

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»
Механіко-машинобудівний
(факультет)

Кафедра Гірничих машин та інженірингу
(повна назва)

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню магістра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студентки

Колесник Антоніни Сергіївни
(ПІБ)

академічної групи

133М-17-1
(шифр)

спеціальності **133 Галузеве машинобудування**

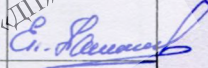


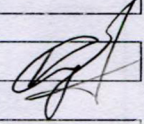

(код і назва спеціальності)

спеціалізації **Гірничі машини та комплекси**

за освітньо-професійною програмою **Гірничі машини та комплекси**
(офіційна назва)

на тему **Визначення параметрів і розробка конструкції шківів тертя багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4**

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Панченко О.В.	95	відмінно	
розділів				
Конструкторський	Панченко О.В.	95	відмінно	
Експлуатаційно-економічний	Панченко О.В.	95	відмінно	
Рецензент	Самуся В.І.		відмінно	
Нормоконтролер	Кухар В.Ю.	95	відмінно	

Дніпро
2018

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри

Гірничих машин та інжинірингу
(повна назва)

Заболотний К.С.

(прізвище, ініціали)

» 12 2018 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня магістра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студентці

Колесник А.С. академічної групи

(прізвище та ініціали)

133М-17-1

(шифр)

спеціальності **133** Галузеве машинобудування

спеціалізації **Гірничі машини та комплекси**

за освітньо-професійною програмою **Гірничі машини та комплекси**

(офіційна назва)

на тему **„Визначення параметрів і розробка конструкції шківів тертя багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4„**

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 27.11.2018 № 2018-1

Розділ	Зміст	Термін виконання
Конструкторський	Визначити параметри багатоканатної піднімальної машини. Розрахувати основні параметри шківів тертя. Побудувати комп'ютерну модель шківів тертя. Проаналізувати комп'ютерну модель шківів тертя з метою визначення небезпечних елементів. Розробити рекомендації на проектування шківів тертя.	18.11.2018
Експлуатаційно-економічний	Провести аналіз шкідливих та небезпечних факторів, виникаючих при роботі піднімальної машини. Розробити рекомендації для запобігання травматичних ситуацій при роботі. Розрахувати собівартість шківів тертя.	12.12.2018

Завдання видано


Панченко О.В.
(прізвище, ініціали)

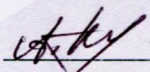
Дата видачі

15.10.2018

Дата подання до спеціалізаційної комісії

20.12.2018

Прийнято до виконання


(підпис студента)

Колесник А.С.
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 74 стор., 21 рисунок, 4 таблиці, 9 джерел інформації, 6 додатків.

Об'єкт дослідження – канатоведучий шків тертя шахтної піднімальної машини МПМН 5×4.

Мета дипломного проекту – визначення параметрів і розробка конструкції шківа тертя багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4.

У вступі обґрунтовано важливість виконання розробки конструкції шківа тертя шахтної піднімальної машини МПМН 5×4, аналізу умов експлуатації та особливостей конструкції.

У конструкторському розділі освітлена загальна інформація про Запорізький залізорудний комбінат, описані умови експлуатації шахтних піднімальних машин, проведений аналіз конструкцій канатоведучого шківа тертя, виконаний розрахунок з визначення основних параметрів піднімальної машини, виконаний розрахунок основних параметрів канатоведучого шківа тертя, побудована комп'ютерна модель шківа тертя, проведений аналіз моделі шківа методом скінченних елементів та розроблені рекомендації на проектування.

В експлуатаційно-економічному розділі розглянуті правила ремонту та експлуатації шахтної піднімальної машини МПМН 5×4, розглянуті небезпечні та шкідливі фактори при монтажі, експлуатації і ремонті шківа тертя багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4, були розроблені заходи по забезпеченню безпечної роботи. В економічному підрозділі було розраховано собівартість шківа тертя.

<p style="font-size: 1.2em; margin: 0;">ГМ/ІД.18.06.Р.ПЗ</p> <p style="font-size: 1.5em; margin: 0;">Реферат</p>					<p style="margin: 0;">Літ. Аркуш Аркушів</p> <p style="margin: 0;"> 1 2</p> <p style="margin: 0; font-weight: bold;">НТУ «ДП», ММФ, 133м-17-1</p>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Колесник					
К.розділу		Панченко					
Керівник.		Панченко					
Н. Контр.		Кухар					
Затверд.		Заболотний					

Ключові слова: ШАХТНА ПІДНІМАЛЬНА МАШИНА, КАНАТОВЕ-
ДУЧИЙ ШКІВ ТЕРТЯ, СКІНЧЕНО-ЕЛЕМЕНТНА МОДЕЛЬ, НАПРУЖЕ-
НО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН.

Графічна частина проекту складає 5 аркушів креслень формату А1.

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.06.Р.ПЗ

Арк.

ЗМІСТ

	Стр.
Вступ.....	8
Розділ 1 Конструкторський.....	10
1.1 Характеристика гірничого підприємства.....	10
1.2 Галузь використання багатоканатних піднімальних машин.....	15
1.3 Конструкція канатоведучого шківів тертя.....	16
1.4 Визначення параметрів багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4.....	22
1.4.1 Вибір багатоканатної піднімальної машини.....	22
1.4.2 Визначення ємності та вибір підйомної посудини.....	22
1.4.3 Вибір канатів.....	23
1.4.4 Вибір типорозміру багатоканатної піднімальної машини.....	24
1.4.5 Визначення навантажень на підйомну машину.....	24
1.4.6 Перевірка на умову нековзання канатів по шківу.....	25
1.4.7 Перевірка на умову нековзання канатів по канатоведучому шківу (мінімальна висота підйому).....	26
1.4.8 Кінематика підйомної установки.....	26
1.4.9 Динаміка підйомної установки.....	32
1.4.9.1 Розрахунок приведеної до шківів частини маси рухомих частин.....	32
1.4.9.2 Діаграма зусиль.....	34
1.4.10 Потужність привідного двигуна.....	36
1.5 Розробка комп'ютерної моделі шківів тертя.....	37
1.5.1 Розрахунок основних геометричних параметрів канатоведучого шківів та побудова розрахункової моделі.....	38

					<p style="font-size: 1.2em; margin: 0;">ГМНД.18.06.3.ПЗ</p> <p style="margin: 0;">Зміст</p>			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Колесник				Зміст		1	3
К.розділу	Панченко							
Керівник.	Панченко							
Н. Контр.	Кухар							
Затверд.	Заболотний							
<p style="margin: 0;">НТУ «ДП», ММФ, 133м-17-1</p>								

1.5.2 Уточнення геометричних параметрів моделі канатоведучого шківа.....	40
1.5.2.1 Визначення зусиль, діючих на обичайку шківа.....	40
1.5.2.2 Обґрунтування розрахункової моделі шківа тертя особам скінченних елементів.....	42
1.6 Рекомендації до проектування шківа тертя багатоканатної піднімальної машини	49
1.7 Висновки до другого розділу	50
Розділ 2 Експлуатаційно-економічний	51
2.1 Експлуатаційний підрозділ	51
2.1.1 Вимоги до шахтного підйому.....	51
2.1.2 Вимоги до обслуговування підйомних установок	52
2.1.3 Огляд та поточний ремонт багатоканатної піднімальної машини.....	54
2.1.4 Вимоги до ревізії канатоведучих шківів	55
2.2 Охорона праці	56
2.2.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів	57
2.2.2 Розташування обладнання, механізмів та деталей	57
2.2.3 Шуми та вібрації	57
2.2.4 Вимоги безпеки до підйомних канатів	58
2.2.5 Сигналізація та зв'язок	59
2.2.6 Електробезпека.....	60
2.2.7 Індивідуальні засоби захисту.....	61
2.2.8 Загальні вимоги до техніки безпеки при налагоджувальних та ремонтних роботах на багатоканатних підйомних установках.....	62
2.2.9 Безпека при налагоджуванні механічного обладнання підйому	62
2.2.10 Заходи безпеки при проведенні налагоджувальних і ремонтних робіт під землею....	63

					ГМІ.ПД.18.06.3.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.11 Ревізія і наладка шківа тертя багатоканатної підйомної установки.....	64
2.2.12 Протипожежні заходи.....	64
2.2.13 Безпека при зварювальних роботах.....	65
3.0 Економічний підрозділ.....	67
2.4 Висновки по другому розділу.....	72
Висновки	73
Перелік посилань.....	74
Додаток А Відомість матеріалів	75
Додаток Б Специфікація до складальних креслеників.....	77
Додаток В Презентація	82
Додаток Г Відгук нормоконтролера.....	88
Додаток Д Відгук керівника кваліфікаційної роботи.....	89
Додаток Е Рецензія на дипломний проект.....	90

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.06.3.ПЗ

Арк.

ВСТУП

Актуальність теми. Кваліфікаційна робота (далі дипломний проект) виконується за договором між ПАТ «ІКМЗ» та кафедрою гірничих машин та інженірингу НТУ «ДП» для Запорізького залізорудного комбінату, що є підтвердженням її наукової та технічної актуальності. Була поставлена задача обґрунтувати параметри шківів тертя піднімальної машини МПМН 5×4. Проведені в цій галузі дослідження та оптимізація параметрів дозволять поліпшити роботу машини у майбутньому та підвищити її працездатність.

Шахтна піднімальна машина є основною частиною підйомної установки. Використовується для обладнання вертикальних та похилих підйомних установок, а також у шахтному будівництві.

Багатоканатні піднімальні машини мають ряд переваг, а саме: зменшення діаметра канату; компактність, у порівнянні з одноканатними та ін.

Канатоведучий шків тертя є однією з найбільш металомістких частин конструкції і його надійність важлива для всієї машини загалом. Конструкція шківів повинна витримувати навантаження, що виникають під час роботи піднімальної машини, та забезпечувати безпечну роботу.

Також важливим питанням є зниження собівартості продукції.

Тому визначення та обґрунтування параметрів багатоканатного шківів тертя, а також дослідження його напружено-деформованого стану представляє актуальну технічну задачу.

Мета проекту: визначення параметрів та розробка конструкції шківів тертя багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4.

Технічна задача: обґрунтування параметрів шківів тертя багатоканатної піднімальної машини з розробкою рекомендацій на проєктування.

					І М І Д. 18.06.В.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розроб.	Колесник				Вступ	Літ.	Аркуш	Аркуші
К.розділу	Панченко						1	2
Керівник	Панченко					НТУ «ДП», ММФ, 133м-17-1		
Н. Контр.	Кухар							
Затверд.	Заболотний							

Для досягнення поставленої мети основна задача розбита на наступні етапи:

1. Проаналізувати умови експлуатації та виконати аналіз конструкції піднімальної машини.

2. Виконати розрахунок основних параметрів багатоканальної піднімальної машини.

3. Виконати розрахунок основних параметрів канатоведучого шківа тертя.

4. Побудувати комп'ютерну модель шківа тертя та проаналізувати її засобами скінчених елементів.

5. Розробити комплект робочих креслень конструкції шківа тертя.

6. Розробити рекомендації на проектування провідного шківа тертя.

7. Визначити комплекс заходів щодо безпеки експлуатації піднімальної машини МПМН 5×4.

8. Розрахувати собівартість отриманої конструкції шківа тертя.

РОЗДІЛ 1

КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

1.1 Характеристика гірничого підприємства

Запорізький залізорудний комбінат побудований на базі родовищ залізної руди, відкритих у 1948 році. З перших днів відкриття комбінату велось відпрацювання нових технологій. Для видобутку руди прийнята камерна система розробки із закладенням виробленого простору твердіючою сумішшю. Становлення технології видобутку пройшло від очисних камер на 80-100 тис. т до камер на 300-500 тис. т, що дозволило зменшити витрати на підготовку камер, та зробити видобуток руди та використання віброустановок економічно задовільним.

Розробка камерною системою дозволяє не тільки максимально витягувати руду, але й зберігати денну поверхню для землекористування. Також в складі закладних сумішей утилізуються порожні породи, шлаки металургійного виробництва, відходи доломіту.

На підприємстві реалізовані заходи, що забезпечують експлуатаційну надійність та ефективність роботи всього технологічного комплексу.

Основні виробничі показники:

Видобуток – більше 4,5 млн. т/рік,

проходить гірничих виробок – більше 21 км/рік,

завантажувальна протяжність діючих гірничих виробок – приблизно 300 км,

буріння свердловин – 400-440 км/рік,

кріплення гірничих виробок різними видами кріплення – більше 20 км гірничих виробок.

					ГМД.18.06.01.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Колесник				Конструкторський розділ	Літ.	Аркуш	Аркуше
К.розділу	Панченко						1	41
Керівник	Панченко					НТУ «ДП», ММФ 133М-17-1		
Н. Контр.	Кухар							
Затверд.	Заболотний							

Основна продукція Запорізького залізорудного комбінату:

На Запорізькому залізорудному комбінаті проводиться видобуток агломераційної та мартенівської руди. 95% від загального видобутку складає агломераційна руда.

Агломераційна руда містить 61% заліза, мартенівська – 58% заліза. Руда відповідає технічним вимогам ТУУ 07.1-00191218-004.

На Південно-Білозерському та Переверзевському родовищах поширення набули дисперсно-гематитові та мартинові руди. Середній вміст заліза у руді – 62%. Наявність у руді шкідливих домішок, таких як кремнезем, сірка, глинозем, фосфор – значно нижче мінімальних контрольних показників. Розвідані запаси руди у двох родовищах до глибини 1280 м складають близько 590 млн.

Структура комбінату:

Запорізький залізорудний комбінат складається з наступних підрозділів:

1. Шахта «Експлуатаційна». Найбільший структурний підрозділ. Задачі: роботи з видобутку залізної руди, буро-вибухові роботи та проходки гірничих виробок згідно планам, проектно-технічної документації та графікам виконання робіт.

2. Шахта «Прохідницька». Один з основних структурних підрозділів. Задачі: капітальне будівництво та введення до експлуатації об'єктів та комплексів виробок, також кріплення, будівництво, пусканалагоджувальні роботи, видобуток руди на поверсі 301-330 м.

3. Дробильно-сортувальна фабрика. Задачі: переробка руди згідно плану видобутку та якістю по сортам.

4. Цех закладання виробленого простору в шахті. Задачі: закладка об'ємів пустот після видобутку руди з камер та закладка камер, а також виконання капітальних та текущих ремонтних робіт основною технологічного устаткування самої бурової та вантажно-доставочної техніки, ремонтно-

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ					

будівельні роботи, роботи з монтажу технологічних труб, проводів та озеленіння території комбінату.

5. Енергоцех. Задачі: забезпечення Запорізького залізничного комбінату електро-, пневмо- та теплоенергією, водопостачанням та водовідведенням, а також ремонтні роботи технологічного холодильного устаткування та кондиціонерів.

6. Електроремонтна ділянка. Задачі: виконання текучих та планово-попереджувальних ремонтних робіт електроустаткування.

7. Автотранспортний цех. Задачі: здійснення вивезення гірничої маси, перевезення господарських вантажів, виконання вантажних та розвантажувальних робіт автокранами, підвезення робітників комбінату до місця роботи та назад, подача інертних матеріалів для закладного комплексу, а також технічне обслуговування та ремонт власних автотранспортних засобів та механізмів.

8. Ремонтно-механічний цех. Задачі: механічна обробка деталей, виготовлення кованих деталей, реставрація деталей та складальних одиниць, термічна обробка деталей та інструментів, ремонтні роботи газорізних інструментів, заточування ріжучих інструментів, ремонтні роботи гірничошахтного устаткування, шахтних насосів, пневмодвигунів, виготовлення вагонів, ківшів, труб, трубчатих аперкерів, арочних кріплень, виготовлення деталей шляхом холодного та гарячого штампування на молотах та пресах, ремонтні роботи гірничої техніки нового покоління (самохідні бурові установки, машини для торкретування та ін.), проведення ремонтних робіт устаткування, що знаходиться в цеху, виготовлення деталей шляхом виливки з металу та сплавів, виготовлення деталей з дерева, фарбування виготовленого чи ремонтуваного устаткування.

9. Залізничний цех. Задачі цеха полягають у відвантаженні готової продукції споживачам. Сюди входять роботи по підготовці залізної руди до відвантаження, роботи по відвантаженню готової продукції споживачам, під-

					ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

готовка вагонів, інші роботи. Також в цеху наявні: бригада по ремонту рухомого складу, що виконує роботи по технічному обслуговуванню та поточному ремонту вагонів та тепловозів; бригада по ремонту устаткування, що виконує роботи з технічного обслуговування та поточному ремонту технологічного устаткування та електроустановок цеху; бригада по ремонту та утриманню під'їзних залізничних колій, що виконує роботи з поточного утримання та ремонту залізничних колій, стрілочних переводів та під'їзних шляхів комбінату.

10. Ділянка підготовки виробництва. Складається в свою чергу з складського господарства, пилорами, ділянки деревообробки та площадки розкриття металопрокату. Задачі ділянки: виконання робіт по розвантаженню та відправленню на склад матеріалів, обладнання, запчастин та ін., що поступають на комбінат, роботи по розпилюванню круглого лісу на дошки різної товщини, шпали, шпальний брус, заводський брус, виготовлення столярних виробів, підготовка металопрокату до спуску в шахту, розкриття металу, тощо.

11. Лабораторія автоматизації технологічних процесів. Задачі: виконання робіт по налагодці, випробуванням та вимірам параметрів електростаткування електроустановок, автоматизації технологічних процесів, контролю об'єктів, метрологічному забезпеченню виробництва.

12. Вимірювальна фізико-хімічна лабораторія. Задачі ділянки полягають у визначенні хімічного складу та фізичних властивостей товарної залізничної руди та оформленні протоколів вимірювань на залізорудну продукцію.

13. Служба охорони. Виконує задачі по охороні та захисту об'єктів, що належать до ПАО «ЗЗРК» від протиправних посягань.

14. Цех громадського харчування. Задачами цеху є забезпечення робітників комбінату гарячим харчуванням, спеціальним харчуванням (молоко), продуктами продовольчого та промислового призначення.

15. Житлово-експлуатаційна дільниця. Задачі: виконання текучих ремонтних робіт, технічного обслуговування та водовідведення, а також саніта-

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ				

рне обслуговування будівель житлового фонду комбінату та прилеглої території.

У плані комбінату збільшити загальний обсяг видобутої руди до 6 млн т/рік. Для досягнення цієї мети у виробництво прийнято проект реконструкції комбінату щодо розкриття та відпрацювання Південно-Білозерського родовища до горизонту 1540 м та Переверзевського родовища до горизонту 840 м. Сьогодні активно ведуться гірські роботи на Переверзевському родовищі, розвиваються гірські роботи з підготовки до видобутку руди на горизонті 840-940 м Південно-Білозерського родовища, та триває будівництво комплексу центральної групи стовбурів на поверсі 940-1140 м та поглиблення ствола «Переверзевського».

Для видобутку руди використовують шахтні підйомні установки, основною частиною котрих є піднімальна машина. При збільшенні глибини видобутку стало необхідним проектування підйомної установки, за допомогою якої буде здійснюватися процес підйому видобутої руди на поверхню. Саме з цією метою Запорізький залізорудний комбінат звернувся до кафедри гірничих машин та інжинірингу НТУ «ДП».

Для виконання роботи Запорізький залізорудний комбінат надав технічне завдання на проектування підйомного комплексу багатоканатною піднімальною машиною.

Технічні вимоги для проектування

Висота підйому $H_{п} = 1500$ м;

Тип піднімальної посудини – скіповий;

Річна продуктивність шахти $A_{річ} = 1,4$ млн. т;

Кількість канатів – 4 шт.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ					

1.2 Галузь використання багатоканатних піднімальних машин

Стационарні шахтні піднімальні установки класифікуються наступним чином [1]:

1. За глибиною шахти: неглибокі (до 500 м); середньої глибини (500 – 1000 м); глибокі (1000 – 1500 м); надглибокі (більш ніж 1500 м).

2. За призначенням: головні (підйом корисних копалин); допоміжні (підйом людей та різноманітного вантажу); прохідницькі (транспортування людей і вантажу при проходженні та поглибленні шахт).

3. За орієнтованістю шляху транспорту: вертикальні та похилі.

4. За типом піднімальних посудин: клітьові (з опрокидними та неопрокидними клітьми); скіпові; з бадьями.

5. За типом органу навівання канату: з постійним радіусом та з перемінним.

6. За кількістю підйомних канатів: одноканатні та багатоканатні.

7. За врівноваженням: врівноваженні системи та неуврівноважені системи.

8. За типом електроприводу: синхронний електропривод; електропривод постійного струму.

Багатоканатні підйомні установки (рисунки 1.1) найбільш часто використовуються для підйому вантажу або людей на глибоких та надглибоких шахтах з видобутку вугілля або руди.

Переваги багатоканатної піднімальної машини над одноканатною:

Використання декількох канатів дозволяє використовувати канати меншого діаметра;

- Діаметр канатів ведучого шків менше діаметра барабана, або канатів ведучого шків одноканатної машини;

- Менше значення крутного моменту приводить до зменшення розмірів машини та приводу;

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ				

- Можливість розташовувати машину на копрі;
- Можливість використання багатоканатних піднімальних машин без парашутів.

Можливість підіймати вантаж з більшої глибини.

Багатоканатна піднімальна машина МПМН 5×4 (рисунк 1.1) складається з наступних частин: двох електродвигунів 1, редуктора 2, корінного валу 3, канатоведучого шківа 4, гальмівної системи 5, кофра шківів 6, пульта керування 7.

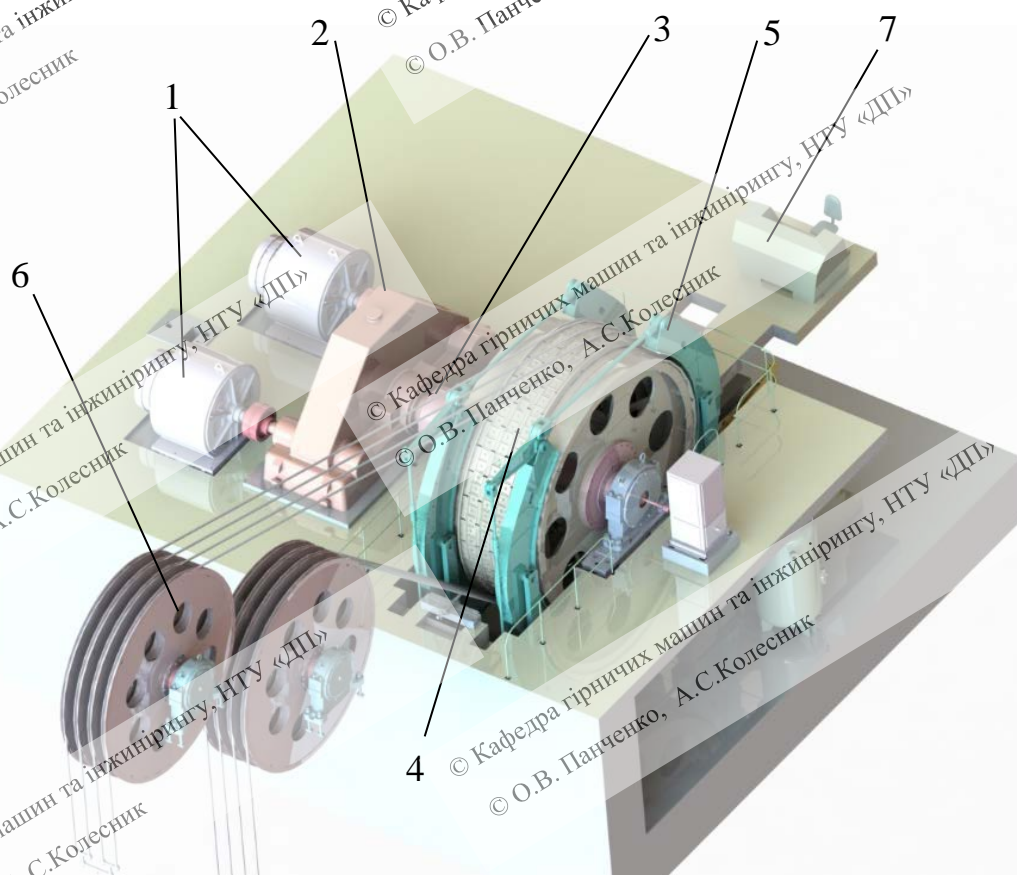


Рисунок 1.1 – Багатоканатна піднімальна машина МПМН 5×4

1.3 Конструкція канатоведучого шківа тертя

Канатоведучий шків складається з (рисунк 1.2) [4]: обичайки 1, лобовин 2, реберного підкріплення 3, футерування 4 закріпленого елементами кріплення, шпангоутів 5.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ					

Обичайка шківа з товстолистої сталі має футерування з нарізкою для укладання підйомного канату. Крайні ділянки обичайки шківів служать місцями під гальмірні колодки. Лобовини шківів з товстолистої сталі кріплять-ся болтами до маточини зі сталеві виливки. Для збільшення жорсткості шківів терся до внутрішньої поверхні обичайки приварені кільця жорсткості.

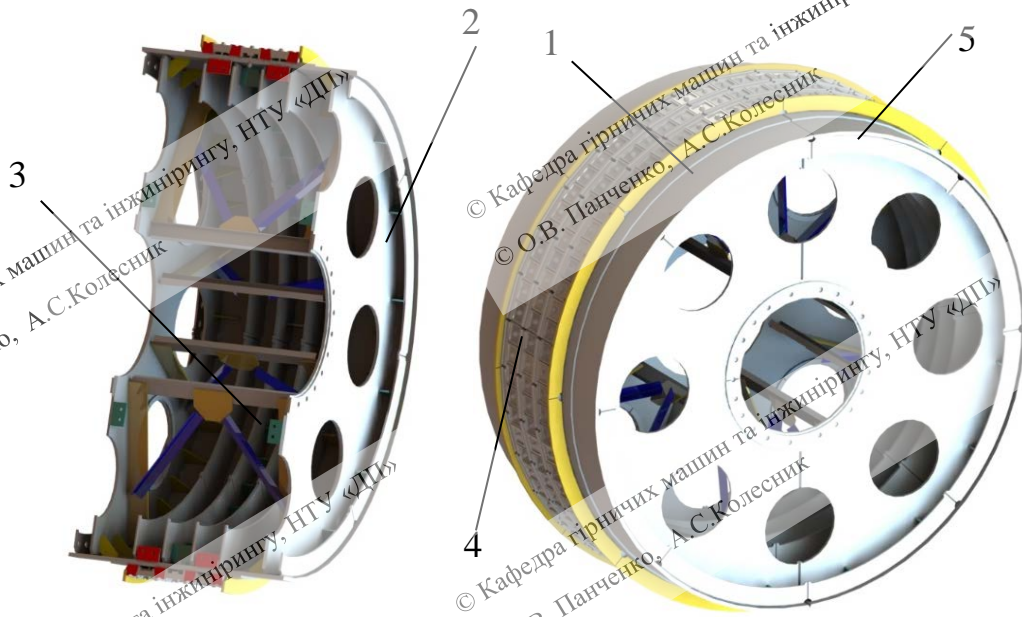


Рисунок 1.2 – Канатоведучий шків

Шків багатоканатної піднімальної машини є складним технічним об'єк-том, що має масу конструктивних елементів і сприймає навантаження від ка-натів і гальм.

Менша маса вітчизняних канатоведучих шківів з одного боку є суттєвою конкурентною перевагою, але з іншого боку коректна установка підкріплень шківів на штахтних піднімальних машинах представляє складне технічне завдання, з яким постійно стикаються проектувальники. За невдалої установки підкріп-лень зварні шківів мають знижену довговічність у порівнянні з імпортними аналогами. Проведемо аналіз аналогів канатоведучого шківів. Розглянемо конструкції шківів барабанів і барабанів інших багатоканатних піднімальних ма-шин.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ				

На рисунках 1.3 – 1.7 надані приклади існуючих варіантів виконання шківів тертя у багатокачанатних піднімальних машинах [2]. Збирання головного валу, у яких провідний шків тертя використовується нероз’ємним, виконується наступним чином: цілісний зварний шків кріпиться на вал по гарячій посадці. До таких машин відносяться багатоканатні піднімальні машини діаметром канатоведучого шківа 2,25, 3,25 та 4 м (рисунок 1.3 – 1.5). Металоконструкція шківа приварюється до сталевих литих маточин. Збірка головного валу крупних піднімальних машин, які мають діаметр шківа 5 м має роз’ємну конструкцію шківа, тобто канатоведучий шків складається з двох половин (рисунок 1.6-1.7). Це необхідно для транспортування шківа залізницею. Конструкція шківа з великим діаметром (5 м) складається зі зварного шківа, який з’єднується зі сталевими маточинами за допомогою болтів. Маточини з’єднуються з валом по гарячій посадці. Шків тертя складається з двох половин, які з’єднуються між собою болтами. Гальмівні ділянки всіх шківів оброблюються з високою точністю та поліруються. Футеровка шківа складається з брусів, виконаних з поліхлорвінілового пластику ПП-45. Кріплення футеровки до поверхні шківа тертя є уніфікованим для усіх типів піднімальних машин. Частина футеровання мають трапецеїдальну форму перетину та розташовані похилими гранями одна до одної. До обичайки шківа частини футеровання притискаються за допомогою дерев’яних штапованих сегментів. На основі цих даних робимо висновок, що конструкції шківів тертя мають принципові відмінності в залежності від діаметру та навантажень – для шківів діаметром 5 м потрібно робити роз’ємну конструкцію, через проблеми транспортування, та змінюється принцип з’єднання з маточинами. Також, в залежності від вантажопідйомності, кількості канатів, навантажень від гальм, режиму роботи, машини мають різні схеми реберних підкріплення. На рисунку 1.3 для машини діаметром 2,25 м, використовуються радіальні ребра між гальмівними ділянками та маточиною, та між маточиною з основною частиною шківа. Для машини, діаметром 3,25 м (рисунок 1.4), використовують лише один тип радіальних ребер та розташо-

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ					

вують їх частково під гальмівними ділянками та під ребрами. А також в конструкції з'являються невеликі прямокутні ребра під центральною частиною футерування та по краям. На розглянутих машинах діаметром 5 м (рисунок 1.6, 1.7) використовують тільки невеликі прямокутні ребра. Також можна використовувати для підкріплення ланцюжки. Спільним рішенням розглянутих конструкцій є використання шпангоутів під місцем розташування канату на футеруванні.

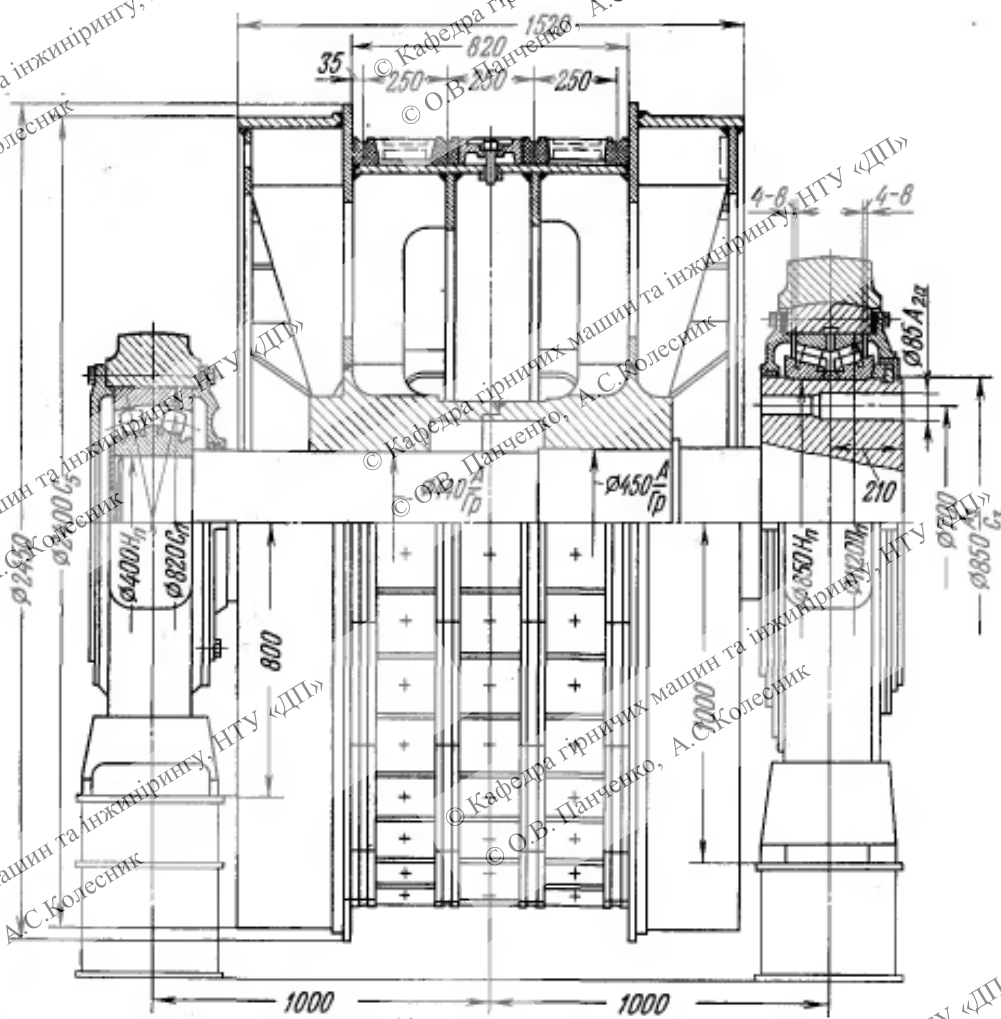


Рисунок 1.3 – Збірка голового валу багатоканатної піднімальної машини МК 2,25×4 [2]

					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ

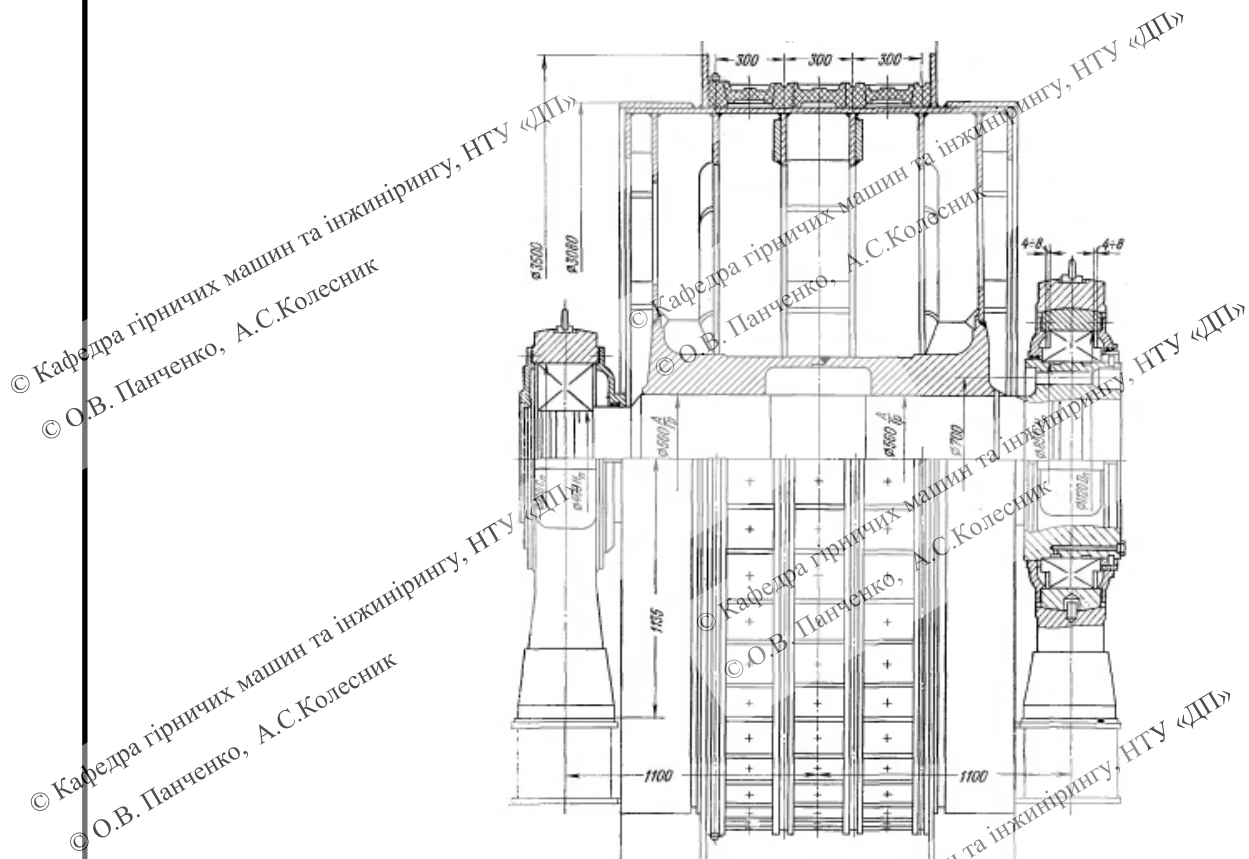


Рисунок 1.4 Збірка головного валу машини МК 3,25×4 [2]

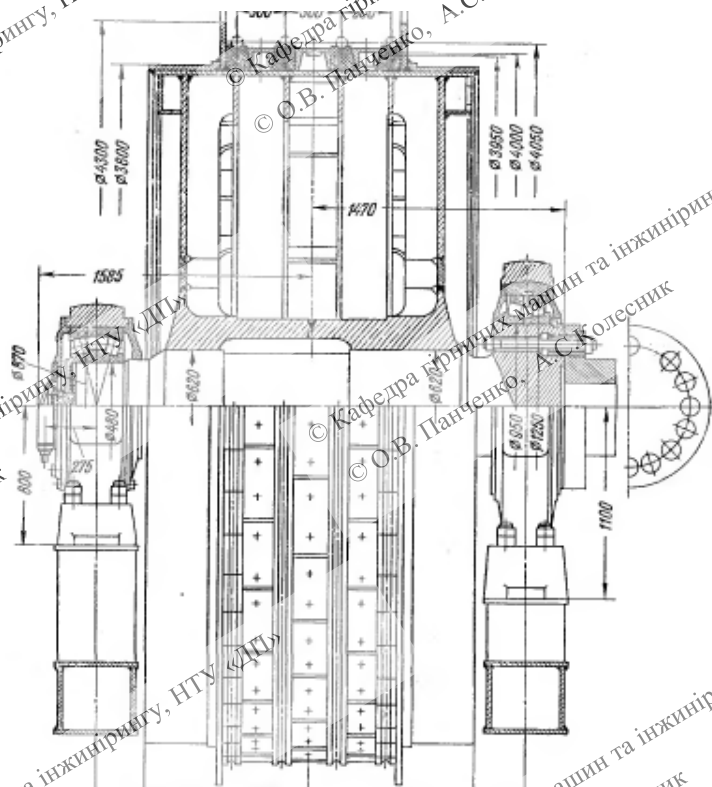


Рисунок 1.5 Збірка головного валу баштованої машини МК 4×4Р, з редукторним приводом [2]

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ					

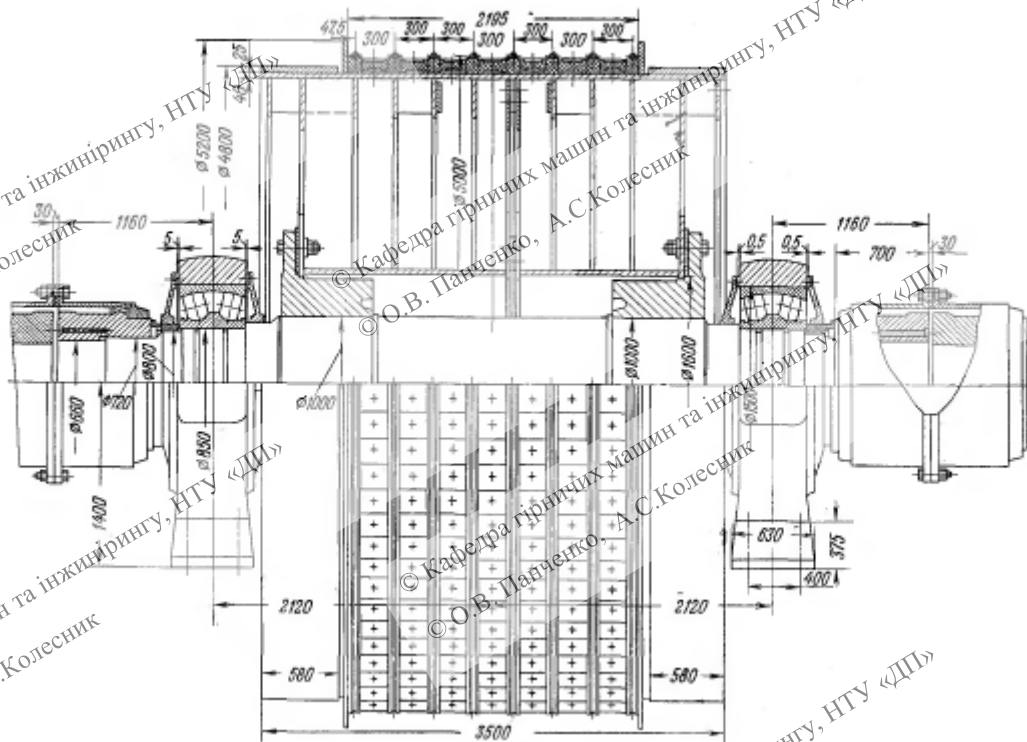


Рисунок 1.6 – Збірка головного валу багатоканатної машини МК 5 [2]

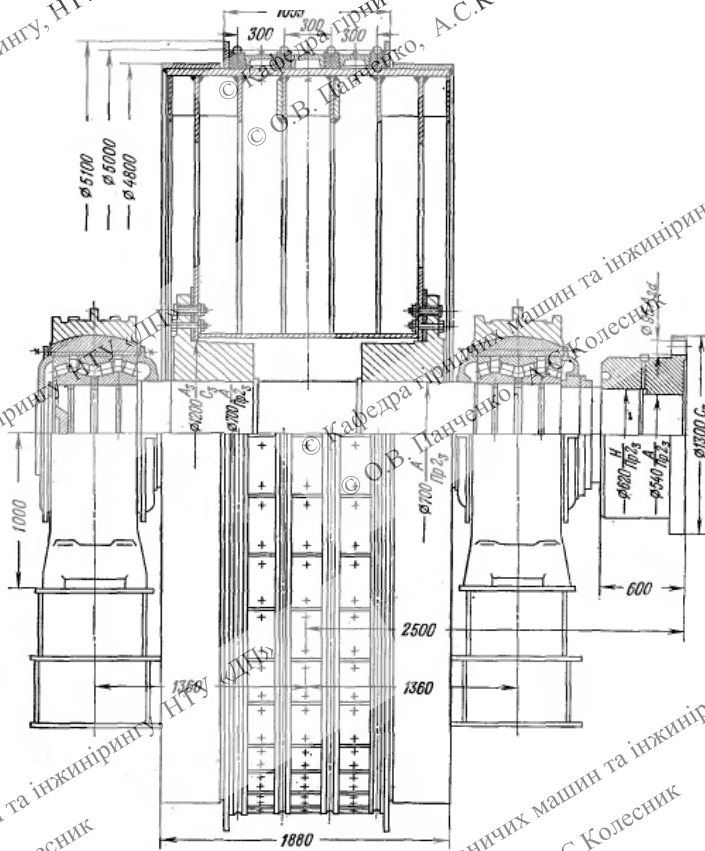


Рисунок 1.7 – Збірка головного валу багатоканатної машини МК 3 [2]

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ

Арк.

1.4 Визначення параметрів багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4

1.4.1 Вибір багатоканатної піднімальної машини

Розрахунок ведеться за методикою А.Д. Діماشко [2]

Вихідні дані для розрахунку:

- Річна продуктивність $A_{\text{річ}} = 1,4 \cdot 10^6$ т/рік,
- Висота підйому $H_{\text{п}} = 1500$ м.
- Тип багатоканатної піднімальної машини – скіпова.

1.4.2 Визначення ємності та вибір підйомної посудини

Ємність посудини:

$$Q = 1,3 \cdot A_{\text{год}} \cdot \sqrt{H_{\text{п}}} = 1,3 \cdot 305 \cdot \sqrt{1500} = 190,7 \cdot 10^3 \text{ Н}, \quad (1.1)$$

де $A_{\text{год}}$ – годинна продуктивність, що розраховується за формулою:

$$A_{\text{год}} = \frac{2,5 \cdot A_{\text{річ}}}{n_1 \cdot n_2} = \frac{1,5 \cdot 1,4 \cdot 10^6}{18 \cdot 305} = 305 \text{ т/год}, \quad (1.2)$$

де $n_1 = 18$ год – кількість роботи піднімальної машини на добу,

$n_2 = 305$ днів – кількість днів роботи піднімальної машини на рік.

Вибираємо скіп 1СН 25-2 вантажопідйомністю 22 т, масою скіпа 21,2 т, та геометричними розмірами 1900×2350 мм.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ					

1.4.3 Вибір канатів

Навантажувальна характеристика каната (без ваги каната):

$$Q_0 = Q_{\text{вант}} + Q_M = 220000 + 212000 = 432 \cdot 10^3 \text{ Н} \quad (1.3)$$

де $Q_{\text{вант}} = 220000 \text{ Н}$ – вантажопідйомність скіпа,

$Q_M = 212000 \text{ Н}$ – вага скіпа.

Навантажувальна характеристика каната:

$$Q'_0 = \frac{Q_0}{n_k} = \frac{432000}{4} = 108000 \text{ Н}, \quad (1.4)$$

де $n_k = 4$ – кількість канатів

Розривне зусилля одного каната:

$$Q_p = m_0 \cdot Q'_0 = 9,5 \cdot 108000 = 1026000 \text{ Н}, \quad (1.5)$$

де m_0 – запас міцності.

Вибираємо сталевий футлосталковий канат з діаметром $d_k = 45,5 \text{ мм}$, з сумарним розривним зусиллям $Q_p = 1360000 \text{ Н}$ і розрахунковою межею міцності дротів при розтягуванні 1370 Н/мм^2 .

Визначимо фактичний запас міцності для головних канатів:

$$m = \frac{Q_p}{Q_{01} + p_k \cdot H} = \frac{1360000}{108000 + 80,89 \cdot 1500} = 5,9, \quad (1.6)$$

де $p_k = 80,89 \text{ Н/м}$ вага одного погонного метра канату

$m > 4,5$ – умова виконується.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ				

1.4.4 Вибір типорозміру багатоканатної піднімальної машини

Тиск канату на футеровку:

$$Q = \frac{2 \cdot p_k \cdot H_{\text{п}} + Q_{\text{М}} + Q_{\text{вант}}}{D_{\text{шк}} \cdot \frac{d_k}{10} \cdot n_k} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 8,89 \cdot 1500 + 2 \cdot 212000 + 220000}{5 \cdot \frac{45,5 \cdot 10^{-3}}{10} \cdot 4} = 1,774 \cdot 10^6 \text{ Па}, \quad (1.7)$$

де $D_{\text{шк}}$ – діаметр канатоведучого шківка.

Допустиме значення тиску – 2 МПа. Умова є задовільною.

Вибір хвостових зрівноважувальних канатів:

Попередньо приймаємо, що установка має 2 зрівноважувальних канатів.

Вага зрівноважувальних канатів:

$$Q_{\text{врів}} = p_k \cdot \frac{n}{n_x} = 8017 \cdot \frac{4}{2} = 161,78 \text{ Н/м}, \quad (1.8)$$

де n – число головних канатів, n_x – число зрівноважувальних канатів.

Вибираємо канат 107-Г-1-Ж-Н-Т-1570 по ГОСТ 3091-80.

1.4.5 Визначення навантажень на піднімальну машину

Максимальний статичний натяг вітки:

$$T_1 = n_k \cdot p_k \cdot H_{\text{п}} + Q_0 = 4 \cdot 8017 \cdot 1500 + 432000 = 960,5 \cdot 10^3 \text{ Н}. \quad (1.9)$$

Мінімальний статичний натяг вітки:

$$T_2 = 2 \cdot Q_{\text{врів}} \cdot H_{\text{п}} + Q_{\text{М}} = 2 \cdot 161,78 \cdot 1500 + 432000 = 697 \cdot 10^3 \text{ Н}. \quad (1.10)$$

					ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Різниця статичних натягів:

$$\Delta F = T_1 - T_2 = 960,5 \cdot 10^3 - 697 \cdot 10^3 = 220 \cdot 10^3 \text{ Н.} \quad (1.11)$$

1.4.6 Перевірка на умову нековзання канатів по шківу

Коефіцієнт статичних натягів:

$$k_{\text{ст}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{917 \cdot 10^3}{697 \cdot 10^3} = 1,315, \quad (1.12)$$

$k_{\text{ст}} \leq 1,5$ – умова виконується.

Максимальний статичний натяг вітки канату:

$$\begin{aligned} T_{1\text{min}} &= n_k \cdot p_k \cdot H_{\text{min}} + Q_{\text{ко}} = \\ &= 4 \cdot 80,89 \cdot 860 + 432000 = 490,3 \cdot 10^3 \text{ Н,} \end{aligned} \quad (1.13)$$

$H_{\text{min}} = 860$ м - гранична мінімальна висота підйому.

Мінімальний статичний натяг вітки:

$$\begin{aligned} T_{2\text{min}} &= 2 \cdot q_{\text{врів}} \cdot H_{\text{дв}} + Q_{\text{ко}} = \\ &= 2 \cdot 161,78 \cdot 860 + 432000 = 490,3 \cdot 10^3 \text{ Н.} \end{aligned} \quad (1.14)$$

Різниця статичних натягів:

$$\begin{aligned} \Delta F_{\text{min}} &= T_{1\text{min}} - T_{2\text{min}} = \\ &= 73,782 \cdot 10^3 - 51,782 \cdot 10^3 = 220 \cdot 10^3 \text{ Н.} \end{aligned} \quad (1.15)$$

					<i>ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Коефіцієнт статичних натягів при мінімальній висоті підйому:

$$k_{ст} = \frac{T_{1min}}{T_{2min}} = \frac{710,3 \cdot 10^3}{490,3 \cdot 10^3} = 1,449, \quad (1.16)$$

$k_{ст} \leq 1,5$ – умова виконується.

Виконаний розрахунок показує, що для заданих умов може бути використана багатоканатна піднімальна машина типу МК5×4.

1.4.8 Кінематика підйомної установки

Кількість підйомів в [3]:

$$n = \frac{A_{год}}{Q_{вант}} = \frac{360 \cdot 514}{22} = 17,387. \quad (1.17)$$

Приймаємо $n = 17$.

Тривалість одного циклу підйому:

$$T_y = \frac{3600}{n} = \frac{3600}{17} \approx 211,7 \text{ с.} \quad (1.18)$$

Час руху підйомних посудин:

$$T = T_y - \theta = 211,7 - 22 = 189,7 \text{ с.} \quad (1.19)$$

Тривалість паузи θ приймається залежно від ваги та висоти підйомності скіпа.

Розрахунок максимальної швидкості підйому.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ				

Для підйомних установок, обладнаних неперекидними скіпами і приводом від асинхронного двигуна, приймається прямолинійна п'ятиперіодна діаграма швидкості.

Вихідні дані для розрахунку діаграми:

- висота підйому – 1900 м,
- розрахункова тривалість руху – 189,7 с,
- величина шляху розвантаження в кривих – 2,2 м.

Прискорення та уповільнення підйомної посудини поза розвантажувальними кривими a_1 і a_3 приймаємо у межах $0 \dots 0,7$ м/с², прискорення і уповільнення підйомних посудин у розвантажуючих кривих a'_1 і a'_3 приймаємо у межах $0,2 \dots 0,3$ м/с², згідно до Правил безпеки.

$$a_1 = a_3 = 0,7 \text{ м/с}^2;$$

$$a'_1 = 0,3 \text{ м/с}^2;$$

$$a'_3 = 0,21 \text{ м/с}^2.$$

Швидкість ходу порожнього скіпа:

$$V_1 = \sqrt{2 \cdot a'_1 \cdot h_0} = \sqrt{2 \cdot 0,3 \cdot 2,2} = 1,14 \leq 1,2 \text{ м/с}, \quad (1.20)$$

де $h_0 = 2,2$ м – величина шляху розвантаження в кривих.

Швидкість входу завантаженого скіпа на майданчик:

$$V'_1 = \sqrt{2 \cdot a'_3 \cdot h_0} = \sqrt{2 \cdot 0,2 \cdot 2,2} = 0,94 \leq 1,0 \text{ м/с}. \quad (1.21)$$

Модуль швидкості:

$$V = \frac{T}{\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3}} = \frac{189,7}{\frac{1}{0,7} + \frac{1}{0,7}} = 66,42 \text{ м/с}. \quad (1.22)$$

					<i>ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Максимальна швидкість:

$$V_{\max} = a - \sqrt{a^2 - 2 \cdot a \cdot V_{\text{сер}}} = 66,418 - \sqrt{66,418^2 - 2 \cdot 66,418 \cdot 7,9} = 8,44 \text{ м/с}, \quad (1.23)$$

де $V_{\text{сер}}$ – середня швидкість умовної діаграми.

$$V_{\text{сер}} = \frac{H_{\text{п}}}{T} = \frac{1500}{18,7} = 7,9 \text{ м/с}. \quad (1.24)$$

Тривалість умовної діаграми:

$$T_y = T - \frac{V_1}{a_1'} - \frac{V_1'}{a_2} = 189,7 - \frac{1,14}{0,3} - \frac{0,94}{0,2} = 181,358 \text{ с}. \quad (1.25)$$

Висота підйому:

$$H_{\text{п}} = H_{\text{п}} - 2 \cdot h_0 - V_1 \cdot T_y = 1500 - 2 \cdot 2,2 - 1,14 \cdot 181,358 = 1287 \text{ м}. \quad (1.26)$$

Середня швидкість:

$$V_{\text{серу}} = \frac{H_{\text{п}}}{T_y} = \frac{1500}{181,358} = 7,1 \text{ м/с}. \quad (1.27)$$

Максимальна швидкість фактичної діаграми розраховується за формулою:

$$V_{\text{факт}} = V_{\max} + V_1 = 8,44 + 1,14 = 9,59 \text{ м/с}. \quad (1.28)$$

						ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Максимальна швидкість для підйому на висоту бігуну, ніж 400 м, повинна не перевищувати 12 м/с.

Корегуємо максимальну швидкість відповідно до обраного устаткування:

Визначимо число оборотів двигуна:

$$n_{\text{розр}} = \frac{60 \cdot V_{\text{max}}}{\pi \cdot D} \cdot i = \frac{60 \cdot 9,59}{\pi \cdot 5} \cdot 10,5 = 384,619 \text{ об/хв}, \quad (1.29)$$

де $i = 10,5$ – середнє відношення для одноступеневого редуктора.

Найближче до розрахункового синхронне число обертів асинхронного

$$n_{\text{об}} = \frac{60 \cdot f}{p_{\text{пол}}} = \frac{60 \cdot 50}{8} = 375 \text{ об/хв}, \quad (1.30)$$

де $f = 50$ Гц – промислова частота струму;

$p_{\text{пол}} = 8$ – число пар полюсів.

Визначаємо номінальні оберти двигуна:

$$n_H = n_{\text{об}} \cdot (1 - S_H) = 375 \cdot (1 - 0,03) = 363,75 \text{ об/хв}, \quad (1.31)$$

де $S_H = 0,03$ – номінальне ковзання двигуна.

Фактична номінальна швидкість підйому:

$$V_{\text{maxf}} = V_{\text{max}} \cdot \frac{n_H}{n_{\text{розр}}} = 9,92 \cdot \frac{363,75}{397,75} = 9,07 \text{ м/с}. \quad (1.32)$$

Визначимо тепер:

- Час прискореного руху скіпа:

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$t_1 = \frac{V_{\max f} - V_1}{a_1} = \frac{9,07 - 1,14}{0,7} = 11,32 \text{ с.} \quad (1.33)$$

- Шлях прискореного руху скіпа:

$$h_1 = \frac{V_{\max f} + V_1}{2} \cdot t_1 = \frac{9,07 + 1,14}{2} \cdot 11,3 = 57,81 \text{ м.} \quad (1.34)$$

- Час уповільненого руху завантаженого скіпа перед розвантажувальними кривими:

$$t_3 = \frac{V_{\max f} - V_1'}{a_3} = \frac{9,07 - 0,94}{0,7} = 11,58 \text{ с.} \quad (1.35)$$

- Шлях уповільненого руху завантаженого скіпа перед розвантажувальними кривими:

$$h_3 = \frac{V_{\max f} + V_1'}{2} \cdot t_3 = \frac{9,07 + 0,94}{2} \cdot 11,6 = 58,1 \text{ м.} \quad (1.36)$$

- Шлях рівномірного руху:

$$h_2 = H_{\text{п}} - 2 \cdot h_0 - h_1 - h_3 = 1500 - 2 \cdot 2,2 - 57,81 - 58,1 = 1380 \text{ м.} \quad (1.37)$$

- Час рівномірного руху:

$$t_2 = \frac{h_2}{V_{\max f}} = \frac{1380}{9,07} = 152,125 \text{ с.} \quad (1.38)$$

Фактична тривалість руху підйомних дола еудин.

					ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\phi} = t'_1 + t_1 + t_2 + t_3 + t'_3 = 3,83 + 11,32 + 152,125 + 11,58 + 4,57 = 183,43 \text{ с}, \quad (1.39)$$

де t'_1 та t'_3 визначаються за формулами:

$$t'_1 = \frac{V_1}{a_{1'}} = \frac{V_1}{a_{1'}} = \frac{1,14}{0,3} = 3,83 \text{ с}, \quad (1.40)$$

$$t'_3 = \frac{V_3}{a_{3'}} = \frac{0,96}{0,2} = 4,8 \text{ с} \quad (1.41)$$

Фактичний коефіцієнт резерву продуктивності підйомної установки:

$$C_{\phi} = C \cdot \frac{T+\theta}{T_{\phi}+\theta} = 1,5 \cdot \frac{189,7+22}{183,4+22} = 1,546, \quad (1.42)$$

де $C = 1,5$ коефіцієнт нерівномірності завантаження скіпа.

За отриманими результатами була побудована тахограма швидкостей та прискорень (рисунк 1.8).

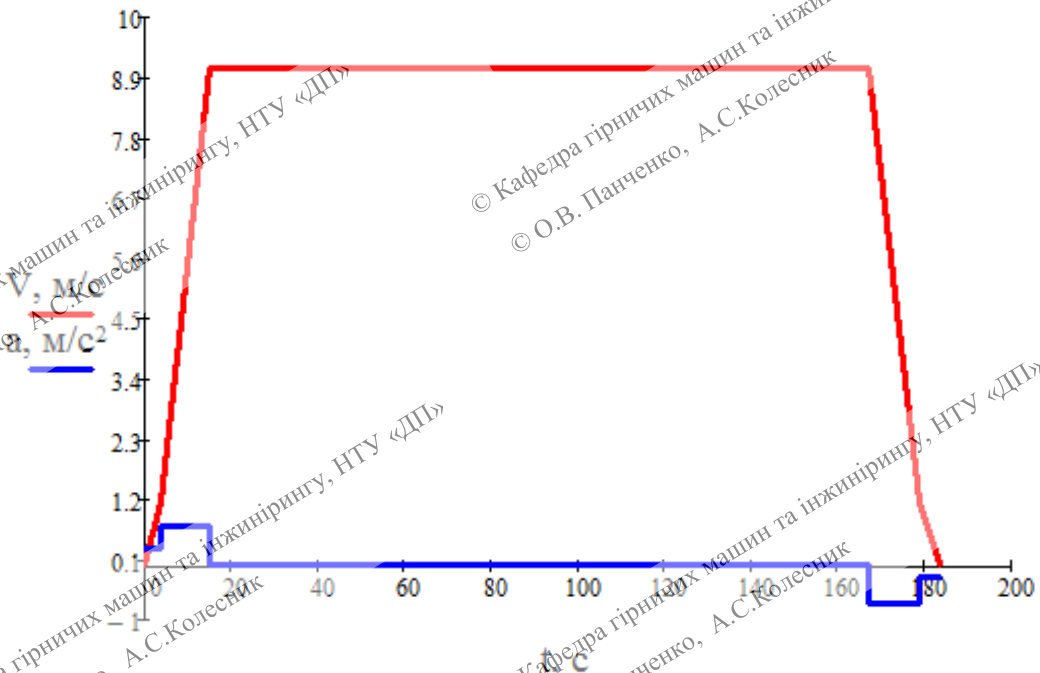


Рисунок 1.8 – Тахограма швидкостей та прискорень

						ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

1.4.9 Динаміка підйомної установки

1.4.9.1 Розрахунок приведеної до кола органу навивання маси рухомих частин

На початку розрахунків вирішується питання про врівноваження підйомної установки хвостовим канатом.

Ступінь статичної невідновженості:

$$\delta = \frac{p_k \cdot H_{п}}{K \cdot m_n} = \frac{80,89 \cdot 1500}{1,15 \cdot 22000 \cdot 10} = 0,527 \geq 0,5, \quad (1.43)$$

де $K \geq 1,15$ – для скіпових установок, $p_k = 80,89$ кг/м – лінійна маса канату, обраного за каталогом.

При $\delta \geq 0,5$ підйомну установку доцільно врівноважити хвостовим канатом, маса одного метра якого дорівнює масі одного метра головного канату.

Приведена до кола органу навивання маса рухомих елементів підйомної установки розраховується за формулою:

$$m_i = m_{\text{пост}} + m_{\text{об}} = 108300 + 60720 = 169020 \text{ кг}, \quad (1.44)$$

де $m_{\text{пост}}$ – маса елементів, які здійснюють поступальний рух, і дорівнює сумарній масі вантажу всіх підйомних посудин і канатів, кг;

$m_{\text{об}}$ – маса елементів, які здійснюють обертальний рух, умовно приведено до кола органу навивання, кг.

Маса елементів, здійснюючих поступальний рух:

$$m_{\text{пост}} = m_{\text{п}} + 2 \cdot m_{\text{т}} + 2 \cdot L_p \cdot p + L_q \cdot q = 20000 + 2 \cdot 21200 + 2 \cdot 1706 \cdot 8,89 + 1530 \cdot 8,89 = 108300 \text{ кг}, \quad (1.45)$$

					ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де L_p – довжина однієї вітки головного канату і розраховується за формулою:

$$L_p = H_0 + L_c + l_{рез} + Z_{тр} \cdot \pi \cdot D_{ш} = 157,3 + 55,9 + 30 + 3 \cdot 3,14 \cdot 5 = 170,6 \text{ м,} \quad (1.46)$$

де $l_{рез} = 30$ м – резервна довжина канату;

$Z_{тр} = 3$ – мертві витки;

L_c розраховується за формулою:

$$L_c = \sqrt{(L_{ш} R_{ш})^2 + (h_k - c)^2} = \sqrt{(40 - 2,5)^2 + (42,5 - 1)^2} = 55,9 \text{ м,} \quad (1.47)$$

де $R_{ш} = 2,5$ м – радіус шківа тертя;

$c = 1$ м – розмір перевищення осі машини над нульовою відміткою ствола, вибирається в межах 0...1,0 м;

$L_6 = 40$ м – відстань від осі канату до осі піднімальної машини;

$h_k = 42,5$ м – висота копра, розраховується за формулою:

$$h_k = h_{пб} + h_{пп} + h_{пр} + h_{пер} + 0,75 \cdot R_{ш} = 35 + 2,35 + 0,3 + 7 + 0,75 \cdot 2,5 = 46,5 \text{ м,} \quad (1.48)$$

де $h_{пб} = 35$ м – рівень приймального бункера, для багатоканатного підйому приймається в межах 30...40 м;

$h_{пп} = 2,35$ м – висота скіпа;

$h_{пр} = 0,3$ м – перевищення скіпа над приймальним бункером;

$h_{пер} = 6$ м – висота перепідйому для багатоканатних машин.

Рациональне значення L_6 перебуває в межах: $0,9 \cdot h_k \leq L_6 \leq 2 \cdot h_k$.

L_q – довжина хвостового канату:

					ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_q = H_{\text{п}} + (30 \dots 40) = 1500 + 30 = 1530 \quad (1.49)$$

Приведення до кола органу навівання маси обертових елементів підйомної установки:

$$m_{\text{об}} = m_{\text{ш}} + n_{\text{нш}} \cdot m_{\text{нш}} + k_{\text{зп}} \cdot n_{\text{дв}} \cdot m_{\text{р}} = 26080 + 2 \cdot 2000 + 1,3 \cdot 2 \cdot 11780 = 60720 \text{ кг}, \quad (1.50)$$

де $m_{\text{ш}}$, $m_{\text{нш}}$, $m_{\text{р}}$ – приведені до кола органу навівання маси відповідно шківів, напрямного шківів, зубчастої передачі та ротора електродвигуна;

$k_{\text{зп}} = 1,3$ – коефіцієнт, що враховує приведену до кола органу навівання масу зубчастої передачі редуктора;

$n_{\text{нш}}$ і $n_{\text{дв}}$ – відповідно кількість напрямних (копрових) шківів і привідних електродвигунів.

Для визначення махового моменту ротора привідного двигуна попередньо визначається його орієнтована потужність за формулою:

$$P_{\text{ор}} = \frac{k \cdot m_{\text{н}} \cdot H \cdot g}{1000 \cdot T_{\text{ф}} \cdot \eta_{\text{зп}}} \cdot \rho = \frac{1,15 \cdot 22000 \cdot 1500 \cdot 9,81}{1000 \cdot 183,4 \cdot 0,93} \cdot 1,4 = 3055 \text{ кВт}, \quad (1.51)$$

де $\rho = 1,4$ – коефіцієнт, що враховує динамічний режим роботи привідного двигуна;

$k = 1,15$ – коефіцієнт, що враховує шкідливий опір скіпа;

$\eta_{\text{зп}} = 0,93$ – ККД одноступінчастої зубчастої передачі.

Так як привід на два двигуни, попередньо обираємо двигун АН4-17-28-16УЗ, потужністю 1600 кВт.

					ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4.9.2 Діаграма зусиль

Розрахунок діаграми зусиль на колі наживання проводиться за рівнянням академіка М.М. Федорова:

$$F_i = g \cdot [k \cdot m_{\text{п}} + (p - q) \cdot (H - 2 \cdot x_i)] \pm m_i \cdot a_i \quad (1.52)$$

де x – шлях, що пройшла посудина від початку підйому, м.

За умови, що $p = q$ формула для розрахунку діаграми зусиль набуває наступного виду (результати розрахунку представлені в таблиці 1.1):

$$F_i = g \cdot k \cdot m_{\text{п}} \pm m_i \cdot a_i \quad (1.53)$$

Таблиця 1.1 – Результати розрахунку зусиль

	F_1	F'_1	F_2	F'_2	F_3	F'_3	F_4	F'_4	F_5	F'_5
Значення кН	299	299	366	366	248	248	130	130	212	212

За результатами розрахунку побудована діаграма зусиль (рисунок 1.9).

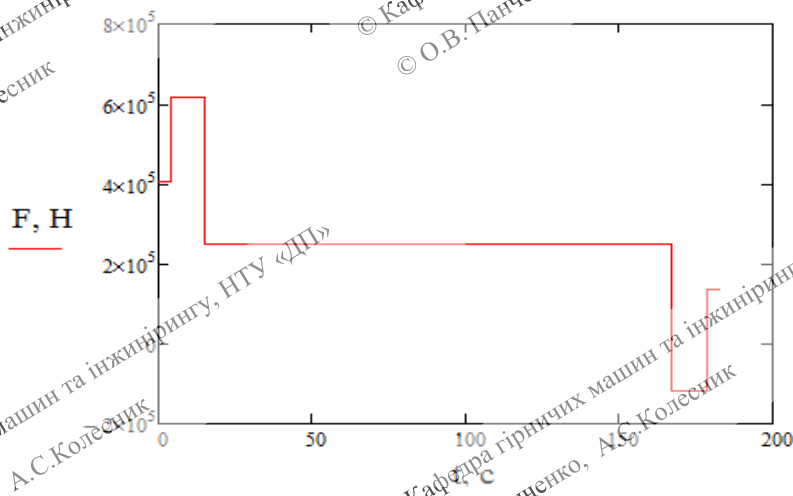


Рисунок 1.9 – Діаграма зусиль

1.4.10 Потужність привідного двигуна

Точний розрахунок потужності привідного двигуна виконується на підставі діаграми зусиль (рисунок 1.9) за такими пунктами:

Визначається еквівалентне зусилля за виразом:

$$F_e = \sqrt{\frac{\int_0^T F^2 dt}{T_e}} = \sqrt{\frac{1,164 \cdot 10^{13}}{180,3}} = 2541 \cdot 10^3 \text{ Н}, \quad (1.54)$$

де для рівношвидкісної ділянки середньої ділянки чисельник розраховується наступним чином:

$$\begin{aligned} \int_0^T F^2 dt &= \frac{F_1^2 + (F_1')^2}{2} t_1' + \frac{F_2^2 + (F_2')^2}{2} \cdot t_2 + \\ &+ \frac{F_3^2 + F_3 \cdot F_3' + (F_3')^2}{2} \cdot t_3 + \frac{F_4^2 + (F_4')^2}{2} \cdot t_3 + \frac{F_5^2 + (F_5')^2}{2} t_3' + \\ \int_0^T F^2 dt &= \frac{(2,95 \cdot 10^5)^2 + (2,95 \cdot 10^5)^2}{2} \cdot 3,8 + \frac{(3,57 \cdot 10^5)^2 + (3,57 \cdot 10^5)^2}{2} \cdot 11,3 + \\ &\frac{(2,482 \cdot 10^5)^2 + (2,482 \cdot 10^5) \cdot (2,482 \cdot 10^5) + (2,482 \cdot 10^5)^2}{3} \cdot 152,1 + \frac{(1,388 \cdot 10^5)^2 + (1,388 \cdot 10^5)^2}{2} \cdot \\ &11,6 + \frac{(2,013 \cdot 10^5)^2 + (2,013 \cdot 10^5)^2}{2} \cdot 4,7 = 1,164 \cdot 10^{13} \text{ Н}^2 \cdot \text{с}. \quad (1.55) \end{aligned}$$

T_e – еквівалентний час роботи двигуна, визначається за рівнянням:

$$\begin{aligned} T_e &= \alpha \cdot (t_1' + t_1 + t_3 + t_3') + t_2 + \beta \cdot \theta = \\ &= \frac{2}{3} \cdot (3,8 + 11,3 + 11,6 + 4,6) + 152,1 + \frac{1}{3} \cdot 22 = 180,3 \text{ с}, \quad (1.56) \end{aligned}$$

де α і β – коефіцієнти, які враховують погіршення умов охолодження двигуна в періоди несталої руху і пауз.

Визначається еквівалентна потужність привідного двигуна, за формулою:

						ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$P_e = \frac{F_e \cdot V_{max}}{1000} = \frac{2,541 \cdot 10^5 \cdot 9,59}{1000 \cdot 0,93} = 2,62 \cdot 10^3 \text{ кВт} \quad (1.57)$$

Остаточньо обираємо два двигуни АКН4-17-28-16У3, потужністю по 1600 кВт кожний.

Перевірка обраного двигуна в умовах пускового перевантаження проводиться за формулою:

$$\gamma = \frac{F_{max}}{F_H \cdot 2} = \frac{366500}{155200 \cdot 2} = 1,181 \leq 1,6 \quad (1.58)$$

де F_{max} – максимальне зусилля за діаграмою рушійних зусиль;
 F_H – номінальне зусилля обраного двигуна, розраховується за формулою:

$$F_H = \frac{1000 \cdot P_{max}}{9,59} = \frac{1000 \cdot 1600 \cdot 0,93}{9,59} = 155200 \text{ Н}, \quad (1.59)$$

де P_H – номінальна потужність приводного двигуна, кВт.

1.5 Розробка комп'ютерної моделі шківа тертя

Для того, щоб виявити раціональні параметри канатоведучого шківа тертя необхідно провести дослідження напружено-деформованого стану. Для цього потрібно розробити комп'ютерну модель шківа тертя машини МДНН 5-4, а на її основі створи модель шківа для розрахунку.

Для створення комп'ютерної моделі шківа тертя необхідно розрахувати його основні геометричні параметри, такі, як діаметр шківа, товщину ободу, лобовин, ширину шківа та відстань між ребордами.

1.5.1 Розрахунок основних геометричних параметрів канатоведучого шківів та побудова розрахункової моделі

Розрахунковий діаметр шківів:

$$D_{Ш} \geq 100 \cdot d_k = 100 \cdot 45,5 = 4550 \text{ мм.} \quad (1.60)$$

Приймаємо $D_{Ш} = 5000$ мм.

Шків тертя (рисунок 1.10) складається з: гальмівного поля, лобовин, обичайки боковин, реберного підкріплення.

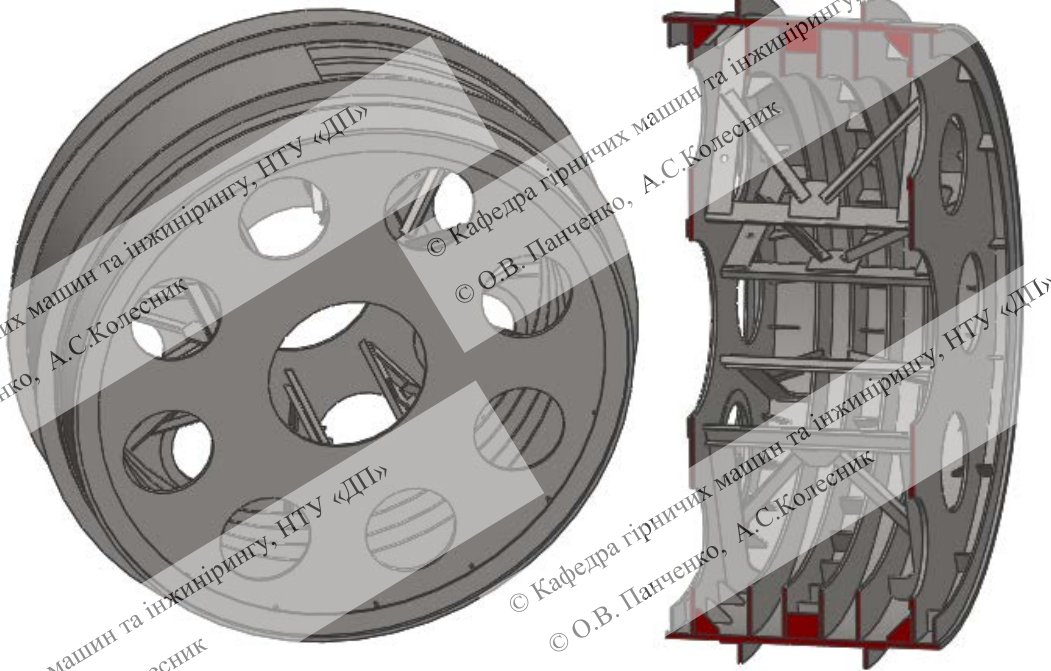


Рисунок 1.10 – Запропонована конструкція шківів тертя

Геометричні параметри шківів розраховані за наступними формулами. Товщину обичайки шківів розрахуємо використовуючи метод Ляме, за формулою:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.

$$\delta = \frac{T - 0,5 \cdot \frac{E_K \cdot F_K \cdot 10^{-6}}{E} \cdot [\sigma_{сж}]}{[\sigma_{сж}] \cdot t \cdot 10^{-3}} \cdot 10^{-3} \quad (1.61)$$

де $T = 855400$ – розрахунковий напруг канатів, Н;

$E_K = 0,9 \cdot 10^6$ – модуль пружності канату, Па;

$E = 2 \cdot 10^6$ – модуль пружності обичайки, Па;

$F_K = 72,459$ – площа перетину всіх волокон канату, мм²;

$t = 300$ – відстань між канатами на щіві, мм, приймаємо згідно аналізу аналогів, у всіх досліджених піднімаючих машинах зі шківом тертя 5 м відстань між канатами однакова.

$[\sigma_{сж}] = 90$ – допустиме напруження стиску, МПа.

$$\delta = \frac{855400 - 0,5 \cdot \frac{0,9 \cdot 10^6}{2 \cdot 10^6} \cdot 72,459 \cdot 10^{-6} \cdot 90}{90 \cdot 10^6 \cdot 300 \cdot 10^{-3}} \cdot 10^3 = 51 \text{ мм.} \quad (1.62)$$

Приймаємо товщину обичайки $\delta = 60$ мм.

У багатоканатних машинах обидві лобовини розташовані під гальмівною ділянкою на віддалені від частини шківа, що взаємодіє з канатами. Тому дією згинальних моментів від тиску канатів у місцях приварювання лобовин можна знехтувати. Розрахунок лобовини як жорсткої стрижневої системи засобами механіки викликає труднощі через велику ступінь їх статичної невизначеності. Згідно аналізу аналогів товщини лобовин приблизно дорівнюють половині товщини обичайки. Попередньо приймаємо товщину 30 мм. Товщини елементів реберного підкріплення обичайки приймаємо згідно з аналізом аналогів.

					ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.2 Уточнення геометричних параметрів моделі канатоведучого шківа

Специфікою даної піднімальної машини є передача зусилля на шківах за допомогою тертя. Традиційно такі задачі розраховуються з використанням закону Ейлера $T = T_0 \cdot e^{f\alpha}$.

1.5.2.1 Визначення зусиль, діючих на обичайку шківа

Закон Ейлера:

$$T_1 = T_2 \cdot e^{f\alpha}, \quad (1.63)$$

де $\alpha = 206^\circ$ – кут обхвату канатом канатоведучого шківа (рисунок 1.11);

$f = 0,3$ – коефіцієнт тертя.

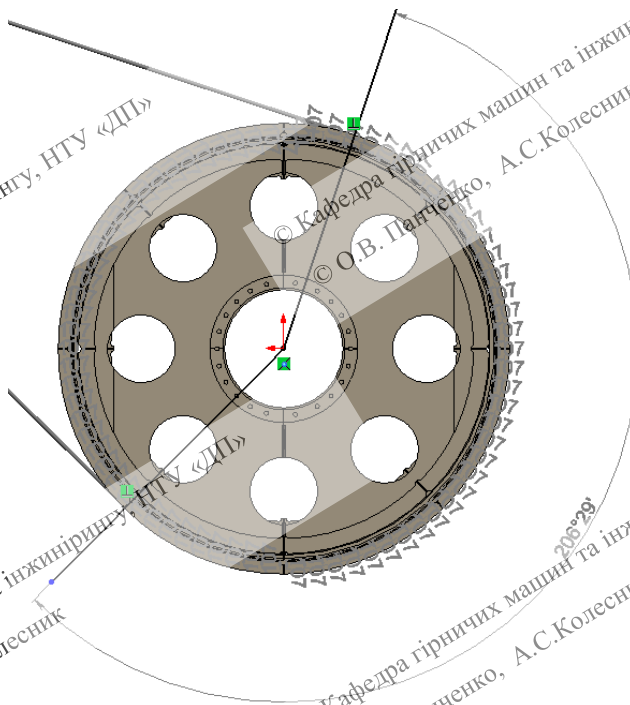


Рисунок 1.11 – Кут обхвату шківа

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ					

Згідно з цим законом діаграма розподілу тиску виглядає наступним чином (рисунок 1.12).

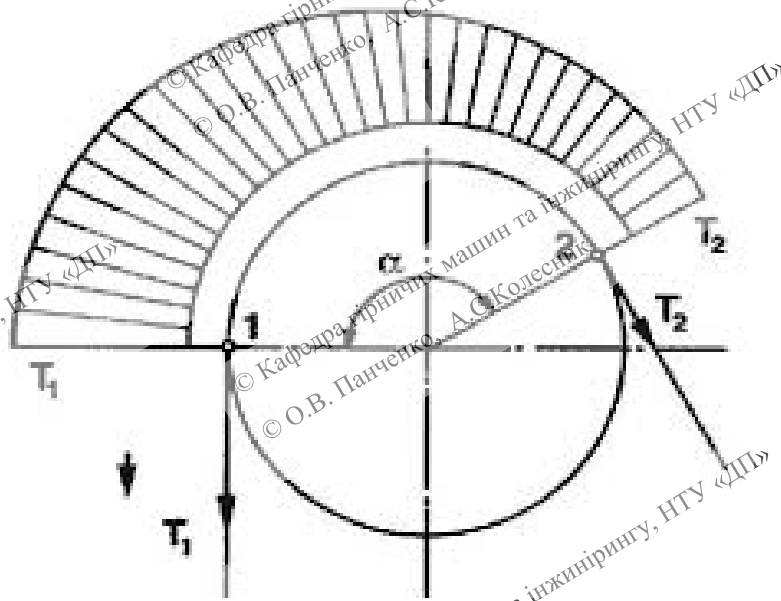


Рисунок 1.12 – Діаграма розподілу тиску за законом Ейлера [5]

Такий підхід до задачі зовсім не враховує тангенціальні сили, та їх вплив на напружено-деформований стан шківів. Тангенціальні сили – це доток нормальних зусиль на коефіцієнт тертя. Розподіл тангенціальних сил уздовж поверхні утворює опір тертя тіла. Виявити, як саме вони розподіляються по поверхні математичним способом ми не можемо.

Спочатку розглянемо питання про тертя завжди та коефіцієнт тертя. До початку руху однієї поверхні відносно іншої коефіцієнт тертя відсутній взагалі і між тілами є лише реакції опору. У момент перед початком руху одного тіла відносно іншого – починає діяти закон Кулона. Після початку руху коефіцієнт тертя починає зменшуватись.

Так як закон Ейлера використовує стале значення коефіцієнта тертя, ми можемо зробити висновок що він є правильним лише для тих ділянок, де діє закон Кулона. На ділянці з постійним тиском виникають зовсім невідомі нам тангенціальні зусилля.

Через зазначені нюанси було вирішено переглянути розрахункову модель. Щоб правильно визначити взаємодію шківа з канатом розглянемо поставлене питання як контактну задачу.

3.5.2.2 Обґрунтування розрахункової моделі шківа тертя засобами скінченних елементів

При розв'язанні цієї задачі використовуємо метод скінченних елементів, який реалізований в комплексі SolidWorks Simulation.

Для визначення коефіцієнта тертя та міцності елементів конструкції шківа тертя, для його оптимізації виконаємо попередній розрахунок напружено-деформованого стану.

Для цього спочатку моделюємо канат. Традиційний канат має круглу форму, але якщо моделювати його такої форми для розрахунку моделі у SolidWorks ми отримаємо контакт з об'єктом по лінії, що не задовольняє поставленої задачі. Для усунення цього потрібно або моделювати окремо футеровку канавками під канат, або нарізати канавки відразу на поверхні шківа. Але це більше відповідає випадку, якщо нам потрібно було б знайти сили, що діють у канавках, що не входить в область вирішуваної задачі. Також у такому випадку потрібно було б моделювати канат більш детально ураховуючи його особливості.

Тому для поставленої задачі моделюємо канат у вигляді бруса з квадратним перерізом, площа якого дорівнює площі перерізу обраного канату за розрахунками. Така модель канату має завищену жорсткість на вигін, протидієюм вигину для нашого розрахунку можна знехтувати, бо вони характерні лише для невеликих ділянок у місці набігання канату (де дуже малі дотичні напруження та тиск). Для матеріалу канату задаємо в 2 рази менший модуль пружності ніж для сталі.

На рисунку 1.13 представлена скінченно-елементна модель шківа тертя.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

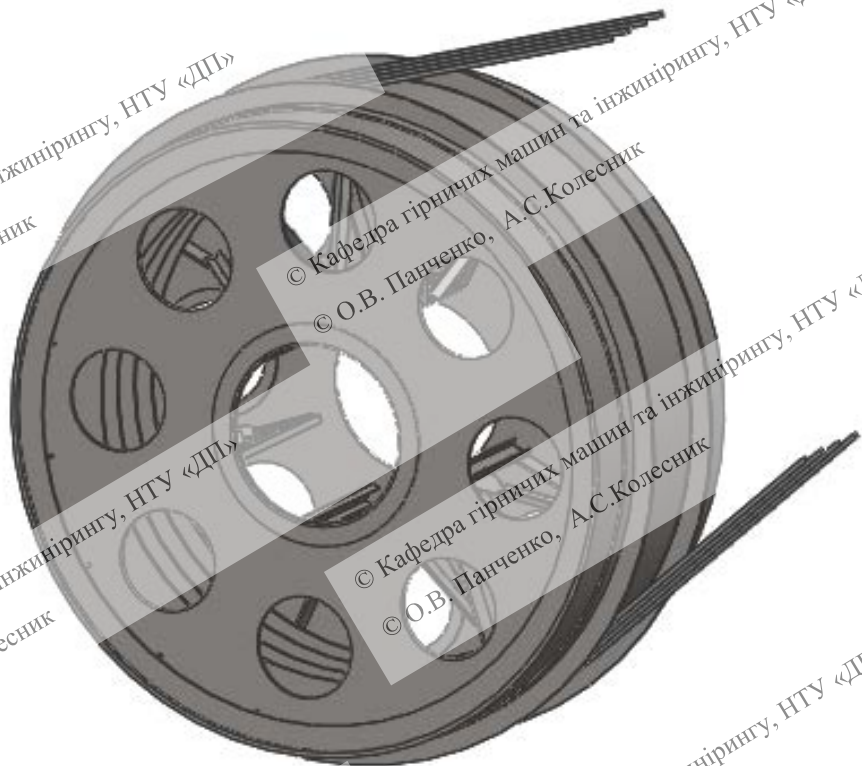


Рисунок 1.13 – Скінчено-елементна модель шківів тертя

Були задані наступні граничні умови:

- задано поле дослідження: тип – «Статичний»;
- вказуємо матеріал шківів: сталь звичайна вуглецева;
- створимо сітку на твердому тілі з глобальним розміром скінченного елемента що дорівнює 100 мм.

Оцінимо отриманий результат за допомогою аналізу деталізації сітки. Вважається, сітка заданою, якщо максимальне співвідношення сторін скінченного елемента ≤ 22 . У нашому випадку цей параметр становить 21 (рисунок 1.14), отже, розмір елементів сітки обраний пра-

ВІДПОВІЛЬНО

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Сетка Детализация

Имя исследования	Статический 3 на основе
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки	Выкл
Включить автоциклы сетки	Вкл
Точки Якобиана	В узлах
Управление сеткой	Определенный
Размер элемента	100 mm
Допуск	5 mm
Качество сетки	Высокая
Всего узлов	154185
Всего элементов	77264
Максимальное соотношение сторон	21.359
Процент элементов с соотношением сторон < 3	43
Процент элементов с соотношением сторон > 10	0.267
% искаженных элементов (якобиан)	0
Заново создать сетку из неудавшихся деталей с несовместимой сеткой	Вкл
Время для завершения сетки (hh:mm:ss)	00:00:22

Рисунок 1.14 – Параметры скінчено-елементної сітки. Екранна форма програми SolidWorks Simulation

Вирішуємо задачу в декілька етапів, так як спочатку потрібно виявити чи працює дана модель для розрахунку.

1. Проста модель, без підкріплень.

Тип дослідження – статичний. Матеріал – звичайна вуглецева сталь.

Граничні умови (рисунок 1.15):

- На циліндричну поверхню, що контактує з валом – фіксована геометрія;

- На кінці канатів з однієї сторони – максимальну силу натягу (на кожний канат силу $T_1/4$ на кінці канатів з іншого боку – таким же чином мінімальну силу натягу вітки канату.

- Між канатами та шківом задаємо контакт – відсутність проникнення.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ				

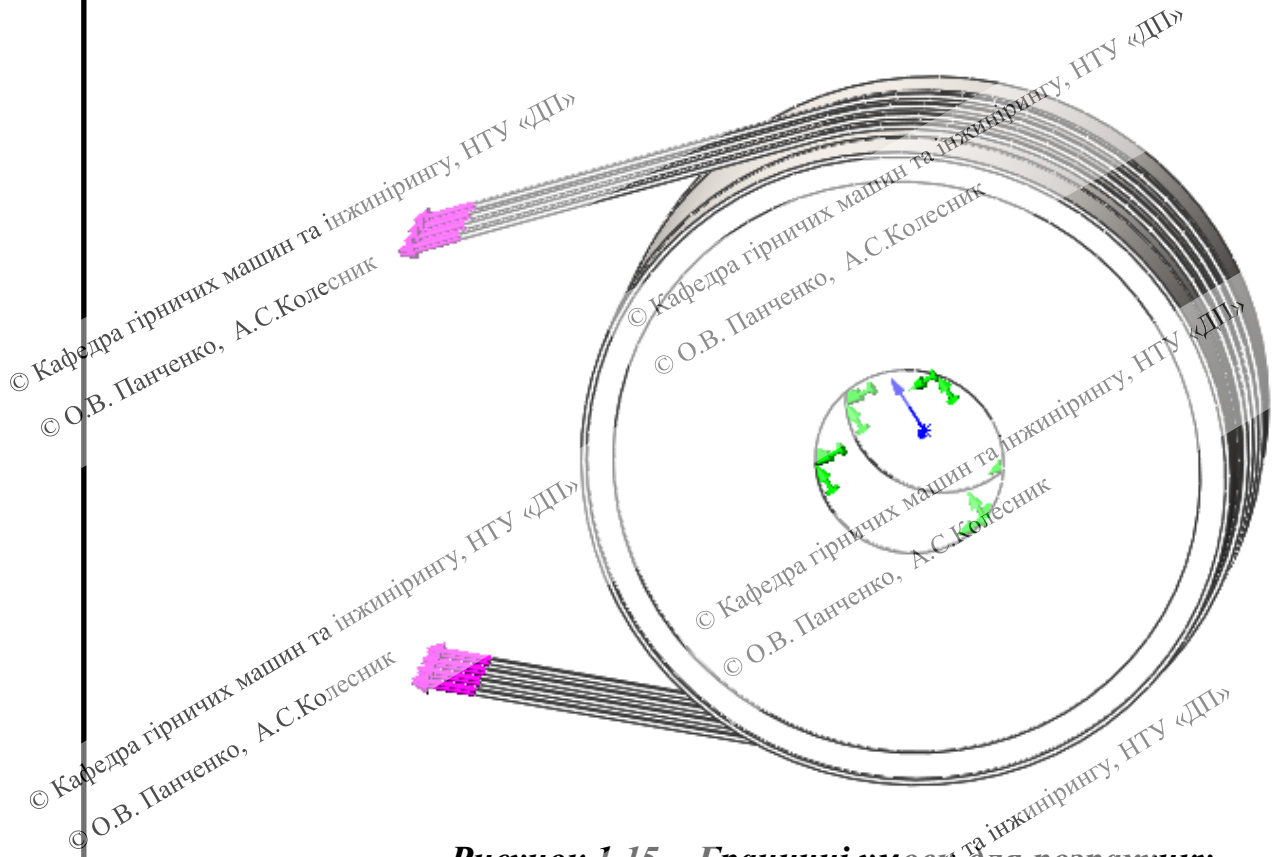


Рисунок 1.15 – Граничні умови для розрахунку

Час рішення задачі: 6 годин 32 хвилини.

Результати дослідження показані на рисунках 1.16, 1.17.

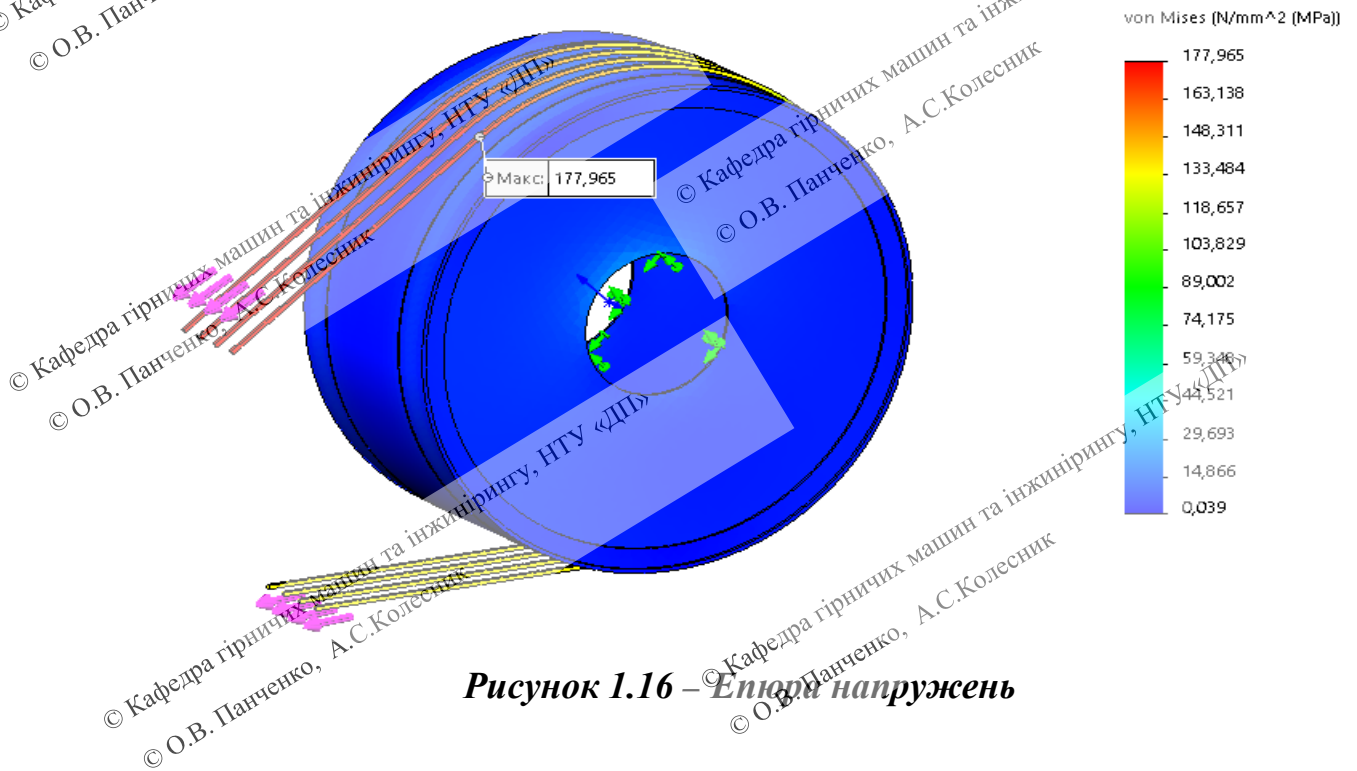


Рисунок 1.16 – Епюра напружень

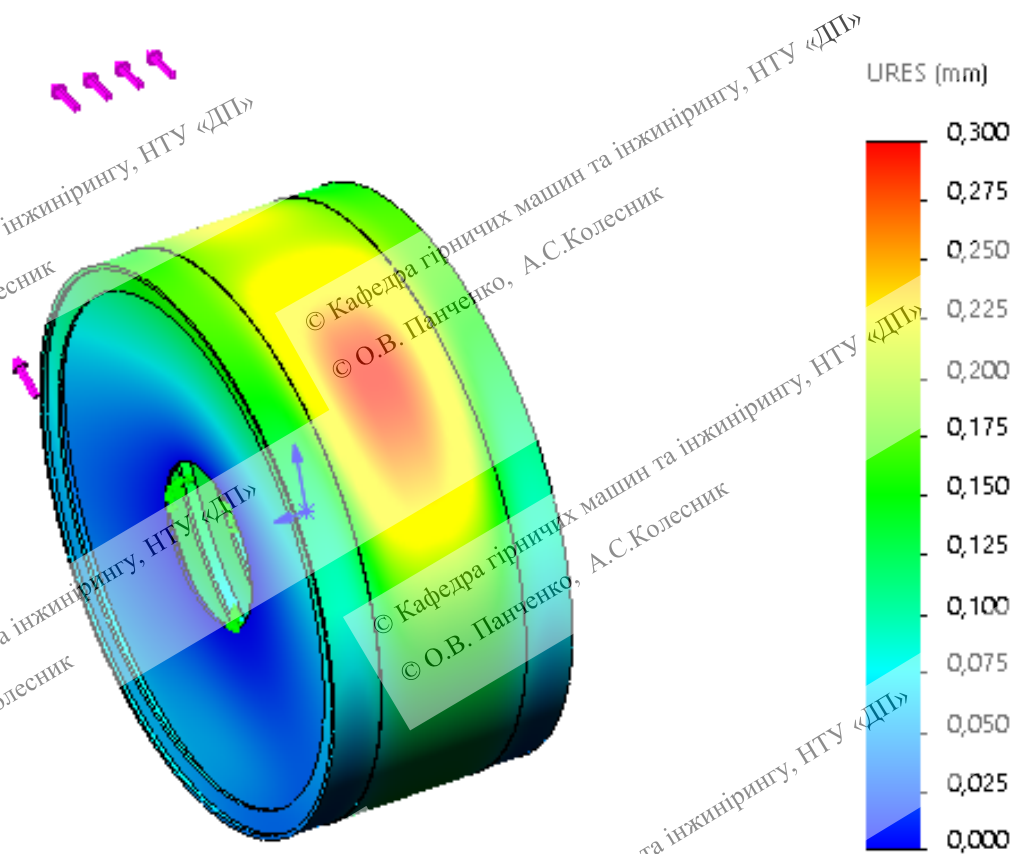


Рисунок 1.17 – **Біюра переміщень**

На діаграмі переміщень (рисунок 1.17) чітко видно зони спокою та ковзання, і можемо бачити що ділянка ковзання не з краю, як приймалось раніше, а по середині, між двома ділянками спокою.

Також в цілому ми отримали результати, які відповідають реальності, тиск у канатах не перевищує розрахункового, отже приймаємо такий варіант вирішення поставленої задачі для наступних розрахунків шківа.

2. Реальна задача.

Додаємо у розрахункову модель косинки, ребра та шпангоути на основі аналізу аналогічних моделей

Граничні умови ті ж самі, за одним виключенням: фіксуємо геометрію задаємо на накладки, які контактують з маточинами при зборці (рисунок 1.18).

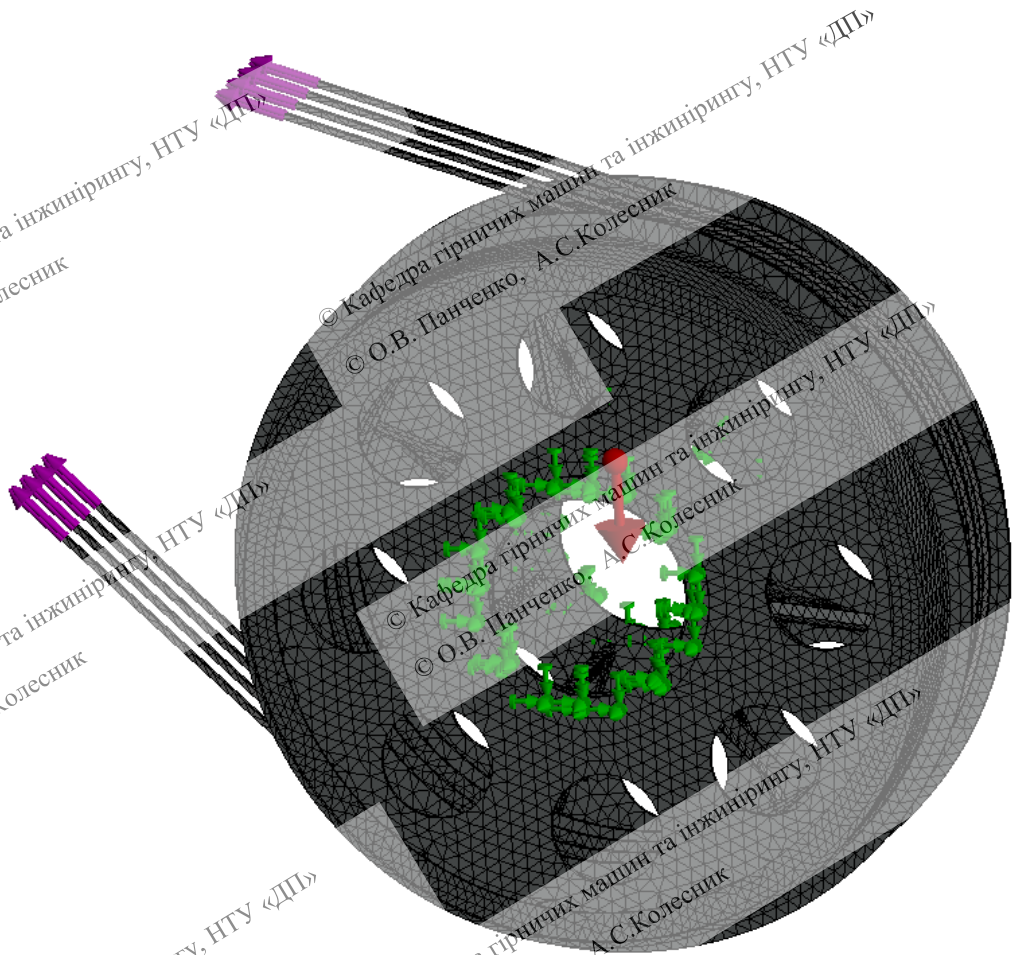


Рисунок 1.18 – Граничні умови для реальної задачі

Час рішення задачі 1 година, 32 хв.

Результати дослідження показані на рисунках 1.19, 1.20.

З епюри напружень (рисунок 1.20) видно, що максимальні напруження концентровані на отворах, та у місцях приварювання косинок, та складають 65 МПа, що задовольняє заданий запас міцності. Максимальні переміщення (рисунок 1.20) становлять 0,325 мм, та також можемо спостерігати чітко виявлену зону проковзування.

					ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

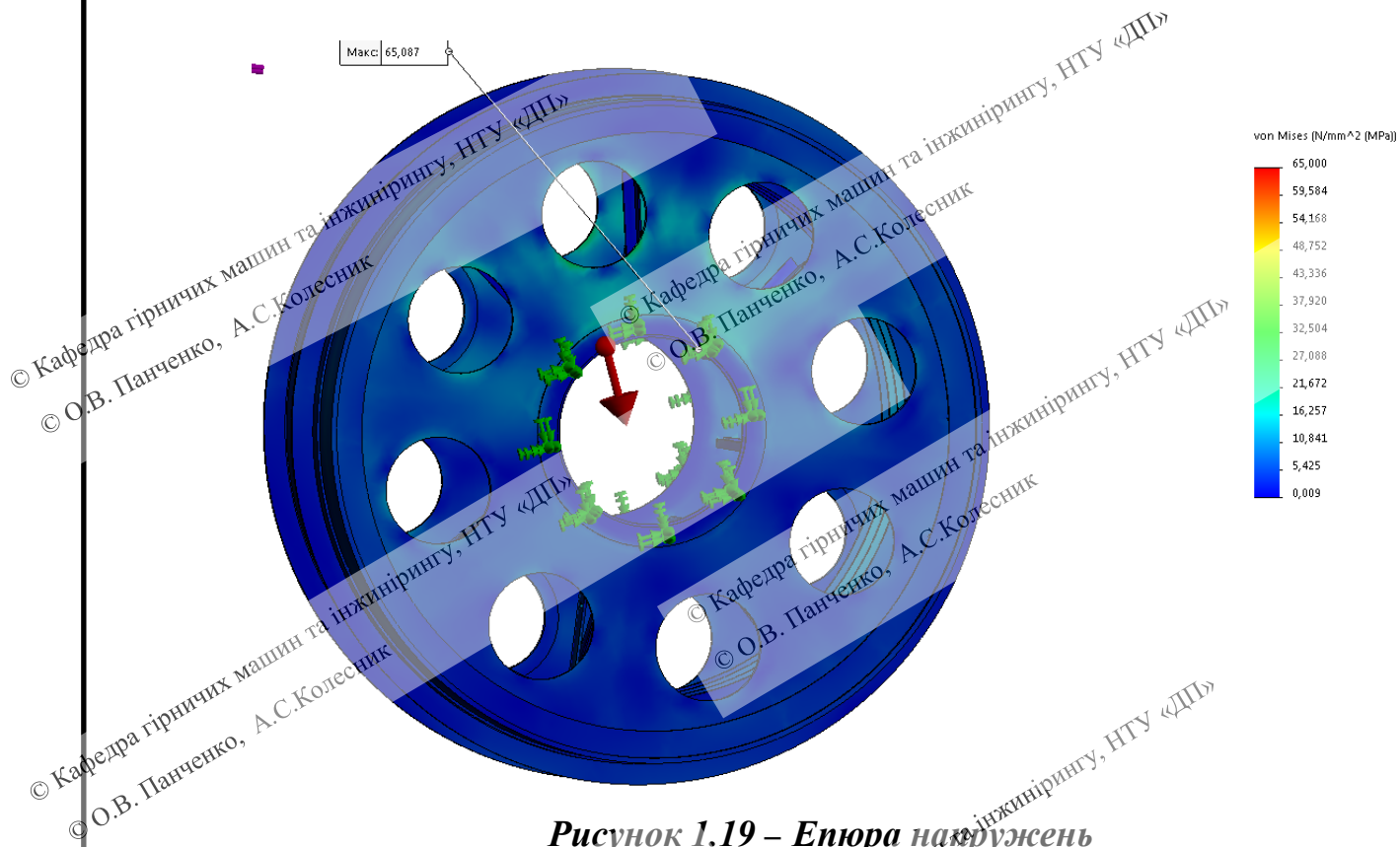


Рисунок 1.19 – Етюра напружень

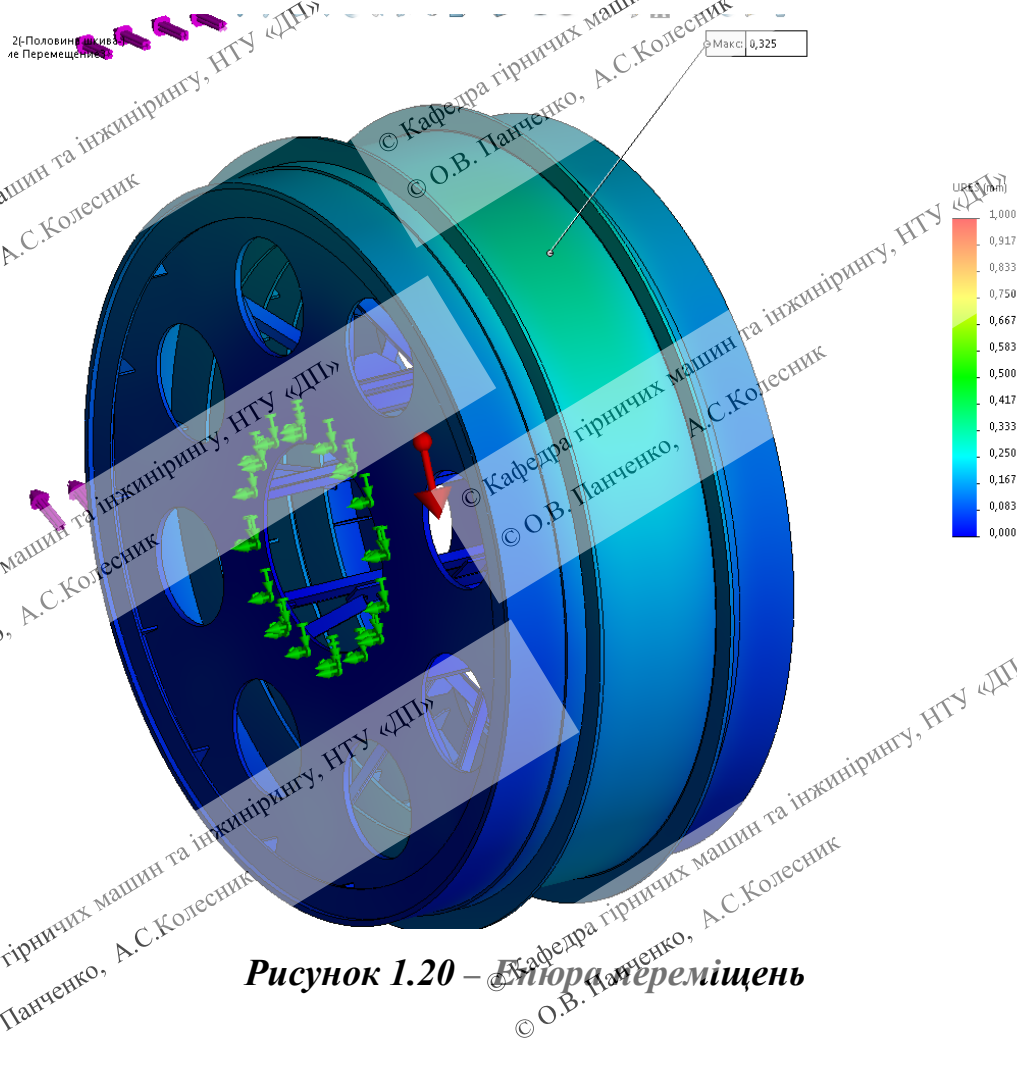


Рисунок 1.20 – Етюра переміщень

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1.6 Рекомендації до проектування шківів тертя багатоканатної піднімальної машини

Проаналізувавши технічне завдання рекомендується:

Використовувати для шківів тертя шахтної піднімальної машини типу МПМН сталевий круглосталковий канат, діаметром 45 мм.

2. При проектуванні шківів тертя шахтної піднімальної машини слід використовувати такі складові елементи: гальмівні обичайки товщиною 40 мм, обичайки шківів товщиною 60 мм, лобовини 3 шт. товщиною 30 мм, косинок 64 шт. товщиною 16 мм, радіальні ребра 16 шт. товщиною 20 мм і шпангоути 12 шт. по 20 мм (рисунок 1.21).

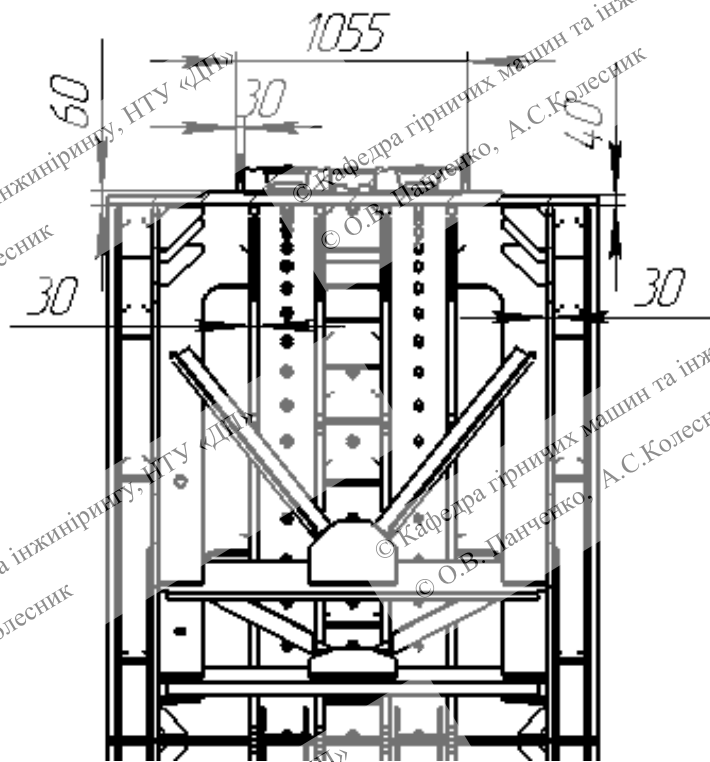


Рисунок 1.21 – Розроблена конструкція шківів тертя

1.7 Висновки до першого розділу

1. Шахтні піднімальні машини є однією з найважливіших частин підприємства тому обґрунтування параметрів шківів тертя є важливою технічною задачею.

2. Розраховані основні параметри шахтної підімальної машини МПМН для вертикального підйому. Обрані: діаметр шківів 5 м; діаметр канату 45,5 мм; два двигуни потужністю 1600 кВт кожний.

3. Розраховані основні геометричні параметри шківів та побудована комп'ютерна модель шківів тертя багатоканатної підімальної машини, яка складається з обичайки, реборд, лобовин, реберного підкріплення та шпангоутів.

4. Модель шківів розрахована та перевірена за допомогою метода скінчених елементів програмою SolidWorks Simulation на вирішення контактної задачі.

5. Аналіз напружено-деформованого стану запропонованої конструкції показав, що максимальні напруження в шківі складають 65 МПа, при допустимих 90 МПа, тобто запас міцності складає 1,4, а переміщення складають 0,3 мм.

6. Розроблено комплект технічної документації на канатоведучий шків: ГМІ.ПД.18.06.00.00.000 СК Машина підімальна МПМН 5×4, ГМІ.ПД.18.06.01.00.000 СК Половина шківів, ГМІ.ПД.18.06.01.01.000 СК Лобовина, ГМІ.ПД.18.06.01.02.000 СК Кронштейн, ГМІ.ПД.18.06.01.00.001 Реборд, ГМІ.ПД.18.06.01.00.002 Обичайка, ГМІ.ПД.18.06.01.00.003 Шпангоут, ГМІ.ПД.18.06.01.00.005 Накладка, ГМІ.ПД.18.06.01.00.006 Ребро, ГМІ.ПД.18.06.01.00.007 Ребро, ГМІ.ПД.18.06.01.00.008 Розкіс, ГМІ.ПД.18.06.01.00.010 Накладка, ГМІ.ПД.18.06.01.00.011 Ребро, ГМІ.ПД.18.06.01.00.012 Ребро, ГМІ.ПД.18.06.01.00.013 Шпангоут, ГМІ.ПД.18.06.01.01.001 Лобовина.

						ГМІ.ПД.18.06.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

РОЗДІЛ 2

ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ

2.1 Експлуатаційний підрозділ

2.1.1 Вимоги до шахтного підйому

В робочому режимі швидкості піднімання посудини не повинні перевищувати зазначені нормами.

Посудина повинна опускатися з пригальмуванням ручним гальмом.

Середнє уповільнення повинне бути не менше $0,75 \text{ м/с}^2$, та його величина визначається на сталій ділянці процесу гальмування.

Гальмування не повинно перевищувати величини, обумовлену можливістю проковзування канату по шківу тертя.

При експлуатації підйомних установок повинні виконуватися вимоги, що виключають аварійне проковзування канатів по канатоведучому шківу.

На підйомних установках, на яких недостатньо регулювання гальмівної системи для забезпечення потрібного гальмування, використовують системи ввічкового або автоматично регульованого гальмування.

Захист від перепідйому та перевищення швидкості забезпечується наступними пристроями:

1. Кінцеві вимикачі, що встановлюються на верхній приймальній площині. Призначені для включення запобіжного гальма.

2. Обмежувач швидкості, який визиває включення запобіжного гальма за умови: перевищення швидкості в період гальмування; перевищення максимальної швидкості на 15% підходу посудини до приймальних майданчиків, а також до направляючих, зі швидкостями більше ніж $1,5 \text{ м/с}$.

ГМДП.18.06.02.ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Колесник		
К.розділу		Панченко		
Керівник		Панченко		
Н. Контр.		Кухар		
Затверд.		Заболотний		
Експлуатаційно-економічний розділ				
Літ.		Аркуш	Аркушів	
		1	22	
НТУ «ДП», ММФ 133М-17-1				

3. Амортизуючи пристрої. Монтуються на копрі ствола.

Обов'язкові захисти та блокуючі пристрої [6]:

1. Пристрій блокування надмірного зносу гальмівних колодок. Спрацьовує при збільшенні зазору між гальмівними колодками та ободом шківів на 2 мм;
2. Пристрій блокування, що спрацьовує при відкритті дверей реверсора;
3. Максимальний та нульовий захист;
4. Захист від провисання струми каналу, та сигналізація;
5. Пристрій блокування захисних решіток, який запобігає їхньому відкриттю до підходу підйомної посудини на приймальну площадку.

В стволі повинні бути аварійно-ремонтні підйомні установки на випадок аварій [6].

2.1.2 Вимоги до обслуговування підйомних установок

Підйомні посудини, підвісні пристрої, парашути, стопори, канатоведучі візки, відхвостки, підвісні шківні системи, підшипники шківів, підшипники шківів, скіпи, футеровки шківів, підшипники шківів, гальмівна система, привід, системи захисту та управління машиною, сигнальні пристрої – підлягають огляду та перевірці кожну добу людиною, яка призначена на цю роботу наказом директора шахти, та відповідну кваліфікацію. Також кожну добу потрібно проводити огляд армування ствола при швидкості до 1 м/с, та кожну неділю при швидкості 0,3 м/с. Одночасно з цим потрібно проводити огляд кріплення.

Якщо за якихось причин робота в шахті переривається на 4 години і більше – перед початком експлуатації потрібно провести контрольний спуск/підйом.

					<i>ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перед заміною канату та надалі не рідше одного разу в квартал, потрібно проводити огляд шківів, та вимірятися перетин та товщину жолоба під канати.

Машині, який приймає зміну, перед початком роботи зобов'язаний перевірити справність машини згідно з вимогами чинного законодавства.

Електрична частина і апаратура автоматизованих підйомних установок підлягає ревізії та налагодженню кожні 6 місяців.

Не рідше одного разу на рік виконується перевірка геометричного зв'язку шахтного підйому та копра маркшейдерською службою шахти, або спеціалізованою організацією, що має на це право, згідно з вимогами чинного законодавства.

За результатами перевірки складається акт, який затверджується головним інженером шахти. Один примірник цього акту передається головному механіку шахти, другий – залишається в маркшейдерській службі шахти.

Після ревізії та наладки підйомної установок головний механік шахти і представник налагоджувальної організації проводять її контрольні випробування та складається протокол, який затверджується директором шахти (роботодавцем) або головним інженером шахти. Через 6 місяців після ревізії та наладки основна експлуатаційна і прохідницька підйомна установка повинна підлягати технічному огляду та випробуванню комісією під керівництвом головного механіка шахти.

На кожній підйомній установці повинні бути [6]:

1. Графік роботи підйому, затверджений головним інженером шахти, із зазначенням часу, необхідного для виконання щодобових оглядів елементів підйомної установки.
2. Паспорти піднімальної машини і редуктора, а також керівництво по експлуатації піднімальної машини.
3. Детальна схема гальмівного пристрою із зазначенням основних розмірів.

4. Висновочі електричні схеми (принципові, монтажні).

					ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.3 Огляд та поточний ремонт багатоканатної піднімальної машини

Під час експлуатації підйомної установки встановлено усесторонній та систематичний догляд за її обладнанням [7]. Оглядається та своєчасно проводиться перевірка кріплення підшипників до постаментів та з'єднань корпусів роликотримачів.

Щомісячно оглядаються зварні шви барабанів, перевіряють чистоту обробки поверхонь гальмівних наконечників барабанів. При овальності гальмівного диска більшого 1 мм необхідно провести шліфування коліщатка.

Кожної зміни перевіряють стан в'їзду при необхідності підтягують всі різьбові з'єднання підшипників.

Щомісячно проводиться поповнення мастил. При змащуванні роликотримачів слід стежити за чистотою мастила, щоб в підшипники не потрапляли металеві стружки або шок.

Уважно перевіряють стан провідників, шарнірів та інших деталей виконавчого органу та приводу гальмування. При наявності в деталях тріщин деталі негайно надійно закріплюють контргайками, шайбами та шпінтарами. Гальмівний об'єкт має чисту і гладку поверхню.

Кожне регулювання виконавчого органу і приводу гальма, огляд або заміна гальмівних колодок, підтяжка гальмівних колодок, інші роботи виконуються тільки при увізноважених підйомних посадах запобіжних барабанів.

Всі шарнірні з'єднання виконавчого органу та приводу гальмування, що руйнуються поверхнями штоків та циліндрів запобіжного гальмування змащуються густим мастилом раз на тиждень. Змащування циліндрів робочого гальмування виконується рідким мастилом, розпилюється за допомогою стисненого повітря та подається від манети панелі гальм.

Перевірка змащувальної системи починається з випробування трубопроводів на проникність мастила. Після випробування змащувальну систему необхідно промити.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ				

При включенні насосів в роботу необхідно відрегулювати вентилі подачі мастила до змащувальних точок так, щоб мастило подавалося у потрібній кількості до кожної точки.

Двигун тримається в чистоті систематично протираються зовнішні поверхні санчіркою і видаляється суха пилка, що накопичується всередині електромотора за допомогою пілососа.

Один раз у 20 днів оглядається і перевіряється стан всіх контактів електромотора. Стежати за температурою окремих частин електромотора.

Щоденно перевіряють підігрів підшипників, рівень мастила і роботу змащувальних кілець.

Якщо під час роботи електродвигуна з'являються ненормальні стуки та шуми, то незалежно від терміну останнього огляду його зупиняють для огляду, встановлення та усунення причин ненормальної роботи.

2.1.4 Вимоги до ревізії канатоведучих шківів

При ревізії канатоведучих шківів необхідно перевірити наявність акту маркшейдерської перевірки правильності установки канатоведучого шківа щодо відхиляючих шківів і провідників підйомних посудин у стволі.

2. Стан зварювальних, болтових і шпункових з'єднань. Перевірку необхідно провести зовнішнім оглядом і простукуванням з'єднань молотком. Слабкі або погані затягнуті шпонки і болти видають глухий або деренчливий звук. При виявленні дефектів, усунення яких неможливо власними силами, шків длягає ремонту за технологією, узгодженою з заводом-виробником.

3. Відсутність тріщин, погнутості, вм'ятин та інших дефектів на маточинах, спицях, оболонках, ребордах та інших деталях канатоведучого шківа.

4. Стан футерування. Сегменти футерування повинні бути прикріплені таким чином, щоб на крайках жолобів футерування не було ніяких сполучних

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ					

частин, які при порушенні їх кріплення могли б потрапити в жолоб під канат: кріплення футерування необхідно перевіряти щотижня. Знову набране футерування необхідно проточити спеціальним пристосуванням на глибину не менше половини діаметра канату. Сегменти футерування повинні бути замінені новими в разі зносу їх на глибину діаметру (без урахування початкової поглиблення) і на сторону – на 0,5 діаметру канату, а також в тому випадку, якщо залишкова висота футерування виявиться в результаті зносу рівній 0,75 діаметра канату.

5. Тип футерування, наявність сертифіката якості та дозволу Держгірпромнагляду на експлуатацію футерування даного типу. Слід мати на увазі, що футерування типу ПП-45 внаслідок її низької термостійкості підлягає заміні на футеровку типу «Бекор» або інших типів, які пройшли сертифікацію і дозволені Держпромнаглядом до застосування.

6. Висоту реборди шківів нових машин над верхньою частиною каната, яка повинна бути не менше 1,5 діаметра канату.

Шківів з ободами, отриманими литтям або штамповкою, для котрих не використовується футерування, повинні замінитися новими при зносі реборди на 50% їхньої початкової товщини.

Дозволяється наплив жолоба шківів при зносі не більш 50% початкової товщини.

2.2 Оборона праці

Піднімальна машина працює в тяжких умовах, і через специфіку такого виду робіт можуть траплятися безліч аварійних ситуацій, такі, як проковзування канату, обриви, відкриття підйомних посудин, пожежі, механічні поломки, перевищення швидкості підйому/спуску та інші.

Даний розділ описує необхідні дії для упередження появи таких ситуацій.

									Арк.	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ					

2.2.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів

Найбільш нестотними є фізичні фактори.

До фізичних факторів відносяться наступні: рушійні елементи піднімальної машини: шків тертя, зубчасті муфти, виступаючі частини валів двигуна та редуктора; підвищений рівень шуму і вібрації; відсутність або недостатня кількість природного світла; недостатня освітленість та ін. [4].

Захисні заходи необхідно застосовувати від небезпеки впливу на людину електричного струму (змінного і постійного).

2.2.2 Розташування обладнання, механізмів і деталей

Основними вимогами техніки безпеки при розміщенні машин і механізмів є: стійкість при роботі та переміщенні; огороження всіх рухливих і обертових частин: зубчасті муфти, шків тертя, двигуни та редуктор. На границях небезпечних зон установлені огороження висотою 1,3 м. Огороження пофарбовані в червоний колір. У цьому випадку небезпечна зона – це зона, розташована біля канатових лучих шківів піднімальної машини, безпосередньо поруч, де канат може відскочити з органів навивки.

2.2.3 Шуми та вібрації

Для даної машини МПМН застосовується дистанційне керування, що дозволяє працюючим стежити за роботою машин поза зоною дії шуму.

Для захисту від шуму використовуються звукоізоляційні кожухи, кабіна машиніста звукоізольована [8].

Джерела шуму: шків двигуна, двигуни, гальма розташовані на достатньому віддаленні від місця пульта керування машиніста – на копрі.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ					

Для боротьби з вібрацією застосовуються наступні методи: динамічне гашення вібрації, тобто установка барабана на фундамент; віброізоляція; віброремпфунання та інше. Індивідуальні засоби захисту

В якості засобу індивідуального захисту від вібрацій застосовують спеціальне взуття на гумовій підшви. Засіб захисту рук – рукавиці.

2.2.4 Вимоги безпеки до підйомних канатів

Для забезпечення безпеки підйому Правилами [9] передбачено мінімально допустиму межу запасу міцності канатів, при зниженні якої не можна допускати експлуатацію канатів. Запас міцності визначається як відношення сумарного розривного зусилля всіх канатних дротів (за виключенням дротів, які не витримали випробувань на розрив і перегин) до максимального статичного навантаження на канат (вантаж, вага канату з причіпними пристроями):

$$m = \frac{B}{Q + PH_0}, \quad (2.1)$$

де m – запас міцності канату;

B – сумарний опір дротів розриву;

Q – максимальне статистичне навантаження на канат;

H_0 – висота підйому;

P – маса 1 м канату.

Так як запас міцності канату зменшується в міру зносу його під час роботи, то Правила безпеки становлять дві норми запасу міцності: початковий (до навішування канату) і мінімальний (при повторних випробуваннях в період експлуатації).

Канати при навішуванні повинні мати запас міцності не менше [9]:

					<i>ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11,5-кратного – для підйомних установок, що використовуються виключно для спуску і підйому людей; 7,5-кратного – для вантажно-людських підйомних установок; 6,5-кратного – для вантажних підйомних установок; 9,5-кратного – для підйомних установок зі шківми тертя. При менших значеннях запасу міцності канат бракується.

Після навішування (в період експлуатації) канат піддається повторним випробуванням кожні 6 місяців, а канати вантажних підйомів – через 12 місяців після навіски. Канат бракується, якщо при повторному випробуванні запас міцності його виявиться нижче: 7-кратного запасу міцності для канатів людських підйомів; 6-кратного – для вантажно-людських підйомів і 5-кратного для вантажних підйомів.

1.7.1 Сигналізація та зв'язок

Піднімальна машина забезпечена пристроєм для подачі сигналу від ствольного до рукоятника і від рукоятника до машиніста, а також ремонтною сигналізацією, що використовується під час огляду та ремонту ствола, підйомних поєдинків і елементів копрового верстата. Також крім робочої та ремонтної сигналізації, передбачена резервна сигналізація з відокремленим живленням за окремим кабелем. За функціональними можливостями резервна сигналізація не відрізняється від робочої.

Схема ствольної сигналізації МПМН передбачає можливість подачі сигналу «стоп» з будь-якого горизонту безпосередньо машиністу. Кожен незрозумілий сигнал повинен сприйматися рукоятником і машиністом як сигнал «стоп». Поновлення роботи підйомної установки дозволяється тільки після особистого з'ясування причини подавання незрозумілого сигналу.

Забороняється передавати сигнал з околоствольного створу безпосередньо машиністу, минаючи рукоятника.

									Арк.	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ					

2.2.6 Електробезпека

Електробезпека – система організаційних і технічних заходів і засобів, які забезпечують захист людей від шкідливого і небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики [9].

Машиніст повинен стежити за тим, щоб електродвигуни та кожухи електрообладнання були заземлені. Робота при несправності захисного заземлення забороняється.

У пусковому пристосуванні під ноги машиніста покладено гумовий килимок.

Забороняється проводити ремонт, не відключивши електродвигуни піднімальної машини.

Вмикання і вимикання електродвигунів МПЩ повинно проводитися машиністом в гумових рукавичках.

Пускати вхідні електродвигуни можна, тільки переконавшись у повній справності всіх механізмів і електричної частини і у відсутності людей біля них.

При надмірному нагріванні будь-якого електродвигуна, іскрінні на контактах і щільцях необхідно припинити роботу піднімальної машини і викликати електромонтера для виправлення.

Усунення несправностей в електрообладнанні і ремонт його виконується майстром-електриком.

Для електродвигунів передбачаються також захист від струмів перевантаження та нульовий захист.

У всіх випадках відключення мережі захистами допускається застосування пристрою автоматичного повторного включення (АПВ) одnorазової дії, а також застосування пристроїв автоматичного включення резерву (АВР) за умови застосування апаратури з пристроями блокування проти подавання напруги на лінії та електростановки при пошкодженні їх ізоляції відносно землі та короткого замикання.

									Арк.	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ					

Заземленню підлягають металеві частини електротехнічних пристроїв, що не знаходяться під напругою, але які можуть опинитися під напругою у разі пошкодження ізоляції, а також трубопроводів, сигнальні троси та ін.

Заземлення корпусів електродвигунів та іншого електрообладнання, встановленого на платформах, здійснюється за допомогою з'єднання із загальною мережею заземлення за допомогою заземлювальних жил жил вільних кабелів.

2.2.7 Індивідуальні засоби захисту

Для додаткового захисту від впливу небезпечних і шкідливих факторів, робочі це забезпечуються спеодягом і запобіжними пристосуваннями [9].

Для захисту працюючих від механічних впливів і загальних виробничих забруднень використовується спеціальний костюм.

Для захисту від середньо- і високочастотного шуму застосовують навушники.

Для захисту голови працюючих в приміщенні і на відкритому повітрі використовують каску захисну текстолітову.

Для захисту кистей рук засоби індивідуального захисту від вібрації застосовують спеціальне озуття на товстій гумовій підшві.

Засобом захисту рук від механічних впливів є рукавиці бавовняні з накладками.

Робітники, що обслуговують підняльну машину, повинні бути одягнені в спеціальний одяг. Забороняється одяг з довгими і широкими полами і рукавами, які можуть бути захоплені обертовими частинами машини.

Перед початком роботи всі робочі упорядковують одяг, надягають каски, перевіряють справність засобів індивідуального захисту.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ					

2.2.8 Загальні вимоги до техніки безпеки при налагоджувальних та ремонтних роботах на багатоканатних підйомних установках

Роботи з ремонту, огляду та налагодження стаціонарних підйомних установок, проводиться бригадами спеціалізованих налагоджувальних організацій, які не перебувають в штаті підприємства. У зв'язку з цим необхідно забезпечити деякі додаткові заходи безпеки.

При налагодженні піднімальної машини необхідно [9]:

1. Присутність машиніста біля пульта керування і виконання ним вказівок по пуску, зупинці установки тільки від людини, відповідальної за експлуатацію, або від керівника налагоджувальної бригади при наявності цього дозволу в письмовому вигляді.

2. При пусковому налагодженні тільки змонтованих піднімальних машин подача напруги, прокручування машини і проба допоміжних механізмів виробляються тільки за вказівкою відповідальної особи.

3. Пробний пуск машини проводиться тільки після ретельної перевірки гальмівних пристроїв і перевірки відсутності людей біля струмоведучих і обертових частин установки.

Первісне налагодження і випробування обмежувача швидкості і системи регулювання проводиться в середній частині стовбура.

Проводити будь-які випробування підйомної установки категорично забороняється при:

Знаходженні людей в клітках;

Виробничих роботах в стовбурі або на копрі.

2.2.9 Безпека при налагодженні механічного обладнання підйому

Заходи безпеки, яких дотримуються в машинному залі підйомної установки [9]

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ				

1. Огорожа перилами ям, переходів, сходів, містків;
2. Огорожа ставками листами або бетонними плитами каналів;
3. Огорожа обертових частин машини;
4. Закриття кожухами з'єднувальних муфт, ремінних, ланцюгових або зубчастих передач;
5. Наявність хорошого робочого освітлення
6. Справність аварійного освітлення;
7. Обов'язкова наявність у обслуговуючого персоналу спецодягу, який щільно облягає частини тіла, і головного убору.

При ремонті і ревізії струмоведучих і обертових вузлів необхідно щоб піднята машина була надійно загальмована.

2.2.10 Заходи безпеки при проведенні налагоджувальних і ремонтних робіт під землею

Безпека при налагоджувальних і ремонтних роботах під землею забезпечується дотриманням вимог, прописаних в Правилах безпеки у вугільних шахтах і Правилах безпечної експлуатації електроустановок споживачів [9].

Порядок проведення налагоджувальних і ремонтних робіт:

1. Вступний інструктаж членів налагоджувальної або ремонтної бригади та ознайомлення з планом ліквідації аварій в тій частині шахти, де будуть проводитися роботи, а також де будуть пролягати їх шляхи просування до місця роботи.
2. Забезпечення персоналу засобами індивідуального захисту, спеціальними саморятувальниками і головними акумуляторними світильниками, флягою з питною водою й індивідуальним перев'язочним пакетом.
3. Перевірка наявності та справності захисних засобів, справність роботи реле витопу.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ					

4. Необхідно під час перебування в шахті перевіряти наявність у всіх захисних касок, спецодягу і взуття.

Заборона:

1. Пересування по похилим виробкам, за якими проводиться відкочування. Заборона пересування по похилих виробках, за якими проводиться відкочування.
2. Проїзд людей на локомотивах, у вантажних вагонах, і на будь-яких інших транспортних засобах не призначених для перевезення людей.
3. Виїзд з шахти до закінчення зміни.

2.2.11 Ревізія і наладка шківів та тертя багатоканатної підйомної установки

При огляді або ремонті внутрішньої частини канатоведучого шківів слід виконувати такі вимоги [7]:

1. Підйомний двигун відключити.
2. На приводах повісити плакати «Не вмикати! Працюють люди»;
3. Підмальну машину загальмувати запобіжним гальмом;
4. Використовувати запобіжну каску і ватяну куртку для уникнення поранень голови або тулуба об виступаючі частини шківів (болти, ребра жорсткості, косинки і т. д.);
5. Використовувати для освітлення поверхні шківів переносні лампи з напругою не більше 12 В або головними акумуляторними світильниками.

2.2.12 Протипожежні заходи

Пожежна безпека регламентується заходами безпеки, прописаними в Правилах пожежної безпеки в Україні.

					ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні пункти протипожежних заходів [9]:

1. Наявність в будівлі піднімальної машини комплексу протипожежного інвентарю (вогнегасники, ящик з піском, лопати і т.п.).
 2. Зберігання мастильних матеріалів в залізних баках.
 3. Складування використаних обтиральних матеріалів в залізний ящик.
 4. Вживання заходів, що запобігають потраплянню іскор на кабелі, проводи й обмотки електричних машин при виробництві роз'євних робіт.
 5. Гасіння палаючого електрообладнання (знеструмленому) сухим піском або пінними вогнегасниками.
 6. Щоденне вивезення промасляного обтирального матеріалу на поверхню.
- Гасіння електрообладнання, що знаходиться під напругою, водою і пінним вогнегасником – заборонено.

2.2.13 Безпека при зварювальних роботах

Порушення техніки безпеки при зварювальних роботах можуть призвести до пожежі, вибухів, різноманітних травм, таких, як: ураження електричним струмом, опіки від шлаку та крапель металу, механічні травми. Тому дуже важливо виконувати правила безпеки при зварювальних роботах.

Основні положення [9]:

1. Ізоляція проводів, герметичне закриття вмикачів, заземлення корпусів зварювальних апаратів, корпусів джерел живлення, апаратного ящика, допоміжного електричного обладнання.
2. Робота в сухому спецодязі та рукавицях, використанні гумових калош та килимків. Джерела освітлення мають бути напругою до 12 В.
3. Використання в джерелах живлення автоматичних вимикачів високої напруги, що в момент холостого ходу розривають зварювальний ланцюг та подають напругу 12 В.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ				

4. Надійну будову електродотримача з щільною ізоляцією, яка гарантує, що не буде випадкового контакту струмоведучих частин електродотримача зі зварюваних виробом або руками робітника по ДСТУ 14651-69. Електродотримач повинен мати високу механічну міцність і витримувати не менше 8000 ударів електродів.

5. При роботі на електронно-променевих установках запобігання небезпеки поразки променями жорсткого рентгенівського (майже повного) поглинання шкідливих випромінювань, пов'язаних з горінням дуги. Особливу небезпеку для очей представляють світловий промінь квантових генераторів (лазерів) так як навіть відбиті промені лазера можуть викликати важке пошкодження очей та шкіри. Тому лазери мають автоматичні пристрої, що запобігають таким випадкам, але за умови суворого дотримання виробничої інструкції операторами-зварниками, які працюють на цих установках.

Захисне скло в шитках і масках зовні закривають простим склом для обереження їх від бризок розплавленого металу. Шитки виготовляють з ізоляційного металу – фанери, фанери і формою та розмірами вони повинні повністю захищати обличчя і голову робітника.

Щоб послабити контраст між сяйвом дуги та темними стінами, останні потрібно пофарбувати в світлі тони – блакитний, жовтий, сірий; добавивши у фарбу оксиди цинку, щоб зменшити відбиток ультрафіолетових променів дуги.

Для захисту очей інших робітників потрібно використовувати переносні ширми.

Обов'язкове використання спецодягу, адже бризки металу мають температуру до 1800°C. Куртки не дозволяється заправляти в брюки, а взуття має бути з гладким верхом, щоб краплі металу не могли потрапити під одяг.

Також при зварюванні можуть виділятися шкідливі гази та аерозолі, через те, що при дуже високих температурах, частина зварювальної проволочки, покрита флюсом, переходить у пароподібний стан і цей пар потрапляє в атмосферу цеха. Флюс конденсується та перетворюється на аерозоль конденсації, частини якої

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ				

можуть легко потрапити в дихальну систему людини. Тому існують суворі вимоги щодо вентиляції при зварювальних роботах. Для уловлювання шкідливих аерозолів потрібно там, де можливо, встановлювати місцеві відсмоктувачі у вигляді витяжної шафи або інші.

При виробництві зварювальних машин та інженірингу, НТУ «ДІ» потрібно з'ясувати тип продукту, який там зберігався і наявність його залишків.

Обов'язкова ретельна очистка судини від залишків продуктів і 2-3-кратна промивка 10%-ним розчином лугів, необхідне також подальше продування стисненим повітрям для видалення запаху, який може шкідливо діяти на робітника.

Категорично забороняється продувати ємності киснем, що іноді намагаються робити, так як в цьому випадку потрапляння кисню на одяг і шкіру зварювальника при будь-якому відкритому джерелі вогню викликає інтенсивне загоряння одягу і призводить до опіків зі смертельними наслідками.

Запобігання пожеж від розплавленого металу і шлаку. небезпека виникнення пожеж з цієї причини існує в тих випадках, коли зварювання виконують по металу, поблизу дерева або горючих ізолювальних матеріалів, на дерев'яних лісах, поблизу легкозаймистих матеріалів і т. п. Всі ці варіанти зварювання не повинні допускатися.

2.3 Економічний розділ

Для розрахунку собівартості шківа тертя потрібні наступні дані: вартість матеріалів на виготовлення шківа, заробітна плата робітників, грн; витрати на електроенергію (зварювання), цехові і заводські накладні витрати на зарплату, нарахування на зарплату.

Ціни на матеріали для виготовлення шківа тертя приведені в таблиці 2.1.

									Арк.	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ					

Таблиця 2.1 Ціни на матеріали

Найменування	Матеріал	Кількість (n)	Маса, кг (m)	Ціна, грн./кг. (Ц)
Обшайка	Ст3	2	6483	20
Лобовина	Ст3	4	157,7	19
Накладка	Ст3	8	27,7	19
Шпангоут	Ст3	32	162	19
Кронштейн - пластина	Ст3	8	4,6	18
- ребро	Ст3		1,2	18
Колесник	Ст3	64	3,3	18
Накладки на лобовині	Ст3	24	5,3	16
Реборда	Ст3	16	72,2	19
Ребро 145×180	Ст3	2	2,7	19
Ребро 200×270	Ст3	40	8	19
Шпангоут зовнішній	Ст3	16	50,5	19
Ребро	Ст3	16	67,2	19
Кутник		16	2,5	22
Швелер 16П-В ГОСТ8240-89	Ст3сп2	18	24,7	23
Болт 3М24-8х260 ГОСТ 7808-70		225	0,30	42
Шайба 24 ГОСТ 1571-78		225	0,05	42
Зварювальні роботи	Ручна дугова		30860	20

Отже, сумарна вага матеріалів становить:

$$C_M = \sum C_i \cdot m_i \cdot n_i = 20 \cdot 6483 \cdot 2 + 19 \cdot 157,7 \cdot 4 + 19 \cdot 27,7 \cdot 8 + 19 \cdot 162 \cdot 32 + 18 \cdot 4,6 \cdot 8 + 18 \cdot 1,2 \cdot 16 + 18 \cdot 3,3 \cdot 64 + 16 \cdot 5,3 \cdot 24 + 19 \cdot 72,2 \cdot 16 + 19 \cdot 2,7 \cdot 2 + 19 \cdot 8 \cdot 40 + 19 \cdot 50,5 \cdot 16 + 19 \cdot 67,2 \cdot 16 + 22 \cdot 2,5 \cdot 16 + 23 \cdot 24,7 \cdot 18 + 42 \cdot 225 \cdot 0,30 + 42 \cdot 225 \cdot 0,05$$

$$32 + 19 \cdot 8 \cdot 40 + 19 \cdot 50,5 \cdot 16 + 19 \cdot 67,2 \cdot 16 + 22 \cdot 2,5 \cdot 16 + 23 \cdot 24,7 \cdot 8 + 42 \cdot 0,3 \cdot 225 + 45 \cdot 0,05 \cdot 225 + 1 \cdot 30860 \cdot 20 = 1190000 \text{ грн.} \quad (2.2)$$

Заробітна плата за виготовлення і монтаж канатоведучого шківів складається з заробітної плати робітників

Фонд робочого часу робітників визначається з вираження:

$$T = [(T_1 - T_2 - T_3) \cdot t - (n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2)] \cdot n = \\ = [(31 - 8 - 0) \cdot 8 - (8 \cdot 0 + 0 \cdot 6)] \cdot 1 = 184 \text{ ч,} \quad (2.3)$$

T_1 – число календарних днів в періоді, становить 31 дн;

T_2 – число вихідних днів в періоді, 8 дн ;

T_3 – число святкових днів у періоді, 0 дн.;

t – тривалість робочої зміни, 8 год;

n_1 – число передвихідні днів в періоді, 8 дн;

t_1 – скорочення тривалості робочої зміни у передвихідний день, 0 год;

n_2 – число передсвяткових днів у періоді, 0 дн.;

t_2 – скорочення тривалості робочої зміни в передсвятковий день, 6 год;

n – число робочих змін на добу, 1 см.

Витрати по статті «Заробітна плата основна і додаткова» визначається за формулою:

$$Z_{п} = \left\{ \left[\sum N_{сп} \cdot \frac{\sum_{i=1}^m k_i \cdot R_i}{\sum_{i=1}^m R_i} \cdot D \cdot T \right] \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{100} \right) \right\} \cdot k_2 \cdot k_3 = \\ = \left\{ \left[(2,28) \cdot \frac{3+1}{3} \cdot 4 \cdot 184 \right] \cdot 1,25 \cdot 1,1 \right\} = 4307,07 \text{ грн,} \quad (2.4)$$

де $N_{сп}$ – спискова чисельність, 3,42;

k_i – тарифний коефіцієнт i -го розряду;

R_i – кількість робітників i -го розряду, 3 чол.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ	Арк.

D –тарифна ставка 1-го розряду, 4 грн/год;
 T – режимний (номінальний) фонд робочого часу одного робітника, 184 год/рік;
 α – коефіцієнт преміальних доплат, 40 %;
 k_2 – коефіцієнт додаткової заробітної плати 1,25–1,4;
 k_3 – коефіцієнт враховує оплату праці обслуговуючого і керуючого персоналу 1,1 – 1,15.

Тарифні коефіцієнти, що використовуються в розрахунках, приймаються по таблиці 2.2.

Спискова чисельність обслуговуючого персоналу представляється у вигляді таблиці 2.3.

Витрати по статті «Заробітна плата основна і додаткова» розраховується за основним категоріям обслуговуючого персоналу (технологів, механіків, енергетиків тощо)».

Таблиця 2.2. Тарифні коефіцієнти

Розряд	1	2	3	4	5	6
Тарифний коефіцієнт	1,0	1,35	1,50	1,70	2,0	2,2

Таблиця 2.3. Спискова чисельність обслуговуючого персоналу

Професія слугуючого персоналу	Чисельність по змінах	Явочна чисельність	Коефіцієнт облікового складу	Спискова чисельність	Розряд
Слюсар	1	1	1,14	1,14	1
Зварник	2	2	1,14	1,14	3

Нарахування на заробітну плату визначається як добуток витрат по статті «Заробітна плата основна і додаткова» і встановленого чинним законодавством «Нормативом відрахувань в соціальні фонди»

$$C_n = 3п \cdot \frac{H}{100} = 4307,07 \cdot \frac{37,5}{100} = 1615,15 \text{ грн,} \quad (2.5)$$

де H – норматив відрахувань, 37,5.

Витрати на електроенергію, пов'язані зі зварювальними роботами, визначається з вираза:

$$C_{\Sigma} = \frac{\sum P \cdot k_3 \cdot k_0}{\cos \varphi \cdot \eta} \times T \times \text{Ц} = \frac{19,5 \times 0,6 \times 0,6}{0,96 \times 0,92} \cdot 184 \cdot 0,44 = 648 \text{ грн,} \quad (2.6)$$

де $\sum P$ – сумарна приєднана (заявлена) потужність струмоприймачів, 19,5 кВт;

$\cos \varphi$ – середньозважений коефіцієнт, що враховує ефективність використання потужності (0,96);

k_3 – коефіцієнт завантаження струмоприймачів, (0,6);

k_0 – коефіцієнт одночасної роботи струмоприймачів (0,35-0,95);

T – номінальний фонд робочого часу, 184 год;

η – коефіцієнт корисної дії електромережі на підприємстві (0,92);

Ц - середньозважений тариф, 0,44 грн /кВт×год.

Інші цехові і заводські накладні витрати на зарплату на машинобудівному підприємстві складають 300 відсотків від зарплати, тобто:

$$H_p = 3п \cdot \frac{300}{100} = 4307,07 \cdot \frac{300}{100} = 12921,21 \text{ грн.} \quad (2.7)$$

Собівартість шків тертя:

									ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$C = C_M + Z_P + C_E + H_P + C_H =$$

$$= 1180000 + 4307,07 + 648 + 1615,5 + 12921,21 = 1199000 \text{ грн. (2.8)}$$

2.4 Висновки по другому розділу

1. Проведено аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що виникають при роботі піднімальної машини.
2. Розроблено заходи щодо запобігання виробничому травматизму обслуговуючого персоналу.
3. Розроблено заходи щодо попередження та усунення аварійних ситуацій, що можуть виникнути під час зварювальних, налагоджувальних та ремонтних роботах у шахті, а також протипожежні заходи.
4. В економічній частині визначена собівартість шківів тертя, яка склала 1199000 грн.

					ГМІ.ПД.18.06.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Розраховані основні параметри шахової піднімальної машини МПМН для вертикального підйому. Обрані діаметр шківа 5 м; діаметр канату 45,5 мм, потрібна потужність двигуна 2620 кВт, для чого обрано два двигуни, потужністю 1600 кВт.

2. Розраховані основні геометричні параметри шківа та побудована комп'ютерна модель шківа тертя багатоканатної піднімальної машини, яка складається з обчайки, реборд, лобовин, реберного підкріплення та шпангоутів.

3. Модель шківа розрахована за допомогою метода скінчених елементів програмою SolidWorks Simulation на вирішення контактної задачі. Аналіз напружено-деформованого стану запропонованої конструкції шківа тертя показав, що максимальні напруження в шківі складають 65 МПа, при допустимих 90 МПа, тобто запас міцності складає 1,4, а переміщення складають 0,3 мм.

4. Розроблені рекомендації на проектування канатоповідного шківа тертя.

5. Розроблений комплект технічної документації на шків тертя багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4.

6. Проведено аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що виникають при роботі піднімальної машини.

7. Розроблено заходи щодо запобігання виробничому травматизму обслуговуючого персоналу.

8. В економічній частині визначена собівартість шківа тертя, яка склала 1199000 грн.

ІМІД.18.06.ВВ.ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Колесник			
К.розділу	Панченко			
Керівник.	Панченко			
Н. Контр.	Кухар			
Затверд.	Заболотний			
Висновки			Літ.	Аркуш
				1
			НТУ «ДП», ММФ 133М-17-1	

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Заводський Л.Ф. «Шахтныя подъемныя установкы». Изд. 2-е, переработ. и доп. М., «Недра», 1975, 368 с.
2. Димашко А.Д., Гершиков И.Я., Кревиевич А.А. Шахтныя электрические лебедки и подъемныя машины. Справочник. Изд. 4, перераб. и доп. М., «Недра», 1973, 364 с.
3. Методичні вказівки до розрахунку шахтних барабанных підйомних установок для студентів спеціальностей 184 «Гірництво» та 133 «Галузеве машинобудування» (виконання індивідуальних завдань, курсових і дипломних проєктів) / уряд.: Самуся В.І., Комісаров Ю.О., Ільїна І.С. – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2018. – 35 с.
4. Федорова З.М. Сборник примеров и задач по рудничным подъемным установкам., Госгортехиздат, 1961, 400 с
5. Федорова З.М. Рудничные подъемные машины., Углетехиздат, Москва, 1958, 502 с.
6. Бажук В.Р., Калинин В.І, Коноплянов В.Д., Курченко Е.М., Руководство по ревизии, наладке и испытанию шахтных подъемных установок: нормативное производственно-практическое издание, 3-е изд., перераб. и доп. – Донецк: Донеччина, 2009, 72 с.
7. Справочник по наладке оборудования промышленных предприятий / под. ред. М.Г. Зименкова, Г.В. Розенберга, Е.М. Феськова. – 3-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1983, – 480 с.
8. СОУ 10.1-00185790-002-2005. Правила технічної експлуатації вузькошахтних шахт. – К.: Стандарт Мінвуглепрому України, 2006. – 353 с
9. НПАОП 10.0-1.01-05. Правила безопасности в угольных шахтах. – К.: Відлуння, 2005. – 398 с

Г.М.БД.18.06.ПП.ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Колесник		
К.розділу		Панченко		
Керівник		Панченко		
Н. Контр.		Кухар		
Затверд.		Заболотний		
Перелік посилань				
			Літ.	Аркуш
			1	1
НТУ «ДП», ММФ 133М-17-1				

ДОДАТОК А

Відомість матеріалів

№ з. Формат	Позначення	Найменування	Кіл-ть листів	Примітки
		Документація		
A3	ГМІ.ПД.18.06.ПЗ	Пояснювальна записка	90	
		Графічні матеріали		
A3	ГМІ.ПД.18.06.00.00.00 СК – Машина піднімальна МПМН 5×4		1	
	*)	ГМІ.ПД.18.06.01.00.00 СК – Половина шківів		A3, A2
A3	ГМІ.ПД.18.06.01.01.00 СК – Дюбовина		1	
A3	ГМІ.ПД.18.06.01.02.000 СК – Кронштейн		1	
A3	ГМІ.ПД.18.06.01.00.001 – Реборда		1	

ГМІ.ПД.18.06.ДА.ПЗ					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	Колесник				
К.розділу	Панченко				
Керівник	Панченко				
Н. Контр.	Кухар				
Затверд.	Заболотний				
Відомість матеріалів			Літ.	Аркуш	Аркуше
				1	2
			НТУ «ДП», ММФ 133М-17-1		

A3	ГМІ.ПД.18.06.01.00.002 – Обичайна		1	
A3	ГМІ.ПД.18.06.01.00.003 – Шпангоут		1	
A4	ГМІ.ПД.18.06.01.00.005 – Косинка		1	
A4	ГМІ.ПД.18.06.01.00.006 – Ребро		1	
A4	ГМІ.ПД.18.06.01.00.007 – Ребро		1	
A3	ГМІ.ПД.18.06.01.00.008 – Розкіс		1	
A4	ГМІ.ПД.18.06.01.00.010 – Накладка		1	
A4	ГМІ.ПД.18.06.01.00.011 – Ребро		1	
A4	ГМІ.ПД.18.06.01.00.012 – Ребро		1	
A3	ГМІ.ПД.18.06.01.00.013 – Шпангоут		1	
A3	ГМІ.ПД.18.06.01.01.001 – Лобовина		1	
	CD диск		1	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ГМІ.ПД.18.06.ДА.ПЗ

Арк.

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

ДОДАТОК Б

Специфікації до складальних креслеників

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

					ІМБД.18.06.ДБ.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Колесник				Специфікації до складальних креслеників	Літ.	Аркуш	Аркушів
К.розділу	Панченко						1	5
Керівник	Панченко					НТУ «ДП», ММФ		
Н. Контр.	Кухар					133М-17-1		
Затверд.	Заболотний							

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка	Перв. примен.	Справ. №	Підп. і дата	Інв. № дубл.	Взам. інв. №	Підп. і дата	Зм.		Арк.		Лім.	Аркцш	Аркцшів
													№ док.	Підп.	Дата	№			
A1			ГМІ.ПД.18.06.00.00.000 СК	Документація															
A4	1		ГМІ.ПД.18.06.10.00.000	Шків у збав	1														
A4	2		ГМІ.ПД.18.06.20.00.000	Голова МК 5x4	1														
				Складані одиниці															
				Стандартні вироби															
		3		Болт 3М24-8дх200															
				ГОСТ 8240-89	42														
		4		Гайка 24 ГОСТ 5915-70	42														
		5		Гайка 24 ГОСТ 5916-70	42														
		6		Колодка для кріплення клинова	204														
		7		Колодка футерування	136														
													ГМІ.ПД.18.06.00.00.000						
													Машини піднімальна						
													МПМН 5x4						
													НТУ "ДП", ММФ, 133М-17-1						
													Лім.		Аркцш		Аркцшів		
																	1		
													НТУ "ДП", ММФ, 133М-17-1						
													Лім.		Аркцш		Аркцшів		
																	1		
													НТУ "ДП", ММФ, 133М-17-1						

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кил.	Примітка	Перв. примен.	Справ. №	Підп. і дата	Інв. № дубл.	Взам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № подл.	Підп. і дата	Зм.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Лім.	Арқш	Арқшів
				Документація																		
			*) ГМІ.ПД.18.06.01.00.000 СК	Кладовий кресленник		A3, A2																
				Складані одиниці																		
A4		1	ГМІ.ПД.18.06.01.02.000	Кронштейн	8																	
A4		2	ГМІ.ПД.18.06.01.01.000	Лабовина	2																	
				Деталі																		
A4		3	ГМІ.ПД.18.06.01.00.001	Редорда	8																	
A4		4	ГМІ.ПД.18.06.01.00.002	Обчайка	1																	
A4		5	ГМІ.ПД.18.06.01.00.003	Шпангоут	8																	
A4		6	ГМІ.ПД.18.06.01.00.004	Накладка	4																	
A4		7	ГМІ.ПД.18.06.01.00.005	Косинка	32																	
A4		8	ГМІ.ПД.18.06.01.00.006	Редра	4																	
A4		9	ГМІ.ПД.18.06.01.00.007	Редра	4																	
A4		10	ГМІ.ПД.18.06.01.00.008	Розкіс	4																	
A4		11	ГМІ.ПД.18.06.01.00.009	Куттик 110x150 ГОСТ 8509-93	8																	
A4		12	ГМІ.ПД.18.06.01.00.010	Накладка	4																	
A4		13	ГМІ.ПД.18.06.01.00.011	Редра	16																	
A4		14	ГМІ.ПД.18.06.01.00.012	Редра	16																	
A4		15	ГМІ.ПД.18.06.01.00.013	Шпангоут	16																	
A4		16	ГМІ.ПД.18.06.01.00.014	Накладка	16																	
ГМІ.ПД.18.06.01.00.000																						
Половина шківa																						
НТУ "ДП", ММФ, 133М-17-1																						
Формат А4																						

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кил.	Примітка
		A3			ГМІ.ПД.18.06.01.01.000 СК	Документація		
		A4	1		ГМІ.ПД.18.06.01.01.001	Лобовина	1	
		A4	2		ГМІ.ПД.18.06.01.01.002	Сезмент лобовини	1	
						Деталі		

Підп. і дата	Інв. № дубл.	Взам. інв. №	Підп. і дата

Інв. № подл.	Зм.		Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Літ.	Аркцш	Аркцшів
	Розроб.	Перев.							
	Колесник	Панченко						1	
	Н. контр.	Кухар							
	Затв.	Задолотний							

ГМІ.ПД.18.06.01.01.000

Лобовина

НТУ "ДП", ММФ, 133М-17-1

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кил.	Примітка
						<u>Документація</u>		
		A3			ГМІ.ПД.18.06.01.02.000 СК	складає		
						<u>Деталі</u>		
		A4	1		ГМІ.ПД.18.06.01.02.001	Косинка	2	
		A4	2		ГМІ.ПД.18.06.01.02.002	Накладка	1	

Підп. і дата	Інв. № дубл.	Взам. інв. №	Підп. і дата

Інв. № подл.	ГМІ.ПД.18.06.01.02.000					Кронштейн		
	Зм.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Літ.	Аркцш	Аркцшів
Розроб.							1	
Перев.								
Н. контр.								
Затв.								

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

ДОДАТОК В

Презентація

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С.Колесник

					ГМБД.18.06.ДВ.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Колесник				Презентація	Літ.	Аркуш	Аркушів
К.розділу	Панченко						1	6
Керівник	Панченко					НТУ «ДП», ММФ		
Н. Контр.	Кухар					133М-17-1		
Затверд.	Заболотний							

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

Дипломний проект
на тему:

«Визначення параметрів і розробка конструкції шківів
тертя багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4»

Виконала:

студентка гр. ІЗЗМ-17-1

каф. ГМ

Колесник А.С.

Керівник:

доцент Панченко О.В.

Актуальність задачі

Дипломний проект виконується за договором між ПАТ «НКМЗ» та кафедрою гірничих машин та інжинірингу НТУ «ДП» для ЗЗРК, що є підтвердженням її наукової та технічної актуальності.

Мета проекту

Метою проекту є визначення параметрів та розробка конструкції шківів тертя багатоканатної піднімальної машини.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні **підзадачі**:

1. Проаналізувати умови експлуатації та виконати аналіз конструкцій піднімальних машин.
2. Виконати розрахунок основних параметрів багатоканатної піднімальної машини та розрахунок основних параметрів канатоведучого шківів тертя.
3. Побудувати комп'ютерну модель шківів тертя та проаналізувати її засобами скінчених елементів.
4. Розробити рекомендації на проектування канатоведучого шківів тертя.
5. Розробити комплект робочих креслень конструкції шківів.
6. Розробити комплекс заходів щодо безпечної експлуатації піднімальної машини МПМН 5×4.
7. Розрахувати собівартість шківів тертя.

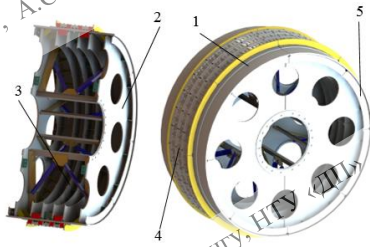
Аналіз умов експлуатації і конструкції підійомної машини та розрахунок основних параметрів

Конструкція багатоканатної підійомної установки з шківом тертя



- 1 – електродвигуни, 2 – редуктор, 3 – корінний вал, 4 – канатоведучий шків, 5 – гальмівна система, 6 – коврові шків, 7 – пульт керування.

Конструкція канатоведучого шківів тертя



1 – обичайка, 2 – лобовина, 3 – реберне підкріплення, 4 – футерування, 5 – шпангоут

Розрахунок основних параметрів багатоканатної підйомної машини

Вихідні дані для розрахунку:

- Річна продуктивність $Q_{\text{річ}} = 1.4 \cdot 10^6$ т/рік,
- Висота підйому $H_{\text{п}} = 1500$ м.
- Тип багатоканатної підйомної машини – скіпова.

Кінематика підйомної установки

Вихідні дані для розрахунку діаграми:

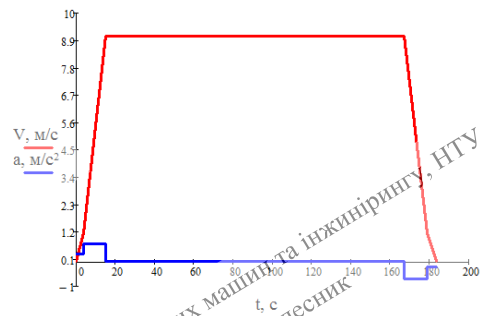
- Висота підйому – 1500 м,
- Розрахункова тривалість руху – 189,7 с,
- Величина шляху розвантаження в кривих – 2,2 м

Умови експлуатації

Багатоканатні підйомні установки найбільш часто використовуються для підйому вантажу або людей на глибоких та надглибоких шахтах з видобутку вуглю або руди.

Розраховані параметри	значення
Ємність поєдинки	190700 Н
Максимальний статичний натяг	960500 Н
Мінімальний статичний натяг	697000 Н
Різниця статичних натягів	220000 Н
Кількість канатів	4
Розривне зусилля каната	1026000 Н

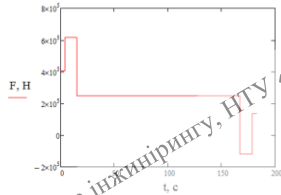
Тахограма швидкостей та прискорень



Діаграма зусиль

Результати розрахунку зусиль

	F_1	F_1'	F_2	F_2'	F_3	F_3'	F_4	F_4'	F_5	F_5'
Значення, кН	299	299	366	366	248	248	130	130	212	212



Вибір привідного двигуна

- ✓ Еквівалентна потужність двигуна:

$$P_e = \frac{F_e \cdot v_{max}}{1000 \cdot \eta_{дп}} = \frac{2,541 \cdot 10^6 \cdot 9,59}{1000 \cdot 0,95} = 2,62 \cdot 10^3 \text{ кВт}$$

Вибираємо двигун АКН4-17-28-16УЗ, потужністю 1600 кВт

- ✓ Перевірка обраного двигуна в умовах пускового перевантаження :

$$\gamma = \frac{F_{max}}{F_{н2}} = \frac{366500}{155200 \cdot 2} = 1,181 \leq 1,6$$

Розрахунок основних параметрів канатоведучого шківів тертя

- Розрахунковий ліаметр шківів:
 $D_{ш} \geq 80 \cdot d_k = 100 \cdot 45 = 4550 \text{ мм.}$

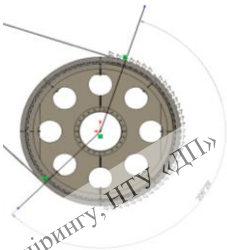
Приймаємо діаметр шківів 5000 мм.

- Товщину обичайки шківів розраховуємо використовуючи метод Ляме, за формулою:

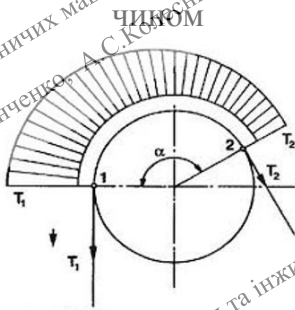
$$\delta = \frac{T - 0,5 \cdot \frac{F_2}{2} \cdot 10^{-5} \cdot [\sigma_{ок}]}{[\sigma_{ок}] \cdot r \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}} = \frac{855400 - 0,5 \cdot \frac{0,9 \cdot 10^6}{2 \cdot 10^6} \cdot 72,495 \cdot 10^{-6} \cdot 90 \cdot 10^3}{90 \cdot 10^3 \cdot 300 \cdot 10^{-3}} \cdot 10^3 = 51 \text{ мм.}$$

Уточнення геометричних параметрів моделі канатоведучого шківів

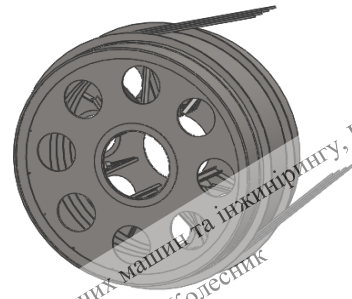
- Специфікою даної підійомної машини є передача зусилля на шківів за допомогою тертя. Традиційно такі задачі розраховуються з використанням закону Ейлера $T = T_0 \cdot e^{f\alpha}$, де $\alpha = 206^\circ$ – кут обхвату канатом канатоведучого шківів



Згідно з законом Ейлера діаграма розподілу тиску виглядає наступним чином



Обґрунтування розрахункової моделі шківів тертя засобами скінченних елементів



Параметри скінченоелементної сітки

Сетка Детализация	
Использование	Статический 3 на основе
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Использованное разбиение	Стандартная сетка
Автоматическое уплотнение сетки	Выкл
Включить автошпиль сетки	Вкл
Точки Якобиана	В узлах
Управление сеткой	Определенный
Размер элемента	100 mm
Допуск	5 mm
Качество сетки	Выкл (7)
Всего узлов	15414
Всего элементов	72584
Максимальное соотношение сторон	21.353
Процент элементов с соотношением сторон < 3	43
Процент элементов с соотношением сторон > 10	0.267
% искаженных элементов (якобиан)	0
Заново создать сетку из неудачных деталей с несовместимой сеткой	Вкл
Время для завершения сетки (min:ss)	00:00:22

Етапи вирішення задачі

1. Проста модель, без підкріплень
2. Реальна задача

1. Проста модель

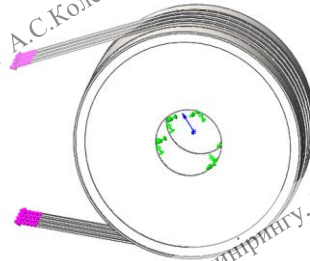
Тип дослідження – статичний.

Матеріал – звичайна вуглецева сталь.

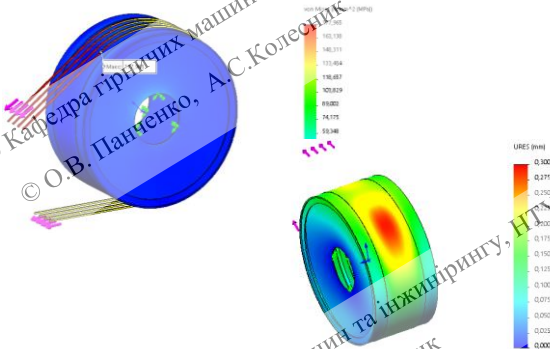
Граничні умови:

- На циліндричну поверхню, що контактує з валом – фіксована геометрія;
- На кінці канатів з однієї сторони – максимальну силу натягу (на кожен канат силу T1/4, на кінці канатів з іншого боку – таким же чином мінімальну силу натягу гілки канату.
- Між канатами та шківом задаємо контакти – відсутність проникнення.

Граничні умови



Результати дослідження

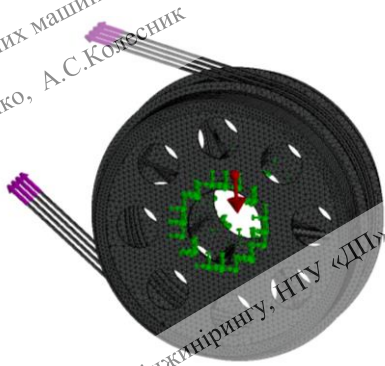


2. Реальна задача

Добавляємо у розрахункову модель косинки, ребра та шпангоути на основі аналізу аналогічних моделей.

Граничні умови ті ж самі, за одним виключенням: фіксовану геометрію задаємо на накладки, розташовані на маточинах, бо при кріпленні шківів на валу, ці поверхні контактують з маточинами

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник



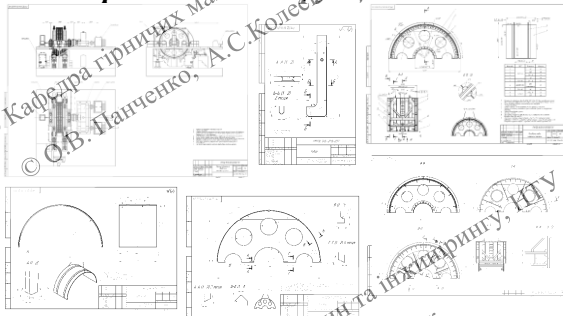
© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

Розроблені рекомендації на проектування канатоведучого шківів тертя.

Проаналізувавши технічне завдання рекомендується:

- Використовувати для шківів тертя шахтної піднімальної машини типу МПМН сталевий круглосталковий канат, діаметром 45,5 мм
- При проектуванні шківів тертя шахтної піднімальної машини слід використовувати такі складові елементи: гальмівні обичайки товщиною 40 мм, обичайки шківів товщиною 60 мм, лобовини 2 шт. товщиною 30 мм, косинок 64 шт. товщиною 16 мм, радіальні ребра 16 шт. товщиною 20 мм і шпангоути 12 шт. по 20 мм

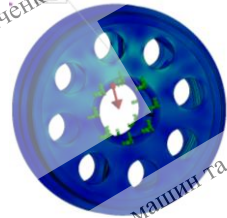
Розроблений комплект робочих креслень конструкції шківів.



© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

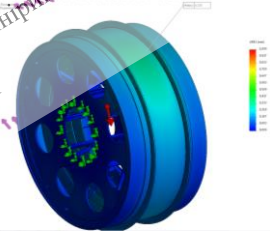
© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

Результати дослідження



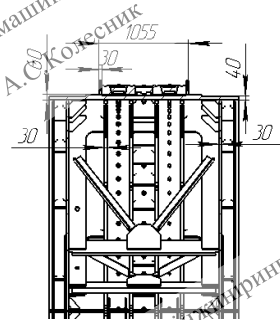
Переміщення 0,3 мм.

Максимальні напруження в шківі складають 65 МПа, при допустимих 90 МПа, тобто запас міцності складає 1,4.



© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

Розроблена конструкція шківів тертя



© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

Розроблений комплекс заходів щодо безпечної експлуатації піднімальної машини МПМН 5×4.

- Проаналізовані небезпечні та шкідливі фактори при роботі підйомних комплексів, а також нюанси при експлуатації та ревізії шківів тертя.
- Розроблені заходи щодо запобігання виробничого травматизму під час роботи у шахті.
- Розрахункова собівартість конструкції шківів тертя складала 1,2 млн грн.

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

ДОДАТОК Г

Відгук нормоконтролера

Нормоконтроль: *Земляченко*

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

[Signature]

20.12.18р.

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, А.С. Колесник

Зм.	Арк.	№ Форм.	Підпис	Дата
Розроб.		Колесник	<i>[Signature]</i>	20.12
К.розділу		Панченко	<i>[Signature]</i>	
Керівник		Панченко	<i>[Signature]</i>	
Н. Контр.		Кухар		
Затверд.		Заболотний	<i>[Signature]</i>	21.12

ГМ.ПД.18.06.ДГ.ПЗ

Відгук нормоконтролера

Літ.	Аркуш	Аркушів
	1	1
НТУ «ДП», ММФ 133м-17-1		

ВІДГУК

на кваліфікаційну роботу магістра, на тему:
**«Визначення параметрів і розробка конструкції шківа тертя
багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4»**
студентки групи 133м-17-1 Колесник Антоніни Сергіївни

Обрана тема актуальна, дипломний проект виконано в рамках договору про співпрацю між Національним технічним університетом «Дніпровська політехніка» та ПАТ «НКМЗ».

Мета – визначення параметрів і розробка конструкції шківа тертя багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4. У зв'язку з цим автором вирішені наступні задачі: описано умови експлуатації шахтних піднімальних машин, проведено аналіз конструкцій канатоведучого шківа тертя, виконано розрахунок з визначено основні параметри піднімальної машини, виконано розрахунок основних параметрів канатоведучого шківа тертя, побудовано комп'ютерну модель шківа тертя, проведено аналіз моделі шківа методом скінченних елементів та розроблено рекомендації на проектування, виконано аналіз умов безпечної експлуатації багатоканатної підйомної установки; виконано аналіз техніко-економічних факторів, що забезпечують ефективність прийнятих технічних рішень.

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці методики розрахунку канатоведучого шківа тертя багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4.

Розрахунки підтверджують працездатність запропонованої конструкції.

Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності магістра спеціальності 133 Палузове машинобудування, спеціалізації «Гірничі машини та комплекси».

Оформлення креслеників і пояснювальної записки кваліфікаційної роботи виконано без відхилень від стандартів.

Степінь самостійності виконання кваліфікаційної роботи висока.

Кваліфікаційна робота заслуговує оцінки «Відмінно» (95 балів), а автор присудження кваліфікації «Інженер-конструктор (механіка)».

Керівник кваліфікаційної роботи,
доцент кафедри гірничих
машин та інжинірингу,



О.В. Панченко

Рецензія

на кваліфікаційну роботу магістра, на тему:
«Визначення параметрів і розробка конструкції шківа тертя багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4» студентки групи 133м-17-1 Колесник Антоніни Сергіївни

Рецензована робота пов'язана з науковим напрямком кафедри гірничих машин та інжинірингу і виконана за договором з ПАТ «НКМЗ», що підтверджує її технічну і наукову актуальність.

Мета – визначення параметрів і розробка конструкції шківа тертя багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4. У зв'язку з цим автор поставила і вирішила наступні задачі: описати умови експлуатації шахтних піднімальних машин, провести аналіз конструкцій канатоведучого шківа тертя, виконати розрахунок з визначити основні параметри піднімальної машини, виконати розрахунок основних параметрів канатоведучого шківа тертя, побудувати комп'ютерну модель шківа тертя, провести аналіз моделі шківа методом скінченних елементів та розробити рекомендації на проектування, виконати аналіз умов безпечної експлуатації багатоканатної підйомної установки; виконати аналіз техніко-економічних факторів, що забезпечують ефективність прийнятих технічних рішень.

Кваліфікаційна робота безпосередньо пов'язаний з об'єктом діяльності магістра спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Гірничі машини та комплекси», професійній кваліфікації «Інженер-конструктор (механіка)». Виконані дослідження і розрахунки підтверджують працездатність запропонованої конструкції.

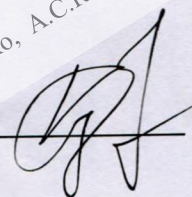
Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки (81 сторінки) і графічної частини проекту (5 листів креслеників формату А1). Оформлення креслеників і пояснювальної записки виконано без відхилень від стандартів.

При виконанні даної кваліфікаційної роботи використовувалися такі програми як: SolidWorks, SolidWorks Simulation, Mathcad, PowerPoint.

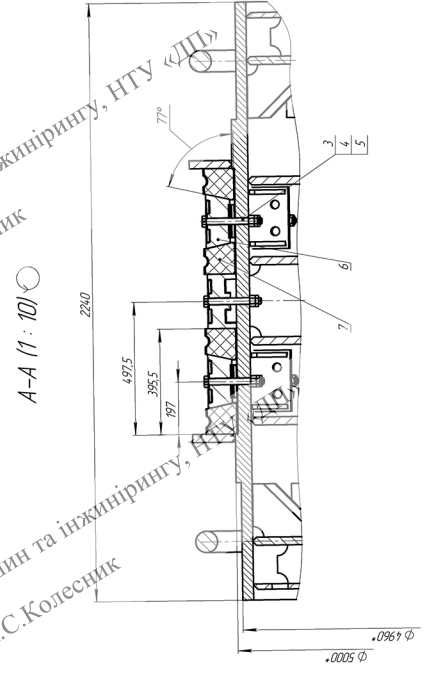
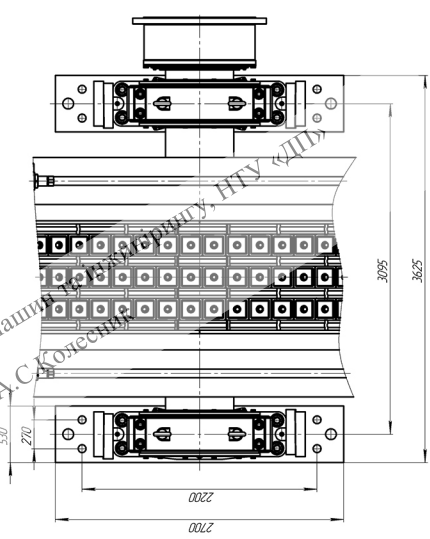
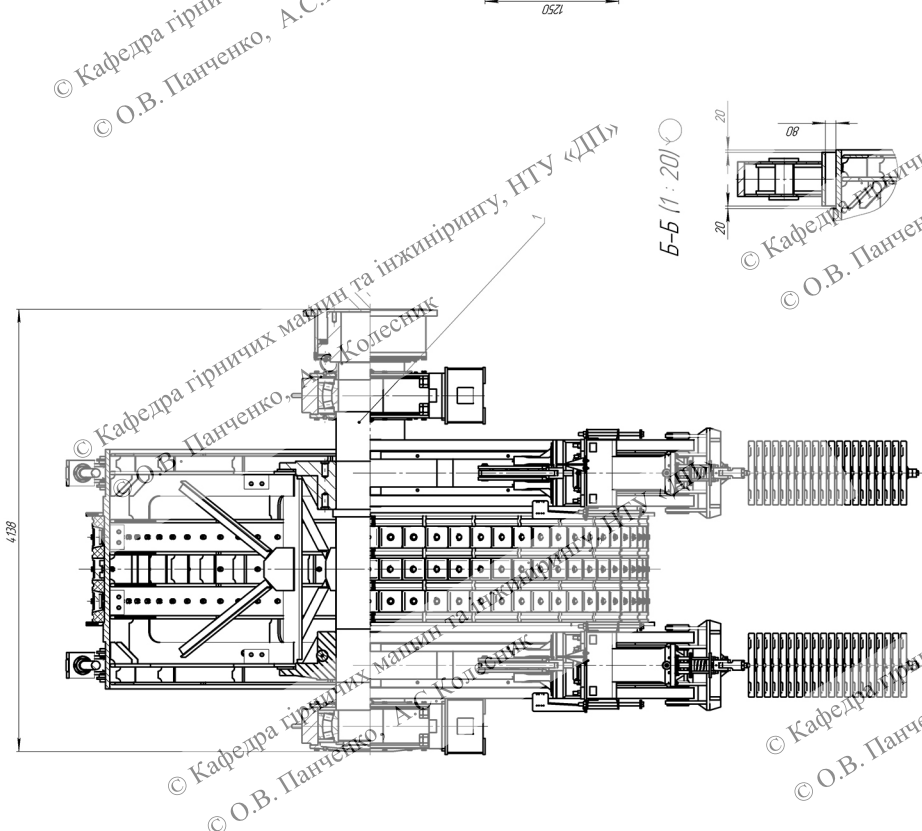
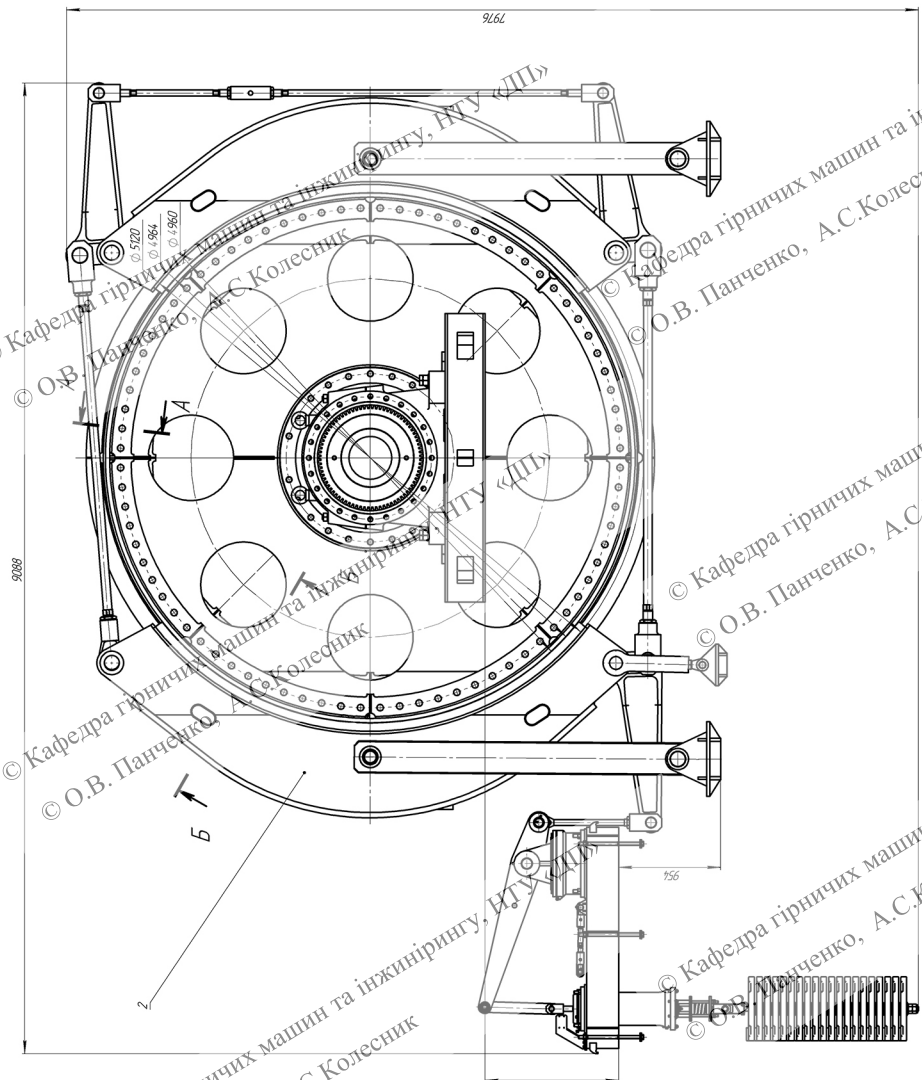
Кваліфікаційна робота заслуговує оцінки «Відмінно» (95 балів), а автор присудження кваліфікації «Інженер-конструктор (механіка)».

Рецензент,
 завідувач кафедри гірничої механіки,
 д-р техн. наук, професор

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
 © О.В. Панченко, А.С.Колесник



V.I. Самуся



A-A (1 : 10)

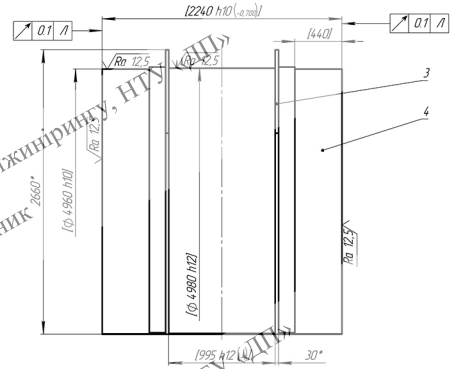
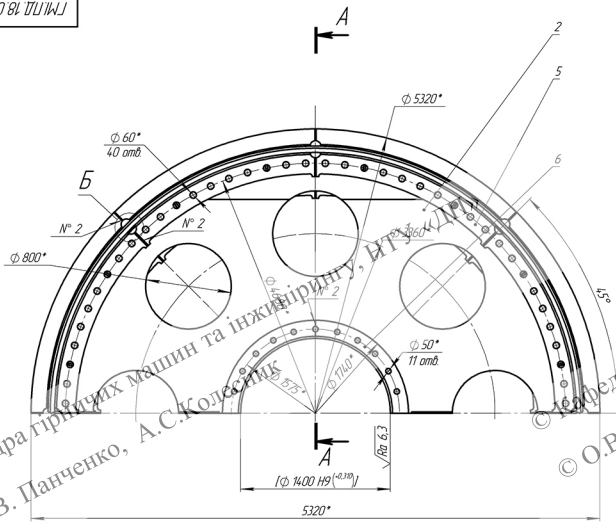
B-B (1 : 20)

- Технічні характеристики машини з швидкістю обертання 2,28 ч⁻¹
1. Тип машини
 2. Діаметр шибди
 3. Ширина шибди
 4. Кількість квантів
 5. Діаметр шибди
 6. Тип машини
 7. Назначення

- Технічні характеристики машини з швидкістю обертання 2,28 ч⁻¹
1. Тип машини
 2. Діаметр шибди
 3. Ширина шибди
 4. Кількість квантів
 5. Діаметр шибди
 6. Тип машини
 7. Назначення

ГМ ПЛД 18.06.00.00.000 СК	
Лист	Масштаб
1	1:2
Машини підвальної МПМ 544	
Складальний креслений	
Листів 1	
НТУ УПТ ММФ 633-П-1	
Креслений	

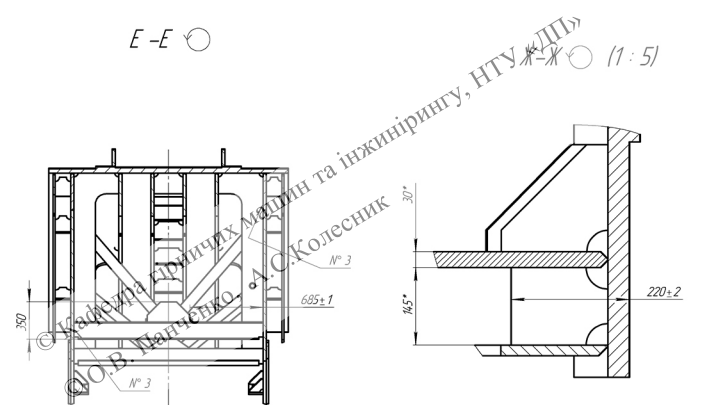
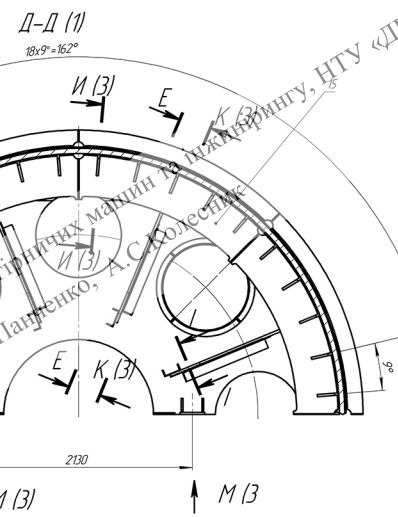
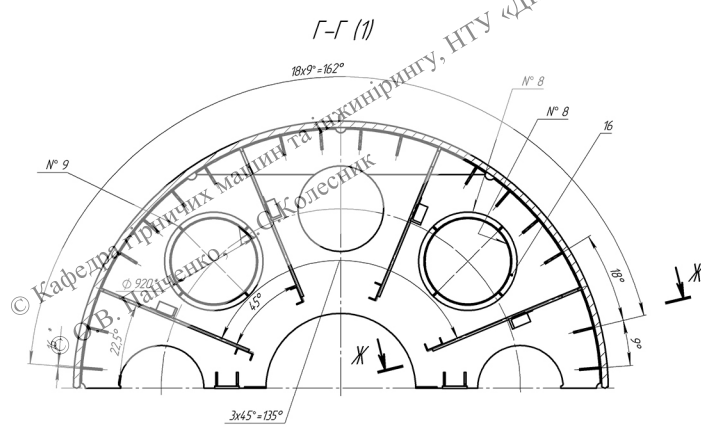
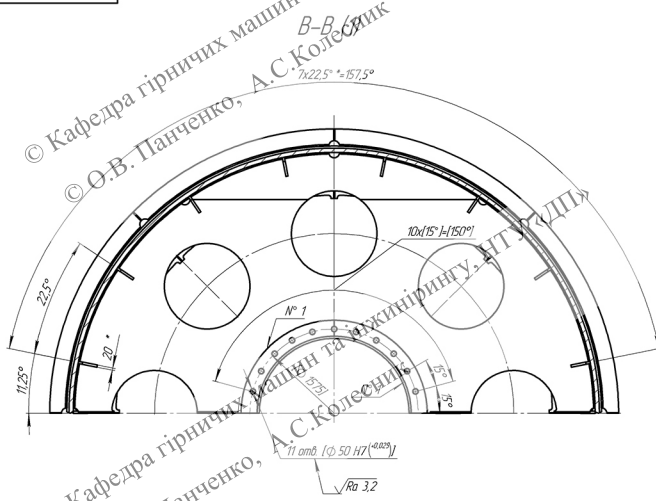
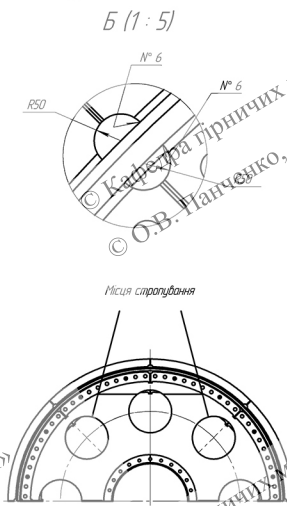
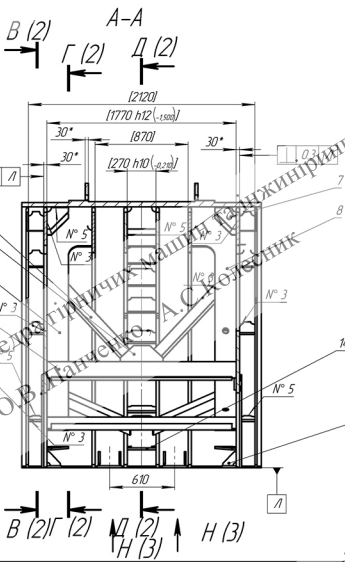
© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
 © О.В. Панченко, А.С. Колесник



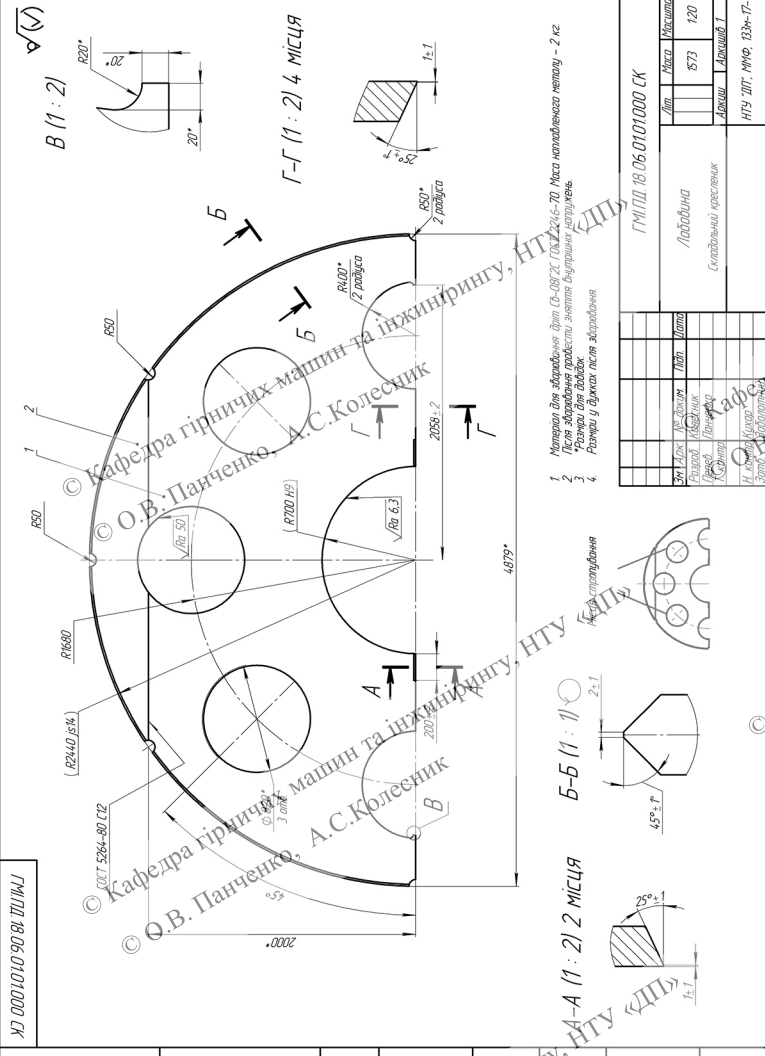
Матер швид	ГОСТ	Позначення	Кількість
1		Н1	8
2		С25	44
3	14.771-76	ТЗ-1	8
4		Т8	44
5	5264-80	ТЗ-1	8
6		Шов нестандартний	96
7	5264-80	Н1	48
8		НН-10	32
9	14.771-76	С19	16

- 1 Матеріал для зварювання швів Св-08Г2С ГОСТ 2246-70. Маса наплавленого металу 170 кг. Склад швів 40Н-13.45 ГОСТ 9465-75. Маса наплавленого металу - 10,4 кг.
- 2 Тіст зварювання виконати зняття внутрішніх напружень.
- 3 *Размери для додавок.
- 4 Розміри в дужках - після зварювання, час монтажу у стаціонар.
- 5 Обробка по розмірам у квадратних дужках проводиться суцільно зі сталювальними деталями.
- 6 Деталі застосовувати чисно.
- 7 НН, НН, -11Н, -12Н.
- 8 При перетині металевих швів обидва поз.3 з лобовиними поз.4 необхідно виконати фрез. об. місце 6.
- 9 Поверхня - оброблені зовнішні поверхні - лак 61-577 з алюмінієвою підрою (Алкіди, VI, УІ-8)огс; необроблені зовнішні поверхні - емаль НЦ-132 червона VI УІ, необроблені внутрішні поверхні - грунтувка ГФ-0119 червоно-коричнева VI 42

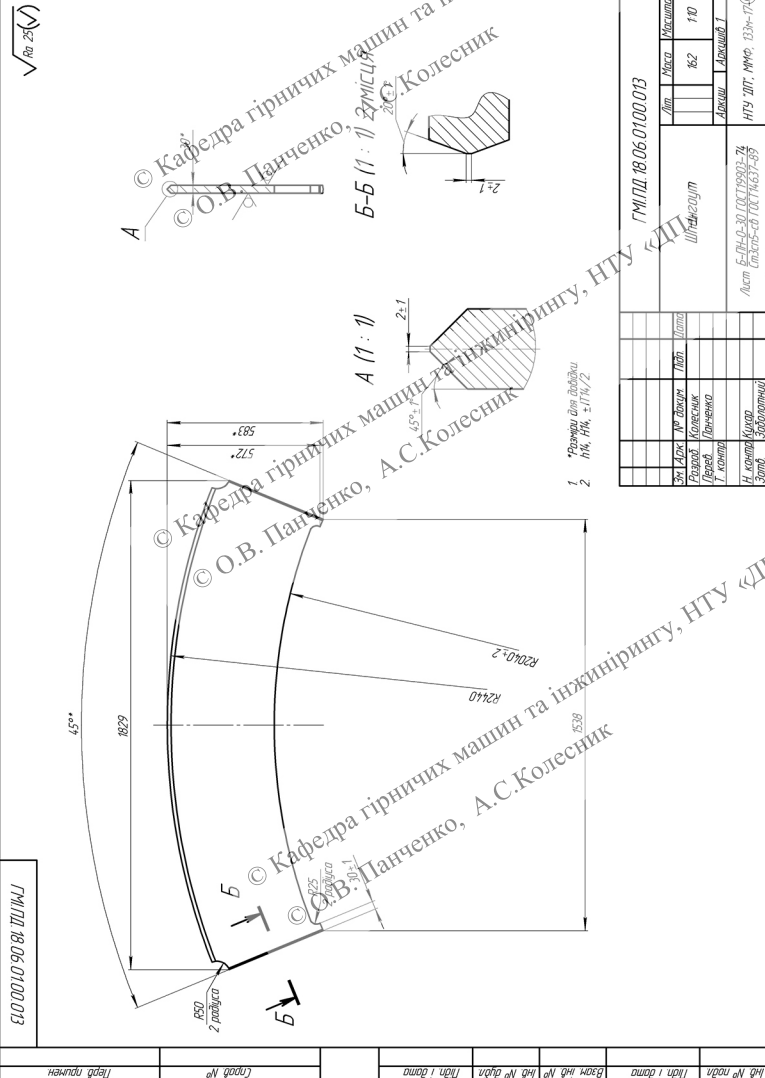
ГМ ПД 18.06.01.00.000 СК				Лит	Маса	Масштаб
Эт	Арх	№	Дат			
Розроб	Колесник				14.536	1:25
Перев	Панченко			Аркш 1	Аркш 3	
Т. контр				НТУ «ДП», ММФ, 133н-17-1		
Н. контр	Кисель			Копія		
Шв	Заболотний			Формат А2		



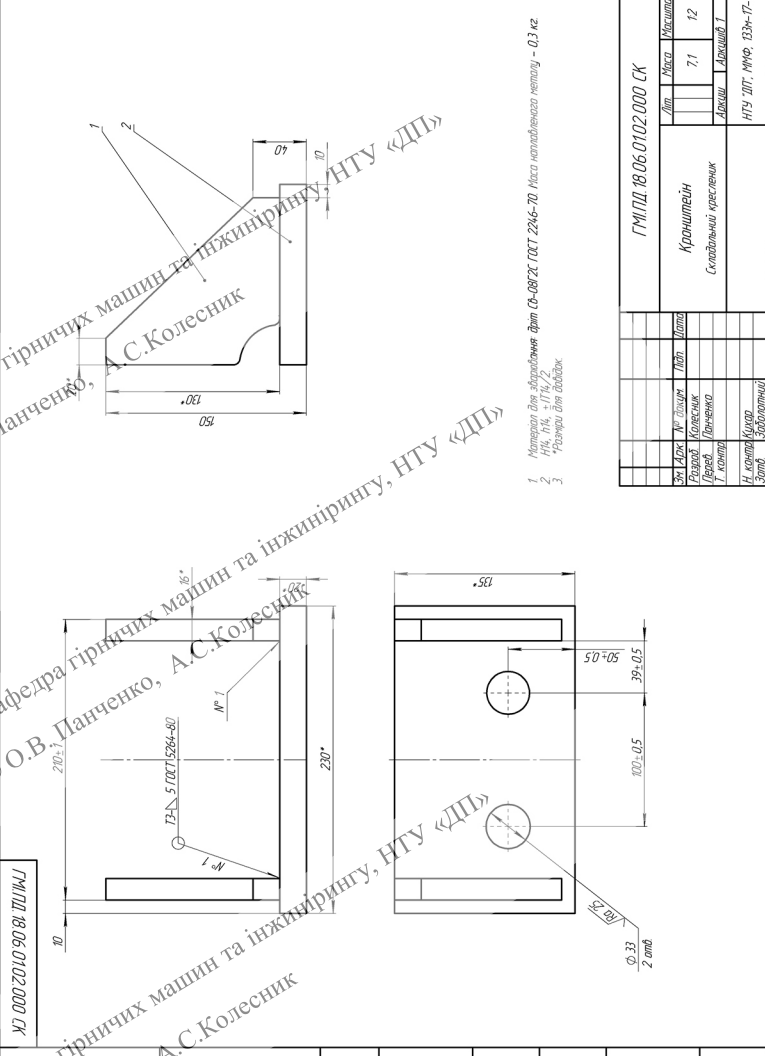
ГМ ПД 18.06.01.00.000 СК				Лит	Маса	Масштаб
Эт	Арх	№	Дат			
Розроб	Колесник				14.536	1:25
Перев	Панченко			Аркш 1	Аркш 3	
Т. контр				НТУ «ДП», ММФ, 133н-17-1		
Н. контр	Кисель			Копія		
Шв	Заболотний			Формат А2		



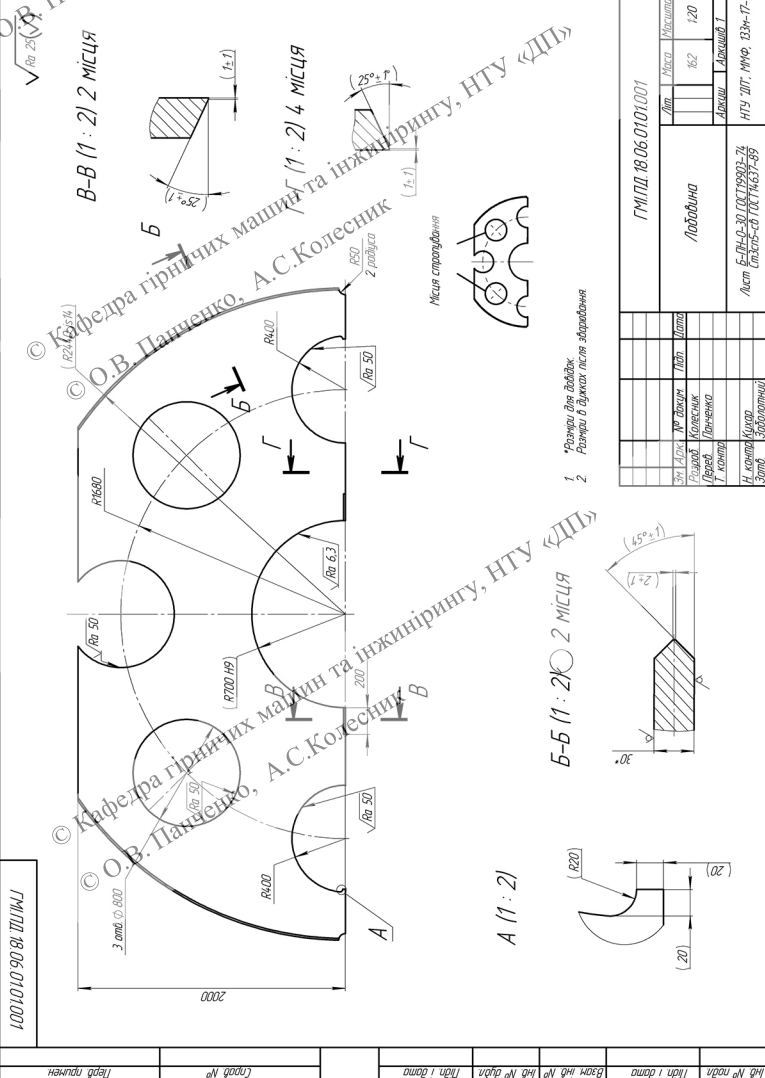
Вид	Матеріал	Колір
Лист	Лободина	Слободський креслений
Лист	Лободина	Слободський креслений
Лист	Лободина	Слободський креслений
Лист	Лободина	Слободський креслений
Лист	Лободина	Слободський креслений



Вид	Матеріал	Колір
Лист	Лободина	Слободський креслений
Лист	Лободина	Слободський креслений
Лист	Лободина	Слободський креслений
Лист	Лободина	Слободський креслений
Лист	Лободина	Слободський креслений



Вид	Матеріал	Колір
Лист	Лободина	Слободський креслений
Лист	Лободина	Слободський креслений
Лист	Лободина	Слободський креслений
Лист	Лободина	Слободський креслений
Лист	Лободина	Слободський креслений



Вид	Матеріал	Колір
Лист	Лободина	Слободський креслений
Лист	Лободина	Слободський креслений
Лист	Лободина	Слободський креслений
Лист	Лободина	Слободський креслений
Лист	Лободина	Слободський креслений

√ R₂₅(√)

