

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



Механіко-машинобудівний факультет

Кафедра інжинірингу та дизайну в машинобудуванні

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня бакалавра

студента Орлова Родіона Геннадійовича

академічної групи 133-21-1

спеціальності 133 Галузеве машинобудування

за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерний інжиніринг у машинобудуванні»

з теми «Розробка технічного проєкту привода пересування моста вагоноперекидача [REDACTED]

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Заболотний К.С.			
розділів:				
Конструкторський	Заболотний К.С.			
Експлуатаційний	Заболотний К.С.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	Заболотний К.С.			
----------------	-----------------	--	--	--

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

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

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри  
інжинірингу та дизайну  
в машинобудуванні

\_\_\_\_\_ Панченко О.В.  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 року

**ЗАВДАННЯ**  
на кваліфікаційну роботу  
ступеня бакалавра

студенту Орлову Р. Г. академічної групи 133-21-1  
спеціальності: 133 Галузеве машинобудування  
за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерний інжиніринг у машинобудуванні»  
з теми «Розробка технічного проєкту привода пересування моста вагоноперекидача \_\_\_\_\_»  
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» № 369-с від 14.05.2025 р., додаток №4

Розділ	Зміст	Термін виконання
Конструкторський	На основі матеріалів виробничої практики, передатестаційної практики та інших науково-технічних джерел обґрунтувати параметри та розробити технічний проєкт вузла «механізм пересування моста» вагоноперекидача бокового пересувного _____	30.05.2025
Експлуатаційний	Розробити інструкцію з експлуатації та обслуговування вузла «механізм пересування моста». Розробити та обґрунтувати заходи щодо безпечного обслуговування і експлуатації вузла «механізму пересування моста» вагоноперекидача _____	06.06.2025

Завдання видано \_\_\_\_\_

Заболотний К.С.

Дата видачі

05.05.2025 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії

16.06.2025 р.

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_

Орлов Р. Г.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 87 сторінок, 37 рисунків, 2 таблиці, 11 джерел інформації, 8 додатків.

**Об'єкт кваліфікаційної роботи** – механічні процеси, що супроводжують роботу «приводу пересування моста» вагоноперекидача бокового пересувного [REDACTED]

**Предмет кваліфікаційної роботи** – конструктивні параметри «редуктора приводу пересування моста» вагоноперекидача бокового пересувного

**Мета кваліфікаційної роботи** – розробка конструкторської документації «редуктора приводу пересування моста» вагоноперекидача бокового пересувного [REDACTED]

У вступі обґрунтовано необхідність виконання розробки технічного проекту «редуктор приводу пересування моста».

У конструкторському розділі розглянуто загальні відомості вагоноперекидачів та умови їх експлуатації; розглянуто конструкцію вагоноперекидача [REDACTED] умови експлуатації, принцип роботи; розроблено комп'ютерну модель «редуктора приводу пересування моста»; виконано розрахунок циліндричного редуктора.

В експлуатаційному розділі розглянуто питання з умов ремонту, експлуатації та монтажу вагоноперекидача [REDACTED]; розглянуті умови безпечної експлуатації вагоноперекидача; аналіз небезпечних виробничих факторів; розроблені заходи для забезпечення безпечної роботи.

Кваліфікаційна робота на тему «Розробка технічного проекту приводу пересування моста вагоноперекидача бокового пересувного [REDACTED]

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Реферат</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Орлов</i>						3	2
<i>Перевірів</i>	<i>Заболотний</i>					<i>НТУ "ДП"</i>		
<i>Керівник</i>	<i>Заболотний</i>					<i>133-21-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Заболотний</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Панченко</i>							

пройшла перевірку на плагіат. Унікальність тексту – 98%. Програма перевірки на плагіат StrikePlagiarism.com.

Ключові слова: ВАГОНОПЕРЕКИДАЧ, ПРИВОД ПЕРЕСУВАННЯ МОСТА, РЕДУКТОР, МОДУЛЬ, ДОПУСТИМИ НАПРУЖЕННЯ НА ЗГИН, ДОПУСТИМИ КОНТАКТНІ НАПРУЖЕННЯ.

Графічна частина кваліфікаційної роботи бакалавра складає 3 аркуша креслеників формату А1.

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

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						2
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

## ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Конструкторський розділ.....	11
1.1 Загальна інформація про вагоноперекидачі та принципи їх роботи	11
1.2 Загальна інформація і конструкція вагоноперекидача [REDACTED] ...	15
1.3 Загальна інформація про привод пересування моста вагоноперекидача бокового пересувного [REDACTED] .....	19
1.4 Розрахунок параметрів редуктора. Розрахунок циліндричних зубчатих передач .....	20
1.4.1 Вихідні данні.....	20
1.4.2 Вибір електродвигуна .....	20
1.4.3 ККД редуктора .....	21
1.4.4 Передавальні відношення .....	21
1.4.5 Крутні моменти .....	22
1.4.6 Модуль передач.....	23
1.4.7 Частоти обертання.....	24
1.4.8 Міжосьові відстані .....	25
1.4.9 Вибір матеріалів зубчастих коліс .....	26
1.4.10 Допустимі контактні напруження .....	26
1.4.11 Допустимі згинальні напруження.....	30
1.4.12 Окружна швидкість .....	32
1.4.13 Контактні напруження .....	33
1.4.14 Ширина зубчастого вінця.....	34
1.4.15 Фактична окружна швидкість.....	35
1.4.16 Фактичні контактні напруження.....	36

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Орлов				Літера	Аркуш	Аркуші
Перевірів	Заболотний					1	3
Керівник	Заболотний				<i>Зміст</i>		
Н. Контр.	Заболотний				<i>НТУ "ДП"</i>		
Затверд.	Панченко				<i>133-21-1</i>		

1.4.17	Максимальні контактні навантаження .....	36
1.4.18	Згинальні навантаження .....	37
1.4.19	Окружна сила .....	38
1.4.20	Витривалість на згин .....	38
1.4.21	Діаметри вінця зубчатих коліс .....	39
1.4.22	Радіальна сила в зачеплені .....	40
1.4.23	Діаметри кінців валів.....	41
1.4.24	Розрахунок валів. Визначення реакцій в опорах, колових та згинальних моментів.....	42
1.4.25	Вибір шпонок та перевірочний розрахунок шпонкових з'єднань .....	61
1.4.26	Перевірка підшипників на довговічність .....	63
1.4.27	Вибір гальм .....	64
1.5	Побудова комп'ютерної моделі.....	64
1.6	Висновки по першому розділу.....	67
2	Експлуатаційний розділ .....	69
2.1.	Експлуатаційний підрозділ.....	69
2.1.1	Принципова схема пристрою вагоперекладача.....	69
2.1.2	Експлуатаційні обмеження .....	70
2.1.3	Технічне обслуговування і поточний ремонт .....	71
2.2.	Охорона праці.....	73
2.2.1.	Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час роботи вагоперекладача.....	73
2.2.2	Розміщення обладнання, механізмів і деталей .....	74
2.2.3	Шум.....	75
2.2.4.	Освітлення робочих місць.....	76
2.2.5.	Вентиляція .....	76
2.2.6.	Захисні та блокувальні пристрої.....	76
2.2.7.	Сигналізація та зв'язок .....	77
2.2.8.	Електробезпека .....	78

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

2.2.9. Пожежна безпека. Засоби пожежогасіння.....	79
2.2.10. Техніка безпеки при ремонтно-монтажних та зварювальних роботах.....	80
2.2.11. Індивідуальні засоби захисту .....	81
2.2.12. Техніка безпеки при експлуатації <span style="background-color: orange; color: black;">                    </span> .....	82
2.3. Висновки по другому розділу .....	84
Висновки.....	85
Перелік посилань .....	87
Додаток А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи .....	
Додаток Б Специфікації до складальних креслеників .....	
Додаток В Презентація кваліфікаційної роботи .....	
Додаток Г Результати перевірки на плагіат .....	
Додаток Д Витяг з протоколу засідання кафедри ІДМБ щодо апробації кваліфікаційної роботи бакалавра .....	
Додаток Ж Відгук керівника кваліфікаційної роботи.....	
Додаток І Відгук нормоконтролера.....	

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

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

## ВСТУП

**Актуальна технічна задача.** Кваліфікаційна робота присвячена розробці повного комплексу конструкторської документації на вузол «Привід пересування моста» вагоноперекидача бокового пересувного [REDACTED], що виконується на основі креслеників, наданих [REDACTED]

Під час проходження виробничої практики, керівником було надано технічну документацію, а саме: кресленик вузла вагоноперекидачу, який став предметом для виконання даної кваліфікаційної роботи. Під час аналізу наданих креслеників було виявлено певні недоліки. Частина креслень деталей виявилася неповною. Деякі області креслеників мають ручні доповнення й виправлення, які не були перенесені на відповідні складальні одиниці. Деякі креслення складальних одиниць і деталей не відповідали одне одному, що ускладнює їх подальше використання.

В зв'язку з цим виникла необхідність розробки доопрацьованої та технічно коректної конструкторської документації наданого вузла «приводу пересування моста» вагоноперекидачу бокового пересувного [REDACTED]. Розроблена документація має бути забезпечити можливість використання приводу при роботі, ремонтів, або виконанні технічного обслуговування. Було прийнято рішення у використанні отриманих креслень як основу для подальшого доопрацювання, зокрема усунення ручного коригування та усунення помилок у розмірностях. Розроблена технічна документація дозволить відповідати нормам у машинобудуванні.

**Об'єкт розробки** – механічні процеси, що виникають при роботі «приводу пересування моста» вагоноперекидача бокового пересувного [REDACTED]

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	<i>Орлов</i>				<i>ВСТУП</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Перевірив</i>	<i>Заболотний</i>						1	3
<i>Керивник</i>	<i>Заболотний</i>					<i>НТУ "ДП"</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Заболотний</i>					<i>133-21-1</i>		
<i>Затвердив</i>	<i>Панченко</i>							

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

**Мета розробки** – конструктивні параметри конструкції «редуктора пересування моста» вагоноперекидача бокового пересувного [REDACTED]

**Мета роботи** – визначення параметрів та розроблення технічного проекту редуктора для його використання в приводі пересування моста.

Для досягнення поставленої мети основна задача проекту розділена на задачу розділена на наступні етапи:

1. Виконати збір, обробку наукової і технічної інформації за темою кваліфікаційної роботи;
2. Виконати повний опис конструкції вагоноперекидача бокового пересувного [REDACTED]
3. Розрахувати конструктивні параметри редуктора у приводі пересування моста відповідно до заданих умов експлуатації;
4. Виконати аналіз умов безпечної експлуатації вагоноперекидача бокового пересувного [REDACTED]

Кваліфікаційна робота на тему «Розробка технічного проекту приводу пересування моста вагоноперекидача бокового пересувного [REDACTED]» була перевірена на наявність плагіату з метою підтвердження самостійності виконання, відповідності академічним стандартам та дотримання норм академічної доброчесності. У результаті проведеної перевірки встановлено, що рівень унікальності тексту становить «91» %, що свідчить про високий ступінь авторського опрацювання матеріалу. Для здійснення аналізу була використана спеціалізована програма для виявлення збігів і запозичень — StrikePlagiarism.com, яка дозволяє ретельно оцінити відповідність тексту вимогам до оригінальності.

Представлена кваліфікаційна робота виконана з використанням матеріалів, наданих [REDACTED] містить інформацію, яка потенційно може представляти комерційну таємницю. Згідно із Положенням про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка» (зі змінами та доповненнями, затвердженими Вченою радою НТУ «Дніпровська політехніка»

					ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

від 26.03.2019) кваліфікаційна робота бакалавра у такому разі повинна зберігатись в електронному архіві кафедри.

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						3
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## РОЗДІЛ 1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

### 1.1 Загальна інформація про вагоноперекидачі та принципи їх роботи.

Вагоноперекидач [1] використовується для перевертання вагонів разом із вантажем, наприклад: вугілля, пісок, або інше сипучі матеріали. Ця машина дозволяє висипати сировину без необхідності в ручному розвантаженні, або без застосування іншого допоміжного обладнання.

Основне призначення вагоноперекидача — це швидкий процес розвантаження великих обсягів матеріалів. Найчастіше його використовують для перевезення вугілля, руди, щебіня та зерна.

Вагоноперекидач виконує декілька основних функцій: приймання, розвантаження та очищення вагонів. Завдяки цим якостям вагоноперекидач можна вважати розвантажувальною машиною з високою ефективністю розвантаження. Вагоноперекидач має одну важливу особливість – він здатен здійснити розвантаження без пошкодження вагону. Таке обладнання широко застосовується на гірничо-збагачувальних комбінатах, вугільних шахтах, металургійних комбінатах.

Вагоноперекидачі класифікуються за способом розвантаження на бічні, торцеві та роторні. По мобільності їх ділять на стаціонарні та пересувні конструкції [1] Бічні вагоноперекидачі розвантажують вагони шляхом їх нахилу навколо поздовжньої осі. Торцеві нахиляють вагони навколо поперечної осі. Роторні повністю обертають вагон довкола його поздовжньої осі на 160-175 градусів.

Крім цього по мобільності поділяють два типи вагоноперекидачів стаціонарні та пересувні. Стаціонарні вагоноперекидачі встановлюються на

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	<i>Орлов</i>				<i>Конструкторський розділ</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Заболотний</i>						1	58
<i>Керівник</i>	<i>Заболотний</i>					<i>НТУ "ДП"</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Заболотний</i>					<i>133-21-1</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Панченко</i>							

підприємствах з великим обсягом вантажів та розраховані на тривалу експлуатацію на одному місці. Пересувні пристрої використовуються для тимчасових робіт або у місцях, де потрібно розвантажувати вагони.

Існують декілька типів вагоноперекидачів, що використовуються на підприємствах. Кожен вагоноперекидач має власний тип, що зумовлений специфікою виконання робіт під час його використання. При їх класифікації вагоноперекидачів можна відокремити: їх власні недоліки і переваги, конструктивні особливості, принцип роботи, та технічні можливості. Детальний опис конструкторських особливостей кожного з типів вагоноперекидачів наведено нижче.

Роторні вагоноперекидачі. Конструкція показана на рисунку 1.1.

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

### ***Рисунок 1.1 – Роторний вагоноперекидач***

Роторні вагоноперекидачі здійснюють повний оберт вагона навколо осі, що майже збігається з геометричною поздовжньою віссю напіввагону. При оберті вагон закріплюється в спеціальній обертівій рамці ротора, яка плавно обертається, висипаючи вантаж у приймальні бункери або траншеї.

Переваги:

- Висока продуктивність.
- Можливість розвантаження вагонів без відкривання люків або стінок.

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						2
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- Повна автоматизація процесу розвантаження.
- Висока надійність і тривалість роботи.

Недоліки:

- Висока вартість монтажу і експлуатації.
- Складність ремонту.
- Великі енергетичні витрати.

Торцеві вагоноперекидачі. Конструкція показана на рисунку 1.2.

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

### *Рисунок 1.2 – Торцевий вагоноперекидач*

Торцеві вагоноперекидачі здійснюють повний оберт вагона навколо осі, що майже збігається з геометричною поздовжньою віссю напіввагону. При оберті вагон закріплюється в спеціальній обертовій рамці ротора, яка плавно обертається, висипаючи вантаж у приймальні бункери або траншеї.

Переваги:

- Проста і надійна конструкція обладнання.
- Невисока вартість експлуатації.
- Знижений ризик пошкодження кузова вагона.
- Висока енергоефективність.

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Недоліки:

- Можливість використання тільки для вагонів із спеціальними торцевими відкидними стінками.
- Низька продуктивність.
- Підвищені енерговитрати при розвантаженні вагонів великої маси.
- Велике навантаження на привід Бокові вагоноперекидачі. Конструкція показана на рисунку 1.3.

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

### *Рисунок 1.3 – Боковий вагоноперекидач*

Бокові вагоноперекидачі є найбільш поширеним типом обладнання. Їх принцип роботи полягає в тому, що вагон закріплюється на платформі і нахиляється навколо осі, що лежить поза вагоном. Під час нахилу вантаж висипається через відчинену бокову стінку вагона.

Переваги:

- Універсальність застосування для різних типів вагонів і вантажів.
- Висока продуктивність.
- Висока надійність.

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Недоліки:

- Ризик деформації вагонів при неправильному закріпленні на платформі.
- Висока вартість обслуговування і ремонту.
- Високі вимоги до точності розміщення вагонів на платформі.

## 1.2 Загальна інформація і конструкція вагоноперекидача ВВП-80 М.

Вагоноопрокидувач  (рисунок 1.4) – це 

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

					<i>ІДМБ.ПК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						6
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Технічні характеристики вагоноперекидача бокового пересувного [REDACTED]

[REDACTED] наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики вагоноперекидача бокового пересувного [REDACTED]

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						7
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						8
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

## Загальна інформація про привод пересування моста на електричному приводі бокового пересувного [REDACTED]

Основна функція приводу — забезпечення рівномірного та контрольованого пересування моста із заданою швидкістю і зусиллям, що відповідає робочим навантаженням.

Принцип роботи приводу полягає у передачі крутного моменту від електродвигуна через редуктор на колеса моста, що рухають всю конструкцію уздовж заданого маршруту. Цикл роботи складається з наступних етапів:

1. Підготовка до переміщення:
  - Оператор запускає електродвигун, який через муфту передає обертання на вхідний вал редуктора.
  - Одночасно знімання гальмівного зусилля відбувається за рахунок спрацювання електромагніту, який відводить колодки гальмівного пристрою.
2. Передача обертання та приведення в рух:
  - Обертальний момент зменшується та передається через редуктор на ходові колеса моста.
  - Завдяки зубчастій передачі відбувається пониження швидкості та збільшення крутного моменту.
3. Рух моста:
  - Ходові колеса перекочуються по рейках, забезпечуючи поступальний рух моста у заданому напрямку.
  - Рух відбувається повільно, завдяки конструктивним особливостям редуктора та системі змащення.
4. Зупинка і фіксація:
  - Подається команда на відключення двигуна.
  - Електромагніт деактивується, що призводить до автоматичного притиснення гальмівних колодок пристрою до гальмівного шківів.
  - Міст фіксується в необхідній позиції.

									Арк.
									9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ				

Привід пересування моста є основним елементом, що забезпечує рух мостових конструкцій у процесі експлуатації. Привід забезпечує пересування моста по рейкових коліях у горизонтальній площині для виконання технологічних операцій.

#### **1.4 Розрахунок параметрів редуктора. Розрахунок циліндричних зубчатих передач**

Кінематична схема редуктора представлена на рисунку 1.6.

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

*Рисунок 1.6 – Кінематична схема редуктора*

##### **1.4.1 Вихідні данні**

Номінальний крутний момент на вихідному валу редуктора [REDACTED]

Частота обертання вхідного валу редуктора [REDACTED]

##### **1.4.2 Вибір електродвигуна**

Для редуктора двигуном обрано [REDACTED] через його високу надійність, оптимальний момент, гарну енергоефективність і тривалий термін служби, що робить його придатним для даної конструкції.

					ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

### 1.4.3 ККД редуктора

Сумарний ККД приводу визначається за формулою:

$$\eta_p = \eta_T \cdot \eta_{II} \cdot \eta_6 \quad (1.1)$$

$\eta_T$ ,  $\eta_{II}$ ,  $\eta_6$  – ККД тихохідної, проміжної та швидкохідної передач редуктора відповідно

Оскільки тип всіх передач редуктора – зубчасті циліндричні колеса в закритій масляній ванні, їх ККД приймається рівним 0,97

Сумарний ККД редуктора:



### 1.4.4 Передавальні відношення

Передавальне відношення визначається за формулою:

$$u = \frac{z_1}{z_2} \quad (1.2)$$

де  $z_1$ ,  $z_2$  – кількість зубів на провідній шестірні та веденій відповідно  
Передавальне відношення для ступенів:

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для швидкохідної:



Для проміжної:



Для тихохідної:



Передавальне число редуктора:



#### 1.4.5 Крутні моменти

Формула крутного моменту ступенів редуктора:

Швидкохідна:

$$T_1 = \frac{T_{\text{вих}}}{\eta_p \cdot u_p}, \text{ Н} \cdot \text{ м} \quad (1.3)$$

де  $T_{\text{вих}}$  момент на вихідному валу

Перша проміжна:

$$T_2 = \frac{T_{\text{вих}}}{\eta_p \cdot u_2 \cdot u_3}, \text{ Н} \cdot \text{ м} \quad (1.4)$$

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Друга проміжна:

$$T_3 = \frac{T_{\text{вих}}}{\eta_p \cdot u_3}, \text{ Н} \cdot \text{ м} \quad (1.5)$$

Підставимо формули:



#### 1.4.6 Модуль передач

Модуль зубів визначається за формулою:

$$m = \frac{P_t}{\pi} \quad (1.6)$$

де  $P_t$  – крок зачеплення

Підставляємо формулу до кожної ступеня редуктора:



Приймаємо: 



Приймаємо:



Приймаємо:



### 1.4.7 Частоти обертання

Формула частот обертання:

$$n = \frac{n_{\text{ном}}}{u} \cdot \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad (1.7)$$

де  $n_{\text{ном}}$  – номінальна частота обертання валу двигуна:



(1.8)

Формула кутової швидкості

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, c^{-1} \quad (1.9)$$

Швидкохідний вал:

Фактична частота обертання вхідного валу дорівнює номінальній частоті обертання валу електродвигуна:



Перший проміжний вал:



Другий проміжний вал:



Тихохідний вал:



#### 1.4.8 Міжосьові відстані

Міжосьова відстань визначається за наступною формулою [3]:

$$a = \frac{m \cdot (z_1 + z_2)}{2} \text{ мм} \quad (1.10)$$

Підставимо формулу для кожної передачі:

Для швидкохідної:

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



Приймаємо:



Для проміжної:



Приймаємо:



Для тихохідної:



Приймаємо:



#### 1.4.9 Вибір матеріалів зубчастих коліс



#### 1.4.10 Допустимі контактні напруження

Коефіцієнт довговічності [2] за контактним напруженням розраховуються за формулою:

					ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{HD} = k_{HE} \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{K_{HG}}} \leq 1 \quad (1.11)$$

де  $N$  – число циклів (формула );

$c = 1$  – число зачеплення зуба за один оберт колеса;

$K_{HG}$  – база контактних напружень (формула );

$k_{HE} = 0,8$  – коефіцієнт еквівалентності.

Межі тривалої витривалості для шестерень:

$$N = n_i \cdot t_{\Sigma} \cdot c; \quad (1.12)$$

$$K_{HG} = 30 \cdot HB^{2,4}. \quad (1.13)$$

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		18

Приймаємо:                     

Допустимі контактні напруження:

$$\sigma_H = \frac{\sigma_{H\_lim}}{S_H}; \quad (1.14)$$

де  $S_H = 1,1$  – коефіцієнт запасу міцності

$\sigma_{H\_lim}$  – межа контактної витривалості зуба, визначаються за формулою:

$$\sigma_{H\_lim} = 2 \cdot HB + 70; \quad (1.15)$$

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.4.11 Допустимі згинальні напруження

Коефіцієнт довговічності [2] за згинальними напруженнями розраховується за формулою:

$$K_{FD} = k_{FE} \cdot \sqrt[m]{\frac{N}{K_{FG}}} \leq 1 \quad (1.16)$$

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Приймаємо: 

Допустимі згинальні напруження визначаються за формулою:

$$\sigma_F = \frac{\sigma_{F\_lim}}{S_F} \quad (1.17)$$



$\sigma_{F\_lim}$ — межа згинальної витривалості зуба, визначаються за формулою:

$$\sigma_{F\_lim} = 1,75 \cdot HB \quad (1.18)$$



					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

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

#### 1.4.12 Окружна швидкість

Попереднє значення окружної швидкості:

$$v_1 = \frac{n_{\text{НОМ}}}{c_v \cdot 10^3} \cdot \sqrt[3]{\frac{T_{\text{ВИХ}} \cdot 10^3}{\psi \cdot u^2}}, \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (1.19)$$



					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

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

### 1.4.13 Контактні напруження

Коефіцієнт навантаження за контактними напруженнями:

$$k_H = k_{H\alpha} \cdot k_{H\beta} \cdot k_{H\nu} \quad (1.20)$$

$k_{H\beta}$  – коефіцієнт концентрації навантаження, визначається за формулою:

$$k_{H\beta} = k_{H\beta_0} \cdot (1 - x) + x \geq 1,05 \quad (1.21)$$

де  $k_{H\beta_0}$  – початковий коефіцієнт концентрації, 



					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

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



Формула розрахункової потужності на колесі:

$$T_p = k_H \cdot T \quad (1.22)$$



#### 1.4.14 Ширина зубчастого вінця

Ширину валів циліндричних передач розраховуємо за формулою:

$$b_B = \psi \cdot a \text{ мм} \quad (1.23)$$

де  $\psi$  – коефіцієнт ширини

Ширину колес розраховуємо за формулою:

$$b_K \approx 1,12 \cdot b_K \text{ мм} \quad (1.24)$$



Приймаємо:



					ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо:



Приймаємо:



Приймаємо:



Приймаємо:



Приймаємо:



#### 1.4.15 Фактична окружна швидкість

Окружна швидкість:

$$v = \frac{2 \cdot a \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot (u+1) \cdot 10^3} \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (1.25)$$



#### 1.4.16 Фактичні контактні напруження

Фактичні контактні напруження:

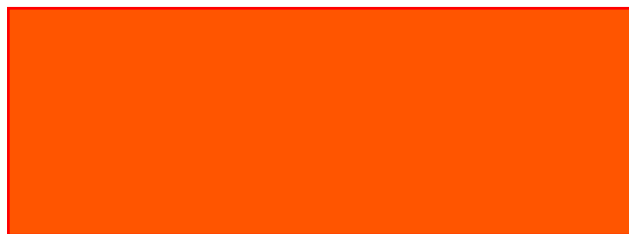
$$\sigma_H = K \cdot \left( \frac{u+1}{u \cdot a_{\text{л}}} \right) \cdot \sqrt{\frac{u+1}{b_{\text{ік}}} \cdot T_p \cdot 10^3} \quad (1.26)$$

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

#### 1.4.17 Максимальні контактні навантаження

Максимальне допустиме контактне напруження:

$$\sigma_{H\_max} = 2,8 \cdot \sigma_{T_{\text{кі}}} \text{ МПа}; \quad (1.27)$$



Розрахункове максимальне допустиме контактне напруження:

$$\sigma_{H\_max} = \sigma_H \cdot \sqrt{\frac{T_{\text{пуск}} \cdot T_{\text{ном}}}{K_{\text{FD}}}} \text{ МПа}; \quad (1.28)$$

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$\sigma_{RH\_max} < \sigma_{H\_max}$  , умова міцності виконується

### 1.5.18 Згинальні навантаження

$$K_F = K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv} \quad (1.29)$$

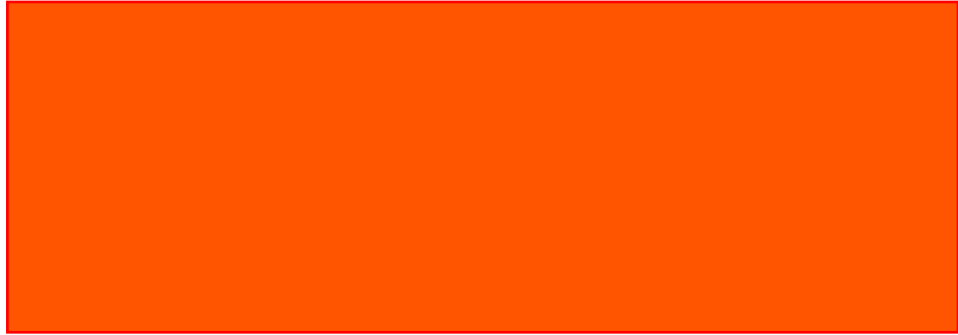
$K_{F\beta}$  – коефіцієнт концентрації навантаження, розраховується за формулою:

$$K_{F\beta} = K_{F\beta_0} \cdot (1 - x) + x \geq 1,04 \quad (1.30)$$

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

#### 1.4.19 Окружна сила

$$F_t = \frac{2 \cdot T \cdot 10^3}{d} \text{ Н}; \quad (1.31)$$



#### 1.4.20 Витривалість на згин

Розрахункові напруження вигину:

$$\sigma_F = Y_F \cdot Y_\beta \cdot F_t \cdot k_F \cdot \frac{K_{FD}}{b \cdot m} \text{ МПа}; \quad (1.32)$$

де  $Y_F = 1$  – коефіцієнт нахилу;



$\sigma_F < \sigma_{RF}$  , умова міцності виконується.

Максимальне допустиме згинальне напруження:

$$\sigma_{F_{\max}} = 2,7 \cdot \text{НВ МПа}; \quad (1.33)$$

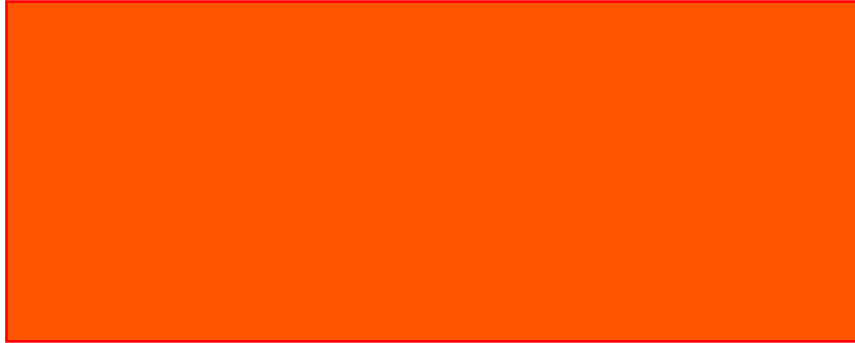


Критичну інформацію з матеріалів вилучено на підставі рекомендацій експертного висновку від 24.06.2025



Розрахункове максимальне допустиме згинальне напруження:

$$\sigma_{RF\_max} = \sigma_{RF} \cdot \frac{T_{пуск} \cdot T_{ном}}{K_{FD}} \text{ МПа}; \quad (1.34)$$



$\sigma_{RF\_max} < \sigma_{F\_max}$  , умова міцності виконується

#### 1.4.21 Діаметри вінця зубчатих коліс

Формула ділильного діаметру окружностей:

$$d = m \cdot z \text{ мм} \quad (1.35)$$

Діаметр вершин зубів:

$$d_a = d + 2 \cdot m, \text{ мм} \quad (1.36)$$

Діаметр западин зубів:

$$d_f = d - 2 \cdot m \cdot 1,5, \text{ мм} \quad (1.37)$$

Визначимо для шестерень  $d_{ш}$  і коліс  $d_{к}$ :

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

#### 1.4.22 Радіальна сила в зачепленні

$$F_r = F_t \cdot \frac{\tan(\alpha)}{\cos(\beta)} \text{ Н} \quad (1.38)$$



					<i>ІДМБ.ПК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		30



### 1.4.23 Діаметри кінців валів

За для підвищення міцності та робочого ресурсу, під час експлуатації збільшуємо розміри валів.

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

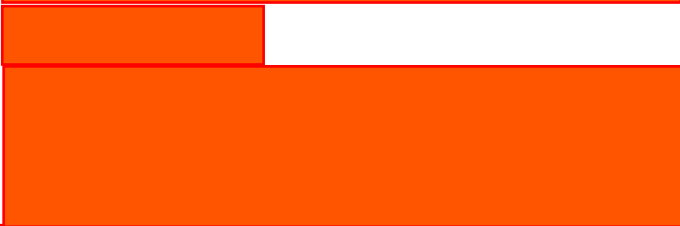
$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T \cdot 10^3}{\pi \cdot \tau}} \text{ мм} \quad (1.39)$$



Приймаємо



Приймаємо



Приймаємо



Приймаємо



### 1.5.24 Розрахунок валів. Визначення реакцій в опорах, колових та згинальних моментів

Розрахункова схема вхідного валу-шестерня показано на рисунку 1.7

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

*Рисунок 1.7 – Розрахункова схема вхідного валу-шестерня*

Консольна сила:



(1.40)

Рівняння рівноваги у вертикальній площині:



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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						33
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						34
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						35
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						36
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						37
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						38
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						39
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		40

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						41
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						42
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						43
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		44

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						45
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		46

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						47
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		48

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		49

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						50
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

#### 1.4.25 Вибір шпонок та перевірочний розрахунок шпонкових з'єднань

Підбір шпонки здійснюється залежно від діаметра вала, на який вона


					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						51
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

встановлюється. Розміри призматичних шпонок стандартно регламентуються відповідно до діаметра вала згідно з вимогами ДСТУ ГОСТ 24069:2005.

Параметри шпонкових з'єднань вказані в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Параметри шпонкових з'єднань

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

Напруження зминання, що виникають у шпонці під час її експлуатації, не повинні перевищувати гранично допустиме значення для обраного матеріалу. 



Формула для перевірки зминальних напружень:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot (h - t) \cdot l} \cdot \text{[redacted]} \quad (1.46)$$

де  $d$  – діаметр валу в місці встановлення шпонки, мм

$h$  – висота шпонки, мм

$t$  – глибина пазу, мм

$l$  – довжина шпонки, мм



					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52



#### 1.4.26 Перевірка підшипників на довговічність

Перевірка підшипників виконується по формулі [3]:

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{c}{P_e}\right)^p \geq t_{\Sigma}, \text{ год} \quad (1.47)$$

де  $n_i$  – частота обертання валу;

$C$  – динамічна вантажопідйомність підшипника;

$P = 3$  – показник ступеня;

$F_r$  – сумарне максимальне навантаження в підшипниках на вал;

$P_e$  – еквівалентне навантаження.

$$P_e = V \cdot F_r \cdot K_{\sigma} \cdot K_T, \text{ Н} \quad (1.48)$$

$V = 1$  – коефіцієнт обертання;

$K_{\sigma} = 1,3$  – коефіцієнт безпеки;

$K_T = 1$  – температурний коефіцієнт;



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



#### 1.4.27 Вибір гальм

При виборі гальм необхідно врахувати гальмівний момент, який повинен бути більшим за крутний момент, що діє на валу. Параметри для вибору гальм показані у формулі:

$$T_1 < T_{\text{гальм}} \quad (1.49)$$

де  $T_{\text{гальм}}$  – гальмівний момент гальм, Н · м.

Обираємо гальмо



(1.50)

Умова виконується.

#### 1.5 Побудова комп'ютерної моделі та розробка конструкторської документації

На основі кінематичної схеми та результатів розрахунку було побудовано комп'ютерну модель редуктора (рисунок 1.33). Редуктор складається з



					ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

### ***Рисунок 1.33 – Редуктор приводу пересування моста***

Редуктор приводу пересування моста — це циліндричний, трьох ступеневий механізм. Він призначений для передачі обертання від електродвигуна до ходових коліс моста.

Редуктор знижує частоту обертання двигуна та збільшує крутний момент до величин, необхідних для руху великогабаритної конструкції моста. Він складається з вхідного валу, трьох пар зубчастих коліс, проміжного та вихідного валів. Корпус редуктора виготовлений зі сталі та обладнаний системою підшипникової опори і масляною ванною.

На основі розробленої комп'ютерної моделі та проведених розрахунків «Редуктора» була створена повна конструкторська документація. Загалом розроблено 41 креслення, що включають як складальні одиниці, так і окремі деталі. На захист кваліфікаційної роботи показано наступний кресленик ІДМБ.РК.25.23 – 00.00.000 СК – Редуктор (рисунок 1.34), складальний кресленик (аркуш формату А0).

Документація до редуктора, що винесена на захист кваліфікаційної роботи (рисунок 1.34, 1.35, 1.36):

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						56
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

### 1.6 Висновки по першому розділу

Вагоноперекидач [REDACTED] використовується для механізованого

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						57
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

розвантаження сипучих вантажів із піввагонів вантажопідйомністю [REDACTED]

Виконано розрахунок параметрів «редуктора» вагоноперекидача [REDACTED], а саме: вибір електродвигуна, визначення передавального відношення, фактичних частот обертання валів, крутного моменту на валах зубчастої передачі, вибір матеріалів зубчастих коліс, допустимих контактних напружень, значення міжосьової відстані, ширини коліс, допустимих згинальних напружень, фактичні параметри коліс, розрахунок на згинальну витривалість, діаметри зубчастих коліс, розрахунок валів, визначення навантажень зубчастого зачеплення, проектувальний розрахунок валів, перевірка шпонкового з'єднання, перевірка підшипників на довговічність, вибір гальма.

Розроблена комп'ютерна модель «редуктора приводу пересування моста». Загальна кількість компонентів склала: [REDACTED]

[REDACTED] Модель перевірено на збирання, при моделюванні дотримано всіх необхідних технологічних зазорів та відсутність інтерференцій.

Розроблено конструкторську документацію «редуктора» загальною кількістю 47 шт. На захист винесено складальний кресленик ІДМБ.РК.25.23 – 54.00.00.000 СК – Редуктор. ІДМБ.РК.25.23 – 54.1251.097 СК – Колесо. ІДМБ.РК.25.23 – 44.2502.186 – Вінець. ІДМБ.РК.25.23 – 44.0520.008 – Обойма.

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2. ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ

### 2.1. Експлуатаційний підрозділ

#### 2.1.1 Принципова схема пристрою вагоноперекидача

Вагоноперекидач це машина, що використовується в промисловості, його призначена полягає в швидкому механізованому розвантаженню сипучих, вантажів із залізничних напіввагонів з вантажопідйомністю до 150т [10]. Основна її функція — прискорення процесу вивантаження матеріалів. вагоноопрокидучач може частіше використовується для розвантаження: вугілля, руди, зерна, піску, або інших великобаритних сипучих матеріалів. Вагоноперекидачі складається з поворотної платформи, що оснащені рейками або канавками. Ці канавки використовуються за для встановлення напіввагона в необхідне положення, перед перекиданням грузу. Після астановлення напіввагону відбувається його фіксація і перекидання вантажу шляхом нахилу, або обертання перекидаючого пристрою. В роботі перекидача застосовується гідравлічні домкрати, що піднімають напіввагон, або можуть використати електромеханічні приводи.

Процес розвантаження здійснюється двома способами: В першому способі передбачається повне, або часткове перекидання вагона на на 160° до 175° в залежно від конструкції і висипання вантажу у розвантажувальну траншею. Другий варіант полягає у зворотно-поступальному русі платформи разом із вагоном, під час якого працює скребковий механізм. Скребок механічно виштовхує залишкові матеріали вантажу з кузова напіввагона в зону розвантаження. Завдяки ньому контейнер вагону повністю очищується

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ІЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Експлуатаційний  розділ</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>	<i>Орлов</i>						1	16
<i>Перевіриє</i>	<i>Заболотний</i>							
<i>Керівник</i>	<i>Заболотний</i>							
<i>Н. Контр.</i>	<i>Заболотний</i>							
<i>Затвердив</i>	<i>Панченко</i>					<i>НТУ “ДП” 133-21-1</i>		

від матеріалу, який злипаються в напіввагоні, наприклад через високу вологість сировини.

Існує два основних види конструкцій руху вагоноперекидачів при розвантаженні: бічний і роторний. Бічний вагоноперекидач — повертає вагон навколо його вертикальної осі (умовно – навколо однієї з бокових стінок), перекидаючи вміст на 160°. Роторний вагоноперекидач обертає вагон навколо колінеарній осі напіввагона. Це дає змогу досягти кута повороту до 175°, що забезпечує майже повне спорожнення кузова.

Для потрапляння напіввагонів до розгрузки та для вивезення пустих вагонів використовується електричний штовхач. Ця механічна система забезпечує поступальний рух вагона до платформи вагоноперекидача. Коли вагони займають позицію для перекидання він фіксується затискувачами, а потім коліска повертається разом із вагоном (на 160-175 градусів) і вантаж розташовується у траншеї. Такий спосіб розвантаження дозволяє зменшити час розвантаження грузів і зменшити самі цикли між розвантаженнями, що сприяє збільшенню кількості розвантаження вантажів.

В середньому один цикл розвантаження за проходить приблизно за 3 хвилини, це що дозволяє розвантажити до 30 вагонів в годину. Всі це фактори роблять вагоноперекидач високоефективним способом для розвантаження великої кількості тон грузів, за невеликий проміжок часу. Експлуатація вагоноперекида дуже зменшує трудові та матеріальні витрати, а також збільшує кількість вантажу, яка розавантажується, за той же проміжок часу. .

Вагоноперекидачі мають широке використання в сферах металургії, сільському господарстві, на теплових електростанціях, наприклад вугільних, будівництвах, портах та у важкій промисловості.

### 2.1.2 Експлуатаційні обмеження

Вагоноперекидач — це складне технічне обладнання, тому його експлуатація потребує дотримання чітких вимог до технічного стану як самого

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пристрою, так і рухомого складу. З метою безпечної та ефективної роботи забороняється вводити вагоноперекидач в експлуатацію у разі виявлення таких несправностей або відхилень [10]:

- Невідповідність напіввагонів технічним вимогам.
- Відхилення габаритів напіввагонів.
- Несправність електрообладнання.
- Експлуатація під час ремонту
- Несправність системи тальм.
- Конденсація в електрообладнанні.
- Транспорт пиловидних матеріалів без пиловсмоктувальних пристроїв.
- Провідний пил у приміщенні перетворювача частот.
- Відмова пристрою плавного розвантаження.
- Перевищення зазору між рейками понад 12мм.
- Перевищення робочого навантаження на амортизаційні плити.

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

### 2.1.3 Технічне обслуговування і поточний ремонт

Вагоноперекидач [REDACTED], як і будь-яке інше механічне обладнання, потребує постійного технічного нагляду та своєчасного обслуговування відповідних до вимог тех документації. Безперервна робота вагоноперекидача може бути небезпечною без виконань профілактичних оглядів і капітальних ремонтів. Поточний технічний огляд та обслуговування вагоноперекидача повинні проводитись не рідше одного разу на місяць. Під час огляду вагоноперекидача потрібно звертати увагу на параметри платформи[10], зокрема перевірки стосується:

- ширини колії вона має складати [REDACTED]
  - прогину рейкового шляху по довжині платформи, [REDACTED]
- прогину
- відхилення рівнів головок рейок у площині осі колісної пари — [REDACTED]

					ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

мівних колодок, які перевіряється на ступінь зносу гальмівної стрічки в даному положення. При зносі стрічки понад ■ вона підлягає заміні. Якщо товщина ободку гальмівного шківів зменшилась на ■ або більше, також необхідна заміна.

- зубчасті передачі та редуктори оглядаються на наявність зносу зубців, або їх злому при експлуатації та перевірка рівня мастила на зубах.
- змащення вузлів підвержених тертю, регулярне поповнювання мастила.
- втулки тяг платформи з колісними буферами перевіряються на працездатності. Працездатність визначається по наявності виступу буфера над опорними платиками.
- втулки тяг платформи потребують візуального огляду на предмет зношення та люфту.
- гальмівний пристрій перевіряється на функціональності магнітного гальма.
- армування при валкових стінок повинно займати не менше 50% площі, передбаченої проектом. До пошкоджень належать відірвані, або повністю зношені гумові плити з гофрами.

Усі зазначені перевірки повинні виконуватись не рідше одного разу на два місяці, навіть за відсутності ознак несправності [10]. Це дозволяє уникнути аварій та передчасного зносу ключових вузлів.

Капітальний ремонт вагоноперекидача проводиться один раз на два роки. Під час нього здійснюється повна діагностика всіх систем і заміна зношених або пошкоджених механізмів на нові. Це дозволяє відновити технічні характеристики машини до рівня нової.

У період початкової експлуатації (обкатки) необхідно щозміни проводити підтягування болтів на кріпленнях вінців. Також кожні 16 годин рекомендовано перевіряти болтові з'єднання в інших вузлах і у разі виявлення послаблень — усувати їх негайно.

Особливу увагу слід приділяти цілісності конструкцій, зокрема огляду

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

металевих елементів та вузлів на наявність тріщина, деформацій, слідів втоми матеріалу або корозії.

Заміна підшипників кочення повинна проводитись у разі виявлення:

- корозії на кільцях, роликах, кульках або сепараторах;
- недопустимого зносу внутрішнього або зовнішнього кільця;
- пошкоджень чи полумки сепаратора;
- тріщина на поверхнях кочення або торцях роликів та інших деталях.

У виробничому цеху підприємства необхідне ведення журнал технічного обслуговування, в який вноситься всі зміни у роботі вагоноперекидача, включаючи результати оглядів, виявлені несправності та проведені ремонтні роботи. Цей документ є обов'язковим для контролю експлуатаційної надійності обладнання.

## **2.2. Охорона праці**

### **2.2.1. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час роботи вагоноперекидача**

При експлуатації вагоноперекидачу персонал може задатися впливу різних небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Такі фактори необхідно враховувати за дия: запобіганню травматизації робітників, забезпечення безпечної умови праці. До загальних небезпек відносяться всі рухливі частини обладнання, зокрема це стосується: відкритхи зубчастих передач муфт, або редукторів, виступаючих частин валів редукторів та двигунів. Рухливі елементи можуть стати причиною наматування одягу працівників, що може призвести до травм персоналу.

Окрім того, однією з потенційних небезпек є підвищений рівень шуму, який може негативно впливати на органи слуху при тривалому перебуванні в зоні роботи обладнання без використання засобів індивідуального захисту. Одним із основним фактором травм на промисловості є недостатнє або

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повністю відсутнє освітленням, як природне так і штучне. Нестача світла призводить до підвищення ймовірність падінь проборів, зіткнень з об'єктами та насамперед неправильних дій персоналу під час експлуатації.

Додаткові небезпеки включають: можливість падіння працівників з висоти під час огляду або обслуговування елементів вагоноперекидача; підсковзування на поверхні платформи внаслідок обмерзання або потрапляння атмосферних опадів; отримання термічних опіків при контакті з перегрітими поверхнями електродвигунів та інших компонентів.

Не меншу увагу необхідно приділяти загрозі ураження електричним струмом [10]. Недостатній рівень ізоляції кабелів електропередач, або пошкодження ізоляційного покриття, відсутність заземлення, несправність системи захисного вимкнення, всі ці фактори значно підвищують можливість спричинення серйозного вдару на роботу в'язого підприємства. Тому всі частини електрообладнання повинні регулярно перевірятися, а роботи на електроустановках виконуватись лише кваліфікованим персоналом.

### **2.2.2 Розміщення обладнання, механізмів і деталей**

Для забезпечення безпечних умов праці на підприємстві необхідне дотримання вимог техніки безпеки під час монтажу, експлуатації вагоноперекидачу та його окремих механізмів. В першу чергу ці вимоги стосуються вібростійкого обладнання. Для забезпечення техніки безпеки конструкція перекидачу повинна бути надійно встановлена так, щоб забезпечувалась стабільна робота під час перекидання вантажу, це необхідно за для протидії динамічним навантаженням.

Не менш важливим правилом безпеки є огорожування небезпечних частин вагоноперекидачу. До небезпечних частин відносяться зони, в яких можливе контактування персоналу з рухомими обладнання, зокрема зубчастих передач муфт, валів редуктора, або платформа розвантаження. Ці частини повинні бути захищені металевими, або сітчастими огорожами висотою не

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

менше 1,3 метрів, та обов'язково повинні бути профарбовані в червоний чи помаранчеві кольори [10]. Ці огорожі слугуватимуть кращою візуалізацією небезпечних місць.

Окрему увагу необхідно приділити найбільш небезпечним зонам. Серед цих зон них зокрема виділяється відкрита зубчаста передача. Зубчаста передача становить безпосередню загрозу травмування при контакті. Забороняється перебування працівників поблизу цих елементів під час роботи машини без відповідного захисту [10] та при відсутності вище вказаних огорожень.

Окрім цього, при організації робочих місць необхідно забезпечити безпечні проходи для персоналу. Ширина проходів не повинна бути менше за 0,5 м. Проходи дозволятимуть уникненню зіткнень з елементами машини, що значно зменшить кількість травм на виробництві. На всіх майданчиках обслуговування, платформах, перехідних містках і сходах повинно використовуватися перфаровані листи, що також повинні пофарбовані у червоний колір. Ці листи зменшать накопичену вологу, яка може призводити до травм. Це особливо важливо в осінньо-зимовий період, коли підвищується ймовірність підсковзування і падіння в наслідок частих опадів.

### 2.2.3 Шум

Під час експлуатації вагоноперекидача одним із факторів безпеки становить шум. Для зменшення впливу шуму на підприємствах, де використовуються вагоноперекидачі, необхідне використання дистанційного керуючого обладнання. Дистанційне керування машини слід проводити в спеціальній кабіні, що зменшить вплив шуму. Кабіна оператора обов'язково має оснащена звукоізоляцією. Не рекомендується безпосереднє знаходження біля вагоноперекидача під час розвантаження, або біля шумних елементів. Ці настанови зменшать вплив шуму та окрім цього дозволять повисити безпеку праці за рахунок зменшення ризику контакту з рухомими елементами комплексу.

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Окрім цього в зони в високим рівнем шуму рекомендується встановлення звукоізолюючих кожухів. Серед таких елементів можуть бути: електродвигуни, редуктори, приводні механізми тощо. Кожухи повинні бути виготовлені зі звукоізолюючих матеріалів, які зменшують рівень шуму механізмів, що входять у склад комплексу. Особливу увагу звукоізоляції слід приділити кабіні машиніста[11]. Серед основних засобів поглинання шуму передбачено застосування багатошарової конструкції.

#### **2.2.4. Освітлення робочих місць**

Освітлення робочих місць повинно відповідати загальним нормам, згідно яких мінімальна освітленість робочих ділянках має становити не менше 50 люкс, належно від типу джерела світла [11]. У разі відключення основного освітлення, обов'язковою умовою безпеки є аварійне освітлення. Це освітлення повинно мати автономне джерело живлення. Особливої уваги потребує освітлення безпосередньо транспортно розвантажувальний цех.

#### **2.2.5. Вентиляція**

При роботі вагоноперекидача повинна бути наявна вентиляційна система, що складається з: повітроводів, вентилятора й електродвигуна [11]. Вентилятор необхідний за для провітрювання приміщення і очищення повітря від пилу, який утворюється в наслідок развантаження пилких матеріалів. У системі вентиляції необхідне використання двох типів вентиляторів: осьові та відцентрові.

#### **2.2.6. Захисні та блокувальні пристрої**

Вагоноперекидач як автоматизована машина повинен забезпечувати такі функції безпеки [10]:

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Блокування скочування напіввагона до завершення його розвантаження.
- Фіксація напіввагона перед початком розвантаження при незавершеному відчепленні.
- Блокування обертання ротора, поки розвантажений вагон повністю не вийшов або працює вагоноштовхач.
- Блокування вагоноштовхача при активному роторі.
- Обмеження швидкості ротора — не більше 0,7 об/хв при закріпленні вагона.
- Таймер вібраційних пристроїв — не довше 10 секунд, після чого слідує автоматичне вимкнення.
- Заборона на подачу нового вагона, поки не завершено попередній цикл.

### 2.2.7. Сигналізація та зв'язок

Під час роботи вагоноперекидача повинна використовуватись сигналізація, яка включає звукові та світлові сигнали, пов'язані з пусковим ключем системи керування [11]. При подачі вагона на розвантаження, прибиранні складів або під час роботи виштовхувача персонал має отримувати сповіщення через звукову сигналізацію. Сигнал подається до повної зупинки состава або вагона.

У разі помилкового ввімкнення під час очищення вагонів, ланцюг керування повинен бути розірваний кнопкою аварійного вимкнення, розміщеною на робочому місці помічника машиніста. На вимикачах і панелі дистанційного керування обов'язково мають бути попереджувальні знаки "Не вмикати – працюють люди". Перестановка вагонів повинна супроводжуватись світловими та звуковими сигналами. Пристрої, які забезпечують розвантаження і розгальмування, мають бути обладнані в'їзною і виїзною сигналізацією.

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2.8. Електробезпека

Електробезпека є однією з найважливішою складової безпеки експлуатації вагоноперекидача. Заземлення електродвигунів та кожухів електрообладнання є основним елементом електробезпеки, за їх стан відповідає машиніст [10]. У разі виявлення несправностей у заземленні роботу машини необхідно терміново припинити роботу вандажоперекидувача. Експлуатація вагоноперекидача заборонена, якщо в робочій зоні присутні працівники, або виявлено технічні несправності. Також негайно припинити роботу слід при перегріві електродвигуна, чи появи іскор на контактах.

Після припинення роботи викликати електрика. Усунення несправностей дозволяється лише кваліфікованому спеціалісту.

Устаткування має бути обладнане захистом від перевантаження та системою нульового захисту. У разі зникнення електроенергії допускається одноразове автоматичне повторне вмикання, за умови синхронної роботи з блокуючими пристроями, що унеможливають подачу напруги при короткому замиканні або порушенні ізоляції.

Усі металеві частини, а саме: троси, трубопровід та корпуси редукторів, двигунів, тощо підлягають обладнанню заземлення. Для заземлення використовувати відповідні провідники живильного кабелю, які приєднуються до внутрішніх затискачів обладнання [10]. У кабіні машиніста встановити гумовий килимок для додаткового захисту від струму. Ремонтні роботи проводяться тільки при повному відключенні двигунів.

Після розвантаження вагони переміщуються спеціальними пристроями, а зони їх переміщення мають бути огорожені згідно з технікою безпеки. Усі пов'язані залізничні шляхи повинні бути обладнані електричною централізацією, а керування стрілками виконує черговий по станції, який також контролює положення електроштовхача.

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 2.2.9. Пожежна безпека. Засоби пожежогасіння

Ганчірки та інші засоби, що можна використати для видалення мастил, повинні своєчасно утилізуватись. Для їх зберігання використовувати металеві ящики [11]. Усі працівники мають чітко знати розташування засобів пожежогасіння — вогнегасників, ящиків з піском та інших пристроїв.

У разі загоряння електроприладів або проводки необхідно негайно знеструмити обладнання і розпочати гасіння сухим піском. У зонах розвантаження вагонів мають бути встановлені сухі вогнегасники типу ОП-10 і ящики з піском об'ємом не менше 1 м<sup>3</sup> [11]. Для гасіння вогню використати: воду, хімічну та повітряно-хімічну піну, водяну пару, щільну вогнетривку тканини, а інертні гази, зокрема вуглекислий газ й азот.

Відповідно до вимог [REDACTED], розвантаження і навантаження небезпечних і особливо небезпечних вантажів дозволяється з відстані не менше 50 метрів від будівель, споруд та залізничних колій. Такі вантажі повинні зберігатися в будівлях I або II ступеня вогнестійкості, а особливо небезпечні — окремо у відповідних складах. Пристрої для розвантаження вугілля та естакади повинні бути розміщені не менше ніж за 50 метрів від зон зберігання контейнерів або штучних вантажів [11].

За для запобігання загоранню легко запальної породи, проводиться регулярне очищення складів. Головний інженер відповідальний за дотриманням чітких порядків розвантаження на підприємстві. У разі загоряння вугілля у відкритих траншеях полум'я слід гасити грейферами або іншою спецтехнікою, дозволяється також використання водяних струменів. Якщо загоряється порода в будівлях або на складах, необхідно одночасно проводити її розвантаження і гасіння.

При загорянні вугілля, яке було майже повністю розвантажено, заборонено використовувати пневматичне обладнання. Для таких випадків при гасінні рекомендується застосовувати водяну пару або розпиляну воду, після чого охолоджене вугілля повинно бути негайно використано.

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2.10. Техніка безпеки при ремонтно-монтажних та зварювальних роботах

Ремонт, що супроводжується порушенням цілісності металоконструкцій, дозволяється лише за погодженням з головним механіком підприємства та під контролем відповідального фахівця з технічного нагляду [10]. Усі ремонтні роботи фіксуються у відповідних журналах, виконуються відповідно до інструкцій і технологічних карт з обов'язковим зазначенням інструментів і пристроїв, необхідних для їх виконання.

Перед початком ремонту призначається відповідальна особа, яка контролює увесь процес. Усі працівники, задіяні в роботах, мають бути ознайомлені з процедурою та підтвердити це власним підписом [10].

Обладнання або елементи конструкцій масою понад 50 кг транспортуються тільки з використанням підйомно-транспортної техніки. Габарити та вантажопідйомність визначаються на основі найбільших механізмів або деталей, що є в наявності у цеху. Під час підйому габаритної техніки процес контролює бригадир або майстер. Команди на розвантаження подає одна уповноважена особа [11].

Використання машин з простроченим терміном технічного огляду суворо заборонено. Ремонт проводиться лише після повного очищення обладнання від бруду та мастила, а також від'єднання електричних схем.

При ремонті ключових вузлів — як механічної частини машини, так і електроприводу — розробляються окремі заходи безпеки. Ремонтно-монтажний майданчик має бути укомплектований усіма необхідними деталями, матеріалами й пристосуваннями [10]. Планування майданчика здійснюється з урахуванням потреби у безперервному русі транспортних засобів та механізмів.

Особливу увагу приділяють вибору технологічного процесу з урахуванням безпеки праці. Витратні матеріали мають виділяти мінімальну

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кількість шкідливих речовин і проходити обов'язкову гігієнічну оцінку.

Матеріали, що не відповідають встановленим нормам, до використання не допускаються.

Під час технічного обслуговування вагонів обов'язковими є наступні вимоги:

- Робоча зона повинна підтримуватись у чистоті та, за потреби, очищатися від палива, мастил, сміття та інших забруднень.
- Колеса вагонів завжди мають бути зафіксовані гальмівними башмаками.
- Вагони, які потребують ремонту автозчеплення, мають бути розставлені на відстань не менше п'яти метрів один від одного, з обов'язковим встановленням гальмівних башмаків.
- Заборонено проводити ремонтні роботи або заливати мастило в букси під час руху чи маневрування вагона.
- Для ручного забору проб палива локомотив повинен бути відведений на відстань не менше 5 метрів, після чого вагони фіксуються.
- Для підняття до вагона та забору палива дозволяється використовувати лише спеціально передбачені скоби або драбини.

### **2.2.11. Індивідуальні засоби захисту**

У процесі роботи в цеху виникають різноманітні небезпечні фактори, що можуть становити загрозу для здоров'я та життя працівників. Для їхньої безпеки підприємство забезпечує персонал спеціальним одягом та засобами індивідуального захисту [11]:

- Захист від механічного впливу та забруднень: використовується спеціальний костюм.
- Захист від шуму: застосовуються беручі або протичумні навушники.
- Захист голови: працівники зобов'язані носити захисні текстолітові каски.

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

ст рук: використовуються бавовняні рукавиці з текстильними

Під час роботи з вагоноперекидачем категорично заборонено допускати працівників у одязі з довгими чи широкими рукавами, які можуть бути втягнуті у рухомі частини машини. До роботи не допускаються особи, які:

- не одягнули захисну каску;
- не впорядкували свій робочий одяг;
- не перевірили справність особистих засобів захисту.

### 2.2.12. Техніка безпеки при експлуатації [REDACTED]

Для забезпечення безпечної експлуатації вагоноперекидача важливо дотримуватись встановлених вимог щодо збереження вагонів та залізничного транспорту. У будь-який момент уповноважений представник залізничного транспорту має право перевіряти стан колій, контейнерів та дотримання правил техніки безпеки під час завантаження та розвантаження породи в вагони та контейнери [10].

Робота вагоноперекидача завжди повинна супроводжуватись звуковою сигналізацією, а вся конструкція повинна централізовано змащуватись. Залізничні шляхи повинні керуватись дистанційно світлофором та мати гальмівний пристрій. Електротралі вагоноперекидача повинні бути розташовані на висоті не менше 3,5 м від рівня головки рейки та мати огороження [11].

Машиніст вагоноперекидача, трансферкара та перевантажувального крана повинні мати радіозв'язок для безперервної комунікації з бригадиром завантаження доменних печей. Вагоноперекидач керується з кабіни, яка оснащена вентиляцією та кондиціонером для очищення повітря.

Вагони подаються до вагоноперекидача лише після сигналу світлофора. Швидкість руху вагонів від світлофора до штовхача не повинна перевищувати 5 км/год, а при наблизненні до зчеплення — 3 км/год [11].

									Арк.
									14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ				

Звукові сигнали повинні подаватись під час перестановки вагонів та наближення вагоноперекидача до області рудного крану. Один із звукових сигналів інформує про готовність коліски до прийняття нового вагона для вивантаження. Після встановлення вагонів у колісці виконується їхнє механічне розчеплення. Під час перерви між подачею вагонів коліска повертається у вихідне положення. Для огляду та ремонту дозволяється піднімати лише порожню коліску, і люди можуть перебувати під нею тільки за умови закріплення коліски упорами

На бункери вугле прийомних ям встановлюються ґрати з розмірами 300×300 мм. Уздовж вугле прийомних ям розташовані спеціальні мости з шириною не менше 0,6 м для безпечного відкривання та закривання затворів вагонів [11]. Для різних типів порід визначені такі кути нахилу стінок приймальних бункерів:

- Антрацити, кам'яне вугілля, сланці:  $\leq 55^\circ$ ;
- Торф, буре вугілля:  $60^\circ$
- Високо вологе вугілля, про продукт, шлам:  $\leq 70^\circ$

Для гасіння пожеж використовують сухі вогнегасники, ящики з піском, воду, хімічну та повітряно-хімічну піну, водяну пару, щільні тканини, інертні та негорючі гази. У разі загоряння електроприводів або проводки необхідно знеструмити обладнання та гасити пожежу сухим піском.

Для дроблення замерзлого вугілля використовують спеціалізовані машини або, за згодою головного інженера, ручне дроблення. Всі вагоноперекидачі оснащені механізмами для очищення вагонів від забруднень та залишків породи.

Вагони після розвантаження зупиняються гальмівними башмаками. Персонал, що обслуговує вагоноперекидач, повинен дотримуватись правил безпеки та носити спеціальний одяг, навушники, каски та рукавиці. У разі ручного очищення область повинна бути обладнана спеціальними майданчиками та огорожена поручнями; металеві ґрати з розмірами не більше 250×250 мм повинні закривати прорізи в бункерах та вугільних баштах; всі

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цехи повинні мати телефонний зв'язок або використовувати звукові або світлові сигнали.

### 2.3. Висновки по другому розділу

Проведено аналіз небезпечних і шкідливих факторів під час роботи вагоноперекидача та визначено заходи для гарантування його безпечної експлуатації. Розглянуто вплив небезпечних і шкідливих виробничих факторів на людину, обрано індивідуальні засоби захисту від них, обґрунтовано вимоги до розміщення обладнання, механізмів і деталей, засоби захисту від шуму, норми освітлення робочих місць, систему вентиляції, наявність захисних і блокувальних пристроїв, види сигналізації, правила електробезпеки, правила пожежної безпеки та засоби пожежогасіння, а також техніку безпеки під час виконання ремонтно-монтажних і зварювальних робіт. Проведено аналіз небезпечних і шкідливих факторів при монтажі, експлуатації та ремонті вагоноперекидача [REDACTED]. Розроблено відповідні заходи безпеки, з урахуванням санітарних норм для побутових приміщень, вимог до організації вентиляції, освітлення, сигналізації та охорони праці.

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

## ВИСНОВКИ

Виконана кваліфікаційна робота присвячена вирішенню актуальної технічної задачі – на основі технічного завдання [REDACTED] [REDACTED] обґрунтувати та розрахувати конструктивні характеристики «редуктора приводу пересування моста» та розробити відповідний комплект конструкторської документації.

У конструкторському розділі розглянуто конструкцію вагоноперекидача [REDACTED], умови експлуатації, принцип роботи, розроблено комп'ютерну модель «редуктора приводу пересування моста», яка була перевірена на наявність помилок, при конструюванні та відсутності інтерференцій. Виконано розрахунок трьох ступеневого циліндричного редуктора, приводу пересування моста вагоноперекидача бокового пересувного [REDACTED], а саме: проведено вибір та розрахунок електродвигуна, визначено ККД редуктора, крутні моменти, передавальні відношення редуктора, вибрано матеріал зубчастих коліс, розроблено епюри крутних моментів на валах зубчастої передачі, допустимі контактні та згинальні напруження, міжосьова відстань, ширини коліс, розрахунок на згинальну витривалість зубчастого зачеплення, максимальні контактні та згинальні напруження, розрахунок підшипників, вибір шпонкових з'єднань, перевірка підшипників на довговічність, вибрано гальма.

В експлуатаційному розділі розглянуто експлуатаційні обмеження вагоноперекидача [REDACTED] технічні вимоги щодо обслуговування, поточного ремонту і правила безпечної експлуатації. Розроблено заходи за для безпечної роботи під час експлуатації бокового пересувного вагоноперекидача [REDACTED]. Проаналізовано вплив шкідливих і небезпечних факторів на працівників, визначено індивідуальні засоби їх захисту. Наведено основні

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Орлов				<i>Висновок</i>	Літера	Аркуш	Аркушіє
Перевірив	Заболотний						1	2
Керівник	Заболотний					<i>НТУ "ДП" 133-21-1</i>		
Н. Контр.	Заболотний							
Затвердив	Панченко							

типи техніки безпеки та методи усунення можливих проблем при експлуатації вагоноперекидача.

Результат перевірки тексту пояснювальної записки на плагіат за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com.: унікальність склала 98%.

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

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

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. М. І. Березовий, І. Я. Сковрон, С. В. Боричева, В. В. Малашкін . Промисловий транспорт. Переробна спроможність вантажних фронтів: приклади та задачі НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК. ДНІПРО Український державний університет науки і технологій 2023. 138 с.
2. КІРІЄНКО О.А., ГУЗЕНКО Ю.М. Теорія механізмів і машин. Деталі машин. Розрахунки механічних передач. Навчальний посібник. НТУУ «КПІ» 2016. 186 с.
3. В.В. Проців, К.А. Зіборов, О.М. Твердохліб. Проектування редукторів з використанням САПР КОМПАС. Дніпропетровськ НГУ 2011. 179 с.
4. Каталог/двигуни/мостові серії МТН <https://xn--80aqy.com.ua/kranovye-elektrodvigateli/mth-412-8/>
5. Каталог/колодкове гальмо ТКП-300 <http://astics.by/tk/kolodochnyj-tormoz-tkp/tormoz-tkp-300-200-s-mp-201-1.html>
6. А. В. Гайдамака Деталі машин. Основи теорії та розрахунків. Навчальний посібник. Харків НТУ «ХПІ» 2020.
7. Редуктори циліндричні. Параметри ДСТУ 3107-95. 22с.
8. Філімоніхін Г.Б., Пирогов В.В., Олійніченко Л.С. ОПР МАТЕРІАЛІВ. ЧАСТИНА I Навчальний посібник. Кропивницький – 2024. 170 с.
9. Довбуш А.Д., Хомик Н.І. ОПР МАТЕРІАЛІВ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК. Тернопіль 2014. 191 с.
10. ЖИГУЛІН О. А. МАХМУДОВ І. І. ЖИГУЛІНА Н. О. ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНІ МАШИНИ. Ніжин – 2020. 151 с.
11. Винокурова Л. Е., Васильчук М. В., Гаман М. В. Основи охорони праці: Підручн. для проф.-техн. навч. закладів. 2001. 189 с.

					<i>ІДМБ.РК.25.23.00.00.000.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Орлов</i>				<i>Перелік посилань</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Заболотний</i>						1	1
<i>Керівник</i>	<i>Заболотний</i>					<i>НТУ "ДП"</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Заболотний</i>					<i>133-21-1</i>		
<i>Затвердив</i>	<i>Панченко</i>							

## Результати перевірки на плагіат



Дата звіту 6/18/2025

Дата редагування —



Звіт не був оцінений

## Звіт подібності

## метадані

Назва організації

Dnipro Polytechnic National Technical University

Заголовок

Орлов ПЗ

Автор Науковий керівник / Експерт

ОрловОлена Панченко

підрозділ

Dnipro Polytechnic National Technical University

## Обсяг знайдених подібностей

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



## Тривога

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

Заміна букв		8
Інтервали		10
Мікропобіли		0
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		2

## Подібності за списком джерел

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

## 10 найдовших фраз

порядковий НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	Колір тексту
1	ІДМБ.РК.24.05 ПЗ Кузьмич 5/30/2024 Dnipro Polytechnic National Technical University (Dnipro Polytechnic National Technical University)	27 0.37 %
2	<a href="https://www.nmu.org.ua/upload/uf/c2f/c2fbec568dc7e29a73ef0c90b8ed8488.pdf">https://www.nmu.org.ua/upload/uf/c2f/c2fbec568dc7e29a73ef0c90b8ed8488.pdf</a>	24 0.33 %
3	<a href="https://www.nmu.org.ua/upload/uf/c2f/c2fbec568dc7e29a73ef0c90b8ed8488.pdf">https://www.nmu.org.ua/upload/uf/c2f/c2fbec568dc7e29a73ef0c90b8ed8488.pdf</a>	24 0.33 %