 шт.

Далі необхідно визначити вантажомісткість проміжного надсепараторного бункера, оскільки його об'єм має забезпечувати безперервну роботу повітряно-ситового сепаратора протягом 3 годин.

$$m_{\text{нб}} = N \cdot \tau_{\text{нб}} = 600 \cdot 3 = 1800 \quad (3.4)$$

де  $\tau_{\text{нб}} = 3$  год – тривалість безперервної роботи для сепаратора.

До встановлення приймаємо проміжний надсепараторний бункер місткістю 2 тис. т, який забезпечує накопичення зерна перед подачею на очищення.

Для видалення із зернової маси феромагнітних домішок передбачаємо встановлення одного пластинчастого трубного магнітного сепаратора марки ПТСГ продуктивністю 600 т/год.

Очищення зерна від легких домішок здійснюється за допомогою повітряно-ситових сепараторів марки TexasShaker-100. Продуктивність одного сепаратора становить 100 т/год, тому для забезпечення необхідної продуктивності лінії приймаємо 7 сепараторів, один із яких передбачено як резервний.

Для очищення запиленого повітря від зернового пилу та легких домішок застосовуємо жалюзійні пилівіддільники марки JM21/30-0,64T-R у кількості 4 шт., з урахуванням одного резервного. Також передбачаємо встановлення 4

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відцентрових вентиляторів марки VR68/30-0,64Г-R, з яких один приймається як резервний на випадок ремонту або технічного обслуговування.

Далі визначимо необхідну місткість бункера для відходів, враховуючи середній рівень засміченості зерна протягом усього періоду приймання.

$$G_{\text{об}} = \frac{P_c \cdot k}{100} = \frac{600 \cdot 2}{100} = 12 \quad (3.5)$$

де  $P_c = 600$  т/год – сумарна продуктивність сепараторів

$k = 2$  – середній процент відсоток забрудненості зерна

До встановлення приймаємо бункер для відходів місткістю 12 т. Такий об'єм обрано з урахуванням необхідності забезпечення безперервної роботи повітряно-ситового сепаратора протягом 1 години без зупинок на вивантаження відходів.

Для подачі зерна в проміжні бункери передбачаємо встановлення скребового конвеєра марки FRL-600 продуктивністю 600 т/год у кількості 1 шт. Також для вертикального переміщення зернової маси приймаємо стрічкову норію марки FPK-600 продуктивністю 600 т/год у кількості 1 шт.

### 3.2 Енергетичний розрахунок

Продуктивність гвинтового конвеєра складає 40 тонн на годину (згідно завдання), визначаємо частоту обертання шнека конвеєра (в об/хв.) [1, с.407]

$$n = \frac{P}{0,25 \pi D^2 t \rho \varphi} = \frac{40}{0,25 \cdot 3,14 \cdot 3,6 \cdot 0,42 \cdot 0,32 \cdot 800 \cdot 0,7} = \frac{0,49 \text{ об}}{с} = 29 \text{ об/хв} \quad (3.6)$$

де  $D = 0,4$  м – діаметр шнека

$t = 0,8D = 0,8 \cdot 0,4 = 0,32$  м – крок витків шнека

$\rho = 800$  кг/м<sup>3</sup> – насипна вага зерна

$\varphi = 0,7$  – коефіцієнт заповнення корпуса зерном

Частота обертання шнека повинна відповідати умові  $n \leq n_{\text{max}}$

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільша частота обертання гвинта визначається по емпіричній формулі [1,с.409]

$$n_{max} = A/\sqrt{D} = 65/\sqrt{0,4} = 103 \text{ об/хв.} \quad (3.7)$$

Таким чином  $n < n_{max}$ , умова виконується.

Приймаємо  $n = 45$  об/хв

Визначаємо потужність на валу гвинта ( в кВт) по формулі [1,с.410]

$$P_0 = (k_y \Pi / 367)(L k_T'' + H) = (1,2 \cdot 40 / 367)(12 \cdot 1,2 + 0) = 1,87 \quad (3.8)$$

де  $k_y = 1,2$  – коефіцієнт запасу

$L = 12$  м – довжина конвеєра

$k_T' = 1,2$  – коефіцієнт опору руху

$H = 0$  м – висота підйому зерна (конвеєр має горизонтальне розташування)

Потужність електродвигуна ( в кВт) визначається по формулі [1,с.410]

$$P = P_0 / \eta_{пр} = 1,87 / 0,85 = 2,2 \quad (3.9)$$

де  $\eta_{пр} = 0,85$  – коефіцієнт корисної дії приводу

Приймаємо до встановлення електродвигун марки АИР100S4 потужністю 3,0 кВт, частотою обертання

1410 об/хв. [2,с.189]

### 3.3 Кінематичний розрахунок

Визначаємо передаточне число редуктора по формулі [1,с.410]

$$u = n_{дв} / n_{ш} = 1410 / 45 = 31,3 \quad (3.10)$$

Крутний момент на вихідному валу редуктора визначаємо з умови

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_2 = 9,55 \left( \frac{P_0}{n_{ш}} \right) = 9,55 \left( \frac{2770}{45} \right) = 588 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.11)$$

де  $P_0 = 2770$  Вт – потужність на вихідному валу редуктора

$n_{ш} = 45$  об/хв – частота обертання вихідного вала редуктора

Для приводу приймаємо до встановлення циліндричний двоступеневий редуктор марки 1Ц2У-125. Його передаточне число становить ( $u_p = 31,5$ ), номінальний крутний момент на вихідному валу – 700 Н·м. Коефіцієнт корисної дії редуктора дорівнює ( $\eta_p = 0,98$ ). Діаметр вхідного вала становить 20 мм, а вихідного – 45 мм [2, с. 206]. Уточняємо число обертів шнека (в об/хв)

$$n_{ш} = \frac{n_{дв}}{u_p} = \frac{1410}{31,5} = 44,76 < n_{max}, \text{ що відповідає умові.}$$

Крутний момент на валу гвинта (в Н·м) [1, с.410]

$$T_2 = 9,55 \left( \frac{P_0}{n_{ш}} \right) = 9,55 \left( \frac{2770}{44,8} \right) = 590 \quad (3.12)$$

#### 3.4 Конструктивний розрахунок

Визначаємо діючу на гвинт осьову силу (в кг) по формулі [1, с.410]

$$F_0 = T_2 / (r_0 \operatorname{tg}(\alpha + \rho')) \quad (3.13)$$

де  $r_0$  – радіус, на якому прикладена осьова сила, м

$\alpha$  - кут підйому гвинтової лінії

$\rho$  - приведений кут тертя зерна по поверхні зерна

Визначаємо радіус прикладання до гвинта осьової сили [1, с.411]

$$r_0 = (0,7 \dots 0,8)D/2 = (0,7 \dots 0,8)0,4/2 = 0,14 \dots 0,16 \quad (3.14)$$

Приймаємо  $r_0 = 0,15$  м

Для зерна  $\operatorname{tg} \rho' = f = 0,65$  [1, с.531]

Звідки  $\rho' = 33^\circ$

Визначаємо кут підйому гвинтової лінії

$$\operatorname{tg} \alpha = t / (2\pi r_0) = 0,32 / (2 \cdot 3,14 \cdot 0,15) = 0,34 \quad (3.15)$$

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звідки  $\alpha = 18^\circ$ , де  $t = 0,32$  м – крок гвинта

Знайдені величини підставляємо у формулу (3.13) і визначаємо діючу на гвинт осьову силу

$$F_0 = 590 / (0,15 \operatorname{tg}(33^\circ + 18^\circ) 9,81) = 325 \text{ кг}$$

Розрахунок діаметра вала гвинта проводимо на кручення по допустимим дотичним напругам [2,с.194]

$$\tau_k = T_2 / W_p \leq [\tau_k] \quad (3.16)$$

де  $T_2 = 590$  Н·м – крутний момент на валу гвинта

$W_p$  – полярний момент опору крутного перерізу вала

$[\tau_k] = 25$  МПа – допустима напруга на кручення для валів з вуглецевої сталі

Визначаємо полярний момент опору

$$W_p = T_2 / [\tau_k] = 590 / (25 \cdot 10^6) = 23,6 \cdot 10^{-6} \quad (3.17)$$

Виходячи з формули [2,с.194]

$$W_p = \pi d^3 / 16 \quad (3.18)$$

Визначаємо діаметр вала гвинта (в м)

$$d = \sqrt[3]{16W_p / 3,14} = \sqrt[3]{16 \cdot 23,6 \cdot 10^{-6} / 3,14} = 4,9 \cdot 10^{-2} \quad (3.19)$$

Приймаємо  $d_b = 70$  мм (діаметр вихідного вала редуктора 45мм).

Розрахунковий крутний момент для муфти між редуктором і шнеком визначається по формулі

$$T_3 = k_p T_2 = 1,5 \cdot 590 = 885 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.20)$$

де  $k_p = 1,5$  – коефіцієнт режиму роботи

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо до встановлення втулково-пальцеву муфту з допустимим крутним моментом  $[T_p]=1000 \text{ Н}\cdot\text{м}$  з розмірами: діаметр під пальці  $D_0 = 176 \text{ мм}$ , число пальців  $z = 10$  шт., довжина втулки  $l = 36 \text{ мм}$ , діаметр пальця  $d_{п} = 18 \text{ мм}$ .

Перевіряємо гумові втулки на зминання їх поверхонь при дотику з пальцями

$$\sigma_{зм} = F_t / (d_{п} l_B) \leq [\sigma_{зм}] \quad (3.21)$$

де  $F_t$  – колова сила, що передається одним пальцем (в Н)

$$F_t = T_3 / (0,5 D_1 z_n) = 885 / (0,5 \cdot 0,176 \cdot 10) = 1005 \quad (3.22)$$

$$\sigma_{зм} = 1005 / (36 \cdot 18 \cdot 10^{-6}) = 1,55 \cdot 10^6 \text{ Па} < [\sigma_{зм}] = 2,0 \text{ МПа}$$

де  $[\sigma_{зм}] = 2,0 \text{ МПа}$  – допустима напруга зминання гуми.

Умовне позначення муфти: муфта пружна втулково-пальцева МУВП 1000-45-1.55-1-У3 ДСТУ ГОСТ 21424-93

Визначаємо крутний момент на валу електродвигуна по формулі (в Н·м)

$$T_{дв} = 9,55 P_{дв} / n_{дв} = 9,55 \cdot 3000 / 1410 = 20,3 \quad (3.23)$$

Розраховуємо крутний момент

$$T_4 = 1,5 \cdot 20,3 = 30,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Приймаємо для з'єднання валу двигуна і валу редуктора втулково-пальцеву муфту з допустимим крутним моментом  $[T_p]=63 \text{ Н}\cdot\text{м}$

Параметри муфти:  $D_1 = 70 \text{ мм}$ ,  $d_{п} = 10 \text{ мм}$ ,  $l_B = 15 \text{ мм}$ ,  $z_{п} = 6$  шт.

Колова сила

$$F_t = 30,5 / (0,5 \cdot 70 \cdot 6 \cdot 10^{-3}) = 145 \text{ Н}$$

Тоді

$$\sigma_{зм} = 145 / (10 \cdot 15 \cdot 10^{-6}) = 0,96 \cdot 10^6 \text{ Па} < [\sigma_{зм}] = 2,0 \text{ МПа}$$

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Умовне позначення муфти: муфта пружна втулково-пальцева МУВП 63-18-1.20-1-У3 ДСТУ ГОСТ 21424-93

Підшипники кочення підбираємо по динамічній вантажопідйомності  $C_{тр} \leq C$

де  $C_{тр}$  – розрахункова динамічна вантажопідйомність (Н)

$C$  – допустима динамічна вантажопідйомність підшипника

Визначаємо значення динамічної вантажопідйомності по формулі [3, с.212]

$$C_{тр} = (XVF_r + YF_a)K_b \cdot K_T(6 \cdot 10^{-5}nL_n)^{1/\alpha} \quad (3.24)$$

де  $X = 0,46$  – коефіцієнт радіального навантаження

$Y = 1,46$  – коефіцієнт осевого навантаження

$V = 1,2$  – коефіцієнт обертання

$F_r = 0$  Н – радіальне навантаження підшипника

$F_a = 325 \cdot 9,81 = 3188$  Н – осеве навантаження підшипника

$K_b = 2$  – коефіцієнт безпеки

$K_T = 1,0$  – температурний коефіцієнт

$n = 45$  об/хв. – частота обертання вала

$L_n = 15 \cdot 10^3$  год – довговічність підшипника

$\alpha = 3$  – величина, що залежить від типу підшипника

Тоді

$$\begin{aligned} C_{тр} &= (0,46 \cdot 1,2 \cdot 0 + 1,46 \cdot 3188) \cdot 2 \cdot 1 \cdot (6 \cdot 10^{-5} \cdot 45 \cdot 15 \cdot 10^3)^{1/3} = \\ &= 31975 \text{ Н} \approx 40 \text{ кН} \end{aligned}$$

Приймаємо до встановлення підшипники кулькові радіально-упорні однорядні середньої серії 46312 ГОСТ 831-75 діаметром 60 мм допустимою динамічною вантажопідйомністю  $C = 66,6$  кН.

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

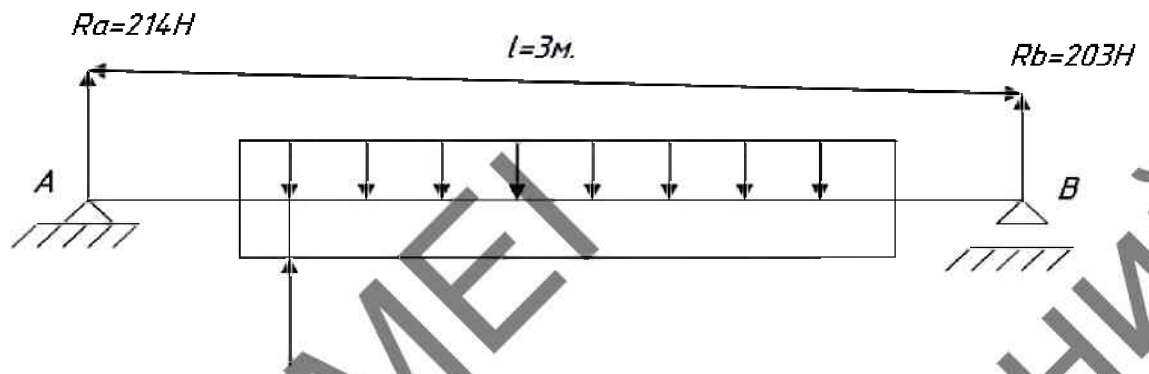


Рисунок 3.1.- Схема навантаження на вал проміжної секції

Визначаємо епюри згинаючого і крутного моментів: Реакції  $R_a$  і  $R_b$ , в (Н) за формулою:

$$R_a = \frac{\frac{P_{\text{попер}} \cdot l^2}{2l} + P_{\text{ос}} \cdot r}{l} = \frac{\frac{846 \cdot 5^2}{2 \cdot 5} + 1740 \cdot 0,126}{5} = 466 \quad (3.25)$$

де:

$P_{\text{попер}} = 846$  Н - поперечне навантаження;

$P_{\text{ос}} = 1740$  Н – осьова сила;

$r = 0,126$  м - радіус прикладання осьової сили.

$$R_b = \frac{\frac{P_{\text{попер}} \cdot l^2}{2l} - P_{\text{ос}} \cdot r}{l} = \frac{\frac{846 \cdot 5^2}{2 \cdot 5} - 1740 \cdot 0,126}{5} = 379 \quad (3.26)$$

Будуємо епюри згинаючого і крутного моментів в (Н·м)

$$M_{зг1} = R_a \cdot \frac{l}{2} - \frac{P_{\text{попер}} \cdot l^2}{8l} = 466 \cdot \frac{5}{2} - \frac{846 \cdot 5^2}{8 \cdot 5} = 636 \quad (3.27)$$

$$M_{зг2} = R_b \cdot \frac{l}{2} - \frac{P_{\text{попер}} \cdot l^2}{8l} = 379 \cdot \frac{5}{2} - \frac{846 \cdot 5^2}{8 \cdot 5} = 418 \quad (3.28)$$

Перевірочний розрахунок вала

Визначаємо для небезпечного перерізу вала запас міцності і зрівнюємо його з допустимим.

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо розрахункове напруження згину в (Н/мм<sup>2</sup>)

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг} \cdot 10^3}{W} \quad (3.29)$$

де

$M_{зг}$  - сумарний згинаючий момент в перерізі вала, Н·м;

$W$  - осьовий момент опору перерізу вала, мм.

$$M_{зг} = \sqrt{M_{зг1}^2 + M_{зг2}^2} = \sqrt{636^2 + 418^2} = 761 \quad (3.30)$$

$$W = 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 34^3 = 3930 \quad (3.31)$$

де  $d$ - діаметр вала в небезпечному перерізі, мм.

Всі знайдені значення підставляємо у формулу:

$$\sigma_{зг} = \frac{761 \cdot 10^3}{3930} = 193 \quad (3.32)$$

Дотичні напруження змінюються по нульовому циклу, при якому амплітуда циклу  $\tau_a$  рівна половині розрахункових напружень кручення  $\tau_k$

$$\tau_a = \frac{M_{кр}}{2 \cdot W} \quad (3.33)$$

де  $M_{кр} = 180,5$  Н·м – крутний момент перерізу вала;

$W_p$ - полярний момент інерції, мм<sup>3</sup>.

$$W_p = 0,2 \cdot d^3 = 0,2 \cdot 34^3 = 7860,8 \quad (3.34)$$

$$\tau_a = \frac{180,5 \cdot 10^3}{2 \cdot 7860,8} = 11,4$$

Визначаємо коефіцієнт концентрації нормальних і дотичних напружень для розрахункового перерізу вала

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$(K_{\sigma}) = \left( \frac{K_{\sigma}}{K_d} + K_f - 1 \right) \cdot \frac{1}{K_y} \quad (3.35)$$

$$(K_{\tau}) = \left( \frac{K_{\tau}}{K_d} + K_f - 1 \right) \cdot \frac{1}{K_y} \quad (3.36)$$

де  $K_{\sigma}$  і  $K_{\tau}$  - ефективні коефіцієнти концентрацій нормального напруження;  $K_{\sigma}=2,2$ ;  $K_{\tau}=1,6$ ;

$K_d$  - коефіцієнт впливу абсолютних розмірів поперечного перерізу;  $K_d=0,88$ ;

$K_f$  - коефіцієнт впливу шорсткості,  $K_f=1,0$ ;

$K_y$  - коефіцієнт впливу поверхневого натягу,  $K_y=1,5$ .

Отже, підставляємо всі значення в формули

$$(K_{\sigma}) = \left( \frac{2,2}{0,88} + 1 - 1 \right) \cdot \frac{1}{1,5} = 1,65$$

$$(K_{\tau}) = \left( \frac{1,6}{0,88} + 1 - 1 \right) \cdot \frac{1}{1,5} = 1,2$$

Визначаємо границю міцності в (н/мм<sup>2</sup>) в перерізі вала

$$(\sigma_{-1})_D = \frac{\sigma_{-1}}{(K_{\sigma})_D}; \quad (3.37)$$

$$(\tau_{-1})_D = \frac{\tau_{-1}}{(K_{\sigma})_D}; \quad (3.38)$$

де  $\sigma_{-1}$  і  $\tau_{-1}$  - границя міцності при симетричному циклі відповідно згину і кручення,  $\frac{H}{мм^2}$ .

$$\sigma_{-1} = 0,5\sigma_{\sigma} = 0,5 \cdot 700 = 350 \quad (3.39)$$

$$\tau_{-1} = 0,58\sigma_{-1} = 0,58 \cdot 350 = 203 \quad (3.40)$$

Підставляємо знайдені значення у формули.

Маємо:

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$(\sigma_{-1})_D = \frac{350}{1,65} = 212,12$$

$$(\tau_{-1})_D = \frac{203}{1,2} = 169,16$$

Знаходимо коефіцієнт запасу міцності по нормальним дотичним напруженням по формулам:

$$S_\sigma = \frac{(\sigma_{-1})_D}{\sigma_a} = \frac{212,12}{74,5} = 2,85 \quad (3.41)$$

$$S_\tau = \frac{(\tau_{-1})_D}{\tau_a} = \frac{169,16}{1,15} = 147 \quad (3.42)$$

Визначаємо загальний коефіцієнт запасу міцності в небезпечному перерізі по формулі:

$$S = \frac{S_\sigma \cdot S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}} = \frac{2,85 \cdot 147}{\sqrt{2,85^2 + 147^2}} = 2,82 \geq 1,5 \quad (3.43)$$

[S]=1,6 – допустимий коефіцієнт запасу міцності;

Умова  $S > [S]$  задовольняється. Запас міцності вала гвинта забезпечений.

Знаходимо полярний момент опору поперечного перерізу вала (Н·м) із формули

$$W_p = \frac{M_{кр}}{[\tau_k]} = \frac{180,5}{20 \cdot 10^6} = 9 \cdot 10^{-6} \quad (3.44)$$

де  $M_{кр} = 180,5$  Н·м – крутний момент перерізу вала;

$[\tau_k] = 20$  МПа – допустиме напруження на кручення.

Розраховуємо діаметр вала гвинта, в (мм) із формули:

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16}, \quad (3.45)$$

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_g = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot W_p}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 9 \cdot 10^{-6}}{3,14}} = 34,1 \quad (3.46)$$

По стандартному ряду вибираємо діаметр вала гвинта 34 мм.

Діаметр вала під підшипник знаходимо із рівняння міцності по гіпотезі найбільших дотичних напружень (III теорія міцності).

$$\sigma_{екв} = \frac{\sqrt{M_{зг}^2 + M_{кр}^2}}{W_x} \leq [\sigma_{зг}]_{-1} \quad (3.47)$$

Де  $M_{зг1}$  - сумарний згинаючий момент в небезпечному перерізі вала, Н·м;

$M_{кр} = 180,5$  Н·м – крутний момент перерізу вала;

$[\sigma_{зг}]_{-1}$  - допустиме напруження згину,  $\frac{Н}{мм^2}$ ;

$W_x$  - осевий момент опору круглого перерізу вала, Н·м.

Знаходимо сумарний згинаючий момент в небезпечному перерізі вала:

$$M_{зг} = \sqrt{M_{зг1}^2 + M_{зг2}^2} = \sqrt{636^2 + 418^2} = 761 \quad (3.48)$$

Знаходимо допустиме напруження згину в (Н/мм<sup>2</sup>) по формулі

$$[\sigma_{зг}]_{-1} = \frac{\sigma_{-1}}{[n] \cdot K_{\sigma}} \cdot K_{ру} = \frac{301}{2 \cdot 2} \cdot 1,5 = 112,8 \quad (3.49)$$

Де  $[n]=2$  - коефіцієнт запасу міцності;

$K_{\sigma} = 2$  – ефективний коефіцієнт концентрації напружень;

$K_{ру} = 1,5$  – коефіцієнт режиму навантаження при розрахунку на згин;

$\sigma_{-1}$  - границя витривалості при симетричному циклі напружень.

$$\sigma_{-1} = 0,43 \cdot \sigma_g = 0,43 \cdot 700 = 301 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Де  $\sigma_g = 700 \frac{Н}{мм^2}$  - границя міцності вала гвинта;

Із формули знаходимо  $W_x$  в (Н·м), підставивши всі знайдені величини:

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{32} = \frac{\sqrt{M_{321}^2 + M_{kp2}^2}}{[\sigma_{32}]_{-1}} = \frac{\sqrt{636^2 + 418^2}}{112,8} = 71 \quad (3.50)$$

Звідси знаходимо діаметр вала, в (мм) під підшипник із формули:

$$W_p = \frac{\pi d^3}{32};$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W_x}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 2488}{3,14}} = 29,3 \quad (3.51)$$

о стандартному ряду приймаємо діаметр вала під підшипник 30 мм.

Знаходимо діаметр вала під напівмуфту. Використовуємо формулу без урахування згинаючого моменту, так як в даній ділянці вала він відсутній. Формула матиме такий вигляд:

$$\sigma_{екв} = \frac{\sqrt{M_{kp}^2}}{W_x} \leq [\sigma_{23}]_{-1};$$

Звідси:

$$W_x = \frac{\sqrt{M_{kp}^2}}{\sigma_{\pi-1}} = \frac{\sqrt{180,5^2}}{112,8} = 16 \text{ мм} \quad (3.52)$$

За формулою знаходимо діаметр вала в (мм) по формулі:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W_x}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 450}{3,14}} = 16$$

По стандартному ряду приймаємо діаметр вала під напівмуфту 18 мм.

Розрахунок підшипників

Вал гвинта встановлюється на двох кінцевих опорах, які забезпечують його стійке положення під час роботи транспортера. Як опорні елементи використовуються підшипники кочення. Придатність вибраних підшипників перевіряється шляхом порівняння їхньої допустимої вантажопідйомності з розрахунковим навантаженням, що діє на вал  $C_{вант}$ , Н, з базовою  $C_v$ , або базовою довговічністю  $L_{10h}$  з потрібною  $L_h$ . Потрібна виконуватись умова:  
 $C_{вант} \leq C_v$ , або  $L_{10h} \geq L_h$ .

						КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Для гвинтового конвеєра потрібна довговічність  $L_h = (40 \div 50) \cdot 10^3$  год, [4, т.9.4]

По діаметру вала із каталогу вибираємо підшипник роликовий 7606,  $d=30$  мм,  $D= 72$ мм,  $T=29,0$  мм,  $b= 29,0$  мм,  $c=23,0$ ,  $Y=1,882$ ,  $e = 0,319$ ,  $C_0=51,0$ кН,  $Y_0=1,035$ .

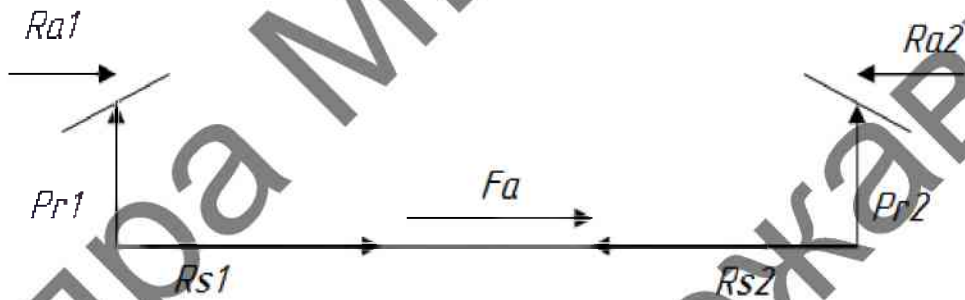


Рисунок 3.3 – Схема навантаження на підшипники

Для роликопідшипників характерні співвідношення

$$R_{s1} = 0,83e P_{r1}, R_{s2} = 0,83e P_{r2}, \quad (3.53)$$

де  $e$  – корегуючий коефіцієнт.

$R_{r1} = R_a = 214$  Н;  $R_{r2} = R_b = 203$  Н.  $F_a = P_{oc}$  – вісьова сила в зачепленні, Н.

$$R_{s1} = 0,83 \cdot 0,319 \cdot 214 = 56,8 \text{ Н}$$

$$R_{s2} = 0,83 \cdot 0,319 \cdot 203 = 53,9 \text{ Н}$$

$$R_{a1} = R_{s1}; R_{a2} = R_{s1} + F_a; R_{a1} = 56,8 \text{ Н};$$

$$R_{a2} = 56,8 + 1740 = 1796 \text{ Н}$$

Визначаємо еквівалентне динамічне навантаження підшипників по формулі:

$$R_e = (X \cdot V \cdot R_r + \gamma \cdot R_a) \cdot K_b \cdot K_T, \text{ при } \frac{R_a}{V \cdot R_r} \geq e \quad (3.54)$$

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_e = V \cdot R_r \cdot K_b \cdot K_T, \text{ при } \frac{R_a}{V \cdot R_r} \leq e \quad (3.55)$$

Де  $K_b=1,0$  – коефіцієнт небезпеки;

$K_T=1,0$  – температурний коефіцієнт при робочій температурі до  $100^\circ\text{C}$ ;

$X = 0,4$  – коефіцієнт радіального навантаження;

$V = 1,0$  – коефіцієнт обертання;

Знайдемо для кожного підшипника відношення  $\frac{R_a}{V \cdot R_r}$ , та порівняємо його з допустимим

$$\frac{56,8}{1 \cdot 214} = 0,27 \leq 0,32; \quad \frac{1796}{1 \cdot 203} = 8,8 \geq 0,32$$

Знаходимо еквівалентне динамічне навантаження в (Н) для кожного підшипника по формулам:

$$R_e = (0,4 \cdot 1 \cdot 203 + 1,88 \cdot 1796) \cdot 1 \cdot 1 = 3457$$

$$R_e = 1 \cdot 214 \cdot 1 \cdot 1 = 214$$

Визначаємо розрахункову динамічну вантажопід'ємність в(кН), за формулою:

$$C_{вант} = R_e \cdot \sqrt[3,33]{60 \cdot n \cdot \frac{L_h}{a_1 \cdot a_{23} \cdot 10^6}} = 3457 \cdot \sqrt[3,33]{60 \cdot 71 \cdot \frac{50 \cdot 10^3}{1 \cdot 0,6 \cdot 10^6}} = 20,1 \quad (3.56)$$

де  $n=71$  об/хв. – частота обертання внутрішнього кільця підшипника;

$m=3,33$  – показник ступені;

$a_1=1$  – коефіцієнт надійності підшипників;

$a_{23}=0,6$  – коефіцієнт, який враховує вплив якості підшипника і якості його експлуатації.

Знаходимо базову довговічність підшипників в (год), за формулою:

						КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$L_{10h} = a_1 \cdot a_{23} \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C_e}{R_e}\right)^m = 1 \cdot 0,6 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 71} \cdot \left(\frac{20162}{3457}\right)^{3,33} = 49982 \quad (3.57)$$

Умови  $C_{вант} \leq C_e$ , і  $L_{10h} \geq L_h$  задовільняються. Підшипники підібрані вірно.

Підбір муфт

Муфта для з'єднання вала двигуна та вала редуктора.

Визначаємо крутний момент, який передає муфта (Н·м) за формулою:

$$T = 9,55 \cdot \frac{N}{n} = 9,55 \cdot \frac{2,2 \cdot 10^3}{2850} = 7,37 \quad (3.58)$$

де

$N = 2,2 \cdot 10^3$  Вт – потужність двигуна,

$n = 2850$  об/хв. – частота обертання двигуна.

Визначаємо розрахунковий момент (Н·м) за формулою, приймаючи по коефіцієнт режиму роботи  $k_p = 2,0$

$$T_p = k_p \times T = 2,0 \times 7,37 = 10,6 \quad (3.59)$$

По (ГОСТ 21424-75) вибираємо пружну втулково-пальцеву муфту, для якої допустимий розрахунковий момент 32 Н·м з внутрішнім діаметром 18 мм. Для з'єднання з вихідним валом двигуна використовуємо розточування муфти до 19 мм. Розміри муфти:  $D = 90$  мм;  $L = 84$ ;  $B = 2$ , число пальців – 3.

Перевіряємо резинові втулки на зминання поверхні їх дотикання з пальцями:

$$\sigma_{зм} = \frac{F_t}{(d_n \cdot l_p)} \leq [\sigma_{зм}] \quad (3.60)$$

де  $F_t$  – колова сила, яка передається одним пальцем, Н

$$F_t = \frac{T_p}{0,5 \cdot D_1 \cdot z} = \frac{14,7}{0,5 \cdot 90 \cdot 10^{-3} \cdot 4} = 81,6 \quad (3.61)$$

Знайдене значення  $F_t$  підставляємо у формулу і маємо

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{зм} = \frac{81,6}{(10 \cdot 15) \cdot 10^{-6}} = 0,54 \cdot 10^6 \leq [\sigma_{зм}]$$

$[\sigma_{зм}] = 2,0$  МПа.

Муфта для з'єднання вала редуктора з валом гвинта.

Крутний момент муфти

$$M_{кр} = T = 180,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Розрахунковий момент визначаємо за формулою

$$T_p = 2,0 \times 180,5 = 361 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

По ДСТУ ГОСТ 21424-75 вибираємо пружну втулково-пальцеву муфту, для якої допустимий розрахунковий момент 450 Н·м внутрішнім діаметром 28 мм. Розміри муфти:  $D = 120$  мм;  $L = 125$ ;  $B = 4$ , число пальців – 3.

Колову силу, яка передається одним пальцем, розраховуємо в (Н) за формулою:

$$F_t = \frac{180,5}{0,5 \cdot 120 \cdot 10^{-3} \cdot 4} = 752$$

Перевіряємо гумові втулки на зминання поверхні їх дотикання з пальцями за формулою:

$$\sigma_{зм} = \frac{752}{(14 \cdot 28) \cdot 10^{-6}} = 1,91 \cdot 10^6 \leq [\sigma_{зм}]$$

Умова  $\sigma_{зм} \leq [\sigma_{зм}]$  задовольняється, а отже муфти підібрані вірно.

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

#### 4.1. Охорона праці та правила безпечної експлуатації

Одним із важливих резервів підвищення ефективності виробництва є удосконалення системи забезпечення безпечних умов праці. Це пояснюється тим, що виробничий травматизм спричиняє значну частину непродуктивних втрат робочого часу. Практикою доведено, що високої продуктивності праці можна досягти лише за умови, коли робочий процес організований безпечно для працівників.

Сутність охорони праці полягає у своєчасному виявленні можливих небезпечних і шкідливих виробничих чинників, які можуть виникати під час виконання запланованих робіт. Важливим є також прогнозування моментів їх прояву та проведення профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням.

На практиці забезпечення безпеки праці здійснюється шляхом послідовного виконання таких етапів:

- виявлення небезпечних і шкідливих виробничих чинників;
- локалізація або повне усунення виявлених чинників;
- визначення методів і засобів захисту працівників, зокрема засобів колективного та індивідуального захисту;
- встановлення пільг і компенсацій за роботу в несприятливих умовах праці.

Рівень безпеки виконання робіт у суспільному виробництві значною мірою залежить від стану правового забезпечення цієї сфери. Важливе значення має повнота і чіткість викладення відповідних вимог у законах та інших нормативно-правових актах. У 1992 році в Україні було прийнято Закон України «Про охорону праці», який визначає основні положення щодо

									Арк.
									48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ				

реалізації конституційного права громадян на охорону життя і здоров'я у процесі трудової діяльності. Цей закон також встановлює принципи державної політики у сфері охорони праці та регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки та гігієни праці.

Управління охороною праці на підприємстві здійснює керівник або власник підприємства. У структурних підрозділах відповідальність за цей напрям покладається на їх керівників або головних фахівців. Координацію всієї роботи виконує служба охорони праці. Вона створюється на підприємствах незалежно від форми власності та виду діяльності з метою організації правових, організаційно-технічних і санітарно-профілактичних заходів, спрямованих на попередження нещасних випадків, професійних захворювань і аварій у процесі праці.

Усі працівники, яких приймають на роботу, повинні пройти на підприємстві відповідне навчання та інструктаж з питань охорони праці. Також вони мають бути ознайомлені з правилами надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків і порядком дій у разі виникнення аварійних ситуацій, пожеж або стихійних лих.

До основних видів інструктажів належать вступний, первинний, повторний, позаплановий і цільовий.

Працівники, яких щойно прийняли на підприємство, після проходження первинного інструктажу до початку самостійної роботи повинні пройти стажування під керівництвом досвідчених і кваліфікованих фахівців протягом 2–15 змін або дублювання тривалістю не менше ніж 6 змін.

Перелік шкідливих і небезпечних виробничих чинників, які можуть виникати під час експлуатації обладнання, наведено в таблиці 4.1.

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Шкідливі і небезпечні виробничі чинники

Джерело виникнення шкідливого або небезпечного чинника	Шкідливі і небезпечні виробничі чинники
Скребокний конвеєр FRL-600	Рухомі частини механізму, можливість затягування одягу або кінцівок, підвищений рівень шуму, вібрація, електричний струм, пиловиділення
Стрічкова норія FPK-600	Рухомі стрічки та ковші, небезпека травмування під час обслуговування, падіння зерна або деталей, електричний струм, підвищений рівень шуму, запиленість повітря
Стрічковий конвеєр FRT-600	Рухома стрічка, обертові барабани та ролики, можливість защемлення, просипання зерна, пил, шум, вібрація, електронезбезпека
Гвинтовий транспортер для горизонтального переміщення зерна	Обертний гвинт, небезпека затягування сторонніх предметів, травмування під час очищення або ремонту, шум, вібрація, пиловиділення, електричний струм
Повітряно-ситовий сепаратор TexasShaker-100	Рухомі робочі органи, коливальні рухи сит, підвищена вібрація, шум, пил, можливість травмування під час заміни сит або очищення машини
Магнітний сепаратор ПТСГ	Наявність феромагнітних домішок, можливість травмування під час очищення магнітних елементів, защемлення рук, пиловиділення
Жалюзійний пиловіддільник JM21/30-0,64T-R	Запилене повітря, накопичення зернового пилу, можливість забивання каналів, небезпека пилового вибуху за відсутності належної вентиляції
Відцентровий вентилятор VR68/30-0,64T-R	Обертне робоче колесо, шум, вібрація, електричний струм, можливість травмування під час ремонту або очищення
Проміжні та надсепараторні бункери	Можливість зависання зерна, обвалення зернової маси, падіння з висоти під час обслуговування, підвищена запиленість, небезпека перебування всередині бункера
Бункер для відходів	Накопичення пилу та домішок, можливість самозігрівання відходів, запиленість повітря, небезпека падіння або засипання працівника
Електродвигуни, редуктори та приводи транспортерів	Електричний струм, нагрівання поверхонь, обертові муфти та вали, шум, вібрація, можливість травмування при відсутності

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд\_31[2].13.00.00.000 ПЗ

Арк.

50

Джерело виникнення шкідливого або небезпечного чинника	Шкідливі і небезпечні виробничі чинники
	огорожень
Робоча зона зернопереробного відділення	Підвищена запиленість повітря, шум, вібрація, слизка поверхня підлоги через просипання зерна, недостатнє освітлення, пожежо- та вибухонебезпека зернового пилу

Наведені чинники необхідно враховувати під час організації роботи потокової лінії приймання, очищення, сушіння та транспортування зерна. Найбільшу небезпеку становлять рухомі частини транспортерів, норій і приводів, а також підвищена запиленість повітря робочої зони. Для зменшення ризику травматизму обладнання повинно мати справні захисні огороження, аварійні вимикачі, заземлення та систему аспірації. Працівники повинні проходити інструктаж з охорони праці та виконувати очищення, ремонт і регулювання обладнання лише після його повної зупинки.

Для забезпечення швидкого й ефективного гасіння пожежі на підприємстві необхідно передбачити внутрішнє та зовнішнє протипожежне водопостачання.

Витрати води на потреби пожежогасіння регламентуються нормативними документами. Вони залежать від ступеня вогнестійкості будівлі, категорії виробництва та пожежною і вибухопожежною небезпечністю, а також від об'єму будівлі.

Пожежні крани встановлюють на передбаченій нормами висоті. Вони повинні мати пристосування для опломбування та напис «ПК».

Запас води, необхідний для пожежогасіння будівлі, розраховується за формулою:

$$G = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (m + n)}{1000}$$

де 3 год. - розрахунковий час гасіння пожежі.

						КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Згідно ОНТП 24 – 86 по класу пожежі дане зерносховище відноситься до класу В – пожежі твердих речовин;

3600 – перерахунок годин в секунди;

П – секундні витрати води на внутрішнє пожежогасіння. Приймається 10 л/с.

п – секундні витрати води на зовнішнє пожежогасіння. Приймається 20 л/с.

Визначається запас води на пожежогасіння за формулою 4.1

$$G = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (10 + 20)}{1000} = 324 \text{ м}^3$$

Для приміщення з пожежною небезпекою категорії В за умови, що необхідна витрата води на протипожежні потреби не перевищує 20 л/с, допускається замість протипожежної водопровідної мережі використовувати водосховище.

Інструкція з охорони праці під час обслуговування гвинтового конвеєра

#### 1. Загальні вимоги

До роботи з обслуговування гвинтового конвеєра допускаються працівники, які пройшли обов'язковий медичний огляд, вступний і первинний інструктаж, перевірку знань з охорони праці, а також стажування для набуття безпечних прийомів роботи.

Повторний інструктаж на робочому місці проводиться у строки, визначені чинними вимогами.

Для безпечного виконання робіт працівник повинен знати та дотримуватися таких вимог:

- виконувати свої обов'язки щодо безпечного обслуговування гвинтового конвеєра;
- дотримуватися правил організації робочого місця;

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- правильно користуватися спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту;

- знати правила і прийоми надання першої долікарської допомоги потерпілим у разі нещасних випадків;

- діяти відповідно до встановленого порядку в аварійних ситуаціях, зокрема під час пожежі;

- використовувати інструменти та пристрої лише за їх прямим призначенням.

Не допускається виконання робіт на несправному обладнанні або з використанням несправного інструменту.

Працівник зобов'язаний дотримуватися всіх вимог інструкцій з техніки безпеки та виробничої санітарії.

За порушення вимог інструкцій винні особи притягуються до відповідальності згідно з правилами внутрішнього трудового розпорядку.

## 2. Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком роботи необхідно надягнути спецодяг та інші засоби індивідуального захисту, передбачені встановленими нормами.

Під час приймання зміни працівник повинен перевірити:

- стан затягування різьбових з'єднань;

- роботу аспіраційної системи;

- відсутність стороннього шуму, вібрації або стукоу під час роботи конвеєра на холостому ході;

- температуру підшипникових опор і електродвигуна.

Також необхідно ознайомитися із зауваженнями та пропозиціями працівника попередньої зміни щодо технічного стану конвеєра.

Перед запуском слід перевірити наявність захисних пристроїв на всіх обертових вузлах і деталях конвеєра, а також справність пускозупинної апаратури.

									КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Пуск конвеєра виконують із дотриманням порядку та послідовності операцій, зазначених в інструкції з експлуатації. Після запуску необхідно простежити за роботою конвеєра на холостому ходу протягом 1–2 хвилин і переконатися у його справності.

Працівник повинен перевірити справність світлової та звукової сигналізації, а також аварійних кнопок «Стоп».

Перед початком роботи потрібно провести змащення обертових вузлів і деталей.

Подачу зерна необхідно відрегулювати так, щоб вона була нормальною та, по можливості, безперервною.

### 3. Вимоги безпеки під час роботи

Під час роботи слід постійно контролювати стан конвеєра. У разі появи сторонньої вібрації, шуму або стукоту конвеєр необхідно негайно зупинити та усунути несправність.

Працівник повинен контролювати подачу зерна, а також стежити за роботою аспіраційної системи.

Швидкість руху ланцюга зі скребками необхідно контролювати за допомогою датчика руху та показів на щиті керування. За потреби її слід відрегулювати.

### 4. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Подачу зерна потрібно негайно припинити, конвеєр зупинити та повідомити безпосереднього керівника у таких випадках:

- виявлення сторонньої вібрації, шуму або ударів;
- відчуття дії електричного струму під час дотику до металевих частин конвеєра;
- виникнення ситуації, коли подальша експлуатація конвеєра може загрожувати безпеці працівників;
- виникнення пожежі.

### 5. Дії у разі виникнення пожежі

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У разі пожежі необхідно вимкнути обладнання та аспіраційну систему.

Потрібно негайно повідомити пожежну охорону та адміністрацію підприємства.

Гасіння слід розпочати з використанням крана внутрішнього протипожежного водопроводу або первинних засобів пожежогасіння: води, піску, вогнегасників.

У разі загоряння електропроводів або силових кабелів необхідно вимкнути головний вимикач конвеєра. Електропроводи дозволяється гасити вуглекислотним вогнегасником або піском. Гасіння електропроводки водою чи пінним вогнегасником суворо заборонено.

Потерпілим під час аварії необхідно надати першу долікарську допомогу відповідно до інструкції з надання першої невідкладної допомоги.

#### 6. Вимоги безпеки після закінчення роботи

Після завершення роботи потрібно припинити подачу відходів і дочекатися повного вивантаження матеріалу з конвеєра, контролюючи цей процес.

Після звільнення конвеєра необхідно вимкнути обладнання та від'єднати його від напруги живлення.

Робоче місце та інвентар слід привести до належного стану.

Потрібно прибрати сміття, зерно та інші непотрібні матеріали.

Про всі виявлені недоліки та технічний стан устаткування необхідно повідомити майстра і працівників наступної зміни, а також зробити відповідний запис у журналі технічного стану конвеєра.

Після закінчення роботи слід зняти спецодяг та інші засоби індивідуального захисту і покласти їх у спеціально відведене місце.

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4.2. Охорона навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища є важливою складовою діяльності будь-якого виробничого підприємства, зокрема підприємств зернопереробної галузі. Вона передбачає систему організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та економічних заходів, спрямованих на раціональне використання природних ресурсів, зменшення негативного впливу виробництва на довкілля, запобігання забрудненню атмосферного повітря, ґрунтів і водних ресурсів, а також забезпечення безпечних умов праці для персоналу.

Підприємства, які здійснюють приймання, транспортування, очищення, сушіння та зберігання зерна, можуть бути джерелами утворення пилу, шуму, виробничих відходів, стічних вод та викидів від роботи технологічного обладнання. Тому під час проектування і експлуатації поточкових ліній необхідно передбачати заходи, які дозволяють зменшити екологічне навантаження на навколишнє середовище.

У даній кваліфікаційній роботі розглядається проектування гвинтового транспортера для горизонтального переміщення зерна. Це обладнання використовується для переміщення зернової маси між окремими ділянками технологічної лінії. Під час роботи транспортера можливе утворення зернового пилу, просипання зерна, поява шуму, вібрації, а також накопичення відходів у місцях завантаження і розвантаження. У зв'язку з цим необхідно передбачити комплекс заходів, спрямованих на зниження негативного впливу обладнання на довкілля.

Основними джерелами впливу на навколишнє середовище під час роботи лінії горизонтального транспортування зерна є:

- зерновий пил, який утворюється під час завантаження, розвантаження, пересипання та переміщення зернової маси;
- легкі домішки, що відокремлюються під час очищення зерна;

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зернові відходи, які складаються з битого зерна, лузги, соломи, насіння бур'янів, мінеральних і органічних домішок;
- шум і вібрація від роботи транспортера, електродвигуна, редуктора, норій, вентиляторів та іншого обладнання;
- можливе просипання зерна через нещільності в місцях з'єднання кожухів, завантажувальних і розвантажувальних патрубків;
- використані мастильні матеріали, що утворюються під час технічного обслуговування редукторів, підшипників і приводних вузлів;
- побутові та виробничі відходи, які утворюються у процесі експлуатації підприємства.

Найбільш характерним забруднювачем для зернопереробних підприємств є зерновий пил. Він утворюється під час механічного переміщення зерна, особливо в місцях пересипання з одного транспортера на інший, під час завантаження бункерів, роботи сепараторів, норій, скребкових і гвинтових транспортерів. Зерновий пил може потрапляти в повітря робочої зони, осідати на обладнанні, будівельних конструкціях, підлозі та створювати не лише санітарну, а й пожежо- та вибухонебезпечну ситуацію.

Для зменшення пиловиділення під час роботи гвинтового транспортера необхідно забезпечити герметичність його корпусу, щільне приєднання завантажувальних і розвантажувальних патрубків, справність кришок, люків та ущільнень. У місцях інтенсивного пересипання зерна доцільно передбачати підключення до аспіраційної системи, яка забезпечує відведення запиленого повітря до пиловіддільників. Особливу увагу слід приділяти місцям завантаження транспортера, оскільки саме там найчастіше виникає підвищене пиловиділення.

Очищення запиленого повітря здійснюється за допомогою пиловіддільників, циклонів, фільтрів або інших аспіраційних установок. Відділений пил повинен накопичуватися у спеціальних бункерах або герметичних ємностях, після чого передаватися на подальшу утилізацію або

						КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

використання залежно від його складу. Регулярне очищення аспіраційних систем є обов'язковою умовою їх ефективної роботи. Забиті повітропроводи, несправні фільтри або пиловіддільники знижують якість очищення повітря та можуть призводити до підвищеного забруднення робочої зони.

Зернові відходи, які утворюються під час приймання, очищення та транспортування зерна, поділяють на кілька груп. До них належать легкі органічні домішки, мінеральні домішки, насіння бур'янів, лузга, соломисті включення, пил, бите та щупле зерно. Частина таких відходів може бути використана повторно, а частина підлягає утилізації. Наприклад, відходи, що містять придатні зернові частинки, можуть застосовуватися для виробництва комбікормів або передаватися на кормові потреби після відповідної оцінки їхньої якості та безпечності. Відходи, які містять значну кількість мінеральних домішок, пилу, насіння бур'янів або забруднених частинок, повинні збиратися окремо і передаватися на утилізацію.

Для збирання відходів у технологічній лінії передбачається встановлення спеціального бункера для відходів. Його місткість повинна забезпечувати накопичення відходів протягом певного періоду роботи обладнання без зупинки технологічного процесу. У даній роботі передбачено використання бункера для відходів, що дає змогу організувати безперервну роботу повітряно-ситового сепаратора та інших машин лінії. Відходи з бункера необхідно періодично вивантажувати у спеціалізований транспорт або закриті контейнери, щоб не допустити їх розсипання на території підприємства та потрапляння у ґрунт.

Утилізацію зернових відходів доцільно здійснювати за такими напрямками:

1. Кормове використання. Відходи, що містять бите, щупле або неповноцінне зерно без ознак плісняви, токсичного ураження чи хімічного забруднення, можуть використовуватися як компонент комбікормів або кормових сумішей.

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Передача на переробку. Частину зернових відходів можна передавати спеціалізованим підприємствам для подальшої переробки, зокрема для виготовлення кормових добавок або технічної продукції.

3. Компостування. Органічні домішки рослинного походження, які не придатні для кормового використання, можуть застосовуватися для компостування за умови дотримання санітарних вимог.

4. Вивезення на санкціоновані місця утилізації. Відходи, що не можуть бути використані повторно, повинні передаватися спеціалізованим організаціям або вивозитися на визначені місця утилізації відповідно до чинних вимог.

5. Окреме збирання пилу. Зерновий пил, зібраний системою аспірації, слід зберігати окремо від чистого зерна. Його подальше використання або утилізація визначається залежно від рівня забруднення та можливості безпечного застосування.

Не допускається самовільне складування зернових відходів на відкритих майданчиках без покриття, оскільки це може призвести до запилення території, поширення насіння бур'янів, появи гризунів, неприємного запаху, самозігрівання органічної маси та забруднення ґрунту. Майданчики для тимчасового зберігання відходів повинні мати тверде покриття, бути захищеними від атмосферних опадів і забезпечувати зручне завантаження у транспортні засоби. Відходи необхідно зберігати окремо від основної зернової маси та готової продукції.

Особливу увагу слід приділяти запобіганню просипанню зерна під час роботи гвинтового транспортера. Просипане зерно не лише призводить до виробничих втрат, а й створює додаткові умови для запилення, появи шкідників і забруднення території. Для зменшення просипання необхідно регулярно перевіряти стан корпусу транспортера, герметичність з'єднань, справність завантажувальних і розвантажувальних патрубків, а також своєчасно усувати механічні пошкодження. Підлога біля транспортера повинна регулярно очищатися від залишків зерна та пилу.

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час експлуатації транспортера також утворюються відходи технічного обслуговування. До них належать використані мастила, промаслене ганчір'я, зношені ущільнення, підшипники, ремені, металеві деталі, пакувальні матеріали. Такі відходи необхідно збирати окремо. Використані мастильні матеріали не можна зливати у ґрунт, каналізацію або на територію підприємства. Їх слід накопичувати у спеціальній герметичній тарі та передавати на утилізацію або регенерацію спеціалізованим організаціям. Металеві відходи доцільно сортувати й передавати як металобрухт.

Зменшення шуму і вібрації від роботи транспортера досягається правильним монтажем обладнання, балансуванням обертових частин, своєчасним змащуванням підшипників, перевіркою стану редуктора та електродвигуна. Надмірна вібрація може спричинити не лише погіршення умов праці, а й прискорене зношування вузлів транспортера, послаблення кріплень і виникнення додаткового пиловиділення через порушення герметичності корпусу. Тому технічне обслуговування обладнання має важливе екологічне значення.

Для зменшення енергоспоживання необхідно обґрунтовано підбирати потужність електродвигуна та режим роботи транспортера. Надмірно завищена потужність приводу призводить до нерационального використання електроенергії, а недостатня – до перевантаження двигуна, зниження надійності роботи та можливих аварійних зупинок. Рациональний режим роботи гвинтового транспортера дозволяє забезпечити необхідну продуктивність за менших енерговитрат і знизити загальний вплив виробництва на довкілля.

Важливим напрямом екологічної безпеки є попередження пожежо- та вибухонебезпечних ситуацій. Зерновий пил у певній концентрації може створювати вибухонебезпечне середовище. Тому необхідно не допускати накопичення пилу на обладнанні, електродвигунах, освітлювальних приладах, кабельних трасах і будівельних конструкціях. Приміщення повинні регулярно

									КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

прибиратися, аспіраційна система має працювати справно, а електрообладнання повинно відповідати вимогам безпечної експлуатації у запилених приміщеннях.

Для забезпечення екологічної безпеки під час експлуатації транспортера доцільно передбачити такі заходи:

- герметизацію корпусу гвинтового транспортера;
- встановлення ущільнень у місцях завантаження та розвантаження зерна;
- підключення місць пересипання до аспіраційної системи;
- регулярне очищення обладнання від пилу і залишків зерна;
- організоване збирання зернових відходів у спеціальні бункери;
- роздільне зберігання придатних і непридатних для використання відходів;
- передачу відходів на кормове використання, переробку, компостування або утилізацію;
- недопущення зливання мастильних матеріалів у ґрунт або каналізацію;
- контроль технічного стану редуктора, підшипників, електродвигуна та приводних механізмів;
- зниження шуму і вібрації за рахунок правильного монтажу та технічного обслуговування;
- дотримання правил пожежної безпеки у приміщеннях із підвищеною запиленістю.

Таким чином, експлуатація гвинтового транспортера для горизонтального переміщення зерна повинна супроводжуватися комплексом природоохоронних заходів. Основну увагу необхідно приділяти зменшенню пиловиділення, запобіганню просипанню зерна, правильному збиранню та утилізації зернових відходів, безпечному поводженню з мастильними матеріалами, а також підтриманню справного технічного стану обладнання. Виконання цих заходів дозволяє зменшити негативний вплив зернопереробного підприємства на довкілля, підвищити культуру виробництва та забезпечити безпечні умови праці.

									Арк.
									61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ				

#### 4.3 Розрахунок економічної ефективності гвинтового конвеєра

У кваліфікаційній роботі передбачено розробку гвинтового конвеєра. Як базовий варіант для порівняння прийнято стрічковий конвеєр.

Вихідні дані, необхідні для виконання розрахунків, передбачені завданням на кваліфікаційну роботу та умовно зібрані на ТОВ «Зернопром-Сервіс». Вони наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для розрахунку

Показник	Кількість
Вартість придбання гвинтового конвеєра, грн	96000
Вартість придбання стрічкового конвеєра, прийнятого як порівнюваний варіант, грн	105000
Норма амортизаційних відрахувань, % від вартості обладнання	15
Річний фонд роботи обладнання, діб	42
Потужність двигунів на обладнанні, кВт·год: базовий варіант	3,0
Потужність двигунів на обладнанні, кВт·год: розрахунковий варіант	5,0
Тариф за 1 кВт·год, грн	2,08
Коефіцієнт використання обладнання	0,8
Кількість робочих змін	3
Тривалість роботи обладнання протягом зміни, год	8,0
Витрати на поточний ремонт, % від суми амортизації	50,0
Транспортні витрати, % до вартості придбання обладнання	5,0
Заготівельно-складські витрати, % до вартості придбання обладнання	1,25
Проектні роботи, % до вартості придбання обладнання	5,0
Монтажні роботи, % до вартості придбання обладнання	20,0
Кількість обладнання, шт.: базовий варіант	2
Кількість обладнання, шт.: розрахунковий варіант	1
Продуктивність транспортера, т/год: базовий варіант	40,0
Продуктивність транспортера, т/год: розрахунковий варіант	40,0
Річний обсяг виробництва, тис. т	600,0

Розрахунок капітальних витрат

Вартість придбання обладнання;

$$K = K_0 + K_T + K_C + K_{ПР} + K_M \quad (4.1)$$

						КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

де  $K_0$  – вартість придбання обладнання

базовий варіант  $K_1 = 105000$  грн.

розрахунковий варіант  $K_2 = 96000$  грн.

$K_T$  – транспортні витрати (5% від вартості обладнання)

$$K_T = K_0 \cdot 0,05 \quad (4.2)$$

базовий варіант  $K_{T1} = 105000 \cdot 0,05 = 5250$  грн.

розрахунковий варіант  $K_{T2} = 96000 \cdot 0,05 = 4800$  грн.

$K_C$  – заготівельна складність (1,25% від вартості обладнання)

$$K_C = K_0 \cdot 0,0125 \quad (4.3)$$

базовий варіант  $K_{C1} = 105000 \cdot 0,0125 = 1312,5$  грн.

розрахунковий варіант  $K_{C2} = 96000 \cdot 0,0125 = 1200$  грн.

$K_{PP}$  – проекти роботи (5% від вартості обладнання)

$$K_{PP} = K_0 \cdot 0,05 \quad (4.4)$$

базовий варіант  $K_{PP1} = 105000 \cdot 0,05 = 5250$  грн.

розрахунковий варіант  $K_{PP2} = 96000 \cdot 0,05 = 4800$  грн.

$K_M$  – монтажні роботи (20% від вартості обладнання)

$$K_M = K_0 \cdot 0,2 \quad (4.5)$$

базовий варіант  $K_{M11} = 105000 \cdot 0,2 = 21000$  грн.

розрахунковий варіант  $K_{M2} = 96000 \cdot 0,2 = 19200$  грн.

Підставляємо дані у формулу 4.1

базовий варіант  $K_1 = 105000 + 5250 + 1312,5 + 5250 + 21000 = 137812,5$  грн.

розрахунковий варіант  $K_2 = 96000 + 4800 + 1200 + 4800 + 19200 = 126000$  грн.

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахуємо потужність конвеєра:

$$Q = q \cdot n_{\text{зм}} \cdot t_{\text{зм}} \cdot P_{\text{п}} \cdot k \quad (4.6)$$

де  $q$  – годинна продуктивність конвеєра, т;

$n_{\text{зм}}$  – кількість робочих змін;

$t_{\text{зм}}$  – тривалість роботи обладнання за зміну, год.;

$P_{\text{п}}$  – робочий період, діб.

Базовий варіант  $Q_1 = 70 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 250 = 180000 \text{ т}$

Розрахунковий варіант  $Q_2 = 45 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 250 = 105000 \text{ т}$

Визначимо питомі капітальні вкладення на 1 т

$$K_{\text{п}} = \frac{K}{Q} \quad (4.7)$$

базовий варіант  $K_{\text{п}1} = \frac{137812,5}{600000} = 0,23 \text{ грн.}$

розрахунковий варіант  $K_{\text{п}2} = \frac{126000}{600000} = 0,21 \text{ грн.}$

Розрахунок зміни поточних витрат

Витрати електроенергії:

$$E_{\text{ЕЛ}} = \frac{(N_{\text{ДВ}} \cdot T \cdot K_{\text{ЕБ}} \cdot K_{\text{ІНТ}} \cdot C_{\text{Е}})}{\cos} \quad (4.8)$$

де  $N_{\text{ДВ}}$  – сумарна потужність вилучених встановлених або вилучених

двигунів;  $N_{\text{ДВ}1} = 3,0 \text{ кВт. } N_{\text{ДВ}2} = 5,0 \text{ кВт}$

$T$  – час роботи двигуна;  $T = 8 \cdot 3 \cdot 42 = 1008 \text{ год.}$

$K_{\text{ЕБ}}$  – коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії в мережі заводу;

$K_{\text{ЕБ}} = 1,06.$

$K_{\text{ІНТ}}$  – коефіцієнт використання потужності устаткування;  $K_{\text{ІНТ}} = 0,85.$

$\cos$  – коефіцієнт корисної дії електродвигуна;  $\cos = 0,9.$

Отже, витрати електроенергії:

базовий варіант

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{EЛ.1} = \frac{3,0 * 1008 * 1,06 * 0,8 * 2,08}{0,9} = 9878 \text{ грн.}$$

на 1т. 9878/60000=0,016 грн.

розрахунковий варіант

$$V_{EЛ.2} = \frac{5 * 1008 * 1,06 * 0,8 * 2,08}{0,9} = 5927 \text{ грн.}$$

на 1т. 5927/600000=0,01 грн.

Витрати на амортизацію обладнання:

$$A = \frac{\Phi * H_{Л}}{100} \quad (4.9)$$

де  $\Phi$  – вартість обладнання;  $\Phi = K$

$H_{Л}$  – річна норма амортизаційних відрахувань;  $H_{Л} = 15\%$

$$\text{базовий варіант } A_1 = \frac{137812,5 * 15}{100} = 20671,8 \text{ грн.}$$

на 1т 20671,8/600000=0,034 грн.

$$\text{розрахунковий варіант } A_2 = \frac{126000 * 15}{100} = 18900 \text{ грн.}$$

на 1т 18900/600000=0,031 грн.

Витрати на поточний ремонт:

$$V_{П.Р.} = A * 0,5 \quad (4.10)$$

$$\text{базовий варіант } V_{П.Р.1} = 20671,8 * 0,5 = 10335,9 \text{ грн.}$$

на 1т 10335,9/60000= 0,017 грн.

$$\text{розрахунковий варіант } V_{П.Р.2} = 18900 * 0,5 = 9450 \text{ грн.}$$

на 1т 9450/600000= 0,007 грн.

Витрати по змінних статтях калькуляції приведені в таблиці 4.2

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2 – Витрати по змінних статтях калькуляції

Статті витрат	Базовий варіант	Розрахун- ковий варіант	Зміни
Витрати електроенергії	0,016	0,01	-0,006
Амортизація обладнання	0,034	0,031	-0,003
Витрати на поточний ремонт	0,017	0,007	-0,01
Всього	0,067	0,048	-0,019

## Основні показники економічної ефективності

Визначимо річний економічний ефект за формулою

$$E_p = ((C_1 + E_n \cdot K_{п1}) - (C_2 + E_n \cdot K_{п2})) \cdot Q_2 \quad (4.11)$$

$C_1$ ;  $C_2$  - собівартість продукції відповідно базовий і розрахунковий варіант;

$K_{п1}$ ;  $K_{п2}$  - питомі капітальні вкладення відповідно базовий і розрахунковий варіант;

$E_n$  - нормативний коефіцієнт економічної ефективності

$E_n = 0,15$ ;

$Q_2$  - розрахунковий обсяг виробництва продукції.

$$E_p = ((0,067 + 0,15 \cdot 0,23) - (0,048 + 0,15 \cdot 0,21)) \cdot 600000 = 13200 \text{ грн.}$$

						КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було розглянуто питання обґрунтування режимів роботи та проектування транспортера для горизонтального переміщення зерна. Актуальність теми пов'язана з тим, що транспортує обладнання є однією з основних ланок технологічних процесів на елеваторних, зернопереробних і сільськогосподарських підприємствах. Від правильного вибору типу транспортера, його конструктивних параметрів, продуктивності та режимів роботи залежить безперервність переміщення зернової маси, зменшення втрат продукції, зниження енерговитрат і стабільність роботи всієї потокової лінії.

У загальному розділі роботи було проаналізовано значення зернового виробництва та особливості організації технологічних процесів на зерноскладах і елеваторах. Встановлено, що зерно під час приймання, очищення, сушіння, зберігання та підвантаження багаторазово переміщується між окремими машинами, бункерами, силосами, норіями, сушарками та іншими елементами виробничої лінії. Саме тому транспортні машини повинні забезпечувати рівномірну подачу матеріалу, відповідати заданій продуктивності та працювати без перевантаження.

У роботі розглянуто основні види обладнання, яке застосовується для горизонтального транспортування зерна: стрічкові, скребкові, гвинтові транспортери та інші машини безперервної дії. Під час порівняння встановлено, що для переміщення зернової маси на відносно невелику відстань доцільним є використання гвинтового конвеєра. Його перевагами є компактність конструкції, можливість роботи в закритому корпусі, простота обслуговування, зменшення пиловиділення та можливість організації вивантаження зерна у потрібній точці технологічної лінії.

У технологічному розділі наведено опис будови та принципу роботи транспортує обладнання, яке використовується у зернопереробному

									Арк.
									67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ				

виробництві. Особливу увагу приділено гвинтовому конвеєру як запроєктованому обладнанню. Розглянуто його основні конструктивні елементи: корпус, гвинт, завантажувальний і розвантажувальний люки, підшипникові опори, кришку, раму приводу, електродвигун, редуктор і муфти. Визначено, що така конструкція забезпечує закрите переміщення зерна, що є важливим для зменшення просипання, запилення та підвищення безпеки обслуговування.

У процесі виконання розрахунків було визначено основні параметри гвинтового конвеєра. Продуктивність конвеєра прийнята 40 т/год, довжина – 12 м, діаметр гвинта – 400 мм, крок гвинта – 320 мм, частота обертання гвинта – 45 об/хв. Такі параметри забезпечують необхідну подачу зернової маси та відповідають умовам горизонтального транспортування. Також було перевірено, що прийнята частота обертання не перевищує допустиме значення, а отже, режим роботи гвинта є прийнятним для переміщення зерна без надмірного травмування.

В енергетичному розрахунку визначено необхідну потужність приводу транспортера. До встановлення прийнято електродвигун марки АІР100S4 потужністю 3,0 кВт із частотою обертання 1410 об/хв. Для передавання обертання від електродвигуна до робочого органу підібрано циліндричний двоступеневий редуктор 1Ц2У-125 із передаточним числом 31,5. Вибрані елементи приводу забезпечують необхідну частоту обертання гвинта, достатній крутний момент і надійну роботу транспортера в заданому режимі.

У конструкторському розділі виконано розрахунок основних елементів транспортера та його приводу. Було враховано навантаження, що діють на вал гвинта, підшипникові опори, муфти та інші вузли. Вал гвинта підтримується двома кінцевими підшипниками ковчеза, що забезпечують його стійке положення під час роботи. Перевірка підшипників за вантажопідйомністю дозволяє зробити висновок про їх придатність для заданих умов експлуатації.

						КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

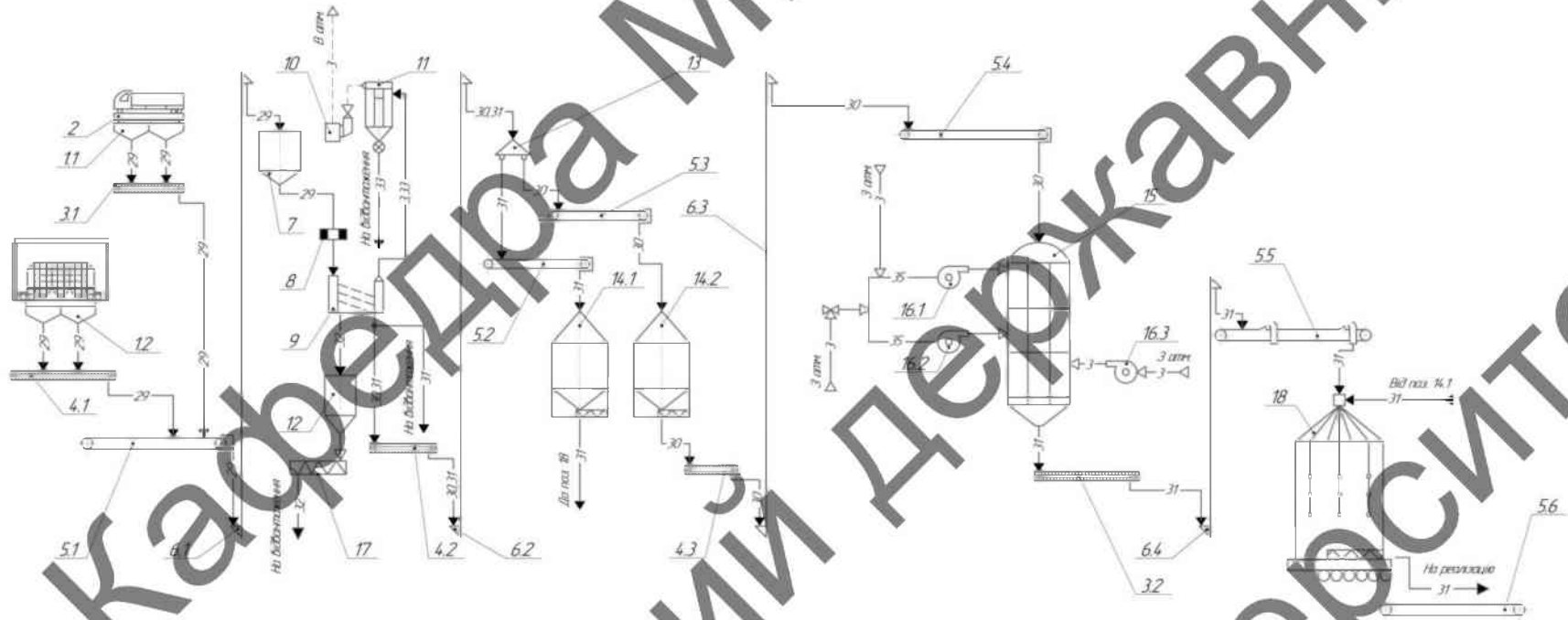
Конструктивне виконання транспортера забезпечує можливість його монтажу, технічного обслуговування та ремонту.

Окремо розглянуто питання монтажу, ремонту та експлуатації гвинтового конвеєра. Встановлено, що перед запуском обладнання необхідно перевіряти справність розвантажувальних засувок, готовність наступного агрегата до приймання зерна, наявність мастила в підшипниках і редукторі, а також відсутність стороннього шуму, вібрації та зачіпання гвинта за корпус. Пуск конвеєра слід виконувати при порожньому жолобі, а подачу зерна здійснювати поступово та рівномірно. Дотримання цих вимог дозволяє зменшити навантаження на привод, уникнути забивання жолоба та підвищити строк служби обладнання.

У розділі з охорони праці проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі чинники, які можуть виникати під час експлуатації транспортера. До них належать рухомі частини механізмів, обертовий гвинт, електричний струм, шум, вібрація, зерновий пил, можливість травмування під час очищення або ремонту обладнання. Для зменшення ризику травматизму передбачено використання захисних кожухів, кришок, огорожень, заземлення, аварійного вимикання та дотримання правил технічного обслуговування. Забороняється відкривати кришки, очищати робочі органи або виконувати ремонт під час роботи конвеєра.

У роботі також розглянуто питання охорони навколишнього середовища. Основними екологічними чинниками під час роботи транспортера є утворення зернового пилу, просипання зерна, шум, вібрація, накопичення зернових відходів і використаних мастильних матеріалів. Для зменшення негативного впливу на довкілля необхідно забезпечити герметичність корпусу транспортера, справність ущільнень, регулярне очищення обладнання, організоване збирання зернових відходів і пилу, а також правильну передачу відходів на кормове використання, переробку, компостування або утилізацію. Використані мастила повинні збиратися окремо й передаватися спеціалізованим організаціям.

					КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ	Арк. 69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Код	Назва робочого середовища
3	Підпри
29	Зерно неочищене
30	Зерно очищене вологи
31	Зерно очищене сухе
32	Витрати електроенергії
33	Витрати палива
34	Газ
35	Амортизаційний

№	Позначення	Найменування	К-ть	Маса шт кг	Ціна
11-12		Інша залізниця	4		
2	4-APY-16	Автомобілоподорожниця	3		
11-32	FR-200	Конвеєр скрубберний	3		
41-43	FR-600	Конвеєр скрубберний	3		
51-56	FR-600	Конвеєр стрічковий	6		
61-64	FR-600	Нерон стрічковий	4		
7		Бункер проточний	1		
8	ПІП	Стартер металевий	1		
9	Texas Shaker-200	Стартер підвісний-ситовий	4		
10	VR6B/30-0164T-R	Вентилятор	4		
11	IP21/30-0164T-R	Плавильник	4		
12		Бункер відходів	1		
13	RP-2	Дистансметр	1		
14-15		Бункер проточний	2		
15	Gmbro AEG40-POS10	Зерносушарка	3		
16-18	SCRD-180/120/200/200	Вентилятор відцентровий	4		
17		Конвеєр скрубберний	19		
18		Силок	19		

КРБ 1337МВ_312113.00.00.000 ТХ			
ТОВ "Елвітар Агро"			
№	Вид	Вартість	Дата
1	Земельні ділянки	1	4
2	Інші активи	1	4
3	Інші активи	1	4
4	Інші активи	1	4
5	Інші активи	1	4
6	Інші активи	1	4
7	Інші активи	1	4
8	Інші активи	1	4
9	Інші активи	1	4
10	Інші активи	1	4
11	Інші активи	1	4
12	Інші активи	1	4
13	Інші активи	1	4
14	Інші активи	1	4
15	Інші активи	1	4
16	Інші активи	1	4
17	Інші активи	1	4
18	Інші активи	1	4
19	Інші активи	1	4
20	Інші активи	1	4
21	Інші активи	1	4
22	Інші активи	1	4
23	Інші активи	1	4
24	Інші активи	1	4
25	Інші активи	1	4
26	Інші активи	1	4
27	Інші активи	1	4
28	Інші активи	1	4
29	Інші активи	1	4
30	Інші активи	1	4
31	Інші активи	1	4
32	Інші активи	1	4
33	Інші активи	1	4
34	Інші активи	1	4
35	Інші активи	1	4
36	Інші активи	1	4
37	Інші активи	1	4
38	Інші активи	1	4
39	Інші активи	1	4
40	Інші активи	1	4
41	Інші активи	1	4
42	Інші активи	1	4
43	Інші активи	1	4
44	Інші активи	1	4
45	Інші активи	1	4
46	Інші активи	1	4
47	Інші активи	1	4
48	Інші активи	1	4
49	Інші активи	1	4
50	Інші активи	1	4
51	Інші активи	1	4
52	Інші активи	1	4
53	Інші активи	1	4
54	Інші активи	1	4
55	Інші активи	1	4
56	Інші активи	1	4
57	Інші активи	1	4
58	Інші активи	1	4
59	Інші активи	1	4
60	Інші активи	1	4
61	Інші активи	1	4
62	Інші активи	1	4
63	Інші активи	1	4
64	Інші активи	1	4
65	Інші активи	1	4
66	Інші активи	1	4
67	Інші активи	1	4
68	Інші активи	1	4
69	Інші активи	1	4
70	Інші активи	1	4
71	Інші активи	1	4
72	Інші активи	1	4
73	Інші активи	1	4
74	Інші активи	1	4
75	Інші активи	1	4
76	Інші активи	1	4
77	Інші активи	1	4
78	Інші активи	1	4
79	Інші активи	1	4
80	Інші активи	1	4
81	Інші активи	1	4
82	Інші активи	1	4
83	Інші активи	1	4
84	Інші активи	1	4
85	Інші активи	1	4
86	Інші активи	1	4
87	Інші активи	1	4
88	Інші активи	1	4
89	Інші активи	1	4
90	Інші активи	1	4
91	Інші активи	1	4
92	Інші активи	1	4
93	Інші активи	1	4
94	Інші активи	1	4
95	Інші активи	1	4
96	Інші активи	1	4
97	Інші активи	1	4
98	Інші активи	1	4
99	Інші активи	1	4
100	Інші активи	1	4





