

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



Механіко-машинобудівний факультет  
Кафедра інжинірингу та дизайну в машинобудуванні

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра**

студента **Катрича Миколи Дмитрійовича**  
(ПІБ)

академічної групи **133-19-1**  
(шифр)

спеціальності **133 Галузеве машинобудування**  
(код і назва спеціальності)

за ОПП **Комп'ютерний інжиніринг у машинобудуванні**  
(офіційна назва)

на тему **Визначення параметрів і розробка конструкції корінного**  
**валубагатоканатної піднімальної машини** XXXXXXXXXX  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Заболотний К.С			
розділів:				
Конструкторський	Заболотний К.С			
Експлуатаційний	Заболотний К.С			
<b>Рецензент</b>	Зіборов К.А.			
<b>Нормоконтролер</b>	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

Заболотний К.С.

(підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеня бакалавра**  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

**студенту** Катричу М.Д.  
(прізвище та ініціали)  
**академічної групи** 133-19-1  
(шифр)  
**спеціальності** 133 Галузеве машинобудування  
(код і назва спеціальності)  
**за ОПП** Комп'ютерний інжиніринг у машинобудуванні  
(офіційна назва)

на тему **Визначення параметрів і розробка конструкції корінного валу багатоканатної піднімальної машини** \_\_\_\_\_ ,

затверджену додатком №4 до наказу ректора НТУ «Дніпровська політехніка» №310-с від 01.05.2023

Розділ	Зміст	Термін виконання
Конструкторський	Розглянути загальні відомості області використання шахтних підіймальних машин та провести аналіз конструкцій, виконати розрахунок з визначення параметрів підіймальної машини. Провести аналіз конструкції корінного валу, побудувати комп'ютерну модель корінного валу в зборі. Модель перевірити на працездатність.	21.05.2023
Експлуатаційний	Провести аналіз небезпечних і шкідливих факторів при монтажі, експлуатації і ремонті корінного валу шахтної підіймальної машини. Розробити необхідні заходи щодо попередження та усунення аварійних ситуацій	02.06.2023

**Завдання видано**

(підпис керівника)

Заболотний К.С.

**Дата видачі** 01.05.2023

**Дата подання до екзаменаційної комісії** до 12.06.2023

**Прийнято до виконання**

(підпис студента)

Катрич М.Д.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 96 стор., 22 рисунків, 7 таблиць, 8 джерел інформації, 6 додатків.

**Об'єкт дослідження** – корінний вал в зборі шахтної підйимальної машини МПМН 5×4

**Мета кваліфікаційної роботи** – визначення параметрів та розробка конструкції корінного вала багатоканатної шахтної підйимальної машини [REDACTED] відповідно до наданих технічних умов експлуатації [REDACTED].

У вступі обґрунтовано актуальність проектування корінного вала шахтної підйимальної машини у зборі, а також наведено аналіз умов його експлуатації та наявних конструктивних рішень.

У конструкторському розділі окреслено сфери застосування шахтних підйимальних машин [REDACTED], проаналізовано сучасні конструктивні схеми та розраховано основні параметри обладнання. Для досягнення поставленої мети передбачено розрахунок основних геометричних і кінематичних параметрів, а також безпосереднє проектування вузла головного вала.

Кваліфікаційна робота на тему «Розробка та визначення параметрів корінного валу шахтної підйимальної машини [REDACTED]» пройшла перевірку на плагіат за допомогою програмного забезпечення Unicheck. Унікальність склала 83,4%. Результати перевірки наведено у додатку.

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

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Катрич</i>				<i>Реферат</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>К. розділу</i>	<i>Заболотний</i>							
<i>Керівник</i>	<i>Заболотний</i>							
<i>Н. Контр.</i>	<i>Заболотний</i>							
<i>Затвердив</i>	<i>Заболотний</i>							
						<i>НТУ «ДП» 133-19-1</i>		

Представлену кваліфікаційну роботу виконано 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 у такому разі повинна зберігатись в електронному архіві кафедри.

Ключові слова: ШАХТНА ПІДІЙМАЛЬНА МАШИНА, КОРИННИЙ ВАЛ, ОПОРНІ ВУЗЛИ, СКІНЧЕНО-ЕЛЕМЕНТНА МОДЕЛЬ, НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН.

Графічна частина проекту складає 3 аркуша креслень формату А1.

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

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## ЗМІСТ

Вступ.....	8
Розділ 1 Конструкторський.....	10
1.1 Умови експлуатації обладнання.....	11
1.2 Галузь використання шахтної підйомної установки .....	11
1.3 Конструкція та принцип дії шахтної підйомної установки .....	15
1.4 Аналіз конструкцій головного валу багатоканатних підйомальних машин .....	16
1.5 Визначення параметрів багатоканатної підйомальної машини .....	21
1.5.1 Визначення ємності скіпа.....	21
1.5.2 Визначення параметрів канатів .....	21
1.5.3 Вибір типорозміру підйомальної машини .....	22
1.5.4 Визначення навантажень, які діють на підйомальну машину .....	23
1.5.5 Перевірка на умову нековзання канатів по канатоведучому шківу(мінімальна висота підйому) .....	24
1.5.6 Перевірка на умову нековзання канатів по канатоведучому шківу(максимальна висота підйому) .....	25
1.5.7 Кінематика підйомної установки. Вибір максимальної швидкості підйому .....	26
1.5.8 Динаміка підйомної установки.....	31
1.6 Визначення діаметра копрового направляючого шківів.....	38
1.7 Вибір приводу.....	38
1.7.1 Вибір електродвигуна.....	38
1.7.2 Вибір редуктора .....	40

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Катрич</i>				<i>Зміст</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>К. розділу</i>	<i>Заболотний</i>							
<i>Керівник</i>	<i>Заболотний</i>							
<i>Н. Контр.</i>	<i>Заболотний</i>							
<i>Затвердив</i>	<i>Заболотний</i>							
						<i>НТУ «ДП», 133-19-1</i>		

1.8	Вибір з'єднувальної муфти .....	42
1.9	Визначення параметрів і розробка конструкції корінного валу шківів тертя багатоканатної підйомальної машини .....	44
1.9.1	Побудова комп'ютерної моделі корінного валу зі шківом тертя.....	45
1.9.2	Розрахунок валу .....	46
1.10	Вибір підшипникових опор.....	46
1.11	Розрахунок та вибір параметрів валу.....	47
1.12	Розрахунок та вибір підшипників .....	48
1.13	Визначення навантаження на корінний вал .....	49
1.14	Перевірка підшипникових опор на довговічність .....	53
1.15	Конструювання корпусу підшипника .....	54
1.16	Визначення параметрів маточин .....	55
1.17	Обґрунтування розрахунку моделі корінного валу в зборі методом скінченних елементів .....	57
1.18	Висновки по першому розділу.....	59
Розділ 2 Експлуатаційний .....		62
2.1.	Експлуатація підйомної установки .....	62
2.1.1	Документація підйомної установки.....	62
2.1.2	Догляд за підйомальною машиною та обладнанням підйомної установки.....	63
2.1.3	Умови безпечної експлуатації багатоканатної підйомної установки .....	64
2.1.4	Умови експлуатації корінного валу .....	64
2.1.5	Ревізія та наладка редуктора.....	67
2.1.6	Ревізія і наладка з'єднувальних муфт.....	67
2.1.7	Експлуатація підшипникових опор.....	70
2.1.8	Ущільнення для підшипників .....	71
2.2	Безпека конструкції машини і її експлуатації.....	71

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	

2.2.1 Техніка безпеки при проведенні налагоджувальних та ремонтних робіт .....	71
2.2.2 Протипожежні заходи.....	72
2.2.3 Захисне заземлення.....	73
2.4 Висновки по другому розділу .....	74
Висновки .....	75
Перелік посилань.....	77
Додаток А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи .....	78
Додаток Б Специфікація до складального кресленника .....	80
Додаток В Презентація кваліфікаційної роботи .....	84
Додаток Г Витяг з протоколу засідання .....	87
Додаток Д Результати перевірки на плагіат .....	89
Додаток Е Відгук керівника кваліфікаційної роботи.....	91
Додаток Ж Відгук нормоконтролера .....	93
Додаток З Рецензія на кваліфікаційної роботи .....	95

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## ВСТУП

Проект присвячений розробці конструкції корінного валу багатоканатної підйимальної машини [REDACTED], а також розробці технічної документації. Параметричний розрахунок вузла виконано відповідно до технічних умов експлуатації, визначених за вихідними даними підприємства-замовника [REDACTED].

Головний вал у зборі з підшипниковими опорами є ключовим силовим вузлом підйимальної установки. У процесі роботи ці елементи сприймають значні статичні та динамічні навантаження, що зумовлені вагою підйомних посудин та натягом канатів. Отже, аналіз напружено-деформованого стану головного вала є актуальним завданням, оскільки дозволяє оцінити запас міцності та виявити критичні зони концентрації напружень.

Оскільки головний вал працює в умовах високого навантаження, до його конструкції висуваються суворі вимоги щодо втомної міцності, жорсткості та зносостійкості згідно з чинними нормами безпеки. Корінний вал в зборі є одним із найбільш металомістких вузлів, тому його надійність це загальна надійність машини. Конструкція валу повинна забезпечити стабільну та безпечну роботу підйимальної машини.

Результати дослідження параметрів вузлів та проведена оптимізація геометричних характеристик вала дозволяють підвищити надійність конструкції та подовжити термін експлуатації підйимальної установки.

Мета роботи полягає у визначенні технічних параметрів та розробці конструкції головного вала багатоканатної підйимальної машини [REDACTED].

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

1. Проаналізувати сучасний стан науково-технічних розробку сфері шахтного підйому та систематизувати відомості щодо конструктивних особливостей багатоканатних машин.

2. Провести порівняльний аналіз існуючих конструкцій багатоканатних підйимальних установок з метою виявлення їхніх переваг та недоліків.

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Катрич</i>				<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>К. розділу</i>	<i>Заболотний</i>						
<i>Керівник</i>	<i>Заболотний</i>				<i>ВСТУП</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Заболотний</i>				<i>НТУ, «ДП», 133-19-1</i>		
<i>Затвердив</i>	<i>Заболотний</i>						

3. Обґрунтувати вибір та застосувати інженерні методики для розрахунку кінематичних і силових параметрів проекрованої установки.

4. Оцінити умови безпечної експлуатації об'єкта розробки відповідно до вимог чинної нормативної документації з охорони праці та промислової безпеки.

Кваліфікаційна робота на тему «Розробка та визначення параметрів корінного валу шахтної підйомальної машини [REDACTED] пройшла перевірку на плагіат за допомогою програмного забезпечення Unischek. Унікальність склала 83,4%. Результати перевірки наведено у додатку.

Представлену кваліфікаційну роботу виконано 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 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.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# РОЗДІЛ 1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

## 1.1 Загальна характеристика гірничого підприємства. Умови експлуатації обладнання

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

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Катрич</i>				<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>К. розділу</i>	<i>Заболотний</i>						
<i>Керівник</i>	<i>Заболотний</i>				<i>РОЗДІЛ 1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ НТУ, «ДП», 133-19-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Заболотний</i>						
<i>Затвердив</i>	<i>Заболотний</i>						

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

## 1.2. Галузь використання шахтної підйомної установки

Шахтні підймальні установки (ШПУ) належать до критично важливих ланок технологічного комплексу гірничих підприємств. Їх функціональне призначення охоплює видачу корисної копалини на поверхню, забезпечення безпечного переміщення персоналу, а також транспортування матеріалів та устаткування. Технологічні можливості ШПУ дозволяють здійснювати ревізію та ремонтні роботи армування і кріплення шахтного стовбура. Стабільність роботи підймального комплексу є визначальним чинником загальної продуктивності гірничого підприємства. Залежно від місця

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

встановлення підймальні машини класифікують на наземні (розташовані на окремому фундаменті) та баштові (розміщені безпосередньо на копрах баштового типу).

Підймальні машини можуть мати шків тертя або барабани для навивання канату.

Класифікація сучасних підймальних машин за типом органу навивання передбачає поділ на барабанні (одно- та двобарабанні) та машини зі шківом тертя (зокрема багатоканатні). Однобарабанні конструкції зазвичай застосовуються для обслуговування одного горизонту або в однокінцевих підйомах з використанням противаги.

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

Шахтні підймальні машини належать до стаціонарного обладнання тривалого використання, розрахованого на функціонування протягом усього життєвого циклу гірничого підприємства або його окремих горизонтів. Відповідно до функціонального призначення, підймальні установки поділяють на вантажні (видача корисної копалини та породи), людські (спуск та підйом персоналу) та вантажно-людські. За типом підйомних посудин: клітьові; скіпові; баддеві; вагонетки. За кількістю підймальних посудин, що працюють у системі, установки класифікують на однопосудинні (з противагою) та двопосудинні (що працюють у взаємозрівноваженому режимі). За типом органів навивання тягового

					ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

каната: з постійним радіусом навивання (циліндричні барабани, шків тертя); зі змінним радіусом навивання (біциліндричні барабани). За кількістю тягових канатів: одноканатні та багатоканатні. За нахилом стовбура: вертикальні; похилі. За ступенем врівноваженості підйомної системи: неврівноважені з циліндричними барабанами без зрівноважувального каната; статично врівноважені зі зрівноважувальним канатом. За висотою підймання (малої, середньої та великої висоти).

До складу підймальної установки входять технологічне устаткування та гірничотехнічні споруди. Склад устаткування охоплює: підймальні машини, посудини, канати, а також завантажувальні та розвантажувальні пристрої.

Основними вузлами системи є підймальні посудини, обладнані підвісними та парашутними пристроями, напрямні шків, копри, а також посадочні механізми для клітей.

Комплекс обладнання підймальних установок охоплює підймальні посудини, оснащені підвісними та парашутними пристроями, сталеві канати, напрямні шків, копри, а також системи посадкових, завантажувальних і розвантажувальних механізмів.

Підвісні пристрої виконують функцію з'єднання шахтної кліті з підймальним канатом за допомогою коушів, забезпечуючи надійну передачу тягових зусиль.

Парашутна система призначена для екстреного вловлювання, плавної зупинки та фіксації кліті у стовбурі шахти у разі механічного пошкодження або обриву тягового каната чи елементів підвіски.

Сталеві канати є критично важливими силовими елементами, що сполучають підймальні посудини з органами навивання. Надійність експлуатації та технічний стан канатів безпосередньо визначають рівень промислової безпеки всього підймального комплексу.

Для забезпечення високої несучої здатності та стійкості до деформацій використовують сталеві круглопрядні канати з металевим сердечником.

Функціональне призначення копрів полягає у розміщенні напрямних шківів, фіксації провідників та розвантажувальних пристроїв для скіпів чи перекидних клітей. У баштових копрах, крім того, передбачено зони для монтажу багатоканатних підймальних машин

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



### 1.3 Конструкція та принцип дії шахтної підйомної установки

Багатоканатна підймальна машина складається з наступних основних вузлів, показаних на рисунку 1.1:

1. Шків тертя з канатами
2. Корінна частина
3. Редуктор
4. Електродвигун
5. Панель гальма
6. Пульт управління

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

#### *Рисунок 1.1 – Конструкція підйомної установки*

Підймальна посудина (скіп) підвішена на декількох підйомних канатах. До підйомної посудини прикріплені врівноважуючі канати. На копрі розташована машина з провідним шківом тертя. Відхиляючі шкиви застосовують для дотримання необхідної відстані між підйомними посудинами. Корінна частина машин представляє собою вал, який має опори

					ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

у вигляді роликів підшипників. На валу знаходиться шків, який має декілька канатів в залежності від типу підйомної установки. Багатоканатні машини комплектуються двома видами гальм: радіально-колодковими або дисковими.

Переваги: можливість підйому зі значних глибин великих вантажів; більш безпечна робота. В порівнянні із одноканатним підйомом, то діаметр кожного підйомного каната при багатоканатному підйомі значно менше діаметра каната при одноканатному.

Для усунення впливу атмосферних чинників на канати проводиться герметизація копра.

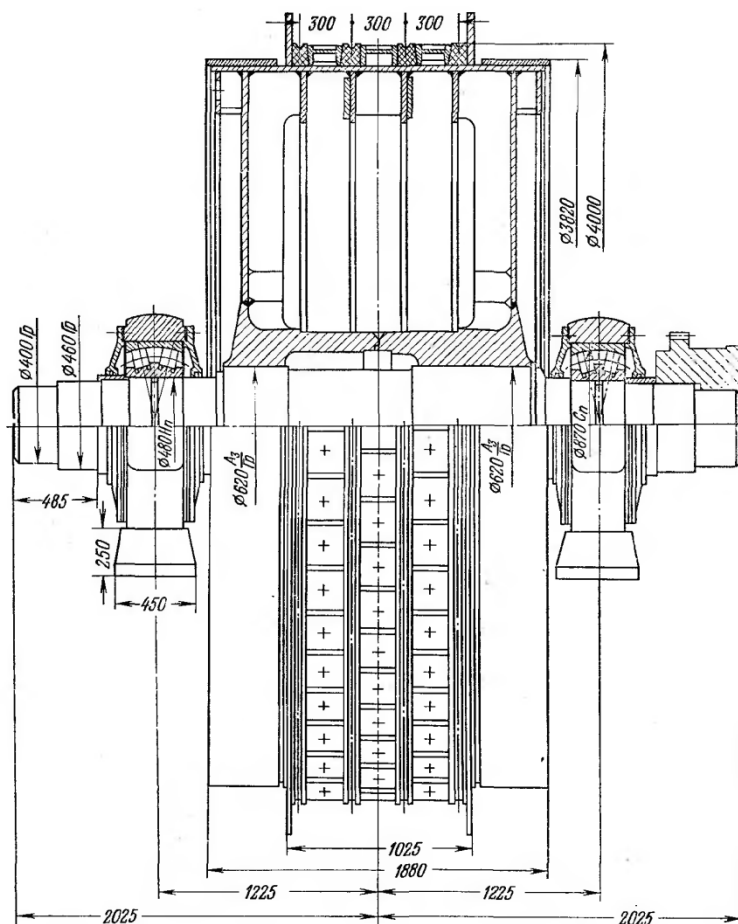
Недоліками багатоканатних установок є складність нагляду за канатами навівання і зміни їх; нерівномірний розподіл навантаження між підйомними канатами, яке виникає в зв'язку з невеликим розходженням в діаметрах канатів.

#### **1.4 Аналіз конструкцій головного валу багатоканатних підйомальних машин**

Складальна одиниця головного валу є частиною корінного вузла багатоканатної підйомальної машини. Вона містить безпосередньо вал, на якому змонтовано канатоведучий шків та дві підшипникові опори.

У конструкціях із нероз'ємними канатоведучими шківками застосовують суцільнозварні вузли, що встановлюються на вал із використанням гарячої посадки (рис. 1.2). Металоконструкція шківа жорстко з'єднана зі сталевими маточинами за допомогою зварювання. Технологічний процес складання передбачає попереднє нагрівання канатоведучого шківа у спеціальній камері до заданої температури, що забезпечує необхідний тепловий зазор для вільного введення валу.

					ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		



**Рисунок 1.2 – Зборка головного валу багатоканатної підйомальної машини МК 4×4, варіант із безредукторним приводом від двох тихохідних двигунів постійного струму [2]**

Зборка головного валу великих підйомальних машин (рисунок 1.3 і 1.4) із діаметром канатоведучого шківа 5 м має роз'ємну конструкцію шківа (з двох половин), що є необхідним для транспортування залізничним транспортом.

Канатоведучий шків, складається із зварного шківа, який з'єднаний зі стальними кованими маточинами пасованими болтами. Маточини посаджені на вал по гарячій посадці, яка забезпечує передачу крутного моменту із необхідним запасом. Шків складається з двох половин. Канатоведучий шків машини МК 5×8 має додатковий роз'єм у вертикальній площині.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата

ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ

Аркуш

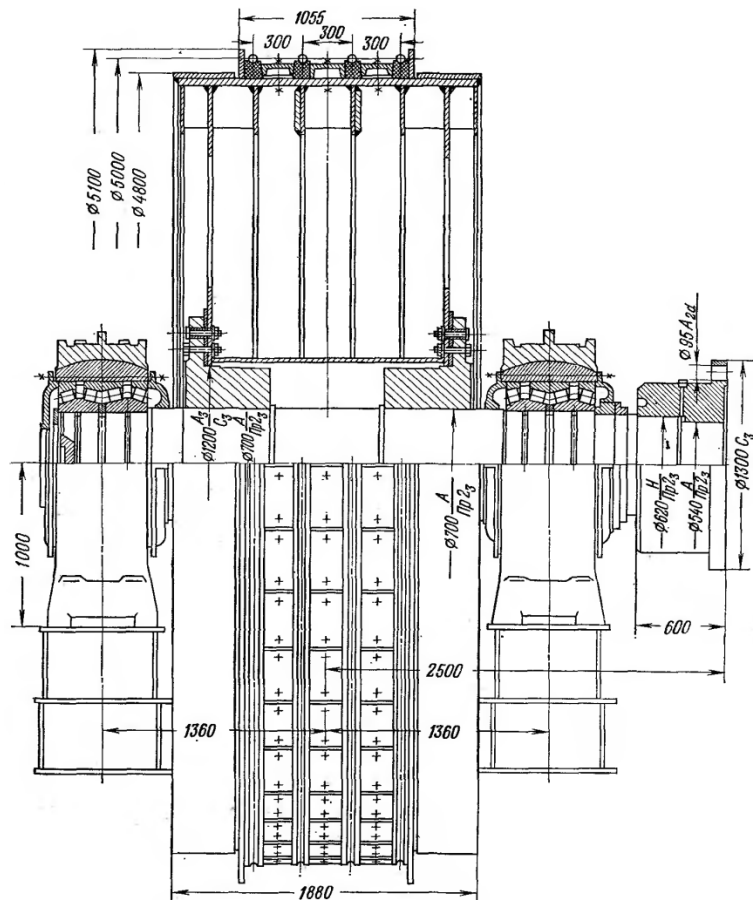


Рисунок 1.3 – Головний вал машини МК 5×4Р [2]

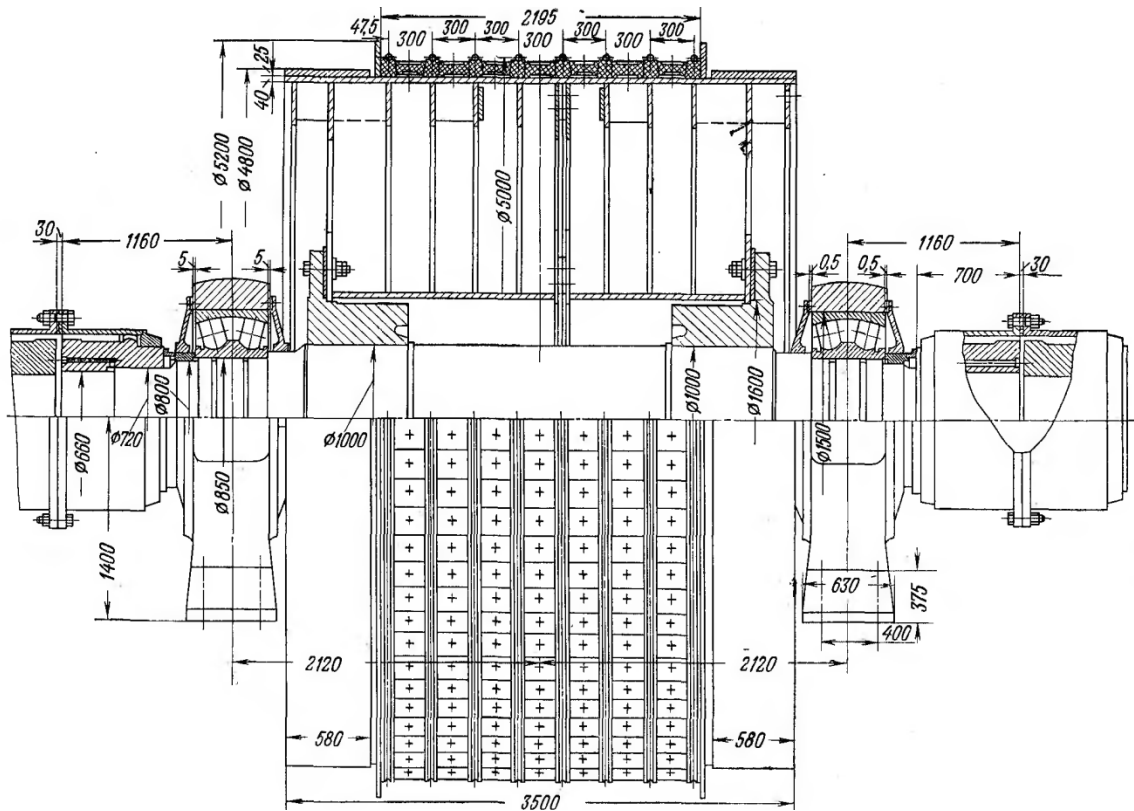


Рисунок 1.4 – Головний вал машини МК 5×8 [2]

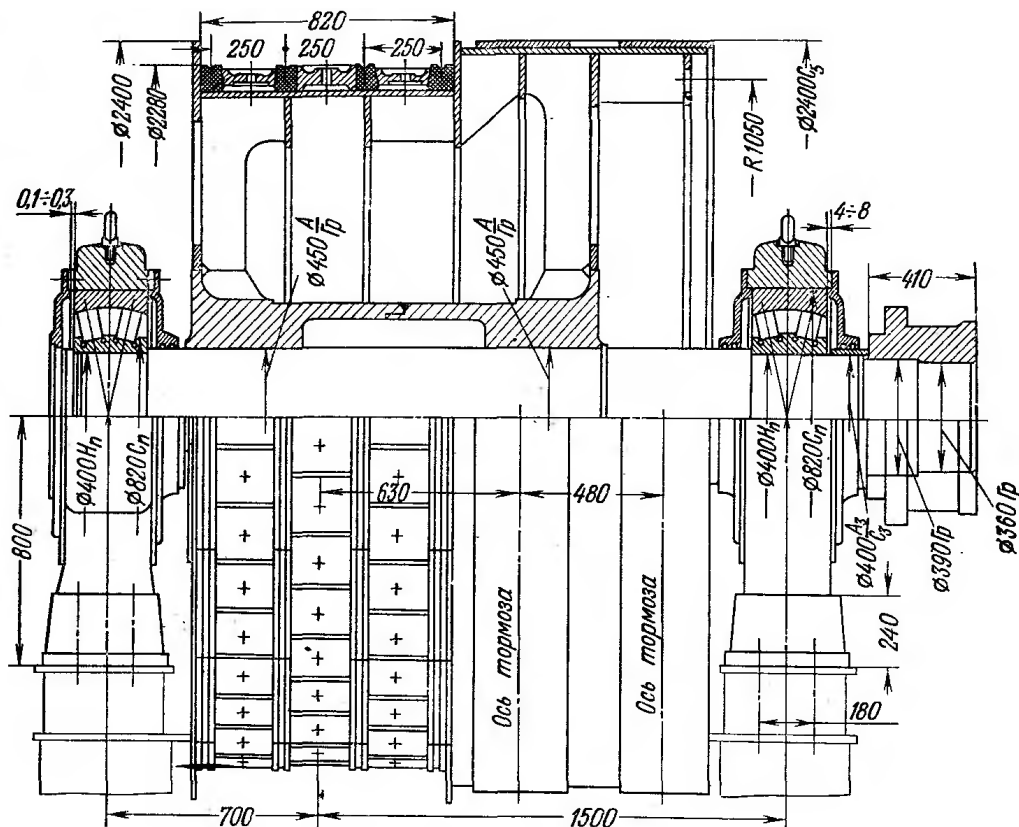
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата

ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ

Аркуш

Тормозні поля всіх канатоведучих шківів оброблені із високою точністю.

На рисунку 1.5 показана зборка головного валу багатоканатної підйомальної машини МК 2,25×4, яка має канатоведучий шків цілісної конструкції із розміщенням гальмівних полів з одної сторони від осі.



**Рисунок 1.5 – Головний вал машини МК 2,25×4, з одностороннім розміщенням гальмівних ділянок [2]**

З'єднання корінного валу із підпруженим редуктором – глухе, жорстке. На фланець корінного валу насаджений двохрядний конічний підшипник великого діаметра. На рисунку 1.3 з'єднання із редуктором виконано у вигляді насадженої нагарячо на вал фланцевої муфти.

Корінний вал машини МК 2,25×4. з'єднаний з редуктором зубчатою муфтою. Всі корінні підшипники виконані у вигляді роликів конічних або роликконічних сферичних підшипників.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата

ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ

Аркуш

В усіх випадках встановлення роликів конічних підшипників застосовуються сферичні втулки, насаджені на зовнішнє кільце підшипника. Сферичні втулки дозволяють уникнути вплив прогину та перекосу валу на працездатність підшипника.

Конструкції наведені на рисунках 1.2, 1.4, 1.5 мають недоліки, а саме: жорстке з'єднання маточини призводить до збільшення жорсткості на валу і як наслідок можуть викликати підвищені напруження на барабані і внаслідок цього його руйнування. Крім того, з'єднані маточини ускладнюють процес складання, тому в якості аналога застосовують конструкцію приведену на рисунку 1.3.

У зазначених конструкціях маточини монтують на вал із використанням гарячої посадки незалежно одна від одної, після чого до них кріплять рознімний шків, що складається з двох сегментів.

Таким чином, проектування головного вала є комплексним інженерним завданням, реалізація якого передбачає виконання таких етапів:

1. Здійснення науково-технічного пошуку та критичного аналізу сучасних конструкторських рішень у галузі шахтного підйому.
2. Проведення порівняльного аналізу компоновальних схем багатоканатних підймальних установок.
3. Обґрунтування вибору розрахункової моделі та визначення основних параметрів установки.
4. Оцінювання експлуатаційної безпеки розробленої конструкції відповідно до вимог галузевих стандартів.

### **1.5 Визначення параметрів багатоканатної підйальної машини**

Вибір багатоканатної підйальної машини та експлуатаційний розрахунок установки виконано згідно з методиками [2, 3] на основі таких вихідних даних:

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

### 1.5.1 Визначення ємності скіпа

(1.1)

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

(1.2)

### 1.5.2 Визначення параметрів канатів

(1.3)

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

(1.4)

(1.5)

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

(1.6)

### 1.5.3 Вибір типорозміру підіймальної машини

(1.7)

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

(1.8)

В таблиці 1.2 приведені характеристики каната

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики сталюого круглосталкового підйомного каната

Розрахункова маса 100 м каната, Н	
Розрахункова межа міцності дроту при розтягуванні, МПа	
Розрахункове сумарне розривне зусилля усіх дротів у канаті, Н	

**1.5.4 Визначення навантажень, які діють на підймальну машину**

(1.9)

					ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

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

(1.10)

**1.5.5 Перевірка на умову нековзання канатів по канатоведучому шківу(мінімальна висота підйому)**

(1.12)

(1.13)

(1.14)

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

(1.15)

**1.5.6. Перевірка на умову нековзання канатів по канатоведучому шківу(максимальна висота підйому)**

(1.16)

(1.17)

(1.18)

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

**1.5.7 Кінематика підйомної установки. Вибір максимальної швидкості підйому**

(1.19)

(1.20)

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

(1.21)

(1.22)

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

(1.23)

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

(1.24)

(1.25)

(1.26)

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

(1.27)

(1.28)

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

(1.29)

(1.30)

(1.31)

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

(1.32)

(1.33)

(1.34)

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

(1.35)

(1.36)

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

(1.37)

(1.38)

(1.39)

(1.40)

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

(1.41)

(1.42)

(1.43)

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Використовуючи отриманні дані побудуємо діаграму швидкостей та прискорень. Діаграма показана на рисунку 1.6.

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

*Рисунок 1.6 – Діаграма швидкостей і прискорень*

**1.5.8 Динаміка підйомної установки**

Ступінь статичної невірноваженості:

(1.44)

(1.45)

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

(1.46)

(1.47)

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

(1.48)

(1.49)

(1.50)

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

(1.51)

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

(1.52)

(1.53)

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

(1.54)

(1.55)

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

(1.56)

(1.57)

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

(1.58)

(1.59)

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

(1.60)

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

*Рисунок 1.7 – Діаграма зусиль*

					ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

(1.61)

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

(1.62)

(1.63)

(1.64)

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

(1.65)

## **1.6 Визначення діаметра копрового направляючого шківів**

(1.66)

(1.67)

## **1.7 Вибір приводу підйомальної машини**

### **1.7.1 Вибір електродвигуна**

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Таблиця 1.3 – Параметри електродвигуна

Номінальна потужність на валу	
Номінальна напруга	
Швидкість обертання	
КПД	
$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	
Маховий момент ротора	

(1.68)

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

(1.69)

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 1.7.2 Вибір редуктора

Приводом підіймальних машин зазвичай слугує асинхронний електродвигун із частотою обертання [REDACTED].

Частота обертання барабанів підіймальних установок обмежена технічними характеристиками та вимогами безпеки, і зазвичай не перевищує [REDACTED]. Для досягнення необхідної частоти обертання головний вал підіймальної машини з'єднують із валом електродвигуна за допомогою знижувального редуктора.

Редуктор підіймальної машини конструктивно реалізований як закрыта циліндрична зубчаста передача. Його вали розташовані горизонтально у литому корпусі на підшипниках кочення з дотриманням стабільних міжосьових відстаней.

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

					ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

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

(1.70)

(1.71)

Таблиця. 1.4. – Параметри редуктора ██████████

Передавальне число, $i$	
Крутний момент редуктора, $\text{кН} \cdot \text{м}$	
Маса, $\text{т}$	

## 1.8 Вибір з'єднувальної муфти

Передача крутного моменту від електродвигуна до редуктора та від редуктора до головного вала підіймальної машини здійснюється за допомогою пружинних або зубчастих муфт.

Конструкція зубчастої муфти (рис. 1.8) охоплює дві втулки (1, 2) із зовнішніми зубцями, які зачіплюються з внутрішніми зубцями з'єднувальних обойм (3, 4). Вона складається з двох втулок 1,2, що мають зовнішні зуби і з'єднані між собою зубчастими обоймами 3,4, які мають внутрішні зуби. Втулки насаджені на кінці валів, які з'єднані між собою. Фіксація обойм забезпечується болтовим з'єднанням 5, а герметичність робочого простору муфти — торцевими кришками 6 з ущільнювачами 7. З метою мінімізації зношування поверхонь зачеплення зубці втулок та обойм працюють у масляній ванні. Рекомендується використання трансмісійних мастил відповідної в'язкості.

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

*Рисунок 1.8 – Зубчаста муфта [1]*

					ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

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

(1.72)

(1.73)

(1.74)

По розрахованому моменту обираємо муфту [REDACTED] з характеристиками наведеними в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 Технічні характеристики муфти [REDACTED]

Діаметр, мм	
Крутний момент, Н×м	
Число обертів, за хв.	
Маховий момент, Н×м <sup>2</sup>	

Таким чином визначені основні параметри підйомальної машини, характеристики якої зведено в таблицю 1.6.

Таблиця 1.6 – Основні параметри багатоканатної підйомальної машини [REDACTED]

Статичний натяг канатів найбільший, Н	
Різниця статичних натягів:, Н	

Найбільший діаметр каната, мм	
Кількість канатів	
Глибина підйому, м	
Швидкість підйому, м/с	
Потужність приводу, кВт	

### 1.9 Визначення параметрів і розробка конструкції корінного валу шківа тертя багатоканатної підйомальної машини

Розрахунок головних валів підйомальних машин здійснюють за максимальними експлуатаційними навантаженнями з обов'язковою перевіркою на аварійні режими (зокрема, розрив каната), щоб напруження в матеріалі не перевищували межі пружності [2, 5].

Навантаження, що діють на головний вал, поділяють на такі категорії:

- Монтажні — зумовлені вагою вузлів машини до моменту підвішування посудин, а також ті, що виникають під час заміни або навішування канатів.

Згинальні моменти у вертикальній площині спричиняються власною вагою вала та масою змонтованих на ньому конструктивних елементів.

- Робочі — відповідають номінальному режиму експлуатації. У цьому випадку вал додатково сприймає крутні моменти, що виникають внаслідок різниці натягу канатів. Для визначення максимальних нормальних навантажень необхідно встановити умови роботи валу.

Конструктивно головний вал є двоопорним; на одному з його кінців встановлено напівмуфту для сполучення з валом редуктора. Розрахунок монтажних навантажень передбачає побудову розрахункової моделі канатоведучого шківа

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

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ

### 1.9.1 Побудова комп'ютерної моделі корінного валу зі шківом тертя

На основі технічних рішень щодо конструкції канатоведучих шківів, описаних у підрозділі 4, розроблено тривимірну комп'ютерну модель головного валу [REDACTED], яка показана на рисунку 1.9.

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

*Рисунок 1.9 – [REDACTED]*

					ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

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

### 1.9.2 Розрахунок валу

Розрахунок валу на кручення:

Приймаємо матеріал для валу: ████████████████████.

Розрахунковий діаметр хвостовика валу визначається за формулою:

(1.75)

(1.76)

### 1.10 Вибір підшипникових опор

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

### 1.11 Розрахунок та вибір параметрів валу

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

(1.77)

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

*Рисунок 1.10 – Визначення діаметрів підшипникових опор*

### 1.12 Розрахунок та вибір підшипників

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

*Рисунок 1.11– Схема підшипника серії ██████████*

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

Таблиця 1.7 – Характеристики підшипника ██████████

Внутрішній діаметр, мм	
Зовнішній діаметр, мм	
Ширина, мм	
Маса, кг	
Динамічна вантажопідйомність, кН	
Статична вантажопідйомність, кН	
Максимальна номінальна частота обертання, об/хв	

### 1.13 Визначення навантаження на корінний вал

Визначення монтажних навантажень на опори головного вала здійснено на основі розробленої тривимірної моделі вузла. Значення мас конструктивних елементів отримано за допомогою вбудованого модуля аналізу геометричних і масових характеристик середовища SolidWorks (рисунок 1.12).

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

***Рисунок 1.12 – Масові характеристики шківів тертя в зборі.***

Із екранної форми програми SolidWorks рисунка 1.12 з'ясуємо, що маса шківів складає ██████████, а центр ваги зміщений відносно опори А (рисунок 1.13).

Так як центр мас знаходиться не по центру між опорами, то визначимо яку долю масова характеристика приходить на опору А і на опору В. Для цього складемо систему рівнянь:

$$(1.78)$$

$$(1.79)$$

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

*Рисунок 1.13– Розрахункова схема валуу вертикальній площині*

(1.80)

(1.81)

					ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

(1.82)

(1.83)

(1.84)

(1.85)

(1.86)

(1.87)

(1.88)

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

*Рисунок 1.14 – Схема визначення результуючої сили R*

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

*a*

*б*

*Рисунок 1.15 – Визначення результуючої сили: в опорі А(a) і в опорі В (б)*

#### **1.14 Перевірка підшипникових опор на довговічність**

(1.92)

(1.93)

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

(1.94)

### 1.15 Конструювання корпусу підшипника

Використання різних корпусів підшипників обумовлене значною відстанню між опорами головного вала та необхідністю забезпечення співвісності при монтажі великогабаритного обладнання.

Конструктивні параметри корпусу підшипника визначено згідно з розрахунковою методикою, наведеною у джерелі [3]. Оскільки первинна розрахункова схема [3] не містить детальних геометричних параметрів вузла, лінійні розміри корпусу встановлені методом масштабування стосовно діаметра вала. Загальний вигляд конструкції із зазначенням основних габаритних та приєднувальних розмірів наведено на рисунку 1.16.

*Рисунок 1.16 – Модель корпусу підшипника*

					ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.16 Визначення параметрів маточин

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

*Рисунок 1.17 – Схема маточини*

(1.95)

(1.96)

					ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

(1.97)

(1.98)

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

(1.99)

Приймаємо:  $\delta = 55$  мм.

Спроектвані маточини показані на рисунках 1.18, 1.19.

**Рисунок 1.18 – Маточина роз'ємна**

					ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		



Для дискретизації розрахункової моделі було сформовано сітку скінченних елементів. Глобальний розмір елемента для шківа становив 20 мм, а для вала та маточин — 50 мм (рисунок 21).

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

***Рисунок 1.20 – Створення сітки для моделі корінного валу зі шківом***

Якість побудованої сітки перевірено шляхом аналізу її деталізації (рисунок 1.20).

Критерієм адекватності сітки прийнято максимальне співвідношення сторін скінченного елемента, яке для якісної апроксимації не повинно перевищувати 30. Отримане значення 26 підтверджує коректність обраних параметрів дискретизації.

Після завершення ітераційного розрахунку отримано ізополя напружено-деформованого стану (рис. 1.21), на яких зафіксовано локалізацію зон максимальних та мінімальних значень напружень за фон Мізесом.

					ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

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

а)

б)

**Рисунок 1.21 – Напружено-деформований стан корінного валу зі шківом тертя (а), детально валу (б)**

Із рисунка 1.21 б) видно, що максимальне значення напруження на валудорівнює 150 МПа, при максимально допустимому 400 МПа. При цьому запас міцності розраховуємо за формулою:

(1.95)

Таким чином спроектований корінний вал є працездатним, так як витримує задане навантаження та має запас міцності більше ніж 2.

### 1.18 Висновки по першому розділу

1. Шахтні підймальні установки належать до критично важливих технологічних комплексів гірничодобувних підприємств. Їх функціональне призначення охоплює підймання корисних копалин, безпечне переміщення

					ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

персоналу, а також транспортування матеріалів та устаткув

2. Обґрунтування параметрів корінного валу підіймальної машини [REDACTED] є актуальною науковою задачею.

3. Проведений розрахунок багатоканатної підіймальної машини [REDACTED]

4. Під час комп'ютерного моделювання розроблену конструкцію головного вала перевірено на збиральність. Зокрема, проаналізовано дотримання необхідних зазорів та відсутність небажаних геометричних перетинів (інтерференцій) елементів. Розроблена модель містить 2028 компонентів, серед яких 96 унікальних деталей та 18 складальних одиниць.

5. Розраховано основні геометричні параметри головного вала підіймальної машини, зокрема діаметр його хвостовика [REDACTED]

6. Прийняті два роликових радіальних сферичних самовстановлюючих підшипника кочення з внутрішнім діаметром [REDACTED]

7. Для аналізу напружено-деформованого стану розроблена розрахункова модель корінного валу.

					ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Із аналізу напружено-деформованого стану корінного валу видно, що максимальне напруження становить 150 МПа, при максимально допустимому 400 МПа. Запас міцності становить 2,7.

9. Із проведеного аналізу можна зробити висновок, що спроектований корінний вал є працездатним, так як витримує задане навантаження та має запас міцності більше ніж 2. Запропонована модель корінного валу задовольняє необхідні умови.

10. За результатами виконаних розрахунків розроблений комплект креслень: ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 СК - Головний вал, ІДМБ.РК.23.09-00.00.001 СК - Вал, ІДМБ.РК.23.09-00.00.002 СК – Шків у зборі.

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## РОЗДІЛ 2 ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ

### 2.1 Експлуатація підйомної установки

#### 2.1.1 Документація підйомної установки

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

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Катрич</i>				<i>РОЗДІЛ 2 ЭКСПЛУАТАЦІЙНИЙ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>К. розділу</i>	<i>Заболотний</i>							
<i>Керівник</i>	<i>Заболотний</i>							
<i>Н. Контр.</i>	<i>Заболотний</i>							
<i>Затвердив</i>	<i>Заболотний</i>							
						<i>НТУ, «ДП», 133-19-1</i>		

## 2.1.2 Догляд за підйимальною машиною та обладнанням підйомної установки

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

					ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

### 2.1.3 Умови безпечної експлуатації багатоканатної підйомної установки

Надійність та безпека експлуатації підйомної установки безпосередньо залежать від своєчасного технічного обслуговування вузлів тертя. Вибір марок мастильних матеріалів та періодичність їх оновлення визначаються регламентами заводу-виробника.

Технічне обслуговування систем мащення здійснюється після повної зупинки підйомної машини. Для подачі мастильних матеріалів застосовують ручні пристрої (маслянки, шприци) або автоматизовані мастильні станції.

У разі виявлення витоків оливи з вузлів агрегату слід негайно усунути їхні причини. Під час заміни або поповнення рівня змащувальних матеріалів необхідно вжити заходів для запобігання їхньому розливу на поверхню підлоги. Потрапляння нафтопродуктів на бетонні основи призводить до деструкції фундаментів та створює ризики виробничого травмування персоналу. Залишки пролитих матеріалів підлягають негайному видаленню за допомогою адсорбентів (тирси) або дрантя.

### 2.1.4 Умови експлуатації корінного валу

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

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</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.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

***Рисунок 2.1 – Вимірювання радіальних та осьових зміщень [4]***

Виміряні величини радіального та кутового зміщень у просторі зіставляють із гранично допустимими значеннями, встановленими нормативною документацією.

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

У разі перевищення нормативних відхилень необхідно виконати центрування валів для відновлення їхньої співвісності. Оскільки підймальні установки в процесі тривалої експлуатації можуть зберігати працездатність навіть за незначного перевищення рекомендованих допусків, доцільність регулювання визначають комплексно: на основі інструментальних замірів та аналізу віброакустичних чи теплових проявів неспіввісності. Коригування співвісності (центрування) здійснюють шляхом регулювального переміщення підшипникових опор вала у горизонтальній та вертикальній площинах.

### 2.1.5 Ревізія та наладка редуктора

Під час ревізії та налагодження редуктора через оглядові люки без демонтажу кришки слід дотримуватися заходів безпеки для запобігання травмуванню рухомими елементами передач. Необхідно унеможливити потрапляння сторонніх предметів у робочу зону та забезпечити захист органів зору від бризок мастильних матеріалів. Переносну лампу необхідно тримати за вікном.

Дотримання правил безпеки є критичним під час контролю стану зубчастого зачеплення (визначення ступеня зношування зубців за товщиною, оцінювання плями контакту тощо), оскільки ці операції передбачають короткочасний запуск приводного електродвигуна для реверсивного провертання вал-шестерні.

ПУ разі демонтажу кришки редуктора її слід розміщувати на жорстких опорах. Водночас необхідно вжити заходів для блокування валів, що унеможлиблює самовільне провертання передач як з боку двигуна, так і з боку органу навивання (барабана або шківів).

### 2.1.6 Ревізія і наладка з'єднувальних муфт

Перед початком ревізії з'єднувальних муфт слід забезпечити виконання технічних заходів безпеки, спрямованих на запобігання самовільному або випадковому провертання валів підйальної машини.

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Демонтаж різьбових з'єднань та розбирання корпусних деталей муфт необхідно виконувати з використанням засобів індивідуального захисту рук та відповідного слюсарного інструменту, що мінімізує ризик травмування гострими кромками деталей. Під час маніпуляцій із кришками муфт слід враховувати ризик їхнього раптового зміщення або зісковзування, що може призвести до затискання кінцівок між рухомими та нерухомими частинами конструкції.

Очищення внутрішніх порожнин від відпрацьованого мастильного матеріалу здійснюють механічним способом (скребками). Обов'язковим є використання захисних рукавиць, оскільки наявність металевої стружки або деформованих ділянок зубців і пружин створює небезпеку порізів. Контроль співвісності (центрування) виконують шляхом ручного повертання вала двигуна за умови повного знеструмлення привода.

Процедура ревізії та налагодження з'єднувальних муфт передбачає перевірку таких параметрів:

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

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</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.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



підшипників пластичними матеріалами їх закладають безпосередньо під час монтажу або подають через кулькові прес-оливниці. У разі використання консистентних мастил порожнину гнізда необхідно відокремити від внутрішнього простору корпусу редуктора для запобігання змішуванню з рідкою оливою.

### **2.1.8 Ущільнення для підшипників**

З огляду на простоту конструкції, поширеним рішенням є використання лабіринтних канавок та повстяних манжет, попередньо просочених оливою.

Для герметизації кришки підшипникового вузла доцільно використовувати гумові кільця ущільнювачів. Це рішення є особливо ефективним у випадках, коли рівень оливи в корпусі досягає нижньої межі розточення гнізда підшипника.

## **2.2 Безпека конструкції машини і її експлуатації**

### **2.2.1 Техніка безпеки при проведенні налагоджувальних та ремонтних робіт**

Експлуатація вугільних шахт супроводжується специфічними ризиками, зокрема вибухо- та пожежонебезпекою, загрозами обвалів, а також проривів води чи газів. Порухення нормативних вимог безпеки або помилкові дії персоналу в таких умовах можуть призвести до аварій із катастрофічними наслідками.

Ревізію та налагодження підймальних установок здійснюють фахівці спеціалізованих організацій, які мають допуск до роботи в діючих електроустановках сторонніх підприємств.

Під час налагоджувальних робіт машиніст підймальної машини зобов'язаний перебувати біля пульта керування, здійснюючи пуск та зупинку агрегату виключно за розпорядженням особи, відповідальної за експлуатацію установки.

Загальні вимоги до засобів індивідуального та колективного захисту персоналу.

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

### 2.2.2 Протипожежні заходи

Система протипожежного захисту об'єкта базується на суворому дотриманні нормативних вимог пожежної безпеки.

Будівля підіймальної установки має бути укомплектована засобами пожежогасіння (вогнегасниками, ящиками з піском, шанцевим інструментом). Мастильні матеріали слід зберігати у щільно закритих металевих ємностях, а використане дрантя (обтиральні матеріали) — накопичувати у спеціальних металевих ящиках із кришками. Під час проведення вогневих робіт необхідно забезпечити захист кабельного господарства та обмоток електричних машин від потрапляння іскор. У разі займання електроустаткування його слід негайно знеструмити; для гасіння дозволяється використовувати сухий пісок або вуглекислотні вогнегасники.

Під час проведення вогневих робіт необхідно забезпечити захист кабельного господарства та обмоток електричних машин від потрапляння іскор. У разі займання електроустаткування його слід негайно знеструмити; для гасіння дозволяється використовувати сухий пісок або вуглекислотні вогнегасники

					ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Категорично забороняється використовувати воду або пінні вогнегасники для гасіння кабельних ліній та електрообладнання, що перебувають під напругою.

### 2.2.3 Захисне заземлення

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

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

провідників. Заземлювачі класифікують на природні та штучні. До природних заземлювачів належать:

- металеві та залізобетонні конструкції будівель і споруд, що безпосередньо контактують із землею, зокрема залізобетонні фундаменти;
- свинцеві оболонки кабелів, прокладених в землі; забороняється використовувати алюмінієві оболонки кабелів у якості заземлювачів.

За відсутності природних заземлювачів облаштовують штучні, що складаються із заглиблених у ґрунт електродів (кутового сталевих профілю, стрижнів або труб), з'єднаних сталевими смугами.

Кількість електродів, їх тип та схема розміщення визначаються розрахунковим опором заземлювального пристрою та питомим опором ґрунту. Заземлювач з'єднують із магістраллю заземлення будівлі підіймальної установки щонайменше двома провідниками. Через стіни будівлі заземлюючі провідники прокладаються у відкритих отворах, в трубах або захисних коробах. В місцях вводу заземлюючих провідників в будівлі повинні бути нанесені розпізнавальні знаки заземлення. Контакт заземлювальних та захисних провідників із відкритими провідними частинами забезпечується зварюванням або болтовим з'єднанням. Захисні провідники, приєднані до обладнання, яке піддається струсу або вібрації, повинні бути гнучкими.

## 2.4 Висновки по другому розділу

1. Визначено та проаналізовано перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що виникають під час монтажу, експлуатації та технічного обслуговування головного вала, з'єднувальної муфти та редуктора підіймальної машини.

2. Обґрунтовано комплекс технічних та організаційних заходів, спрямованих на запобігання аварійним ситуаціям та мінімізацію їхніх наслідків під час роботи вузлів підіймальної установки.

3. Сформовано рекомендації щодо забезпечення промислової безпеки підіймальної установки відповідно до чинних нормативних вимог.

					ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Кваліфікаційну роботу присвячено обґрунтуванню конструктивних рішень та визначенню параметрів головного вала багатоканатної підйомальної машини [REDACTED].

У конструкторській частині проаналізовано умови експлуатації багатоканатних підйомальних установок, визначено параметри машини та елементів привода. Виконано розрахунок головного вала та побудовано його тривимірну модель, що дозволило перевірити збиральність конструкції (контроль зазорів та відсутність взаємних перетинів деталей) і оцінити її напружено-деформований стан методом скінченних елементів у середовищі SolidWorks Simulation. Встановлено, що коефіцієнт запасу міцності вала становить 2,7; для вузла корінного валу розраховано підшипникові опори.

Експлуатаційний розділ містить аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Запропоновано комплекс заходів для запобігання виробничому травматизму та гарантування безпечної праці персоналу. Визначено алгоритм дій для локалізації та ліквідації можливих аварійних ситуацій під час технічного обслуговування машини.

Кваліфікаційна робота на тему «Розробка та визначення параметрів корінного валу шахтної підйомальної машини [REDACTED]» пройшла перевірку на плагіат за допомогою програмного забезпечення Unicheck. Унікальність склала 83,4%. Результати перевірки наведено у додатку.


Представлену кваліфікаційну роботу виконано з використанням матеріалів, наданих підприємством [REDACTED], містить інформацію, яка потенційно може представляти комерційну таємницю.

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Катрич</i>				<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>К. розділу</i>	<i>Заболотний</i>						
<i>Керівник</i>	<i>Заболотний</i>				<i>ВИСНОВКИ</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Заболотний</i>						
<i>Затвердив</i>	<i>Заболотний</i>						
					<i>НТУ, «ДП», 133-19-1</i>		

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 у такому разі повинна зберігатись в електронному архіві кафедри.

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>	Аркуш
<i>Зм.3</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.№</i>	<i>Підпис/І</i>	<i>Дата</i>		

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і транспортувальних машин: підручник / В.С. Бондарєв, О.І. Дубинець, Колісник та ін. К. : Вища шк., 2009. 734 с.
2. Назаренко І.І. Німко Ф. О. Вантажопідймальна техніка (конструкції, ефективне використання, сервіс). Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів). К. : Видавничий дім «Слово», 2010. 400 с.
3. Вантажопідйомна, транспортуюча та транспортна техніка / Гончарук О. М., Стрілець В. М. Рівне : НУВГП, 2006. 345 с.
4. Вантажопідйомні машини / Григоров О. В., Петренко Н. А. Харків: НТУ «ХП», 2006. 182 с.
5. 
6. Рижков В.Г., Манідіна Є.А., Троїцька О.О. Безпека експлуатації вантажопідймальних та пересувних механізмів: навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності 263 «Цивільна безпека» освітньо-професійної програми «Охорона праці». Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2021. 97 с.
7. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: Підручник / М.П. Гандзюка. 5-е вид. К. : Каравела, 2011. 384 с.
8. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних робіт на здобуття ступеня бакалавра студентів спеціальності «133 Галузеве машинобудування»/ В.П. Франчук, К.С. Заболотний, В.Ю. Кухар. – Дніпро: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 2022. – 37 с.

					<i>ІДМБ.РК.23.09-00.00.000 ПЗ</i>			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Катрич				<i>Перелік посилань</i>	Літ.	Аркуш	Аркушів
К. розділу	Заболотний							
Керівник	Заболотний							
Н. Контр.	Заболотний							
Затвердив	Заболотний							
						<i>НТУ, «ДП», 133-19-1</i>		

Ім'я користувача:  
Костянтин Заболотний

ID перевірки:  
1015648902

Дата перевірки:  
19.06.2023 18:57:10 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Internet

Дата звіту:  
19.06.2023 18:59:42 EEST

ID користувача:  
100009856

Назва документа: ПЗ диплом на перевірку Катрич

Кількість сторінок: 105 Кількість слів: 12507 Кількість символів: 98352 Розмір файлу: 35.21 MB ID файлу: 1015294669

## 16.6% Схожість

Найбільша схожість: 3.75% з Інтернет-джерелом (<https://gmi.nmu.org.ua/ua/stud/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%B3%D>

16.6% Джерела з Інтернету

706

Сторінка 107

Пошук збігів з бібліотекою не проводився

## 0% Цитат

Вилучення цитат вимкнено

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнено

## 31.9% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

31.9% Вилучення з Інтернету

1

Сторінка 108

Немає вилучених бібліотечних джерел

## Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

266