

Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Механіко-машинобудівний

Кафедра Гірничих машин та інжинірингу
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПІСКА
кваліфікаційної роботи студента-магістра
(аспіранта, спеціаліста, магістра)

студента

Робула Кирило Олександровича
(ПІБ)

академічної групи

133М-17-1
(шифр)

спеціальності




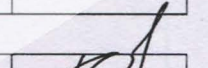
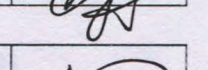
133 Галузеве машинобудування
(код і назва спеціальності)

спеціалізації

Гірничі машини та комплекси

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

на тему **Визначення параметрів і розробка конструкції відхилюючого шківів багатократної піднімальної машини МПМН 5×4**
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за локальною рейтинговою інституційною		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Панченко О.В.	95	відмінно	
розділів:				
Конструкторський	Панченко О.В.	95	відмінно	
Експлуатаційно-експериментальний	Панченко О.В.	95	відмінно	
Рецензент	Самойлюк В.І.	95	добре	
Нормоконтролер	Кубар В.Ю.	98	відмінно	

Дніпро
2018

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Гірничих машин та інжинірингу
(повна назва)

Заболотний К.С.

(прізвище, ініціали)

2018 року

**ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
зупеня магістра**

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту **Робулу К.О.** академічної групи **133м-1**
(прізвище та ініціали)

спеціальності **133** Галузеве машинобудування

спеціалізації **Гірничі машини та комплекси**


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

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

затверджено наказом ректора ІНУ «Дніпровська політехніка» від **27.11.2018** р. № 2018-л

Розділ	Зміст	Термін виконання
Конструкторський	Розглянути загальні відомості, застосування, область використання піднімальної машини копрового шківів, розрахувати основні параметри підйомної установки. Провести розрахунок копрового шківів, побудувати комп'ютерну модель копрового шківів піднімальної машини МПМН-5×4. Модель перевірити на працездатність. Визначити запас міцності спроектованої конструкції	05.11.2018
Експлуатаційно-економічний	Спробувати питання експлуатації підйомних установок, розробити та обґрунтувати заходи щодо безпечного обслуговування і експлуатації підйомних установок, а також визначити собівартість пристрою копрового шківів піднімальної машини	06.12.2018

Завдання видано


(підпис керівника)

Панченко О.В.
(прізвище, ініціали)

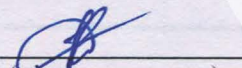
Дата видачі

15.11.2018

Дата прийняття до виконання

15.12.2018

Прийнято до виконання


(підпис студента)

Робул К.О.
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 87 сторінок, 18 рисунків, 3 таблиць, 8 джерел, 6 додатків.

Об'єкт розробки – копровий шків багатоканатної піднімальної машини МПМН-5×4.

Мета дипломного проекту – обґрунтування параметрів і розробка конструкції копрових шківів, багатоканатної піднімальної машини МПМН-5×4 за допомогою комп'ютерного моделювання в Solid Works.

У вступі наведено коротке обґрунтування актуальності, обґрунтування технічної проблеми, опису цілей дослідження пристрою копрового шківа піднімальної машини МПМН 5×4.

У конструкторському розділі розглянуті загальні відомості, застосування, область використання піднімальної машини і копрового шківа, розраховані, та підібрані основні параметри підйомної установки. Проведено попередній розрахунок копрового шківа, виходячи з цих значень, висхідним способом створена комп'ютерна модель пристрою копрового шківа піднімальної машини МПМН 5×4. Модель спроектованого шківа була перевірена на працездатність за допомогою скінченного елементного аналізу. Визначено реакції опор які діють на вал. Розраховано та побудовано графік ешпор згинальних моментів. Визначено критичні частоти спроектованого валу, та довголіття підшипника.

У експлуатаційно-економічному розділі опрацьовано питання експлуатації підйомних установок, мастильних операцій, гальмування піднімальних посудин, експлуатації канатів і копрових шківів, вимоги ПБ до підйомних установок, захисне заземлення машини, безпечна робота на висоті, описані

ГМ № Д.18.11.Р.ПЗ				
ЗМ.	Лист	№ дод.	Підпис	Дата
Виконав	Робул			
К.розділу	Панченко			
Керівник	Панченко			
Н. Контр.	Кухарь			
Затвердив	Заболотний			
Реферат			Лит.	Аркуш
				1
			2	
НТУ "ДП", ММФ, 133М-17-1				

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Конструкторський розділ.....	10
1.1 Область застосування.....	10
1.2 Технічні вимоги.....	12
1.3 Опис проекту підйомної машини.....	14
1.4 Конструкція піднімальної машини та копрового шківів.....	18
1.5 Розрахунок і вибір параметрів підйомної установки.....	24
1.5.1 Розрахунок і вибір піднімальної посудини.....	25
1.5.2 Розрахунок і вибір піднімального канату.....	26
1.5.3 Вибір врівноважуючих канатів.....	27
1.5.4 Навантаження на підйомну машину.....	28
1.5.4.1 Перевірка на умову нековзання канатів по канатоведучому шківу (мінімальна висота підйому).....	29
1.5.4.2 Перевірка на умову нековзання канатів по канатоведучому шківу (максимальна висота підйому).....	30
1.5.5 Кінематика підйомної установки.....	30
1.5.6 Динаміка підйомної установки.....	37
1.5.7 Розрахунок діаграм зусиль.....	41
1.5.8 Визначення потужності і вибір приводного двигуна.....	43
1.5.9 Вибір редуктора підйомної установки.....	45
1.6 Визначення параметрів копрового шківів.....	46
1.6.1 Попередній розрахунок валу.....	46
1.6.2 Побудова комп'ютерної моделі копрового шківів.....	49
1.6.3 Перевірка параметрів шківів методом скінченних елементів.....	51
1.6.4 Уточнювальний розрахунок валу.....	53

					ММФ.ІД.18.11.3.ПЗ Зміст			
ЗМ.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		Лит.	Аркуш	Аркушів
Виконав	Робул						1	3
К.розділу	Панченко					НТУ "ДП", ММФ, 133М-17-1		
Керівник	Панченко							
Н. Контр.	Кухарь							
Затвердив	Заболотний							

1.6.4.1	Визначення навантажень на вал	53
1.6.4.2	Побудова епюр згинальних моментів	56
1.6.4.3	Перевірка запасу міцності спроектованого валу	59
1.6.5	Перевірка підшипника головного валу копрового шків	60
1.7	Висновки по розділу	60
2.	Експлуатаційно-економічний розділ	63
2.1	Експлуатація підйомних установок	63
2.1.1.	Запобіжні пристрої підйомної установи	65
2.1.2.	Канати та причіпні пристрої	66
2.1.3.	Гальмування підйомної установки	68
2.1.4.	Копри і напрямні шків	70
2.1.5.	Проведення змащувальних операцій	71
2.2.	Охорона праці	72
2.2.1.	Вимоги до підйомних установок	72
2.2.2.	Захисне заземлення піднімацької машини	74
2.2.3.	Проведення такелажних робіт та робіт на висоті	76
2.2.4.	Заходи безпеки при виробництві налагоджувальних і ремонтних робіт в підземних умовах	77
2.2.5.	Протипожежні заходи	79
2.3.	Економічний підрозділ	80
2.3.1.	Розрахунок собівартості вузла копрового шків	80
2.4.	Висновки по розділу	85
	Висновки	86
	Перелік посилань	87
	Додаток А Відомість матеріалів дипломного проекту	88
	Додаток Б Специфікація складального креслення	90
	Додаток В Презентація дипломного проекту	94
	Додаток Г Відео з сервісу дипломного проекту	100
	Додаток Д Відео з сервісу нормоконтролера	101

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

					ГМІ.ПД.18.11.3.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тому детальне дослідження напружено-деформованого стану (НДС) копрового шківа представляє науковий і практичний інтерес.

Мета роботи: обґрунтування параметрів і розробка конструкції копрових шківів, багатоканатної піднімальної машини МПМН-5×4 за допомогою комп'ютерного моделювання в SolidWorks.

Технічна задача: обґрунтування параметрів копрового шківа піднімальної машини МПМН-5×4.

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

1. Аналіз стану питання і постановка задачі на проектування.
2. Виконати розрахунок параметрів багатоканатної піднімальної машини МПМН 5х4.
3. Виконати розрахунок параметрів копрового шківа багатоканатної піднімальної машини МПМН 5х4.
4. Розробити конструкцію копрового шківа багатоканатної піднімальної машини МПМН 5х4.
5. Побудувати комп'ютерну модель копрового шківа багатоканатної піднімальної машини МПМН 5х4.
6. Розробити інструкцію з експлуатації та обслуговування багатоканатної піднімальної машини МПМН 5х4.
7. Розробити та обґрунтувати заходи щодо безпечного багатоканатної піднімальної машини МПМН 5х4.
8. Визначити техніко-економічну ефективність запропонованих технічних рішень.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.3.ПЗ	Арк.
-----	------	----------	--------	------	-------------------	------

РОЗДІЛ 1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

1.1 Область застосування

Підйомна установка застосовується для видачі на поверхню вугілля руди, що видобувається і отримуються при проходці, гірських виробок породи, швидкого і безпечного спуску і підйому людей, транспортування кріпильного лісу, гірничо-шахтного устаткування і матеріалів. За допомогою підйомної установки виробляються також огляд і ремонт армування і кріплення стовбура шахти. На великих шахтах, як правило, є дві - три діючі підйомні установки, і кожна з них призначена для певних цілей (видачі вугілля, спуску-підйому людей, видачі породи і т. д.). Шахтні піднімальні машини поділяються на малі, великі, з провідним шківом тертя і багатоканатні [1-2].

За місцем розташування піднімальні машини поділяються на підземні та поверхневі. Які можуть перебувати на землі и на баштовий копрі. Піднімальні машини можуть мати барабанні органи навивки або шків тертя.

Багатоканатні машини мають ряд переваг, такі як [3]:

- менший діаметр піднімального канату, кількох канатів;
- менший діаметр приводного вала та шків тертя;
- меншу величину крутного моменту на корінному валу;
- більша безпека роботи підйомної установки, так як одночасний розрив всіх підйомних канатів практично неможливий;
- можливість підйому великих вантажів з великих глибин.

Багатоканатні піднімальні машини зі шківми тертя призначаються для обладнання скіпових і клітьових підйомних установок вертикальних стовбів

Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	ІМД.18.11.01.ПЗ				
Виконав	Робул				Конструкторський розділ	Лист	Аркуш	Аркушів	
К. Розділу	Панченко						1		
Керівник	Панченко					НТУ "ДП", ММФ			
Н. Контр.	Кухарь					133м-17-1			
Затвердив	Заболотний								

вугільних і гірничорудних шахт.

Шахтні підійомні установки поділяються:

- 1) За призначенням - на вантажні або головні; допоміжні, або грузоподієскі; людські;
- 2) По куту нахилу стовбура - вертикальні і похилі;
- 3) За типом піднімальних посудин - на клітьові, скідові, комбіновані і з цебрами;
- 4) За кількістю піднімальних посудин, однокінцеві (з противагою) і двукінцеві;
- 5) За типом органів навивки піднімальних канатів - на установки з постійним радіусом навивки і установки зі змінним радіусом навивки канатів;
- 6) За кількістю піднімальних канатів: одноканатні і багатоканатні;
- 7) За ступенем врівноваженості - врівноважені і нерівноважені;
- 8) За типом підйомного двигуна - на установки з асинхронним електродвигуном і з двигуном постійного струму.

Багатоканатні піднімальні машини в окремих випадках можуть встановлюватися не на баштовому копрі, а, аналогічно барабанним машинам, в будівлі на поверхні. Це може виявитися доцільним при реконструкції підйомної установки або при неможливості встановити баштовий копер.

Область застосування виготовлення піднімальних машин за глибиною залежить від максимально допустимого статичного натягу канатів і питомих тисків канатів на футеровку. Освоєний ряд багатоканатних піднімальних машин дозволяє здійснювати підйом корисного вантажу до 50 т з глибини 9700 м [7].

Використання багатоканатних піднімальних машин при спорудженні ствола дозволяє зменшити капітальні витрати на будівництво, монтаж і демонтаж спеціальних прохідницьких піднімальних машин, а також скорочує загальну термін будівництва шахти.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ

1.2 Технічні вимоги

Запорізький залізорудний комбінат побудований на базі Південно-Білозерського і Переверзевського родовищ залізних руд, відкритих Західно-Україною геологічною експедицією в 1948 році. За оцінками геологів, запаси багатих залізних руд в Білозерському залізорудному районі становлять до 1 млрд. тонн і 7 млрд. тонн магнетитових кварцитів.

В обладнання рудника передбачено комплекс скіпового підйому, що включає в себе: 1) піднімальну машину з багатоканатними шківками тертя, стовбуровою сигналізацією, з електричним двигуном, і зв'язком системою управління; 2) обладнання копра, копрових (напрямних) шківків; 3) підйомні посудини (скіпи) для піднімальної машини; 4) обладнання прийомних майданчиків піднімальної машини; 5) обладнання для заміни та навішування підйомних канатів, підйомних посудин.

Технічні вимоги до пропонованого комплексу підйомної установки:

1. Тип підйомної установки - скіпова;
2. Підйомна установка - багатоканатна зі шківом тертя;
3. Місце установки машини - наземного розташування;
5. Кут нахилу стовбура - вертикальний 90° ;
6. Висота підйому - 500 м;
7. Кількість послугованих горизонтів - 7;
8. Число приймальних майданчиків (А) нагорі - 1; Б) внизу - 1;

9. Піднімальна машина повинна бути виготовлена на максимальне

навантаження натяг завантаженої гілки канату - не менше 965,4 кН;

10. Ступінь урівноваженості - статично урівноважена;

11. Привід піднімальної машини - електричний привід, з двома електродвигунами і комплексу апаратури для управління двигуном, і проміжної передачі від двигуна до робочого органу машини;

12. На канатотяговому шківі повинні бути передбачені футеровані резервні струмки (по одному на кожен канат) для виконання робіт по

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ					

протоцці футерування робочих струмком без зняття каналів. Конструкція і розташування резервних струмків має забезпечувати роботу МПМ в нормальному режимі. Комплект поставки МПМ повинен включати в себе пристосування для перекладу канату з одного струмка в інший;

13. Гальмівний пристрій колодкові гальма з пружинно-гидравлічним приводом і програмним управлінням, що забезпечує постійне уповільнення. Гальмівний пристрій має забезпечувати можливість гравітаційного спуску-зльоту судин в аварійному режимі (повна відсутність напруги);

14. Копрові (напрямні) шківні встановлюються на копрі, так, щоб їх вісь була на одній вертикальній осі канатоведучого шківні;

15. Маса вантажу, що опускається за один раз, не більше 22000 кг;

16. Застосовувані канати повинні відповідати вимогам діючих ГОСТів або технічних вимог.

Отже проектування багатоканатної підйомної машини актуальна технічна задача. Для вирішення поставленого завдання робота розбита на етапи:

1. Виконати збір, обробку, систематизацію й критичний науковий аналіз наукової й технічної інформації за темою проектування підйомної машини.
2. Виконати аналіз конструкції багатоканатної підйомної установки.
3. Вивчити інженерні методи розрахунку параметрів багатоканатних підйомних установок.
4. Виконати аналіз умов безпечної експлуатації багатоканатної підйомної установки.
5. Виконати аналіз техніко-економічних факторів, що забезпечують ефективність прийнятих технічних рішень.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ	Арк.

1.3 Опис проекту піднімальної машини

Підйомна установка складається з гірничотехнічних споруд і іншого піднімального обладнання [3].

До піднімального обладнання відносяться:

- а) розвантажувальні і завантажувальні пристрої;
- б) піднімальні машини;
- в) піднімальні кабели;
- г) підйомні посудини та ін.

До гірничо-технічних споруд відносяться:

- 1) Надшахтне обладнання, що складаються з копра, для розвантаження підйомних посудин використовують приймальний бункер;
- 2) Споруди, що знаходяться в приствольному дворі (камера для перекидача при скіповому підйомі або приймальня майданчик при клітьовому підйомі і навантажувальний бункер);
- 3) Ствол шахти, оснащений напрямними провідниками для клітей і скіпів при вертикальному підйомі та коліями для вагонеток і скіпів при похилому підйомі;

Над стволом шахти встановлюється надшахтний копер 5 (рисунк 1.1) [3], на верхньому майданчику якого укріплені два копрові шківів 4. Підйом і спуск скіпів 3 виконується піднімальною машиною 1, що знаходиться в окремій будівлі, розташованому на відстані 20 – 40 м від копра. Підйомні канати 2 перекинуті через напрямні шківів, і одним кінцем прикріплені до барабана піднімальної машини, а іншим - до шахтної кліті або скіпу.

При обертанні барабана піднімальної машини один канат навивається на нього, піднімаючи кліть з шахти, а інший звивається, спускаючи другу підйомну посудину в шахту. Підйомні посудини одночасно завантажуються в шахті та розвантажуються на поверхні на спеціальних приймальних майданчиках, приймальний бункер 7. Підйомних установках, обладнаних

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ				

неопрокідними клітьми, навантажені вагонетки на нижній приймальному майданчику вкочується в кліть, виштовхуючи з неї порожні вагонетки, і піднімаються по стовбуру до верхнього приймального майданчика в надшахтній будівлі, де навантажені вагонетки викочуються з кліті, а порожні вагонетки вкочується в неї. Цим процес обміну вагонеток на приймальних майданчиках повторюється.

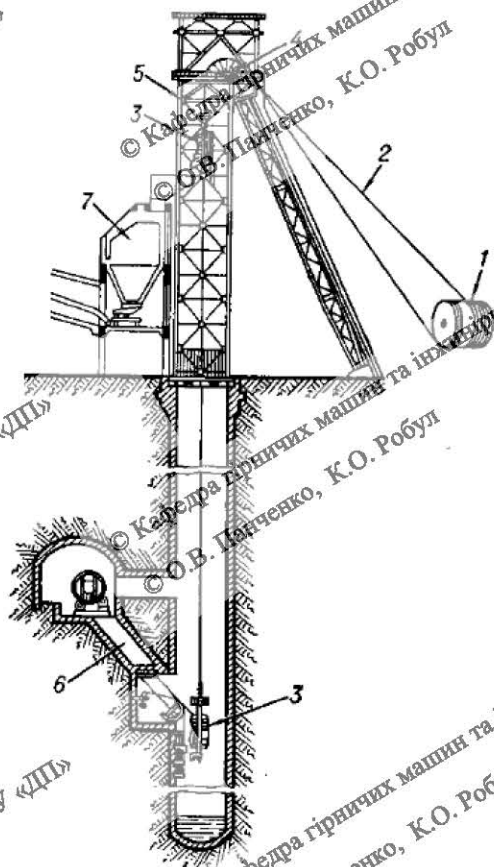


Рисунок 1.1 – Схема шестопідного підйому [3]

В підйомних установках, обладнаних скіпами, навантажені вагонетки розвантажуються в приствольцівому дворі за допомогою перекладача в завантажувальний пристрій, звідки вугілля завантажується в скіпи. Потім скіпи піднімаються по стовбуру на поверхню і в надшахтній будівлі автоматично розвантажуються в розвантажувальний пристрій. Скіпи так само, як і кліть, рухаються в стовбурі по напруженому провіднику.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ	
					Арк.	

Навколостовбурні споруди скіпової підйомної установки складаються з камери перекидача і розвантажувального бункера з заривором. Скіпи рухаються по стволу шахти, а на поверхні - по естакаді або верстата копра. На поверхні скіп входить в розвантажувальні криві і розвантажується в приймальний бункер.

Підйомна установка є найбільш відповідальною і складною ланкою даного комплексу. Управління підйомними установками може бути: ручним; автоматичним; напівавтоматичним; дистанційно-автоматичним; дистанційним.

Канати, що з'єднують підйомні посудини з органами навивки, являють собою скіпи однієї з найбільш обов'язкових частин підйомної установки. Від якості виготовлення підйомних канатів і правильної їх експлуатації залежить безперебійна і безаварійна робота шахтного підйому.

На шахтних підйомних установках застосовують тільки сталеві канати. Канат являє собою кілька пасів, свитих разом навколо сердечника так, що кожен пас набуває вигляду гвинтового дріпа [2].

Копри це – гірничотехнічні спорудження над шахтним стовбуром, що входить до складу шахтної підйомної установки [2]. Копер призначається для установки копрових (напрямних) шківів, розвантажувальних кривих для скіпів і перекидних клітей, а також кріплення посадочних пристроїв, клітей та іншого обладнання. Надшахтних копер сприймає навантаження від натягу підйомних канатів, тиск вітру, вагу обладнання, встановленого на копрі. Залежно від типу використовуваних підйомних посудин копри називають клітьовими, скіповими або кліть-скіповими, а в залежності від числа розташованих в стовбурі шахти підйомів – одно-, дво- або трьохходовими. За призначенням копри ділять на прохідницькі та експлуатаційні, а за схемою і конструктивними особливостями виділяють наступні основні типи: станкові, шатрові і бапшові копри.

									ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Копри необхідні для підтримки напрямних шківів і прийняття зусиль, що діють на них, для кріплення провідників, що виходять зі стовбура, розвантажувальних кривих. При багатокаратному підйомі з провідним шківом тертя на копрі в спеціальному приміщенні розташовується піднімальна машина. Основні частини копра установок, машини яких розташовуються на рівні землі: вертикальний верстат, укосина, підпирають його у верхній частині і укріплена на бетонному фундаменті, майданчик для направляючих шківів.

За кількістю обслуговуваних під'ємів копри діляться на однопід'ємні та багатопід'ємні. Копри в залежності від матеріалу, виготовляються зі сталі і заліза.

Підйомну установку обладнають записуючими контрольно-вимірювальними приладами [2], що забезпечують машиністу піднімальної машини можливість управляти її роботою, змінювати режим роботи і отримувати необхідну інформацію про стан та режим роботи підйомної установки.

Для захисту від аварійного режиму (який може наступити внаслідок відмови в роботі системи управління, дефектів в елементарній установці або помилок експлуатаційного персоналу) підйомну установку обладнають цілим рядом захистів і блокувань, що вимикають підйомний двигун від мережі з одночасним включенням запобіжного гальмування [4]. Контакти всіх апаратів захисту і деяких блокувальних апаратів включені послідовно між собою і спільно з контактором запобіжного гальмування утворюють ланцюг захисту піднімальної машини. При відхиленні будь-якого контрольованого параметра від норми спрацьовує відповідний захисний апарат, розмикає ланцюг захисту. Це призводить до відключення контактора запобіжного гальмування, відключення підйомного двигуна від мережі і загальмування піднімальної машини запобіжним гальмом.

На всіх великих піднімальних машинах встановлено регулятор підйому, який контролює виконання тахограми підйому в періоди рівномірного ходу і на початку уповільнення, що оберігає установку від перепідйому клітей і сигналізує про підхід підйомних посудин до приймального майданчика. Сигналізатор показника глибини приводить в обертання регулятор підйому, а той, у свою чергу, вкдючає регулятори обмеження швидкості.

Багатоканатні піднімальні машини так само, як і одноканатні машини зі шківками тертя засновані на принципі використання сил тертя, що розвиваються між канатами і футеровкою провідних шківів. Різниця полягає в тому, що в одноканатних підйомних установках зі шківками тертя підйомні посудини кріплять до одного канату, перекинутому через шків тертя піднімальної машини, а в багатоканатних установках – до кількох канатів, перекинутих через загальний багатоканатний шків тертя.

Застосування декількох канатів замість одного веде до значного зменшення діаметра приводного шківка машини, до спрощення або повного скасування редукторів, зменшується також і загальна маса машини, отже, і вартість.

Для запобігання обладнання машинного залу від води, принесеної піднімальними канатами зі стовбура шахти, канатоведучий шків закритий спеціальним щитком [2].

4 Конструкція піднімальної машини та копрового шківка

Багатоканатну піднімальну машину зі шківками тертя встановлюють безпосередньо на відведенні для них спеціальному майданчику, що представляє собою залізобетонну споруду висотою 50 - 100 м і закріплюють на ній піднімальну машину анкерними болтами [7].

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ					

Особливістю піднімальних машин типу МПМН є канатоведучий шків тертя, який обмежує переміщення канату по ширині органу навивки, і отже, можливість награвляти канат зі шківів в стовбур шахти безпосередньо до центру піднімальної посудини. Основним недоліком піднімальних машин зі шківом тертя є небезпека провисання канату щодо канатоведучої поверхні, що призводить до обмеження різниці натягів гілок канатів, що навиваються і звиваються, і необхідності зменшення прискорення при пуску і зупинці піднімальної системи. Тягове зусилля в таких шківках здійснюється за рахунок сил тертя ковзання між футеровкою, яка закріплена в жолобі металевого шківів, і канатом. Футеровка має спеціальний матеріал і закріплюється кріпильними лопатками на шківі. Також футерування має подвійну, резервну канавку для перекладання канату, для меншого зносу футеровки.

Гальмо машини виконує функції робочого і запобіжного гальмування; робоче гальмування – пневматичне, запобіжне – пневмогрузове.

Конструкція багатоканатної парної підійомної установи зі шківом тертя МПМН-4 (рисунок 1.2) містить наступні основні вузли: шків тертя в центрі 3, корінним валом підшипників 1, редуктор 2, асинхронні двигуни постійного струму 3, пульт управління 4, фундамент 5, колодкове гальмівне пристрій 6, копрові шківів 7, противагу 8.

Вітчизняні виробники ШПМ виготовляють барабани шківів тертя цілком зварної конструкції з листовою профільованою сталі, з тонкими обечайками і лобовинами. Останні приварюються до сталевих маточин, посадженим по гарячій посадці на вал. У той же час, західні виробники виготовляють шківів з литими обечайками товщиною до 160 мм, відповідно мають більший запас міцності і масивність в порівнянні з вітчизняними аналогами. Для забезпечення достатнього запасу міцності барабанів шківів тертя вітчизняного виробництва, в них встановлюються різного типу підкріплення геометричні та жорсткісні параметри обечайки, лобовин і

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ

підкріпленнь істотно впливають на характер розподілу напружень в барабані шківа тертя, а значить і на запас міцності.

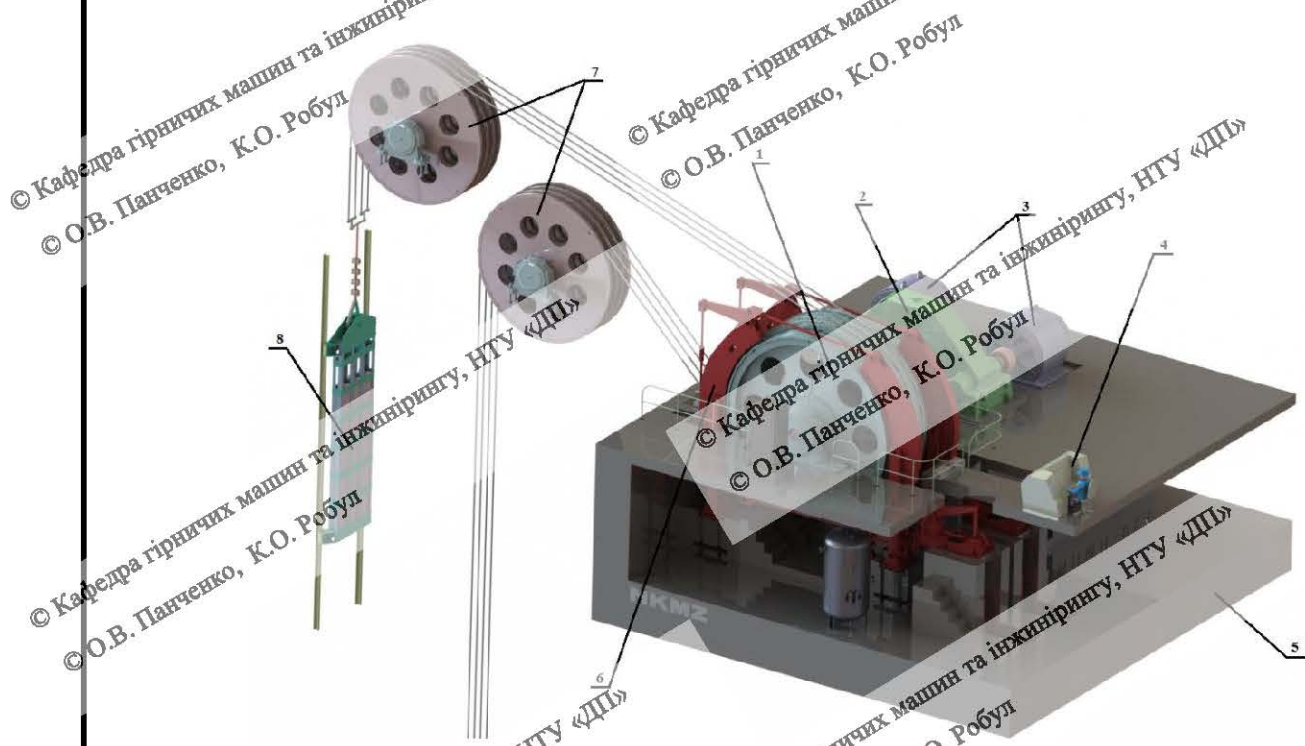


Рисунок 1.2. Конструкція піднімальної машини МПМН-5×4

На корінному валу шківа тертя встановлені підшипники корпусу підшипника, які кріпляться до фундаменту анкерними болтами. Корінний вал канатоведучого шківа, з'єднується з редуктором муфтою МЗ-19. Це зубчаста рухлива муфта, вона здатна компенсувати довговічний і радіальний зсув та перекоси осей валів. Муфта зубчаста серії МЗ складається з двох зубчастих обойм, з'єднаних болтами, і двох зубчастих втулок, вставлених в обойми. На обойми встановлюються кришки з манжетами. Зуби втулок входять в зачіплення з зубами обойм. Завдяки формі зуба втулок можливе незначне зміщення в будь-яких напрямках. Редуктор, з'єднаний з синхронним двигуном, муфтами того ж типу, з меншим типорозміром.

Піднімальна машина МПМН-5×4 має великі габарити і вантажопідйомність, обертаючи зусилля в два рази такої машини буде значно більшим, ніж в звичайному двигуні тих же розмірів, зниження швидкості

						ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

супроводжується відповідним зростанням моменту. Змащення підшипників примусове, від масляної системи.

Шків, встановлений на копрі, служить для направлення канатів від підіймальної машини в стовбур шахти.

Направляючий шків насаджують на вісь, вільно обертається в опорах. Опорами осей напрямних шківів є підшипники з нижнім бронзовим і верхнім чавунними вкладишами і мастильним кільцем, укріпченим на цапфі осі.

При частих зупинках шківа, мастильне кільце укріплене на осі, є найбільш зручним при рідкому мастилі. Густе мастило для осей копрових шківів (примінюють на відкритому повітрі в зимових умовах) застосовувати не можна.

Конструкції копрових шківів відрізняються великою різноманітністю.

Поряд із суцільнолитими шківими та шківими, що мають литий обід і сталеві спиці, виготовлені з швелерів або круглої пруткової сталі, застосовуються клепані шківими і шківими з виготовленим ободом.

Робочим органом направляючого шківа є його обід. Тип обода визначає конструкцію шківа і його головні експлуатаційні якості. Ободи напрямних шківів поділяються на два основних типи: зі змінною футеровкою і без неї.

Переважає поширення набули копрові шківими, які мають футеровані обіддя при цьому для футерування застосовується дерево (дуб) і гума; футеровка з м'якої сталі і алюмінію поширення не отримала. Не футеровані шківими зустрічаються рідко, в основному на шківими великого діаметру, що мають штампований складений обід з конструкційних сталей, а також на шківими з чавунним литим ободом.

За кордоном також застосовуються копрові шківими з футеровкою і без неї. Футеровка виготовляється майже виключно зі зносостійких сталей.

Всі шківими зі змінною футеровкою мають складну конструкцію обода, вимагають постійного нагляду за футеровкою з метою її виготовлення та встановлення, а також періодичних зупинок щодня для її заміни.

Вони не гарантують безпеку від аварій при випаданні футерування, що може викликати вихід канату з жолоба шківів і його обрив. Значні маси обода і футерування, об'єднані на окружності шківів, збільшують його інерцію. Шківів без футерування не мають перахованих недоліків, і їх махові маси, з огляду на спрощення конструкції ободів, на 40-45% менше, ніж у футерованих шківів. Однак застосування шківів без футеровки ускладнює обслуговування ними великого числа канатів різних діаметрів, тому при виникненні потреби в заміні прийнятого діаметра канату на більший (в процесі експлуатації) необхідно разом з канатом замінювати і напрямні шківів.

У ГОСТ 4052-54 на напрямні шківів встановлено два типи шківів: 1) шківів діаметром до 3 м – з литим ободом і спицями круглого перетину, заданими вразбіжку в обід і литу маточину. Обід шківів відливається із зносостійкого модифікованого чавуну і не має футерування; 2) діаметром 4 і 5 м – зі штампованим ободом і спицями з прорізів, що з'єднують обід і литу сталеву маточину за допомогою заклепок і болтів.

Для кранової транспортевої системи ці шківів передбачені роз'ємними з двох половин, з'єднаних болтами. Складові сегменти обода шківів виготовляються штампуванням зі зносостійких сталей і не мають футерування.

У ГОСТ передбачено на кожен діаметр шківів застосування трьох-чотирьох діаметрів канату. Робота канатів різного діаметра зі шківом одного діаметра можлива при наступних способах виконання його жолоба [2]:

Обід шківів виготовляється з певним діаметром жолоби (стружки), розрахованим на найбільший діаметр канату, прийнятого для цього шківів. При цьому передіщення діаметра жолоба над найменшим діаметром канату становить близько 40%. Недоліком такого побудови жолоба є те, що канат малого діаметра, накладений на цей шків, лягає в жолоб зі значним послабленням, а це сприятиме роз'ємненню каната і його боковому биттю, що збільшує знос;

2) Шківні однакового діаметра виготовляються з різними обіддями, що відрізняються один від одного різним діаметром жолоба під канат. У шківів великого діаметра сегменти обода виконуються штампуванням з однаковими зовнішніми контурами і різним внутрішнім діаметром жолобу, в залежності від діаметра каната. Другий спосіб побудови жолоба шківів забезпечить нормальну роботу канатів всіх діаметрів, що обслуговуються кожним шківом.

За ПБ [6-7] діаметр направляючого шківів визначається, виходячи з наступних співвідношень: для напрямних шківів, установлених на поверхні, $D_{шк} \geq 80d$ та $D_{шк} \geq 1200\delta$; для напрямних шківів, встановлених під землею, $D_{шк} \geq 60d$ та $D_{шк} \geq 900\delta$, де $D_{шк}$ – діаметр направляючого шківів (між центрами вигуків канатів); d – діаметр канату; δ – найбільший діаметр дрота канату).

Діаметр направляючого шківів може бути меншим, ніж діаметр циліндричного барабана при їх спільній роботі.

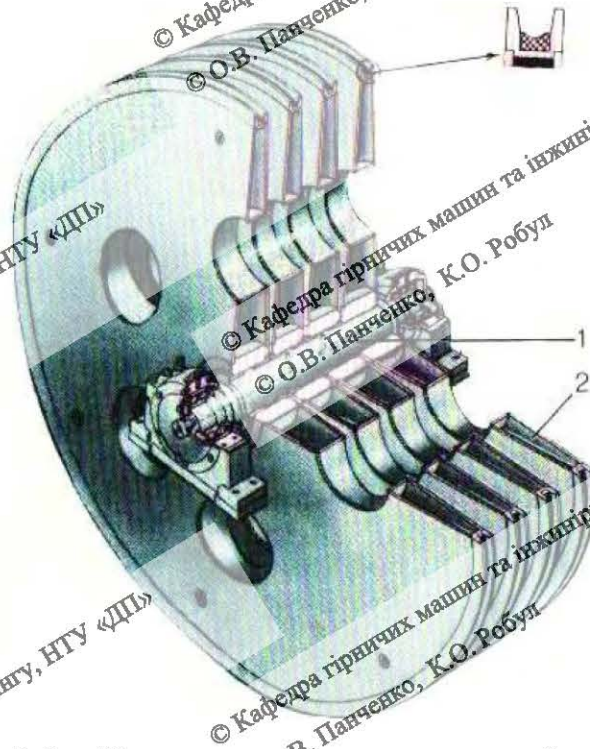
При використанні піднімальної машини з одним барабаном шківів розташовуються на копрі один над одним, в одній вертикальній площині, а при використанні піднімальної машини з двома барабанами - на одній висоті. При використанні піднімальної машини зі шківом тертя, копрові шківів розташовують один над одним, в одній вертикальній площині зі шківом тертя машини.

Розташування шківів на копрі залежить також від напрямку розвантаження підйомних посудин і розташування піднімальних машин. Якщо напрямок розвантаження підйомних посудин збігається з напрямком канатів, що йдуть до барабану піднімальної машини (тобто з напрямком осі підйому), то копрові шківів встановлюють на однаковій висоті паралельно один іншому.

При розвантаженні підйомних посудин в напрямку, перпендикулярному осі підйому, копрові шківів розташовують в одній вертикальній площині, але на різній висоті.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Копровий або направляючий шків (рисунк 1.3) в свою чергу складається з основних елементів: головного валу копрового шківа 1, та чотирьох шківів 2, встановлених на валу [3]



Рисунк 1.3 – Конструкція копрового шківа в зборі [3]

Усіх копрових шківів встановлених на валу, тільки один шків закріплений матчиною з валом, не може роботи обертаєльних рухів, інші ж, можуть вільно повертатися. Це дозволяє виключити прослизання канатів по шківах, яке може статися через відмінності їх діаметрів.

Вал копрового шківа спирається на два підшипники кочення, корпуси підшипників можуть закріплюватися безпосередньо на перекритті або копрового копра або на спеціальних підставках.

1.5 Розрахунок і вибір параметрів підйомної установки

Для нормального роботи багатоканатної шкідної підйомної установки необхідно правильно підібрати тип підйомної машини, а також визначити

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ

Арк.

потужність приводного електродвигуна, підібрати редуктор. Для цього необхідно спочатку визначити основні параметри машини [5-7]. Основними даними, що визначають тип і конструкцію піднімальної машини є: максимальна швидкість і діаметр канату, максимальне статичне натяг канату потужність приводного електродвигуна. Наведено методику визначення основних параметрів піднімальної машин для обладнання підйомних установок.

1.5.1 Розрахунок і вибір піднімальної посудини

Вихідні дані для розрахунку наведено в п. 1.2 відповідно до технічного завдання, а саме

Висота підйому $H_{\text{п}} = 1500$ м;

Тип піднімальної посудини - скіпова;

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

Кількість канатів - 4 шт.

Близькість завантажувального і висота приймального бункерів приймаються в процесі розрахунку.

У завдання розрахунку входять: вибір піднімальної посудини, канату, типу піднімальної машини, потужності і числа оборотів приводного двигуна, тип редуктора. Розрахунок виконується відповідно [7].

Година продуктивність підйомної установки:

$$A_{\text{год}} = \frac{C \cdot A_{\text{річ}}}{n_1 n_2}, \quad (1.1)$$

$$A_{\text{год}} = \frac{15 \cdot 1,4 \cdot 10^6}{15 \cdot 300} = 382,51 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

де $C = 1,5$ - коефіцієнт нерівномірності завантаження скіпа, для піднімальної посудин вугільної промисловості;

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ					

$n_1 = 15$ год - кількість роботи піднімальної машини на добу;

$n_2 = 300$ днів - кількість днів роботи піднімальної машини за рік.

Смкість скіпа розраховується за формулою:

$$Q = 1,3 \cdot 4 \cdot n_{\text{год}} \cdot \sqrt[4]{H_{\text{п}}} \quad (1.2)$$

$$Q = 1,3 \cdot 382,51 \cdot \sqrt[4]{1500} = 19,26 \cdot 10^4 \text{ Н.}$$

Вибираємо скіп для вугільної промисловості типу ІСН 25-2 з вантажопідйомністю 22 т, та масою порожнього скіпа 21,2 т.

1.5.2 Розрахунок і вибір піднімального канату

Сумарна маса вантажу:

$$Q_0 = Q_{\text{вантаж}} + Q_{\text{м}}, \quad (1.3)$$

$$Q_0 = 22000 + 21200 = 43200 \text{ кг.}$$

$Q_{\text{вантаж}} = 22000$ кг – вантажопідйомність скіпа;

$Q_{\text{м}} = 21200$ кг – маса порожнього скіпа.

Сумарна маса вантажу на один канат:

$$Q_{01} = \frac{Q_0}{n_k}, \quad (1.4)$$

$$Q_{01} = \frac{43200}{4} = 10800 \text{ кг.}$$

де $n_k = 4$ – кількість канатів.

Розривне зусилля одного канату:

$$Q_p = m_0 \cdot Q_{01} \quad (1.5)$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ

Арк.

$$Q_p = 9,5 \cdot 10800 \cdot 9,81 = 1026000 \text{ Н}$$

де $m_0 = 9,5$ – запас міцності;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння.

Отриманим розривним зусиллям вибираємо сталевий круглосталковий канат по ГОСТ 7669-68, його характеристики [7]: діаметр $d_k = 45,5 \text{ мм}$; розрахункова маса 1 м канату $p_k = 8,89 \text{ кг}$; найбільший діаметр дроту канату $d = 2,6 \text{ мм}$; розрахункова межа міцності дротів при розтягуванні 1400 МПа ; розрахункове розривне зусилля усіх дротів у канаті $Q_p = 1360 \text{ кН}$. Обраний канат перевіряється на фактичний запас з урахуванням власної маси каната:

$$m_\phi = \frac{Q_p}{Q_{01} \cdot g + p_k \cdot g \cdot H_n} \geq m \quad (1.6)$$

$$m_\phi = \frac{1360000}{108000 \cdot 9,81 + (8,89 \cdot 9,81) \cdot 1500} = 5,435.$$

Умову $m_\phi \geq m$, виконується, так як $m = 4,5$.

Визначимо тиск канату на футеровку:

$$p = \frac{2 \cdot n_k \cdot p_k \cdot H_n + 2 \cdot Q_m + Q_{\text{вант}}}{D_{\text{шк}} \cdot d_k \cdot n_k} \cdot g \quad (1.7)$$

$$p = \frac{4 \cdot 8,89 \cdot 1500 + 2 \cdot 21200 + 22000}{5000 \cdot 45,5 \cdot 4} \cdot 9,81 = 1,88 \text{ МПа.}$$

$D_{\text{шк}} = 5000 \text{ мм}$ – діаметр канатопрвідного шківa. Значення тиску на футеровку не перевищую допустиме 2 МПа .

1.5.3 Вибір врівноважуючих канатів

Приймаємо для умов роботи машини два врівноважуючих канати.

								ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Вага врівноважуючих канатів дорівнює:

$$q_{\text{врів}} = p_k \cdot \frac{n}{n_x} \cdot g \quad (1.8)$$

$$q_{\text{врів}} = 8,89 \cdot \frac{1500}{1} \cdot 9,81 = 177,8 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

де n – число головних канатів;

n_x – число врівноважуючих канатів.

Вибираємо канат 107-Г-1-Ж-Н-Т-1570 по ГОСТ 3091-80 [7].

1.5.6 Навантаження на піднімальну машину

Максимальний статичний натяг вітки [6]:

$$T_1 = (n_k \cdot p_k \cdot H_{\text{п}} + Q_0) \cdot g \quad (1.9)$$

$$T_1 = (4 \cdot 8,89 \cdot 1500 + 4320) \cdot 9,81 = 965,4 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

Мінімальний статичний натяг вітки [6]:

$$T_2 = (2 \cdot q_{\text{врів}} \cdot H_{\text{п}} + Q_0) \cdot g \quad (1.10)$$

$$T_2 = (2 \cdot 17,78 \cdot 1500 + 2120) \cdot 9,81 = 745,4 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

Різниця статичних натягів [6]:

$$F_{\text{ст}} = T_1 - T_2 \quad (1.11)$$

$$\Delta F_{\text{ст}} = 965,4 \cdot 10^3 - 745,4 \cdot 10^3 = 220 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

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

Коефіцієнт статичних натягів, визначимо за методикою [7]:

$$k_{ст} = \frac{T_1}{T_2}, \quad (1.12)$$

$$k_{ст} = \frac{965,4 \cdot 10^3}{745,4 \cdot 10^3} = 1,295$$

Для сталевого круглосталкового канату $k_{ст} < 1,5$ – умова виконується.

Мінімальний статичний натяг вітки:

$$T_{1min} = (n_k \cdot p_k \cdot H_{пmin} + Q_0) \cdot q_{врів}, \quad (1.13)$$

$$T_{1min} = (4 \cdot 8,89 \cdot 860 + 43200) \cdot 9,81 = 737,8 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

де $H_{пmin} = 860$ м – гранична мінімальна висота підйому.

Мінімальний статичний натяг вітки:

$$T_{2min} = (2 \cdot q_{врів} \cdot H_{пmin} + Q_M) \cdot q_{врів}, \quad (1.14)$$

$$T_{2min} = (2 \cdot 17,78 \cdot 860 + 21200) \cdot 9,81 = 517,8 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

Різниця статичних натягів:

$$\Delta F_{стmin} = T_{1min} - T_{2min}, \quad (1.15)$$

$$\Delta F_{стmin} = 737,8 \cdot 10^3 - 517,8 \cdot 10^3 = 220 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

1.5.4.2 Перевірка на умову нековзання канатів по канатоведучому шківу (максимальна висота підйому)

Відповідно до методики розрахунку [7], визначимо коефіцієнт статичних натягів канату:

$$k_{ст} = \frac{T_{1min}}{T_{2min}}, \quad (1.16)$$

$$k_{ст} = \frac{737,8 \cdot 10^3}{517,8 \cdot 10^3} = 1,42.$$

Максимальний статичний натяг вітки канату:

$$T_1 = (n_k \cdot p_k \cdot H_{п} + Q_0) \cdot g, \quad (1.17)$$

$$T_1 = (4 \cdot 8,89 \cdot 1500 + 43200) \cdot 9,81 = 965,4 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

Мінімальний статичний натяг вітки канату:

$$T_2 = (2 \cdot q_{врів} \cdot H_{п} + Q_M) \cdot g, \quad (1.18)$$

$$T_2 = (2 \cdot 17,78 \cdot 1500 + 21200) \cdot 9,81 = 745,4 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

Виконаний розрахунок показує, що для заданих умов може бути використана багатоканатна підйомна машина типу МПМН5х4

1.5.5 Кінематика підйомної установки

Розрахунок ведеться відповідно до [5].

Кількість підйомів піднімальної посудини:

$$n = \frac{A_{г}}{Q_{вант}}, \quad (1.19)$$

$$n = \frac{382,51}{22000 \cdot 10^{-3}} = 17,4 \frac{\text{підйомів}}{\text{год}}$$

Приймаємо кількість підйомів $n = 17 \frac{\text{підйомів}}{\text{год}}$.

Тривалість одного циклу підйому:

$$T_{\text{ц}} = \frac{3600}{n}, \quad (1.20)$$

$$T_{\text{ц}} = \frac{3600}{17} = 211 \text{ с}$$

Час руху посудини за один підйом:

$$T = T_{\text{ц}} - \theta, \quad (1.21)$$

$$T = 211 - 22 = 189 \text{ с}$$

де $\theta = 22 \text{ с}$ – тривалість паузи.

Швидкість сходу порожнього скіпа з розвантажувальних кривих:

$$V_1 = \sqrt{2 \cdot a'_1 \cdot h_0} \leq 1,2 \text{ м/с} \quad (1.22)$$

$$V_1 = \sqrt{2 \cdot 0,3 \cdot 2,2} = 1,15 \text{ м/с}$$

де $h_0 = 2,2 \text{ м}$ – величина шляху розвантаження в кривих;

$a'_1 = 0,3 \text{ м/с}^2$ – прискорення підйомної посудини у розвантажувальних кривих.

Швидкість входу навантаженого скіпа у криві:

$$V'_1 = \sqrt{2 \cdot a'_3 \cdot h_0} \leq 1,0 \text{ м/с} \quad (1.23)$$

$$V'_1 = \sqrt{2 \cdot 0,2 \cdot 2,2} = 0,94 \text{ м/с}$$

					ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $a'_3 = 0,2 \text{ м/с}^2$ – уповільнення підйомної посудини у розвантажувальних кривих.

Тривалість умовної діаграми:

$$T_y = T - \frac{v_1}{a'_1} - \frac{v'_1}{a'_3} \quad (1.24)$$

$$T_y = 189 - \frac{1,15}{0,3} - \frac{0,94}{0,2} = 181,2 \text{ с.}$$

Модуль швидкості:

$$a = \frac{T}{\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3}} \quad (1.25)$$

$$a = \frac{189}{\frac{1}{0,7} + \frac{1}{0,4}} = 66,4 \text{ м/с}^2$$

де $a_1 = 0,7 \text{ м/с}^2$ і $a_3 = 0,7 \text{ м/с}^2$ – прискорення й уповільнення підйомної посудини поза розвантажувальними кривими.

Висота підйому умовної діаграми визначається

$$H_y = H_{\text{п}} - 2 \cdot \frac{v_0 - v_y}{T_y} \quad (1.26)$$

$$H_y = 1500 - 2 \cdot 2,2 - 1,15 \cdot 186,6 = 1287 \text{ м.}$$

Середня швидкість умовної діаграми:

$$V_{\text{сер у}} = \frac{H_y}{T_y} \quad (1.27)$$

$$V_{\text{сер у}} = \frac{1287}{186,6} = 7 \text{ м/с}$$

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

Максимальна швидкість умовної діаграми:

$$V_{\max y} = a - \sqrt{a^2 - 2 \cdot a \cdot V_{\text{сер } y}} \quad (1.28)$$

$$V_{\max y} = 66,4 - \sqrt{66,4^2 - 2 \cdot 66,4 \cdot 7,1} = 8,4 \text{ м/с}$$

Максимальна швидкість за фактичною діаграмою визначається таким чином:

$$V_{\max} = V_{\max y} + V_1 \quad (1.29)$$

$$V_{\max} = 8,4 + 1,15 = 9,59 \text{ м/с}$$

Визначимо число обертів двигуна, що відповідає розрахунковому значенню максимальної швидкості:

$$n_{\text{роз}} = \frac{60 \cdot V_{\max}}{\pi \cdot D_{\text{шк}}} \cdot i \quad (1.30)$$

$$n_{\text{роз}} = \frac{60 \cdot 9,59}{3,14 \cdot 5} \cdot 10,5 = 384,6 \text{ об/хв.}$$

де $i = 10,5$ – передатне відношення редуктора

Визначать найбільше до розрахункового синхронне число обертів асинхронного двигуна за виразом:

$$n_{\text{об}} = \frac{60 \cdot f}{p_{\text{пол}}} \quad (1.31)$$

$$n_{\text{об}} = \frac{60 \cdot 50}{8} = 375 \text{ об/хв.}$$

де $f = 50 \text{ Гц}$ – це мислова частота струму;

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

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ

Арк.

Визначається номінальні оберти двигуна:

$$n_H = n_{об} \cdot (1 - S_H), \quad (1.32)$$

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

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

Фактична максимальна швидкість підйому:

$$V_{\max\phi} = 9,9 \cdot \frac{363,75}{384,6} = 9,07 \text{ м/с.} \quad (1.33)$$

Тривалість прискореного руху порожнього скіпа поза розвантажувальними кривими:

$$t_1 = \frac{V_{\max\phi} - V_1}{a_1}, \quad (1.34)$$

$$t_1 = \frac{9,07 - 1,15}{0,7} = 11,3 \text{ с.}$$

Величина шляху прискореного руху порожнього скіпа поза розвантажувальними кривими:

$$h_1 = \frac{V_{\max\phi} - V_1}{2} \cdot t_1, \quad (1.35)$$

$$h_1 = \frac{9,07 - 1,15}{2} \cdot 11,3 = 57,8 \text{ м.}$$

Час уповільненого руху навантаженого скіпа перед розвантажувальними кривими:

									ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$t_3 = \frac{V_{\max \phi} - V_1'}{a_3}, \quad (1.36)$$

$$t_3 = \frac{9,07 - 0,94}{0,7} = 11,6 \text{ с.}$$

Шлях уповільненого навантаженого скіпа перед розвантажувальними кривими:

$$h_3 = \frac{V_{\max \phi} + V_1'}{2} \cdot t_3 \quad (1.37)$$

$$h_3 = \frac{9,07 + 0,94}{2} \cdot 11,6 = 58,1 \text{ м}$$

Час і шлях рівномірного руху:

$$t_2 = \frac{h_2}{V_{\max \phi}} \quad (1.38)$$

$$t_2 = \frac{1,38 \cdot 10^3}{9,07} = 152,1 \text{ с.}$$

$$h_2 = H_{\text{п}} - 2 \cdot h_0 - h_1 - h_3, \quad (1.39)$$

$$h_2 = 1500 - 2 \cdot 2,2 - 57,8 - 58,1 = 1,38 \cdot 10^3 \text{ м.}$$

Тривалість швидкого прискореного та уповільненого руху скіпа у розвантажувальних кривих:

$$t_1' = \frac{V_1}{a_1'} \quad (1.40)$$

$$t_1' = \frac{1,15}{0,3} = 3,83 \text{ с.}$$

$$t_3' = \frac{V_1'}{a_3'} \quad (1.41)$$

$$t_3' = \frac{0,94}{0,2} = 4,7 \text{ с.}$$

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

Фактична тривалість руху підйомних посудин

$$T_{\phi} = t'_1 + t_1 + t_2 + t_3 + t'_3 \leq T, \quad (1.42)$$

$$T_{\phi} = 3,83 + 11,6 + 15,1 + 11,6 + 4,7 = 183,5 \text{ с.}$$

$T = 189 \text{ с}$ – умова виконується.

Фактичний коефіцієнт резерву продуктивності підйомної установки:

$$C_{\phi} = \frac{T + \theta}{T_{\phi} + \theta'} \quad (1.43)$$

$$C_{\phi} = 1,5 \cdot \frac{189 + 22}{183,5 + 22} = 1,5$$

де $C = 1,5$ – коефіцієнт нерівномірності завантаження скіпа, для підйомних посудин вугільної промисловості.

За результати обчислення відповідно до [5] була побудована діаграма швидкостей і прискорення (рисунок 1.4).

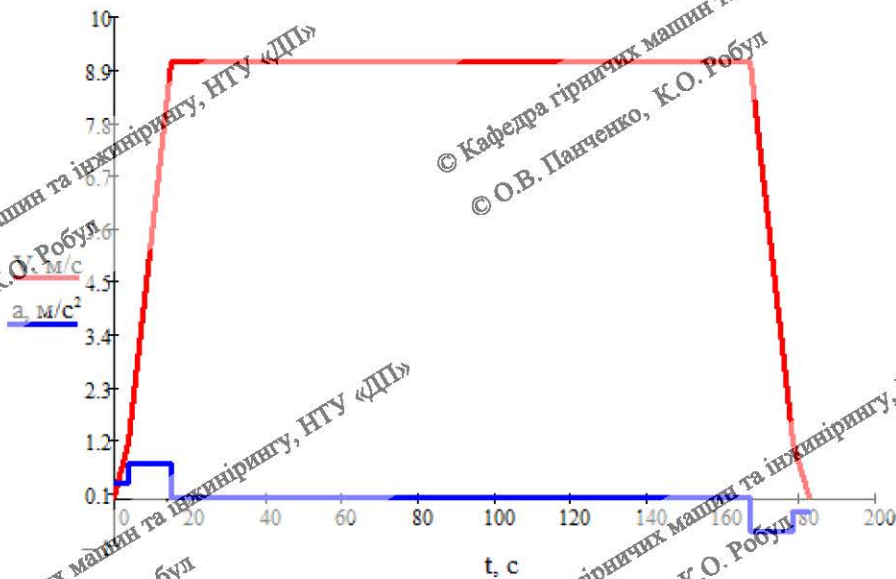


Рисунок 1.4 – Діаграма швидкостей і прискорень

1.5.6 Динаміка підійомної установки

Для аналізу динаміки підійомної установки виконаємо розрахунок як наведено у [5].

Коефіцієнт статичної неврівноваженості визначається за формулою:

$$\delta = \frac{p_k \cdot H_{\text{п}}}{k \cdot Q_{\text{вант}}}, \quad (1.44)$$

$$\delta = \frac{8,89 \cdot 1500}{1,15 \cdot 220000} = 0,52.$$

де $\delta \geq 1,75$ – для скіпів.

При $\delta \geq 0,5$ підійомну установку доцільно врівноважити хвостовим канатом, маса одного метра якого дорівнює масі одного метра головного канату, тобто $q = p$.

Маса рухомих елементів, яка приведена до кола органу навівання:

$$m_i = m_{\text{пост}} + m_{\text{об}}, \quad (1.45)$$

$$m_i = 9,76 \cdot 10^4 + 6,072 \cdot 10^4 = 1,583 \cdot 10^5$$

$m_{\text{пост}}$ і $m_{\text{об}}$ – маса елементів що розраховані за формулам (1.54) та (1.55).

Висоту координат розраховують:

$$h_k = h_{\text{пБ}} + h_{\text{пП}} + h_{\text{пР}} + h_{\text{пФ}} + 0,75 \cdot R_{\text{ш}}, \quad (1.46)$$

$$h_k = 35 + 2,35 + 0,3 + 3 + 0,75 \cdot 2,5 = 42,52 \text{ м.}$$

де $h_{\text{пБ}} = 35$ м – рівень приймального бункера багатоканатного підйому;

$h_{\text{пП}} = 2,35$ м – висота підійомної посудини;

$h_{\text{пР}} = 0,3$ м – підвищення скіпа над приймальним бункером;

$h_{\text{пФ}} = 3$ м – висота перепідйому багатоканатних машин;

$R_{III} = 2,5 \text{ м}$ – радіус шківа.

Відстань від осі канату до осі піднімальної машини:

$$L_6 \min = 0,6 \cdot h_k + 3,5 + D_6, \quad (1.47)$$

$$L_6 \min = 0,6 \cdot 42,5 + 3,5 + 5 = 34 \text{ м.}$$

Раціональне значення цього розміру перебуває в межах:

$$0,9 \cdot h_k \leq L_6 \leq 2 \cdot h_k \quad (1.48)$$

$$0,9 \cdot 42,5 \leq L_6 \leq 2 \cdot 42,5$$

$$38,2 \leq L_6 \leq 85$$

Приймаємо $L_6 = 40 \text{ мм}$.

Довжина струни канату розраховується за формулою:

$$L_c = \sqrt{(L_6 - R_{III})^2 + (h_k - c)^2} \leq 65 \text{ м,} \quad (1.49)$$

$$L_c = \sqrt{(40 - 2,5)^2 + (42,5 - 1)^2} = 55,9 \text{ м.}$$

Максимальна довжина канату визначається таким чином:

$$H_0 = h_{зБ} + H_{II} + h_k \quad (1.50)$$

$$H_0 = 30 + 1500 + 42,5 = 1573 \text{ м.}$$

$h_{зБ} = 30 \text{ м}$ – висота завантаження скіпа нижче приствольного двору.

Довжина однієї гілки головного канату розраховується за формулою:

$$L_p = H_0 + L_c + l_{рез} + Z_{тр} \cdot \pi \cdot D_6 \quad (1.51)$$

$$L_p = 1530 + 55,9 + 30 + 3,14 \cdot 5 = 1706 \text{ м.}$$

Арк.

ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

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

$Z_{тр} = 3$ – мертві витки тертя.

Довжина хвостового канату:

$$L_q = H_{п} + (Z_{тр} \dots 40), \quad (1.52)$$

$$L_q = 1500 + 30 = 1530 \text{ м.}$$

Маса елементів, які здійснюють поступальний рух:

$$m_{пост} = Q_{вант} + 2 \cdot Q_{м} + 2 \cdot L_p \cdot \rho_k + L_q \cdot q_{врів}, \quad (1.53)$$

$$m_{пост} = 22000 + 2 \cdot 21200 + 2 \cdot 1706 \cdot 8,89 + 1530 \cdot 17,78 = 9,76 \cdot 10^4 \text{ кг}$$

Маса обертових елементів підійомної установки що приведена до кола органу навівання:

$$m_{об} = m_6 + n_{нш} \cdot m_{нш} + k_{зп} \cdot n_{дв} \cdot m_p, \quad (1.54)$$

$$m_{об} = 2,608 \cdot 10^4 + 2 \cdot 2 \cdot 10^3 + 1,3 \cdot 2 \cdot 1,178 \cdot 10^4 = 6,072 \cdot 10^4 \text{ кг.}$$

де $k_{зп} = 1,3$ – коефіцієнт, враховує приведену до кола органу навівання масу зубчатої передачі редуктора;

$n_{нш}$ і $n_{дв}$ відповідно кількості шківів і привідних електродвигунів;

m_6 , $m_{нш}$ та m_p – маси, що приведені до кола органу навівання, відповідно барабана, напрямного шківа, та редуктора електродвигуна, які розраховуються за формулами (1.56), (1.57) та (1.58).

Маса барабана, приведеного до кола органу навівання:

$$m_6 = \frac{M_6 \cdot 10^3}{g \cdot D_{ш}^2}, \quad (1.55)$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ

$$m_{\zeta} = \frac{6396 \cdot 10^3}{9,81 \cdot 5^2} = 2,608 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

де $M_{\zeta} = 6396 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$ – маховий момент машини, НТУ «ДП»

Маса напрямного шківів, приведеного до кола органу навівання:

$$m_{\text{НШ}} = \frac{M_{\text{НШ}} \cdot 10^3}{g \cdot D_{\text{ш}}^2}, \tag{1.56}$$

$$m_{\text{НШ}} = \frac{490,5 \cdot 10^3}{9,81 \cdot 5^2} = 2 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

де $M_{\text{НШ}} = 490,5 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$ – маховий момент напрямного шківів.

Маса напрямного шківів, приведеного до кола органу навівання:

$$m_{\text{р}} = \frac{M_{\text{р}} \cdot 10^3}{g \cdot D_{\text{р}}^2} \tag{1.57}$$

Для визначення махового моменту ротора привідного двигуна попередньо визначимо його орієнтовану потужність:

$$P_{\text{ор}} = \frac{k \cdot Q_{\text{вант}} \cdot H_{\text{п}} \cdot g}{1000 \cdot T_{\text{ф}} \cdot \eta_{\text{зп}}}, \tag{1.58}$$

$$P_{\text{ор}} = \frac{1,15 \cdot 22000 \cdot 1500}{1000 \cdot 182,4 \cdot 0,93} = 3,053 \cdot 10^3 \text{ кВт.}$$

де $\eta_{\text{зп}} = 0,93$ – КПД зубчатої передачі.

Так як у нас два двигуна, то орієнтовану потужність ділимо навпіл, та приймаємо двигун постійного струм АКН4-17-28-16У3, у якого номінальна потужність на валу 1600 кВт, та маховий момент ротора $M_{\text{р}} = 2890 \text{ кН} \cdot \text{м}^2$.

$$m_{\text{р}} = \frac{2890 \cdot 10^3}{9,81 \cdot 5^2} = 1,178 \cdot 10^4 \text{ кг.}$$

					ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.7 Розрахунок діаграми зусиль

Розрахунок діаграм зусиль на колі органу навівання проводиться за рівнянням [6]:

$$F = g \cdot [k \cdot Q_{\Pi} + (p - q) \cdot (H - 2 \cdot x_i)] \pm m_i \cdot a_i \quad (1.59)$$

де k – коефіцієнт, що враховує шкідливі опори руху (для скіпових установок $k = 1,15$);

x_i – шлях, пройдений посудиною від початку підйому.

Так як $\delta = 0,5$, то $p = q$, тобто формула прийме такий вигляд:

$$F = g \cdot k \cdot Q_{\Pi} + m_i \cdot a_i, \quad (1.60)$$

Перший період:

$$F_1 = g \cdot k \cdot Q_{\Pi} + m_i \cdot a'_1 = 9,81 \cdot 1,15 \cdot 22000 + 1,563 \cdot 10^5 \cdot 0,3 = 2,95 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

$$F'_1 = g \cdot k \cdot Q_{\Pi} + m_i \cdot a'_1 = 9,81 \cdot 1,15 \cdot 22000 + 1,563 \cdot 10^5 \cdot 0,3 = 2,95 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

Другий період:

$$F_2 = g \cdot k \cdot Q_{\Pi} + m_i \cdot a_1 = 9,81 \cdot 1,15 \cdot 22000 + 1,563 \cdot 10^5 \cdot 0,7 = 3,59 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

$$F'_2 = g \cdot k \cdot Q_{\Pi} + m_i \cdot a_1 = 9,81 \cdot 1,15 \cdot 22000 + 1,563 \cdot 10^5 \cdot 0,7 = 3,59 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

Третій період:

$$F_3 = g \cdot k \cdot Q_{\Pi} = 9,81 \cdot 1,15 \cdot 22000 = 2,482 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

$$F'_3 = g \cdot k \cdot Q_{\Pi} = 9,81 \cdot 1,15 \cdot 22000 = 2,482 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

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

ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ

Арк.

Четвертий період:

$$F_4 = g \cdot k \cdot Q_{II} - m_i \cdot a_3 = 9,81 \cdot 1,15 \cdot 22000 + 1,563 \cdot 10^5 \cdot 0,7 = 1,374 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

$$F'_4 = g \cdot k \cdot Q_{II} - m_i \cdot a_3 = 9,81 \cdot 1,15 \cdot 22000 + 1,563 \cdot 10^5 \cdot 0,7 = 1,374 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

П'ятий період:

$$F_5 = g \cdot k \cdot Q_{II} + m_i \cdot a'_3 = 9,81 \cdot 1,15 \cdot 22000 + 1,563 \cdot 10^5 \cdot 0,2 = 2,165 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

$$F'_5 = g \cdot k \cdot Q_{II} + m_i \cdot a'_3 = 9,81 \cdot 1,15 \cdot 22000 + 1,563 \cdot 10^5 \cdot 0,2 = 2,165 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

За отриманими даними побудуємо діаграму зусиль (рисунок 1.5).

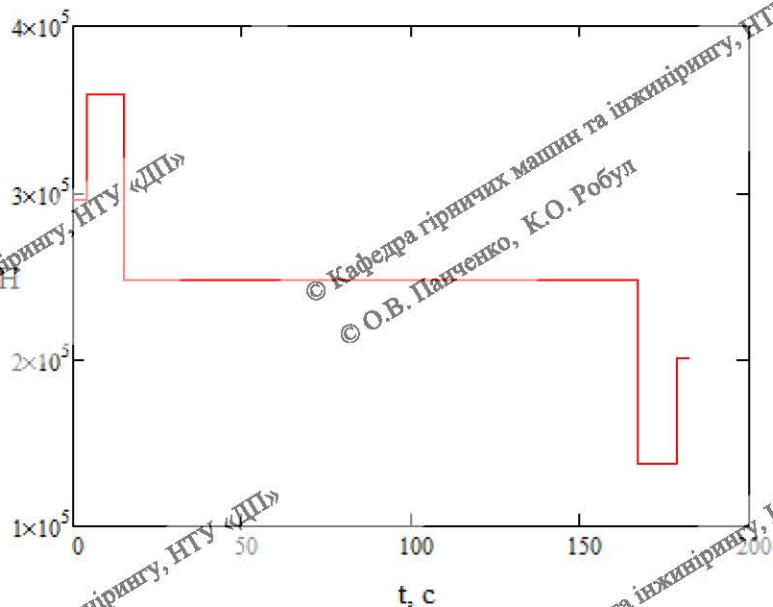


Рисунок 1.5 - Діаграма зусиль

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1.5.8 Визначення потужності і вибір приводного двигуна

Точний розрахунок потужності приводного двигуна проводиться на підставі діаграми рушійних зусиль і виконується відповідно [5] в наступній послідовності:

Визначається еквівалентний час роботи двигуна:

$$T_e = \frac{2}{3} \cdot (t'_1 + t_1 + t_3 + t'_3) + t_2 + \beta \cdot \theta, \quad (1.61)$$

$$T_e = \frac{2}{3} \cdot (3,83 + 11,3 + 11,6 + 4,7) + 152,1 + \frac{1}{3} \cdot 22 = 180,4 \text{ с.}$$

де $\alpha = \frac{1}{3}$ та $\beta = \frac{1}{3}$ – коефіцієнти що враховують погіршення охолодження двигуна в періоди несталих руху і пауз.

Визначається еквівалентне зусилля за виразом:

$$F_e = \sqrt{\frac{\int_0^T F^2 dt}{T_e}}, \quad (1.62)$$

$$F_e = \sqrt{\frac{1,53 \cdot 10^{13}}{180,4}} = 2,528 \cdot 10^5 \text{ Н.}$$

Для п'ятиперіодної діаграми чисельник формули (1.63) складається з п'яти членів і розраховується так:

$$\int_0^T F^2 dt = \frac{F_1^2 + (F'_1)^2}{2} t'_1 + \frac{F_2^2 + (F'_2)^2}{2} t_1 + \frac{F_3^2 + F_3 F'_3 + (F'_3)^2}{3} t_2 + \frac{F_4^2 + (F'_4)^2}{2} t_3 + \frac{F_5^2 + (F'_5)^2}{2} t'_3, \quad (1.63)$$

						ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$\int_0^T F^2 dt = \frac{(2,95 \cdot 10^5)^2 + (2,95 \cdot 10^5)^2}{2} \cdot 3,83 + \frac{(3,57 \cdot 10^5)^2 + (3,57 \cdot 10^5)^2}{2} \cdot 11,3 + \frac{(2,482 \cdot 10^5)^2 + (2,482 \cdot 10^5)^2}{3} \cdot 152,1 + \frac{(1,388 \cdot 10^5)^2 + (1,388 \cdot 10^5)^2}{2} \cdot 11,6 + \frac{(2,013 \cdot 10^5)^2 + (2,013 \cdot 10^5)^2}{2} \cdot 4,7 = 1,153 \cdot 10^{13} \text{ Н}^2 \cdot \text{с.}$$

Еквівалентна потужність наведеного двигуна:

$$P_{\text{екв}} = \frac{F_e \cdot v_{\text{max}}}{1000 \cdot \eta_{\text{ЗП}}}, \quad (1.64)$$

$$P_{\text{екв}} = \frac{2,528 \cdot 10^5 \cdot 9,6}{1000 \cdot 0,93} = 2,657 \cdot 10^3 \text{ кВт.}$$

За отриманими раніше даними: необхідної швидкості обертання $n = 400 \text{ об/хв}$, і необхідної еквівалентної потужності двигуна $P_{\text{екв}} = 1304 \text{ кВт}$

остаточно приймаємо двигун АКН4-17-28-16УЗ з такими параметрами: номінальна напруга 6000 В; швидкість обертання 400 об/хв; КПД 90,6 %; $\frac{m_{\text{max}}}{m_{\text{ном}}} = 2,3$; маховий момент ротора 2890 кН \cdot м.

Номінальне зусилля обраного двигуна

$$F_{\text{ном}} = \frac{1000 \cdot P_{\text{ном}} \cdot \eta_{\text{ЗП}}}{v_{\text{max}}}, \quad (1.65)$$

$$F_{\text{ном}} = \frac{1000 \cdot 1304 \cdot 0,93}{9,6} = 1,552 \cdot 10^5 \text{ Н.}$$

Обраний двигун перевіряємо на короткочасне перевантаження:

					ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\gamma = \frac{F_{\max}}{F_{\text{ном}}} \leq 1,6 \dots 1,8, \quad (1.66)$$

$$\gamma = \frac{3,59 \cdot 10^5}{1,552 \cdot 10^5} = 2,315.$$

Де F_{\max} – максимальне зусилля діаграми рушійних зусиль для даного розрахунку $F_{\max} = F_2$).

Перевірка зійшлася, отже можемо використувати даний двигун для нашої підйимальної машини.

1.5.9 Вибір редуктора підйомної установки

Визначимо крутний момент на валу електродвигуна [5, 8]:

$$M_{\text{кр}} = \frac{N_d}{n} \cdot 9550, \quad (1.67)$$

$$M_{\text{кр ел}} = \frac{1600}{375} \cdot 9550 = 4,074 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Визначимо крутний момент редуктора:

$$M_{\text{кр ред}} = M_{\text{кр}} \cdot i, \quad (1.68)$$

$$M_{\text{кр ред}} = 4,074 \cdot 10^4 \cdot 10,5 = 4,278 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Виходячи з крутного моменту редуктора і передавальному відношенню, приймаємо двигун з такими параметрами [2]: тип редуктора механізму підйому ЦО-18; передаточне число 10,5; крутний момент редуктора 640 кН · м; маса 38 т.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ

Арк.

1.6 Визначення параметрів копрового шків

За Правилами безпеки (ПБ) діаметр копрового направляючого шків визначається, виходячи з таких співвідношень, для шківів встановлених на верхній поверхні:

$$D_{\text{шк}} \geq 80d_k, \quad (1.69)$$

$$D_{\text{шк}} \geq 80 \cdot 45,5 = 3,64 \cdot 10^3 \text{ мм.} \quad (1.70)$$

$$D_{\text{шк}} \geq 1200 \cdot 2,6 = 3,12 \cdot 10^3 \text{ мм.}$$

Виходячи з цих значень, приймаємо $D_{\text{шк}} = 4000 \text{ мм}$.

Товщину лобовини приймаємо відповідно до існуючих конструкцій рівною 12 мм. Далі цей розмір буде уточнюватися.

1.6.1 Попередній розрахунок валу

Попередніх розрахунків відомо що відстань між канатами дорівнює 300 мм, тоді довжина валу складатиме приблизно 2 м. Для попереднього розрахунку схема навантаження валу набуває вигляду, як на рисунку 1.6. Відповідно до рисунку 1.6, б максимальне значення згинального моменту складатиме 892 кН·м. На рисунку позначено $T'_1 = 1782 \text{ кН}$ – результуюча сила від натягу канатів (її значення визначено з силового трикутника на рисунку 1.6, а). Тоді максимальне значення згинального моменту

$$M_z = \frac{T'_1}{2} \cdot x = \frac{1782}{2} \cdot 1 = 892 \text{ кН} \cdot \text{м.} \quad (1.71)$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ

Арк.

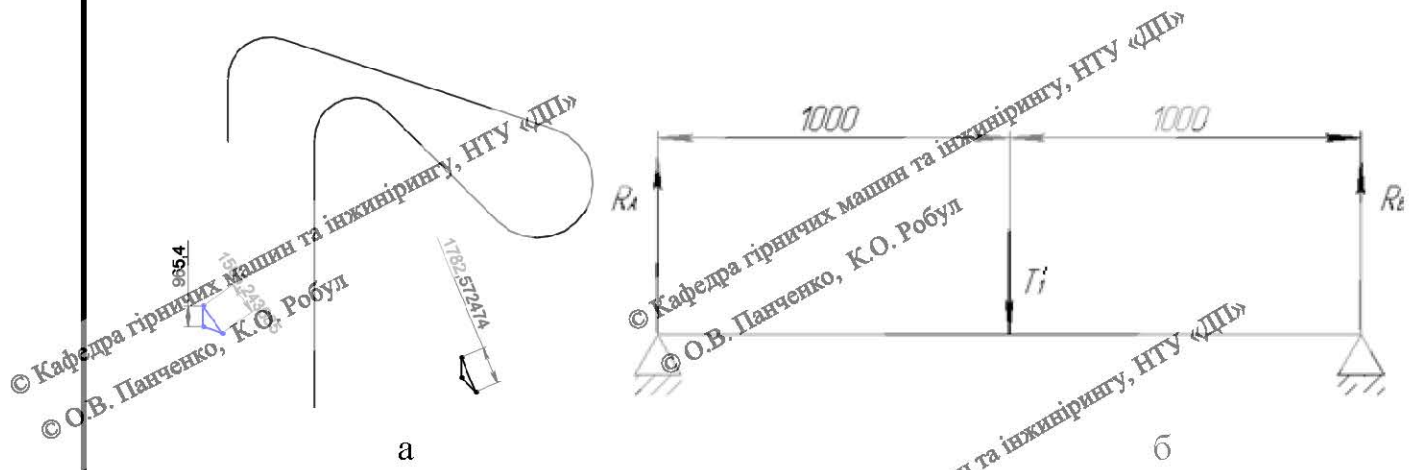


Рисунок 1.6 – Розрахункова модель валу

Визначимо мінімальний діаметр валу з умови на згинання [8]:

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{M_3}{0,1 \cdot [\sigma]}} \quad (1.72)$$

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{892000}{0,1 \cdot 115 \cdot 10^6}} = 42 \text{ мм.}$$

де $[\sigma] = 115 \text{ МПа}$ – допустиме напруження при згинанні (пульсуючого) навантаження [7].

Визначимо мінімальний діаметр валу копрового шківка з умови на зріз:

$$d_{зр} = \sqrt{\frac{T_{14}}{2 \cdot \tau_{ср}}} \quad (1.73)$$

$$d_{зр} = \sqrt{\frac{1782000 \cdot 4}{2 \cdot 3,14 \cdot 90 \cdot 10^6}} = 115 \text{ мм.}$$

де R_i – максимальне значення сили від реакції опор, рівне R_{B1} ; $\tau_{ср}$ – допустиме напруження на зріз.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

З формули (1.73) та (1.74) видно, що небезпечним розрахунковим випадком є згинання валу. Тому приймаємо діаметр валу з урахуванням запасу міцності в його мінімальному перетині рівним 460 мм.

Призначимо діаметри шліпів валу відповідно до рисунку 1.7. При розміри заплечиків валу приймається в діапазоні $\Delta = 20 \dots 30$ мм, тоді

$$d_{II} = 460 \text{ мм}$$

$$d_{III} = d_{II} + 2 \cdot \Delta = 460 + 2 \cdot 30 = 500 \text{ мм.}$$

$$d^* = d_{III} + 2 \cdot \Delta = 500 + 2 \cdot 20 = 550 \text{ мм.}$$

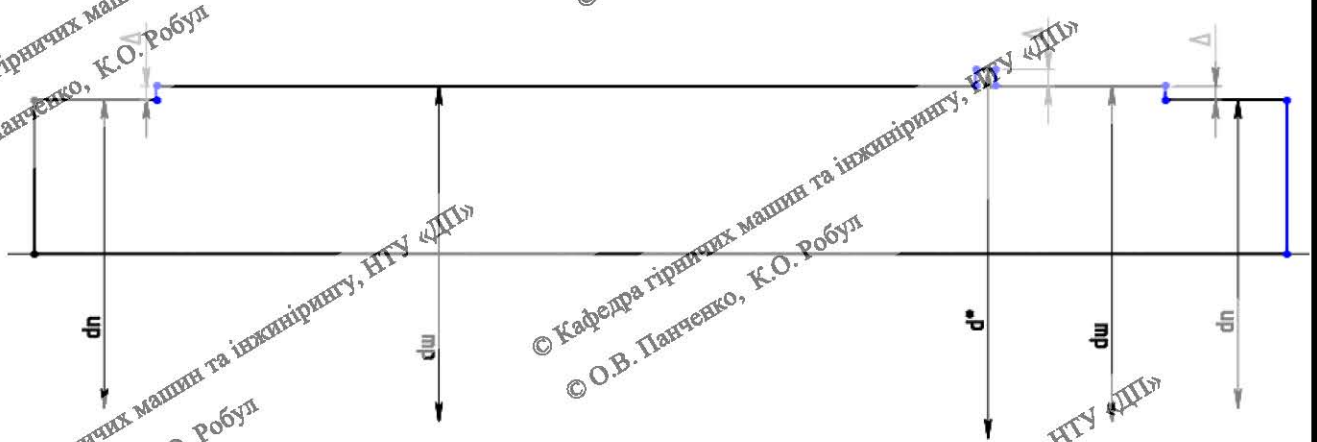


Рисунок 1.7 – Попередній ескіз валу

Відповідно до діаметру валу 460 мм приймаємо дворядний роликаний радіальний сферичний самоустановлюючий підшипник серії 3003792. Даний підшипник має наступні технічні характеристики: внутрішній діаметр – 460 мм; зовнішній діаметр – 760 мм; ширина – 240 мм; маса – 473 кг; кількість роликів – 48 шт.; вантажопідйомність динамічна – 5180 кН; вантажопідйомність статична – 10800 кН; максимальна номінальна частота обертання – 400 об/хв. Даний підшипник сприймає високі радіальні і діючі в обох напрямках осеві навантаження. Він розрахований на максимальну вантажопідйомність $C_1 > 1$, завдяки максимально можливого числа великих і гранично довгих роликів, придатний для роботи при важких навантаженнях.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ

Арк.

Завдяки оптимальному контакту роликів і доріжок кочення в підшипнику забезпечується рівномірний розподіл контактних напружень.

1.6.2 Побудова комп'ютерної моделі копрового шківів

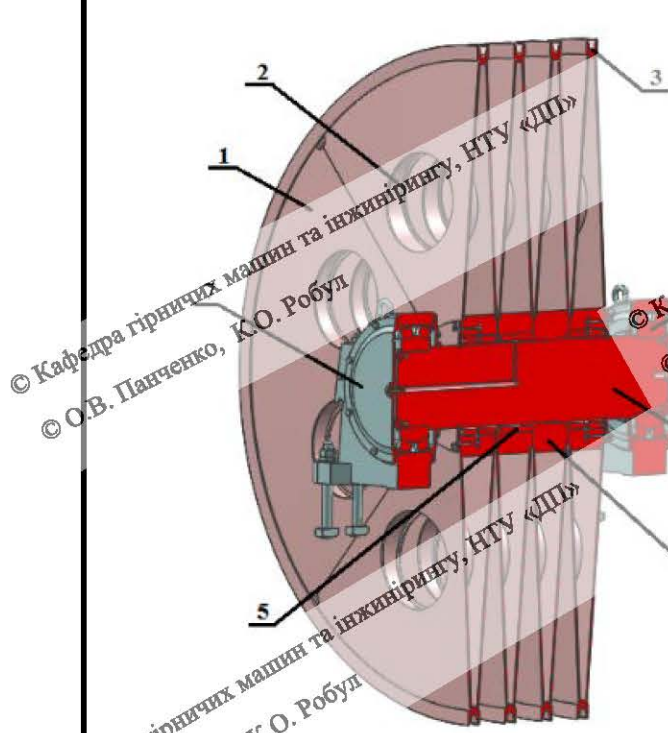
За розрахованими раніше даними (п. 1.6), а також, проаналізувавши умови застосування, призначення, склад, технічні характеристики і існуючі конструкції (п. 1.3–1.5) методами висхідного і спадного проектування розроблена комп'ютерна модель копрового шківів багатоканатною підйомної установки. При цьому було використано для лобовини прокатний лист товщиною 2 мм з матеріалу Ст3 по ГОСТ 19903-74.

Конструкція шківів набула наступний вигляд (рисунк 1.8). На валу 8 розташовано чотири шківів. Заклинений шків 4 закріплений на валу нерухомо по пресовій посадці, інші шківів з бронзовими втулками надіті на вал по ходової посадці. Це дозволяє шківам в процесі роботи повертатися відносно один до одного, та уникати прослізування канатів через відмінності в діаметрах шківів. Для підведення мастила до рухомих шківів в центрі і по всьому валу просвердлені отвори і встановлені тавотніці. Шківів – звареної конструкції. В обіді проточується канавка для підвального канату. Вал копрового шківів складається на радіальні самоустановлювальні роликопідшипники які поміщені в литі корпуси.

Корпус підшипника спроектовано відповідно [8]. Конструкція з основними розмірами показана на рисунку 1.9.

В ході комп'ютерного моделювання запропоновану конструкцію шківів було перевірено на збирання саме на наявність потрібних зазорів, та відсутність інтерференцій. Було створено: загальна кількість компонентів - 506; унікальні деталі - 43; унікальні вузли збірки - 14 (рисунк 1.8).

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ					



Общее количество компонентов в Шкивы копровые:	506
Детали:	462
Уникальные документы детали:	60
Уникальные детали:	43
Узлы сборки:	44
Уникальные узлы сборки:	14
Уникальные документы узлов сборки:	9
Максимальная глубина вложенности:	3
Число компонентов верхнего уровня:	9
Решенные компоненты:	0
Решенные документы:	1
Решенные детали:	455
Погашенные компоненты:	51
Скрытые компоненты:	0
Виртуальные компоненты:	0
Компоненты конверта:	0
Количество тел:	451
Общее количество вычисленных сопряжений:	27
Число сопряжений верхнего уровня:	33
Количество гибких сопряжений в сборке:	0

1–сектор копрового шківа, 2–розпірки жорсткості, 3–розпірки жорсткості, 4–заклинений шків, 5–переставна втулка, 6–підшипник, 8 – вал, 7– корпус підшипника

Рисунок 1.8 – Комп'ютерна модель копрового шківа. Екранна форма програми SolidWorks

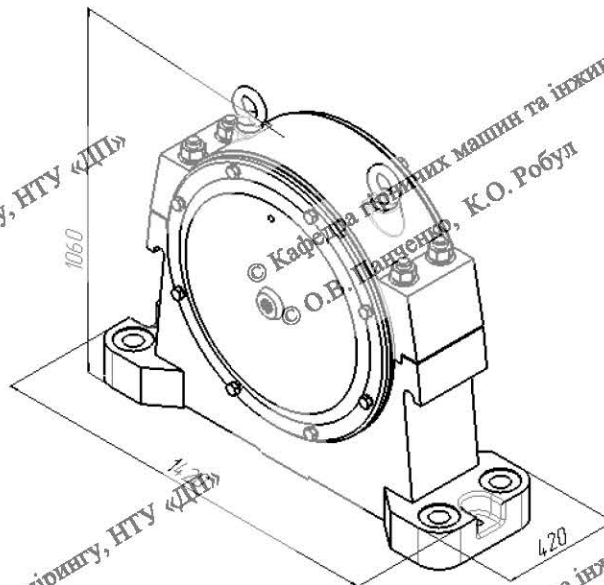


Рисунок 1.9 – Модель корпусу підшипника

1.6.3 Перевірка параметрів шківа методом скінченних елементів

Виконаємо перевірочний розрахунок змодельованого шківа, використовуючи метод скінченних елементів реалізований в SolidWorks Simulation, а саме перевіримо його напружено-деформований стан (НДС).

Так як на копрі встановлено два копрових шківа, то зробимо розрахунки для обох. На загальній збірці копрового шківа знаходиться чотири шківа, в ободі цих шківів встановлені канати, з максимальним статичним натягом T_1 , який діє на поверхню обода відповідно до куту обхвату. Для першого шківа кут дорівнює 48° , а для другого 135° . З метою спрощення розрахунку будемо встановлювати НДС для одного шківа при різних кутах обхвату.

Зробимо розрахунок для першого випадку. Так як на шків діє статичний натяг канату в ободі, то за допомогою інструменту лінії роз'єму, виокремимо ділянку обода, що взаємодіє з канатом. Далі задамо матеріал шківа Ст. 3 – «прокат вуглецева», обмеження: зафіксована геометрія на внутрішньому отворі шківа, на який насаджується вал. Докладемо тиск від натягу канатів на обід в місці створення лінії роз'єму. Так як для розрахунку будемо використовувати один шків, то тиск дорівнюватиме $T_1/4R$, де R – радіус шківа; t – шаг каната (рисунок 1.10).

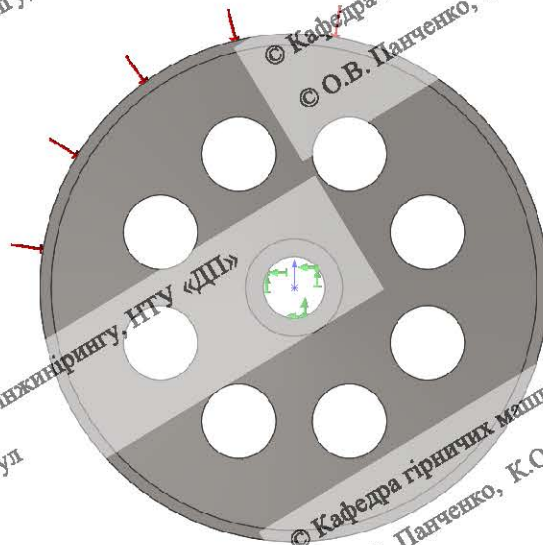


Рисунок 1.10 – Граничні умови, діючі на шків

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ				

Створимо сітку на твердому тілі з глобальним розміром кінцевого елемента рівним 12 мм (приймаємо рівним товщині лобовини). Оцінимо отриманий результат (рисунок 1.11) за допомогою аналізу деталізації сітки (рисунок 1.12). Вважається, сітка задовільною, якщо максимальне співвідношення сторін кінцевого елемента ≤ 20 . У нашому випадку цей параметр склав 16, отже, розмір елементів сітки обрано правильно.

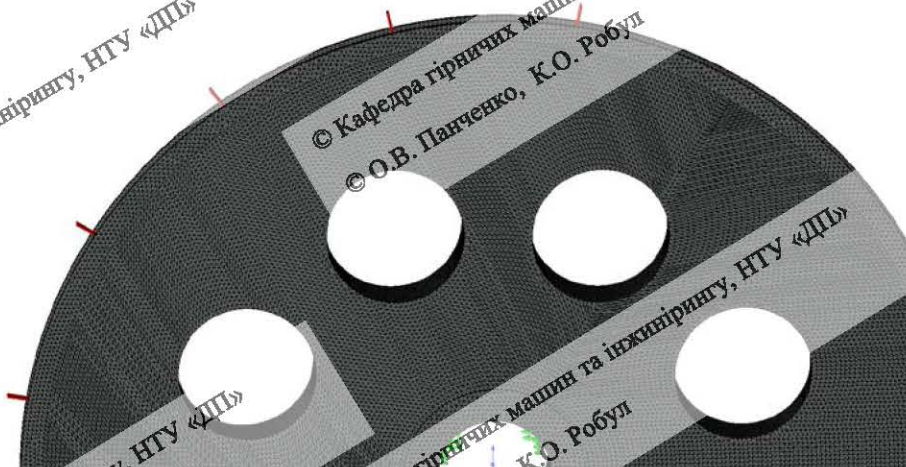


Рисунок 1.11 – Сітка кінцево-елементна

Сетка Детализация	
Имя исследования	Статический анализ 1 (-Пс)
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение	Стандартная сетка
Автоматическое упрощение сетки	Выкл
Включить автоматические сетки	Выкл
Точки Якобиана	4 точки
Размер элемента	12 mm
Плюс	1 mm
Качество сетки	Высокая
Всего узлов	889107
Всего элементов	482010
Максимальное соотношение сторон	16.0105
Процент элементов с соотношением сторон < 3	85.2
Процент элементов с соотношением сторон < 10	0.0118
% искаженных элементов (якобиан)	0
Время для завершения сетки (hh:mm:ss)	00:44:40
Имя компьютера	CHIEF

Рисунок 1.12 – Параметры кінцево-елементної сітки. Екранна форма програми SolidWorks Simulation

Запустимо розрахунок статичного аналізу. Назначимо графік НДС: а) змінимо одиниці виміру з N/m^2 на $N/mm^2 (MPa)$; б) відобразимо максимальне і мінімальне значення.

Відно з рисунка 1.13, максимальне значення напружень дорівнює 27 МПа, а максимальне допустиме 90 МПа. Запас міцності при цьому складає 3,33.

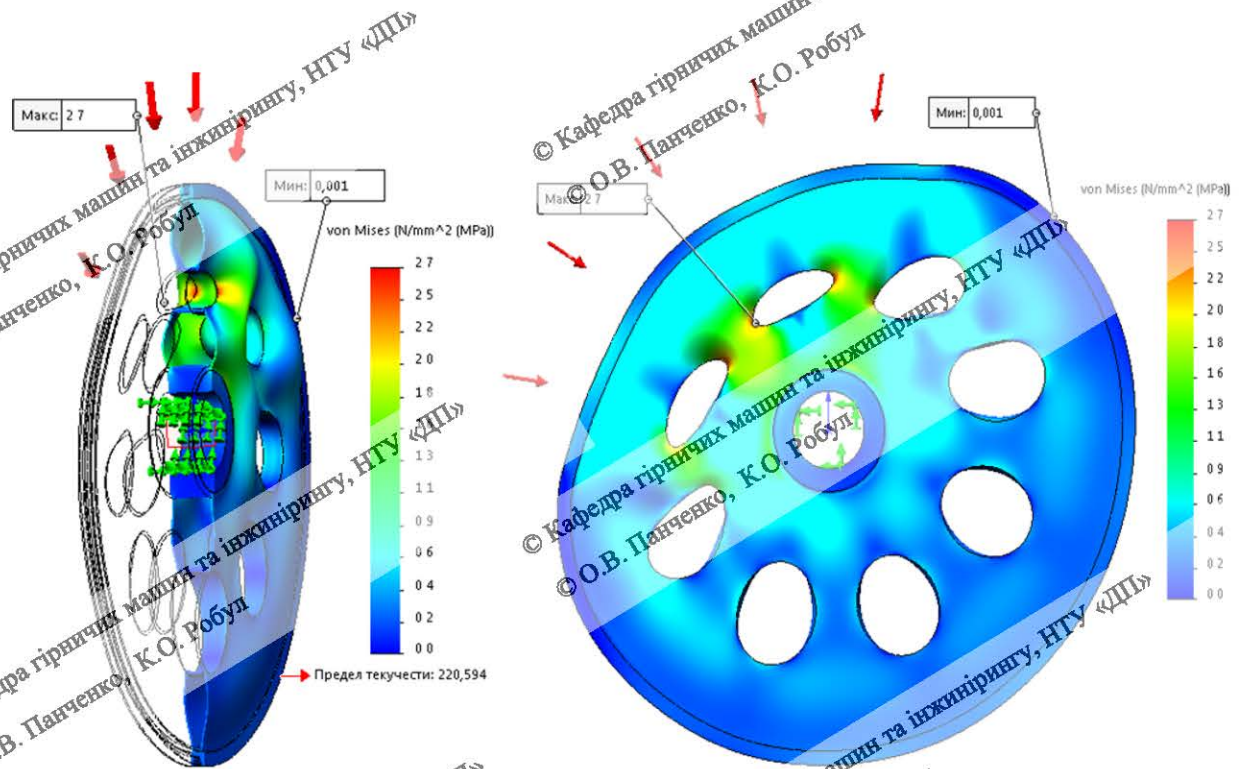


Рисунок 1.13 – НДС першого шківка

Проведемо аналіз для другого шківка використовуючи ту ж саму методику, за винятком того, що змінимо кут обхвату на 135° . Напружено-деформований стан другого шківка (рисунок 1.14) показує, що максимальне напруження дорівнює 26 МПа, що менше ніж максимально допустимий 90 МПа. Запас міцності складає 3,5.

Таким чином підтверджено працездатність спроектованих шківів, так як вони витримують задане навантаження, при цьому запас міцності більш ніж 3.

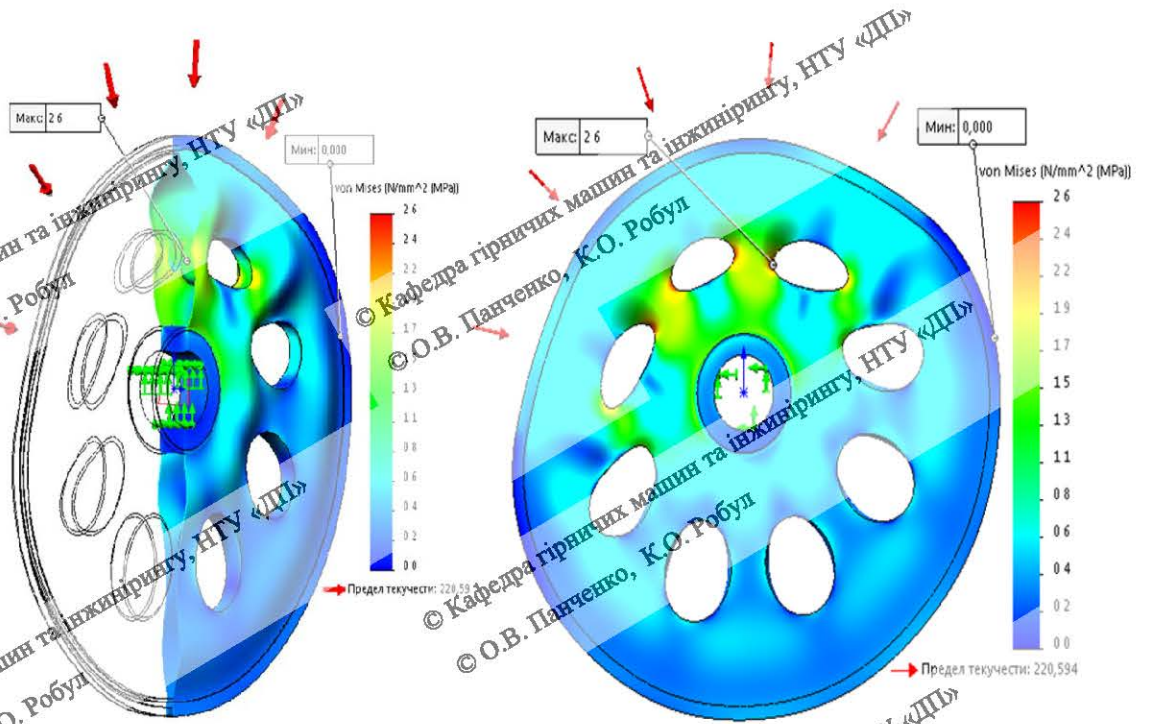


Рисунок 1.14 – НДС другого шківця

1.6.4 Уточнювальний розрахунок валів

1.6.4.1 Визначення навантажень на вал

Для визначення реакцій опор в вузлі копрового шківця, для початку визначимо, які сили діють на вал відхиляючого шківця. Складемо реакцію опор (див. рисунок 1.13), де a і b плече сил, які діють від середини підшипників до центру вала. З малюнка видно що на вал діють: сили які діють від вузла копрового шківця (рисунок 1.16), та R_{ai} і R_{bi} – реакції опор від результуючих сил шківців.

Щоб знайти сили які діють від ваги машини, складемо реакцію рівнянь:

$$\begin{cases} G_a + G_b = G \\ G_a \cdot a = G_b \cdot b \end{cases} \quad (1.74)$$

звідки

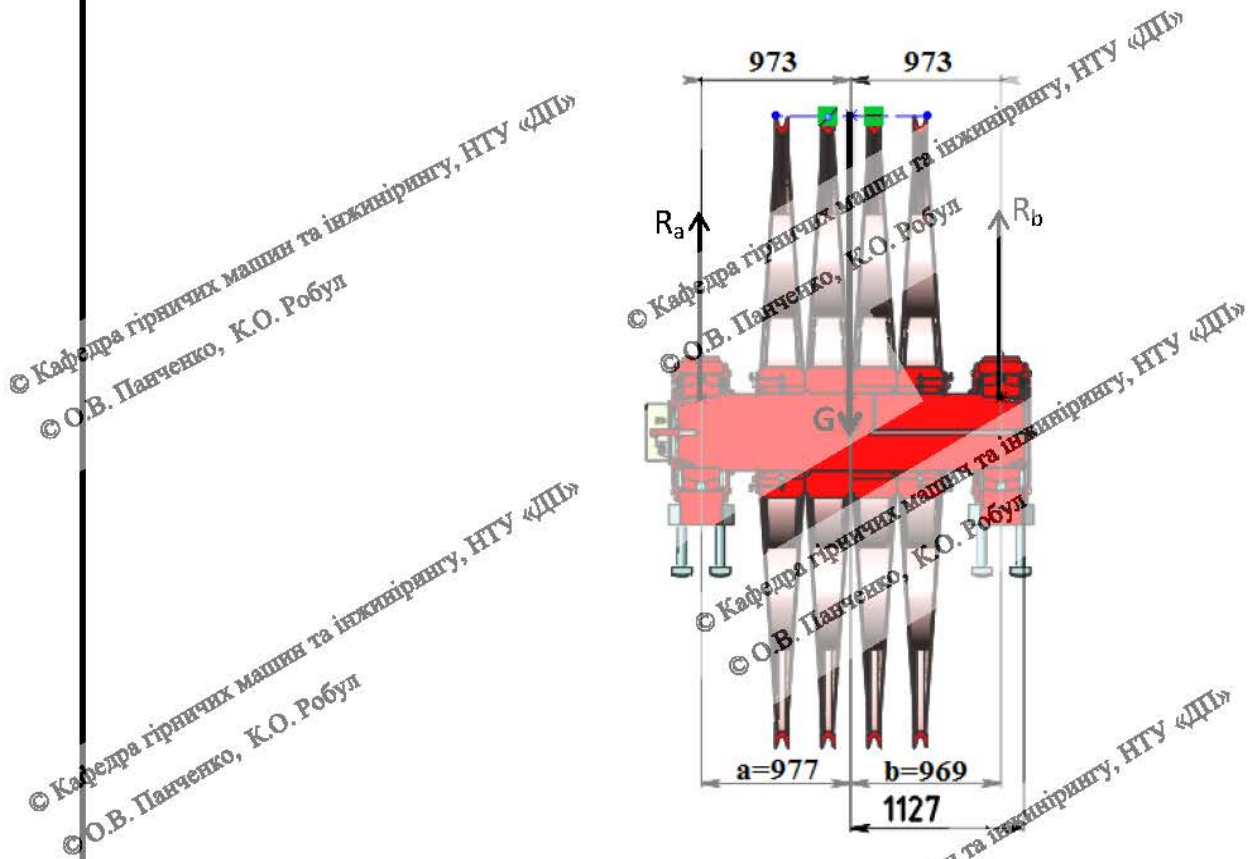


Рисунок 1.15 – Розрахункова схема валу

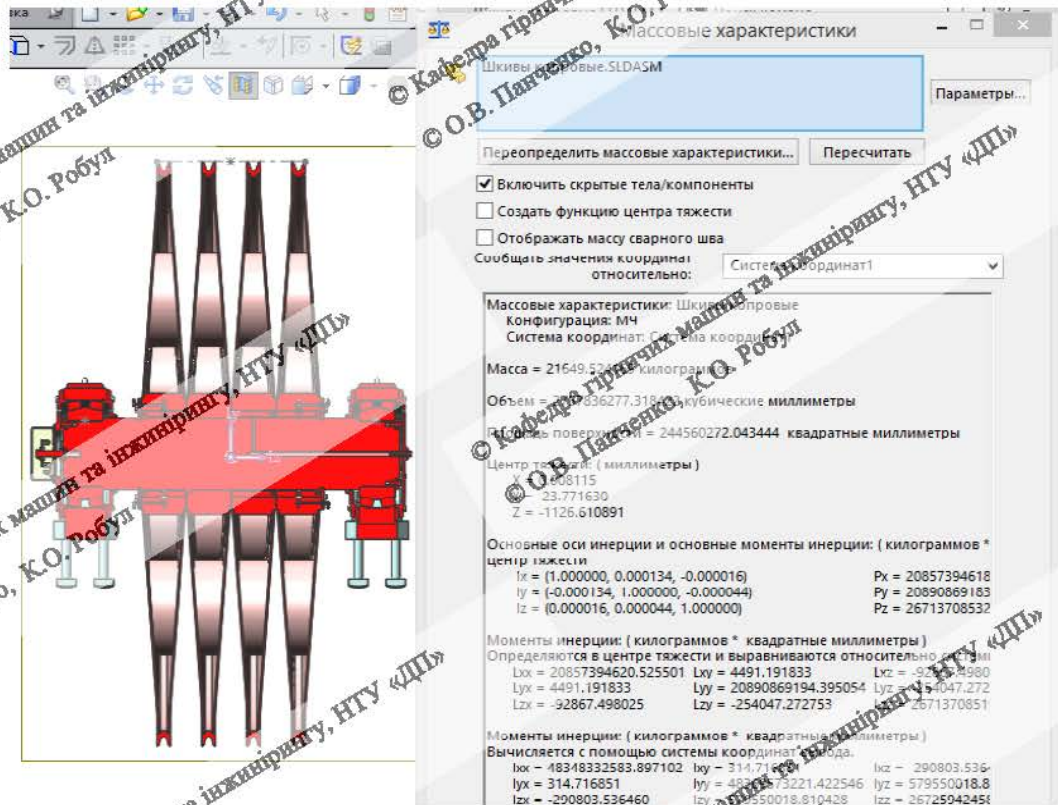


Рисунок 1.16 – Масові характеристики валового шківня. Екранна форма програми SolidWorks

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ

$$G \cdot a - G_b \cdot a = G_b \cdot b,$$

$$G_b = \frac{G \cdot a}{a + b},$$

$$G_b = \frac{216500 \cdot 0,977}{0,977 + 10,969} = 108,7 \text{ кН.}$$

Знайдемо другу складову:

$$G_a = 216,5 - 108,7 = 107,8 \text{ кН.}$$

Для визначення результуючих сил від натягу канатів побудуємо силові трикутники (рисунок 1.17). Поставили результуючі зусилля G_a та G_b , максимальне натяг вітки G_1 , а так само паралельність між гілками канатів першого шківів і другого. З цього знайдемо реакції R_{a1} та R_{b1} для обох шківів. Масштабний коефіцієнт при цьому приймаємо:

$$\mu = \frac{107800}{1078} = 100 \text{ Н/м}$$

Тоді реакції діючих сил для першого шківів визначено графоаналітичним засобом:

$$R_{a1} = 18825 \cdot 100 = 1882500 \text{ Н}$$

$$R_{b1} = 18834 \cdot 100 = 1883400 \text{ Н}$$

Реакції діючих сил для другого шківів:

$$R_{a2} = 16538 \cdot 100 = 1653800 \text{ Н}$$

$$R_{b2} = 16545 \cdot 100 = 1654500 \text{ Н}$$

					ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

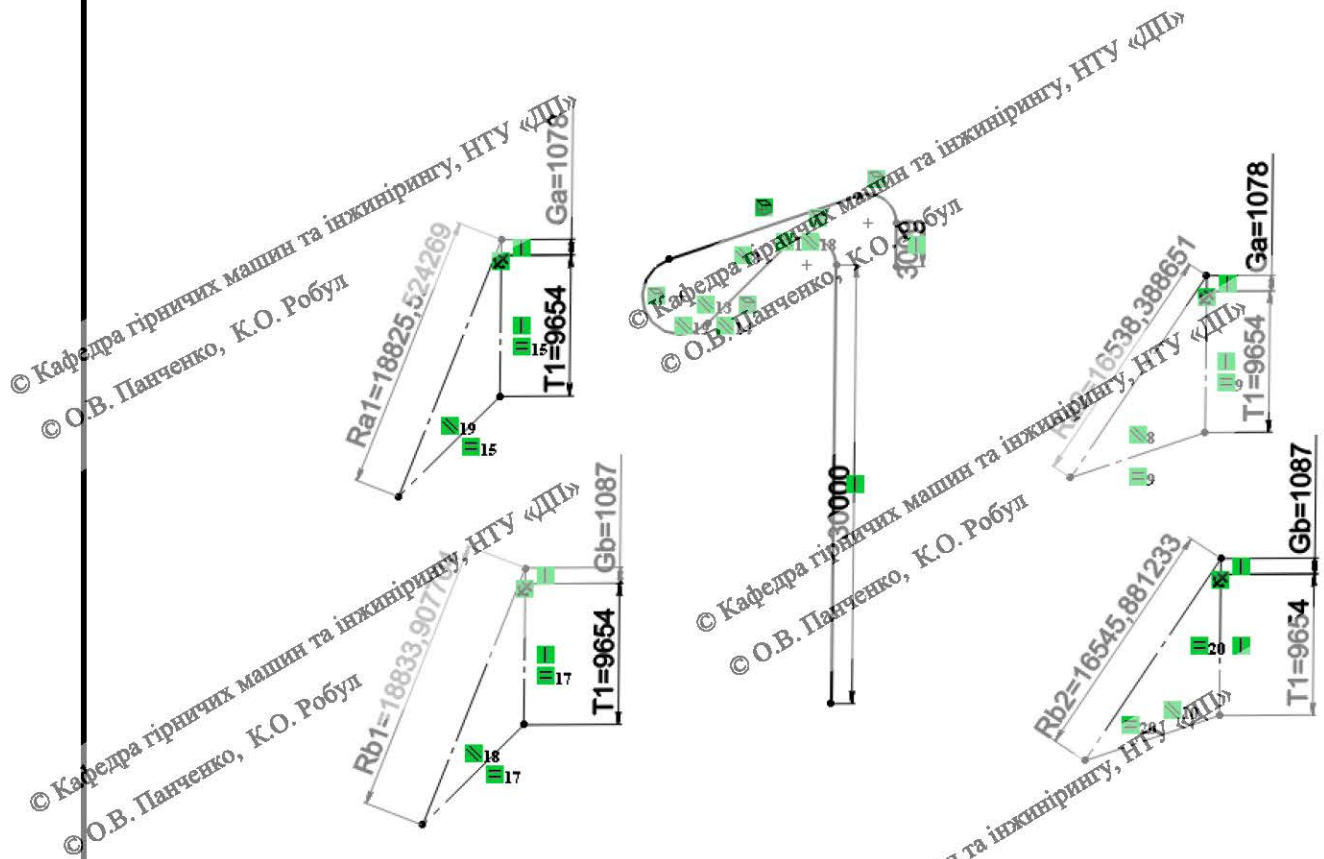


Рисунок 1.17 – Силові трикутники

1.6.4.2 Побудова епюр згинальних моментів

Щоб знайти діаметр вала, потрібно розрахувати його на вигин, для чого методами опору матеріалів розрахуємо $M(x)$ і $M_y(x)$ – моменти проекції відповідно у горизонтальній «x» та вертикальній «y» площинах, а також результуючий момент. Розрахункова схема та епюра згинальних моментів наведені на рисунку 1.18. При побудові епюр використовували наступні вирази:

$$\text{При } 0 < x \leq b_1$$

$$M(x) = R_a \cdot x$$

$$\text{При } b_1 < x \leq b_1 + b_2$$

$$M(x) = R_a \cdot x - T^{**} \cdot (x - b_1)$$

$$\text{При } b_1 + b_2 < x \leq b_1 + b_2 + b_3$$

$$\text{При } b_1 + b_2 + b_3 < x \leq b_1 + b_2 + b_3 + b_4$$

$$M(x) = R_a \cdot x - T^{**} \cdot (x - b_1) - T^{**} \cdot (x - b_1 - b_2)$$

$$M(x) = R_a \cdot x - T^{**} \cdot (x - b_1) - T^{**} \cdot (x - b_1 - b_2) - T^{**} \cdot (x - b_1 - b_2 - b_3)$$

При $b_1 + b_2 + b_3 + b_4 < x \leq b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + b_5$

$$M(x) = R_a \cdot x - T^{**} \cdot (x - b_1) - T^{**} \cdot (x - b_1 - b_2) - T^{**} \cdot (x - b_1 - b_2 - b_3) - T^{**} \cdot (x - b_1 - b_2 - b_3 - b_4)$$

де b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 – плече сили шківів (рисунок 1.18);

a_1, a_2 – плече сили ваги G.

T^{**} – сила яка дія від наважіння канатів:

$$T^{**} = \frac{T_1 \cdot (\sin \alpha)}{n_k}, \quad (1.75)$$

$$T^{**} = \frac{9,654 \cdot 10^5 + 9,654 \cdot 10^5 \cdot \sin 44,8}{4} = 411653 \text{ Н.}$$

де $\alpha = 48.88$ – кут діючої сили R_a

Для вертикальної складової.

При $0 < y \leq b_1$ $M(y) = R_a \cdot y$

При $b_1 < y \leq b_1 + b_2$ $M(y) = R_a \cdot y - T^* \cdot (y - b_1)$

При $b_1 + b_2 < y \leq a_1$ $M(y) = R_a \cdot y - T^* \cdot (y - b_1) - T^* \cdot (y - b_1 - b_2)$

При $a_1 < y \leq b_1 + b_2 + b_3$

$$M(y) = R_a \cdot y - T^* \cdot (y - b_1) - T^* \cdot (y - b_1 - b_2) - G \cdot (y - a_1)$$

При $b_1 + b_2 + b_3 < y \leq b_1 + b_2 + b_3 + b_4$

$$M(y) = R_a \cdot y - T^* \cdot (y - b_1) - T^* \cdot (y - b_1 - b_2) - G \cdot (y - a_1) - T^* \cdot (y - b_1 - b_2 - b_3)$$

При $b_1 + b_2 + b_3 + b_4 < x \leq a_1 + a_2$

$$M(y) = R_a \cdot y - T^* \cdot (y - b_1) - T^* \cdot (y - b_1 - b_2) - G \cdot (y - a_1) - T^* \cdot (y - b_1 - b_2 - b_3) - T^* \cdot (y - b_1 - b_2 - b_3 - b_4)$$

$$T^* = \frac{T_1 \cdot (\cos \alpha)}{n_k}, \quad (1.76)$$

$$T^* = \frac{9,654 \cdot 10^5 \cdot (\cos 44,88)}{4} = 171017 \text{ Н.}$$

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

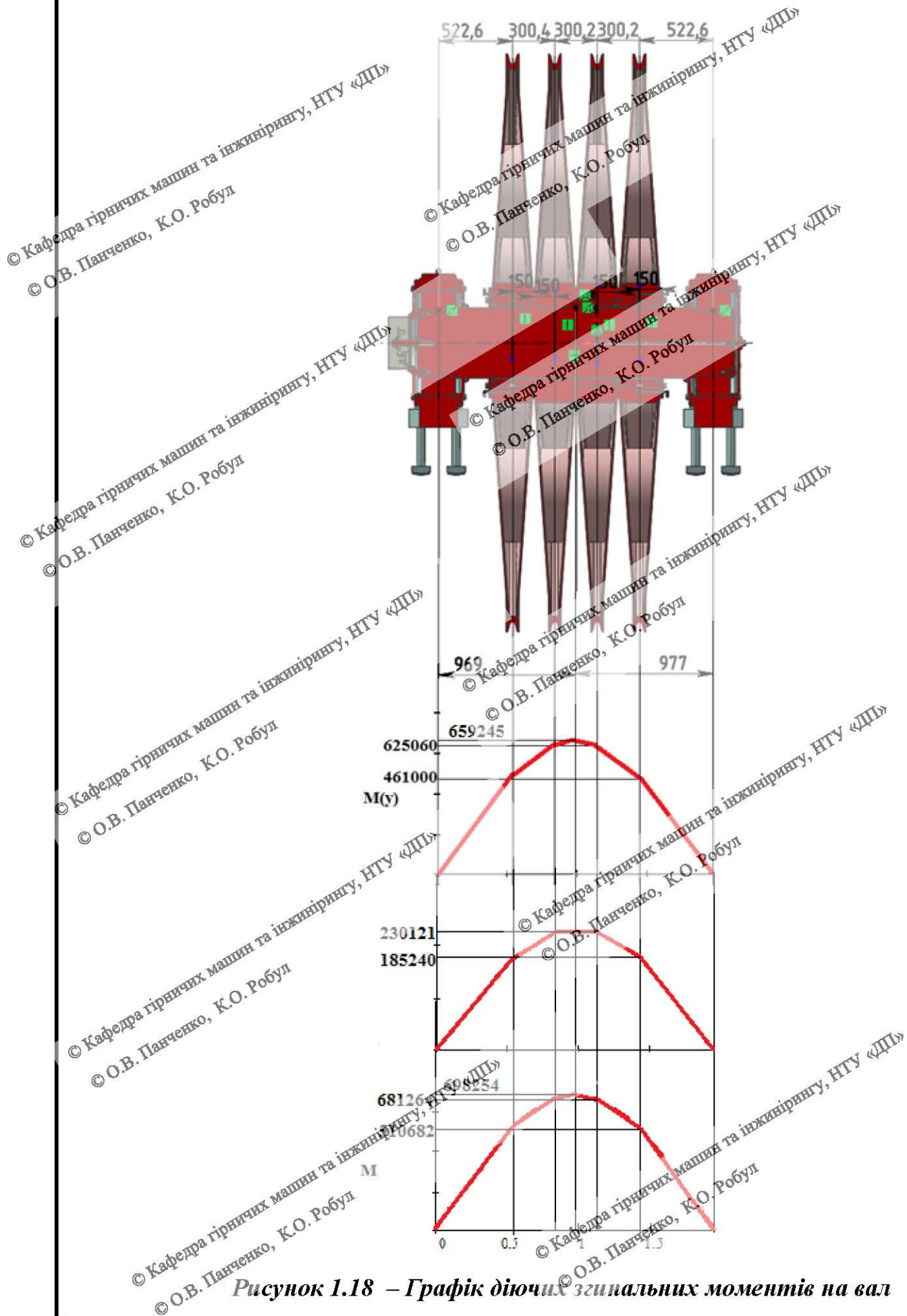


Рисунок 1.18 – Графік діючих згинальних моментів на вал

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ

Арк.

Визначимо їхню складову:

$$M = \sqrt{M(x)^2 + M(y)^2} \quad (1.77)$$

$$M = \sqrt{230121^2 + 59245^2} = 698255 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

1.6.4.3 Перевірка запасу міцності спроектованого валу

Перевірку запасу міцності проводимо за четвертій теорії міцності [8], а саме

$$\sigma_M^{IV} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma], \quad (1.78)$$

σ – нормальні напруження які визначені з умови згибання;

τ – дотичні напруження що визначені з умови зрізу;

$[\sigma] = 330 \text{ МПа}$ – допустимі напруження.

$$\sigma = \frac{M}{W'} \quad (1.79)$$

$$\sigma = \frac{698255}{0,1 \cdot 0,5^3} = 56 \text{ МПа}.$$

де $W = 0,1d^3$ – момент опору валу в небезпечному перетині.

$$\tau = \frac{Ra \cdot 4}{2 \cdot \pi \cdot d^2}, \quad (1.80)$$

$$\tau = \frac{1983727 \cdot 4}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,5^2} = 5 \text{ МПа}$$

$$\sigma_M^{IV} = \sqrt{56^2 + 3 \cdot 5^2} = 57 \text{ МПа}$$

Це задовольняє допустимому значенню коефіцієнт запасу міцності складає 1,8. Отже параметри валу обрані вірно.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ				

1.6.5 Перевірка підшипника головного валу копрового шківа

Обраний у пункті 1.8.1 підшипник перевіримо на довговічність, відповідно до [8]:

$$\frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{R_{b1} \cdot k_3 \cdot k_6} \right)^{\frac{10}{3}} \geq L_{\text{ч}}, \quad (1.81)$$

$$\frac{10^6}{60 \cdot 46} \cdot \left(\frac{5,18 \cdot 10^6}{1883400 \cdot 0,16 \cdot 2,5} \right)^{\frac{10}{3}} \geq 223900 \text{ год.}$$

де C – динамічна вантажопідйомність обраного типу підшипника;
 n – частота обертання залежить від радіуса шківа і максимальної швидкості;

$k_3 = 0,16$ – коефіцієнт еквівалентного навантаження;

$k_6 = 2,5$ – коефіцієнт безпеки.

Обраний підшипник підходить, так як виконує умови перевірки
 $L_{\text{г}} = 135000$ год.

1.7 Висновки по розділу

1. Актуальною технічною задачею об'єкту є обґрунтування параметрів копрового (напрямлюючого) шківа піднімальної машини МПМН 5×4.

2. Виконано розрахунок та вибір основних параметрів багатоканатної піднімальної машини типу МПМН для шахтного підйому. Отримані такі характеристики машини: діаметр шківа тертя 5 м; годинна продуктивність підйомної машини 382 т/год; ємкість скіпа 21,2 т; діаметр канату піднімальної машини 45 мм; сумарна маса вантажу на один канат 10,8 т; розривне зусилля одного канату 1026 кН; запас міцності канату 5,4; тиск канату на футеровку 1,88 МПа; вага ввіважених канатів 17,8 кг/м; максимальний та мінімальний статичний натяг вітки $T_{\text{max}} = 965,4 \cdot 10^3$ Н,

						ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$T_{min} = 745,4 \cdot 10^3$ Н; кількість підйомів посудини підйомів/год;
максимальна швидкість підйому 9,6 м/с; число обертів двигуна 400 об/хв;
передаточне відношення 10,5; маховий момент ротора 2890 кН·м²;
потужність двигуна 6000 В; крутний момент редуктора 640 кН.

При конструюванні копрового шківів була прийнята конструкція, що складається з чотирьох шківів звареної конструкції розташованих на валу.

Заклинений шків закріплений на валу нерухомо по пресовій посадці, інші шківів з бронзовими втулками надіті на вал по холодій посадці. Це дозволяє шківам в процесі роботи повертатися відносно один до одного, та уникати прослизання канатів через відмінності в діаметрах шківів. Для підведення мастила до рухомих шківів в центрі і по радіусу вала просверлені отвори і встановлені тавотніци. В обіді проточується канавка для піднімального канату. Вал копрового шківів спирається на радіальні самоустановлювальні роликотпідшипники, які поціщені в литі чавунні корпуси.

4. Прийнято дворядні роликотпідшипники радіальні сферичні самоустановлювальні підшипники 30053792, що мають наступні технічні характеристики: внутрішній діаметр – 460 мм; зовнішній діаметр – 760 мм; ширина – 240 мм; маса – 473 кг; кількість роликотпідшипників – 48 шт.; вантажоотпідйомність динамічна – 5180 кН; вантажоотпідйомність статична – 10800 кН; максимальна частота обертання 400 об / хв.

5. В ході комп'ютерного моделювання копрових шківів було створено: загальна кількість компонентів - 506; унікальні деталі - 43; унікальні вузли збірки - 14. Конструкція перевірена на працездатність, при цьому контролювалося відсутність інтерференції та наявність потрібних зазорів.

6. Розроблена розрахункова модель копрового шківів для аналізу напружено деформованого стану.

7. Аналіз напружено-деформованого стану шківів показує, що максимальне напруження дорівнює 26 МПа, це менше ніж максимально допустимий 90 МПа. Запас міцності складає 3.

ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ

Арк.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

8. Виконаний розрахунок вала показав, що коефіцієнт запасу міцності складає 5,8. Отже параметри валу обрано вірно.

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.11.01.ПЗ

Арк.

РОЗДІЛ 2

ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ

Експлуатація підйомних установок

На кожну підйомну установку повинен бути комплект проектних і виконавчих креслень. Креслення зберігаються у головного механіка шахти. Всі підйомні пристрої і статкування повинні мати паспорти, один комплект яких повинен зберігатися у головного механіка шахти. При кожній підйомній установці повинні бути наступні документи [2, 4]:

- а) зварювана книга встановленого зразка;
- б) паспорт піднімальної машини;
- в) загальний інсталяційний кресленик піднімальної машини;
- г) детальна схема гальмівного пристрою;
- д) монтажна комутаційна схема;
- е) інструкція для машиніста.

Схема гальмівного пристрою, комутаційна схема та інструкція для машиніста повинні бути вивішені в машинному приміщенні в рамках підвалом. Кожна підйомна установка повинна мати в резерві:

- а) випробуваний, придатний для навішування, кабелі;
- б) кліть (скіп) з причіпним пристроєм;
- в) стріжки, лапи і пружини парашутів і запобіжні ланцюги (комплект для однієї кліті);
- г) направляючі шків;
- д) нормальний комплект запасних частин, а також секції обмотки статора підйомного двигуна;
- е) вкладиші підшипників (повний комплект);

					ГМД.18.11.02.ПЗ		
ЗМ.	Лист	№ док.	Підпис	Дата			
Виконав	Робул				Лит.	Аркуш	Аркушів
К.розділу	Панченко					1	
Керівник	Панченко				НТУ "ДП", ММФ, 133м-17-1		
Н. Контр.	Кухарь						
Затвердив	Заболотний						
Експлуатаційно-економічний розділ							

- ж) електродвигун компресора гальмівного пристрою;
- з) комплект гальмівних колодок;
- і) комплект швидкозношуваних запасних частин до апаратів управління та захисту.

Підйом повинен працювати згідно з графіком, затвердженим головним інженером шахти. Для керівництва роботою шахтного підйому при потужних установках повинно бути виділений спеціальний працівник - начальник шахтного підйому.

Начальник шахтного підйому підпорядкований безпосередньо керівництву шахти і несе відповідальність за організацію підйому, за безперебійну роботу підйомних пристроїв, механізмів і приладів і має в своєму розпорядженні весь персонал, що обслуговує шахтний підйом. Начальник підйому зобов'язаний керувати оглядом і випробуваннями всіх частин підйомної установки і стежити за своєчасним ремонтом їх і не рідше одного разу на квартал перевіряти персонал, що обслуговує підйомні установки, на знання і правильне розуміння інструкції з обслуговування підйому.

Огляди, випробування і ремонти підйомної установки повинні проводитися відповідно до графіка, розробленим головним механіком шахти і начальником підйому і затвердженим головним інженером шахти.

Відділення стовбура шахти, в якому відбувається підйом і спуск людей, напрямні шківів і їх осі, гальма, парашути, кліті, причіпні пристрої, канати по всій довжині і прикріплення його до барабану повинні щодоби ретельно оглядатися спеціально призначеними особами (цих осіб призначає головний механік шахти або особа, відповідальна за спуск і підйом людей).

Результати щодобового огляду заносити в шнурову книжку. Якщо при огляді підйомних пристроїв виявляться несправності, то підйом і спуск людей повинні бути негайно припинені до повного виправлення підйомних

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.02.ПЗ					

пристроїв, що має бути занесена в шнурову книгу головним механіком шахти.

2.1.1 Запобіжні пристрої підйомної установки

На всіх майданчиках в копрі і на приствольних дворах перед стволем шахти повинні бути влаштовані запобіжні решітки, обладнані відповідно до Правил безпеки [2, 4]

Під час роботи підйому забороняється доступ до підйомних відділень стовбура. Також перехід через останні на рівні окоlostвольних дворів, про що повинні бути вивішені оголошення на всіх приствольних дворах.

Підвісні полки повинні бути підвішені до каната, не менше, ніж в чотирьох місцях.

Канати для підвіщення помостів, насосів, труб водовідливних установок повинні бути розраховані з 6-кратним запасом міцності; для підвіски решітки устаткування (труб вентиляції, стисненого повітря, кабелю і ін.) і навісних пристроїв - з 5-кратним запасом міцності.

Підвісні пристрої полків, насосів, труб водовідливних установок та іншого обладнання повинні бути розраховані з 10-кратним запасом міцності по найбільшій статичному навантаженні.

З'єднання підвісних ланцюгів, гальв, полків, насосів, трубопроводів, натяжних пристроїв та іншого обладнання з підйомним канатом має виключати можливість їх довільного роз'єднання.

Бачки або механічні лебідки, що застосовуються для опускання в стовбур шахти насосів або інших важких предметів, повинні бути забезпечені гальмами.

2.1.2 Канати і причіпні пристрої

Для спуску і підйому людей і вантажів в шахтних стовбурах допускаються тільки канати, які відповідають ГОСТу на сталеві рудничні канати.

Основним типом підйомного канату є круглий канат [7].

Основним типом нижнього врівноважує канату є цдський канат. Всі підйомні і нижні врівноважуючі канати шахтних підйомів, повинні бути перед навішуванням випробувані на канатних випробувальних станціях.

Підйомні канати (за винятком канатів в установках зі шківом тертя і нижніх врівноважуючих) повинні повторно випробуватися через кожні 6 місяців. Для чисто вантажних підйомів перше повторне випробування канатів допускається через 12 місяців, а потім через кожні 6 місяців. Для випробування канату відрізається кінець його довжиною не менше 1,5 м.

Для повторних випробувань канату відрізається шматок його над останнім жимком зашпирювання довжиною 1,5 м. Випробування канатів проводиться згідно інструкцією.

Канати для підйомних установок повинні мати запас міцності не нижче [7].

- 9-кратного для підйомних установок, для спуску і підйому людей;
- 7,5-кратного для вантажно-людських підйомних установок;
- 6,5-кратного для підйомних установок для спуску і підйому вантажів.

Канат повинен бути знятий і замінений новим, якщо при повторному випробуванні його запас міцності виявиться нижче 7-кратного для виключно людських підйомів, 6-кратного для вантажно-людських і 5-кратного для виключно вантажних підйомів.

Розрахункове статичне навантаження підйомного канату складається з ваги кліті або скібу з причіпними пристроями, максимального вантажу канату довжиною від точки сходу його з шківом до точки прикріплення до

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.02.ПЗ					

кліті або скіпу, що знаходяться на приймальній (завантажувальній) площадці нижнього горизонту.

До навішування канати необхідно промащувати і зберігати в сухому закритому приміщенні з дерев'яною підлогою або настилом. Незалежно від способу навішувань необхідно перед навішуванням піддати канат зовнішнім оглядом. При виявленні ослаблених пасів, наявності значного ржавління канату, а також, якщо число обірваних дротів вище встановленої норми, канат навішувати забороняється.

Забороняється проводити навішування канатів з порваними пасами, які отримали зменшення в діаметрі під час роботи більше 10% від первісного діаметра канату при навішуванні, а також з іншими ушкодженнями. Якщо при огляді канату виявиться, що на будь-якій ділянці, рівному кроці його звивання, число обірваних дротів досягає 5% повного їх числа, канат повинен бути замінений іншим.

Кожен підйомний канат, нижній врівноважуючий канат в установках зі шківом тертя, а також гальміонні канати парашутів типу ПТК повинні піддаватися по всій довжині щодобовому ретельному огляду при швидкості руху не більше 0,3 м/сек. При цьому визначається загальна кількість обірваних дротів по всій довжині канату.

Щотижня повинен проводитися додатковий огляд канату, при цьому має обчислюватися число обривів дротів на одному кроці звивання в найбільш пошкоджених місцях. Ділянка (крок) канату, на якому число обірваних дротів перевищує 2% загальної кількості дротів канату, визначається в «Книзі запису огляду підйомних канатів та їх витрат», щомісяця необхідно проводити детальний огляд канату, при цьому його поверхня очищається від шару затверділого мастила і уважно оглядаються місця, де найбільш ймовірні пошкодження і є найбільше число обірваних дротів. Зазначені місця повинні оглядатися при черговому канаті.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.02.ПЗ				

Кінці обірваних дротів, що стирчать, повинні коротко відкушуватися. Нижні врівноважуючі канати установок зі шківом кертя повинні підлягати огляду в ці ж терміни і в тому ж порядку.

Підйомні канати повинні змазуватися спеціальним канатним мастилом рідше одного разу на тиждень. Перед мастилом канат повинен бути очищений від бруду.

2.1.3 Гальмування підйомної установки

У кожній підйомній установці повинно бути передбачено два способи механічного гальмування - робоче і запобіжне, які повинні мати два незалежних один від одного включення і розташовані так, щоб машиніст міг вільно управляти кожним з них окремо, не сходячи з робочого місця.

Запобіжні гальма повинні бути обов'язково колодковими, а для запобіжного гальмування обов'язкове застосування вантажного приводу. Запобіжне гальмування повинно здійснюватися як машиністом, так і автоматично [3].

Включення запобіжних гальм повинно супроводжуватися автоматичним вимкненням електричного струму.

На випадок зміни колодок або ремонту гальмівного пристрою в кожній піднімальній машині повинно бути передбачено спеціальний стопорний пристрій. У разі застосування барабанів, що допускають дистанційне від'єднання від вала (з метою регулювання взаємного положення клітей), слід передбачати блокування, що забезпечує попереднє вивільнення барабана.

При вертикальному і похилому підйомах з кутом падіння понад 45° як при робочому, так і при запобіжному гальмуванні повинна бути передбачена можливість тримання максимального гальмівного моменту, рівного,

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.02.ПЗ				

принаймні, триразовому статичному моменту обертання при підйомі або спуску розрахункового вантажу.

Гальмівний обід піднімальної машини повинен бути чисто оброблений. При включенні запобіжного гальма повинно бути забезпечено уповільнення не нижче $1,5 \text{ м/сек}^2$ і не вище 4 м/сек^2 . Нижня межа уповільнення повинна перевірятися для випадку спуску розрахункового вантажу, а верхня межа - для випадку підйому розрахункового вантажу.

При установці з'явковом тертя уповільнення створюване робочим і запобіжним гальмами, не повинно перевищувати межі, обумовленої ковзанням канату.

Виконавчий орган гальма повинен бути забезпечений блокуванням, що виключає можливість роботи машини при надмірному зносі колодок.

Тривалість холостого ходу запобіжного гальма не повинна перевищувати 0,5 сек. Під холостим ходом запобіжного гальма мається на увазі час, що минає з моменту включення гальма до виникнення гальмівного моменту (притиснення колодок до ободів).

Гальмівний привід повинен міститися в чистоті, щодня потрібно проводити обтірку деталей приводу від пилу і бруду. Періодично (не рідше, ніж один раз на півроку) слід чистити і промивати регулятор тиску. Кожну шестиденку потрібно видаляти опади і воду з циліндрів маневрового і запобіжного гальма.

При ремонтах необхідно оглядати елементи гальмівного приводу і видаляти іржаву [4], змащуючи їх вазеліном або солідолом, що не містить кислот. Всі шарніри гальмівного приводу змащуються щодня. Гальмівні циліндри і регулятор тиску змащуються машинним маслом.

Для клітьових підйомних установок з максимальною швидкістю підйому вище 4 м/сек і для скіпових установок з максимальною швидкістю підйому вище 6 м/сек піднімальна машина повинна бути забезпечена, крім кінцевих відкатів, ще й запобіжним пригальмуванням, що не допускає

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.02.ПЗ					

підходу кліті до верхнього майданчика або рами скіпа до положення його в момент повного розвантаження зі швидкістю вище 3 м/сек.

Кінцеві вилікачі повинні спрацювати при підйомі кліті або скіпа на 0,5 м вище рівня приймального майданчика.

2.1.4 Копри і напрямні шківів

Конструкція і розміри копра повинні забезпечувати можливість перепідйому пошкидини [3].

Висота перепідйому при підйомі виключно вантажу в скіпах і перекидних клітях повинна бути не менше 2,5 м. Під висотою перепідйому мається на увазі висота, на яку може вільно піднятися скіп або перекидна кліть від нормального положення при розвантаженні до місця зіткнення верхнього жимка канату з ободом напрямного шківів або самого скіпа, кліті або окремих її частин з елементами копра.

Копри повинні ретельно оглядатися зі складанням, акта: металеві та залізобетонні копри один раз на рік і дерев'яні – два рази на рік. Металеві копри повинні бути пофарбовані не менше строків, визначених комісією при щорічних оглядах.

На приймальних майданчиках і горизонтальних обв'язках установка дверей або захисних пристроїв, що виключають можливість попадання як людей, так і вагонеток в стовбур шахти. Двері та огорожувальні пристрої повинні бути міцними і не повинні мимоволі відкриватися.

При застосуванні напрямних шківів з футеровкою, сегменти футерування напрямних шківів повинні прикріплюватися таким чином, щоб на крайках жолоби футерування не було ніяких сполучних частин, що можуть при порушенні їх прикріплення потрапляють під канат в жолобі.

Закріплювальні болти футерування не рідше одного разу в тиждень повинні оглядатися, причому негідні болти повинні негайно замінюватися

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.02.ПЗ				

новими. Реборди напрямних шківів повинні виступати над верхньою частиною каната не менше ніж на півтора його діаметра.

У знову встановлених підйомних установках зі шківом тертя напрямні шківів повинні розташовуватися в одній вертикальній площині з шківом підйомної машини.

Шківів повинні піддаватися щодоби огляду, причому має бути звернуто особливу увагу на цілість елементів шківів, стан фланцевки і достатність мастила підшипників.

Маркшейдерська перевірка правильності розташування копра, напрямних шківів і піднімальної машини проводиться один раз на рік.

2.1.5 Проведення змащувальних операцій

Безпечна експлуатація підйомної установки [2, 4] забезпечується своєчасним і якісним проведенням змащувальних операцій. Як правило, для змащення окремих складальних вузлів керуються рекомендаціями заводу-виробника щодо застосування марки масла або мастила і дозування змащення.

Змащувальні операції повинні виконуватися при непрацюючій піднімальній машині. При змащенні повинні застосовуватися спеціальні мастильні масляні шприци або спеціальні мастильні станції.

При виявленні течі масла з вузлів машини необхідно негайно усунути причини, що викликають протікання. При заміні або доливі масла повинні бути вжиті заходи, що запобігають розливу масла на підлогу. Пролите масло руйнує фундамент і може бути причиною травматизму. Розлите масло слід негайно видалити обтираючим матеріалом і тирсою.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.02.ПЗ				

2.2 Охорона праці

2.2.1 Вимоги до підйомних установок

Встановлено такі основні вимоги до піднімальних машин і статкування підйомних установок [2, 4]. Ставлення найменшого діаметра навивки до діаметру канату повинно бути не менше:

- для одноканатних піднімальних машин зі шківом тертя – 120 мм;
- для багатоканатних піднімальних машин з відхиляючим шківом – 100 мм;
- для напрямних шківів і барабанів піднімальних машин на поверхні і барабанів одноканатних піднімальних машин без відхиляючого шківу – 79 мм;
- для напрямних шківів і барабанів підземних піднімальних машин і лебідок, а також прохідних машин і лебідок – 60 мм;
- для стаціонарних і пересувних аварійних піднімальних машин, напрямних шківів і барабанів лебідок триконів і відкотних лебідок – 50 мм.

Для вантажно-людських і людських підйомів на вертикальних і відхиляючих (вище 60°) експлуатаційних шахтах навивка канату на барабані повинна бути одношаровою.

Для піднімальних машин вантажних вертикальних підйомів, установлених на поверхні, допускається двошарове намотування канатів на барабани.

Прикріплення канату до барабана піднімальної машини повинно бути виконано таким чином, щоб при проході канату через щілину в ободонці барабана він не деформувався гострими краями щілини. Забороняється прикріплення кінця канату до валу барабана. Кріплення кінців канату до барабана проводиться до спеціально передбаченому на барабані пристрою, що дозволяє закріплювати канат не менше ніж в двох точках.

Для ослаблення натягу канату в місці його прикріплення до барабана на поверхні барабана повинно бути не менше трьох витків тертя при барабанах, футерованих деревом або пресою, і не менше п'яти витків тертя на барабанах, що не футеровані криючими матеріалами. Крім витків тертя повинні бути запасні витки для періодичних випробувань.

Запасні витки можуть розташовуватися як на поверхні барабана, так і всередині нього.

Піднімальні машини і лебідки повинні бути забезпечені апаратом (індикатором), що показує машиністу (оператору при дистанційному управлінні) положення судин в створі, і автоматичним дзвінком, що сигналізує про необхідність початку періоду уповільнення.

Кожна підйомна установка повинна бути забезпечена наступними запобіжними пристроями:

а) двома кінцевими вимикачами, встановленими на копрі, призначеними для виключення підйомної машини і включення запобіжного гальма при підйомі судини на 0,5 м вище рівня приймального майданчика (нормального стану його при розвантаженні), і двома кінцевими вимикачами, встановленими на покажчику глибини (регуляторі підйому), призначеними для дублювання роботи кінцевих вимикачів, встановлених на копрі.

б) апаратом, що вимикає установку при перевищенні нормальної швидкості на 15%;

в) обмежувачем швидкості, що не допускає підходу підйомної посудини до нормального верхнього положення зі швидкістю вище 1,5 м/сек.

Ці вимоги є обов'язковими для підйомних рухомих установок з максимальною швидкістю вище 1 м/сек;

г) максимальним нульовим захистом, що діє при перевантаженні машини і відсутності напруги.

Кожна піднімальна машина повинна мати справно діючі: самописний швидкістю (для машин, що рухаються зі швидкістю понад 3 м/сек),

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.02.ПЗ				

вольтметр і амперметр, манометри, що показують тиск стиснутого повітря або масла в гальмівній системі. У кожній піднімальній машині та лебідці повинно бути передбачено робоче та запобіжне механічне гальмування з незалежним включенням приводу. Зазначено види гальмування можуть бути здійснені одним або двома торозними приводами.

Запобіжне гальмування повинно здійснюватися як машиністом, так і автоматично. Включення запобіжного гальмування повинно супроводжуватися автоматичним відключенням піднімального двигуна від мережі.

Тривалість холостого ходу запобіжного гальма не повинно перевищувати для піднімальних машин 0,5 сек. Під холостим ходом гальма розуміється час, що минає з моменту включення запобіжного гальма до дотику гальмівних колодок до обода.

Час спрацьовування запобіжного гальма (з урахуванням часу холостого ходу) не повинно перевищувати 0,8 сек. Під часом спрацьовування гальма слід розуміти час, що минає з моменту включення запобіжного гальма до наростання гальмівного моменту, рівного за величиною статичного.

Головний механік шахти не рідше одного разу в 15 днів повин проводити перевірку правильності роботи запобіжного гальма і всіх вимикачів проти перепідйому шляхом ручного перепідйому при сповільненій швидкості.

2.2.3. Захисне заземлення піднімальної машини

Для захисту від ураження електричним струмом осіб [2, 4], що стикаються з металевими частинами електроустановок, а також з різними металевими спорудами, розташованими поблизу електроустановок, при появі на них напруги в результаті пошкодження ізольованих струмоведучих частин, електрообладнання та кабелів передбачено захисне заземлення. Такий

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.02.ПЗ				

захист здійснюють електричним з'єднанням не струмоведучих металевих частин і споруд з землею.

Захисного заземлення на підйомних установках підлягають:

1. Станини і кожухи електричних машин, трансформаторів, апаратів та інших електричних апаратів, полозки електродвигунів.
2. Приводи електричної апаратури.
3. Вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів струму і напруги.
4. Каркаси розподільних пристроїв, магнітних станцій, роторних опорів та інших пристроїв управління.
5. Корпуси кабельних муфт, металеві оболонки кабелів.
6. Бар'єри, металеві ґратчасті і суцільні огорожі частин, що знаходяться під напругою, металеві форми, балки, площадки управління, рама підйомної установки і інші металеві частини, доступні для дотику і можуть опинитися під напругою.

Приєднання заземлюючих проводів до корпусів електричних пристроїв і установок повинно здійснюватися болтовими з'єднаннями або заварюванням із забезпеченням надійного контакту.

Від кожного заземленого елемента повинен йти окремий провід безпосередньо до заземлювача або до збірної заземлюючої смуги, з'єднаної з заземлювачем. Періодичне включення заземлюючий провід декількох частин установки неприпустимо.

Після кожного ремонту необхідно перевірити надійність приєднання заземлюючих проводів.

Перевірку стану захисного заземлення та вимірювання опору заземлення роблять не рідше одного разу на рік. Опір заземлення не повинен перевищувати 2 Ом в періоди найменшої провідності ґрунту влітку при найбільшому воложенні ґрунту, взимку - при найбільшому промерзанні.

												Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

ГМІ.ПД.18.11.02.ПЗ

2.2.3 Проведення такелажних робіт та робіт на висоті

Для проведення такелажних робіт повинні застосовуватися надійні і своєчасно випробувані підйомні механізми і пристосування, які повинні бути ретельно оглянуті до початку роботи. При огляді необхідно перевірити правильність усіх деталей і вузлів підйомних механізмів і пристосувань, а також їх допустиме робоче навантаження [2].

Обв'язка і зачіпка вантажу повинні проводитися так, щоб виключалося зісковзування з нього чалочні пристрої. При обв'язці вантажу чалочними пристроями слід під гострі ребра підкладати прокладки, що оберігають канати від пошкодження. Вільні кінці чалочних пристроїв слід зміцнити так, щоб при переміщенні вантажу виключалася можливість зрукнення вільними кінцями за предмети, що зустрічаються на шляху руху.

Перед підйомом вантажу потрібно переконатися в наступному: вантаж, що піднімається нічим не утримується, не може під час підймання за що-небудь зачепитися; на вантажі, який піднімається немає незакріплених деталей і інструменту; відсутні люди біля вантажу, що піднімається.

Перед опусканням вантажу потрібно переконатися, що вільне місце для його встановки безпечно проти падіння, перевертання або повзання вантажу. Це особливо важливо під час виконання робіт на висоті.

Підняті деталі і вузли при виробництві різьби обладнання повинні бути встановлені на надійних підкладках. Забороняється залишати у висячому положенні підняті вантажі на тривалий час. Зняття крокви встановленого обладнання допускається тільки після надійного закріплення його. При необхідності виконання монтажних або ремонтних робіт на обладнанні, встановленому на домкратах або підвішеному на канатах, під нього повинні бути підведені іспадні клітини, скріплені болтами і шпалами.

До переліку робіт підвищеної небезпеки відносяться і роботи, що виконуються на висоті. До робіт на висоті належать всі роботи, при яких

									Арк.	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.02.ПЗ					

виконавець перебуває на висоті 1,3 м і більше від поверхні землі (підлоги, настилу) і на відстані менше 2 м від межі перепаду висоти.

Роботи на висоті можна проводити при наявності наряду-допуску:

- приставних драбин за умови, що висота від підлоги до поперечки, з якої виконуються роботи, не більше 4 м; при цьому сходи повинна бути становлена під кутом нахилу не більше 60° до горизонтальної поверхні;
- з риштування і риштовок, що мають огороження;
- з необгороджених поверхні при обов'язковому використанні перевірених і випробуваних запобіжних поясів.

Роботи на висоті повинні проводитися, як правило, в денний час. При проведенні робіт в нічний час повинні бути розроблені додаткові заходи безпеки з відміткою в наряді-допуску.

При роботі на висоті з приставних драбин забороняється піднімати або опускати вантаж по драбині і залишати на ній інструмент; працювати близько і під обертовими механізмами; виконувати газо-електрозварювальні роботи; виконувати роботи по затягу проводів, підтримувати важкі деталі і т.п.; виконувати роботи з використанням електричного та пневматичного інструменту, будівельно-монтажних пістолетів.

2.2.4 Заходи безпеки при виробництві налагоджувальних і ремонтних робіт в підземних умовах

Досягнення безпеки при виробництві налагоджувальних і ремонтних робіт в підземних умовах досягається дотриманням вимог Правил безпеки у вугільних шахтах і Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Специфічні вимоги безпеки пред'являються до відрядженого персоналу. В цілому вони зводяться до трьох основних вимог: загальні правила особистої поведінки; правила поведінки на робочому місці; спеціальні правила.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.02.ПЗ				

Перед початком налагоджувальних або ремонтних робіт шахта зобов'язана провести доступний інструктаж членів неладних або ремонтної бригади в навчальному пункті шахти і ознайомити їх з планом ліквідації аварій в тій частині, яка стосується місця їх роботи і шляхів пересування до місця роботи. Персонал повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту, необхідними для роботи в шахті, справними саморятувальниками і головними акумуляторними світильниками, флягою з питною водою і індивідуальним перев'язочним пакетом. Всі робітники під час перебування в шахті повинні бути в захисних касках, в спецодязі і взутті, що відповідають умовам роботи.

При посадці в кліть (людську вагонетку), під час руху і при виході з неї необхідно дотримуватися встановленого порядку і не розміщувати перевозяться предмети і ручний інструмент, щоб не заподіяти пошкоджень знаходяться поблизу людей. Всі інструменти з гострими кінцями або лезами повинні переноситися в захисних чохлах або спеціальних сумках. Пересуватися по горизонтальних відкатувальних виробках слід з боку рейкових шляхів по стороні, призначеної для пересування людей. При проходженні поїзда необхідно зупинитися біля стінки вироблення з боку проходу для людей і пропустити поїзд, після чого продовжувати рух.

Забороняється пересування по похилих виробках, за якими проводиться відкатування вагонеток, або іншими відкатувальними посудинами.

Забороняється їзда людей на локомотивах, у вантажних вагонетках, на платформах (майданчиках) та інших транспортних засобах, не призначених для перевезення людей. Виїзд з шахти дозволяється тільки після закінчення зміни.

На проведенні робіт з налагодження підземного електрообладнання необхідно одержувати письмовий наряд із зазначенням заходів з техніки безпеки, які повинні бути проведені до після налагоджувальних робіт.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.02.ПЗ				

До початку роботи налагоджувальний або ремонтний персонал зобов'язаний дізнатися про газомірника, осіб технічного нагляду або по записях на дошці вимірів % змісті газу метану. Якщо на місці виробництва роботи виявлено місцеве скупчення метану 2% більше, роботи повинні бути припинені, електроенергія відключена. Про це повинно бути негайно повідомлено диспетчеру (черговому по шахті).

До виробництва налагоджувальних або ремонтних робіт необхідно перевірити наявність і справність захисних засобів, справність роботи реле витоку.

У щитках, небезпечних за газом та пилом, вимірювання опору ізоляції електричних ланцюгів дозволяється проводити мегомметром тільки в присутність газомірника, який перед виконанням цих робіт виробляє завмер змісту газу і дає дозвіл на проведення робіт.

2.2.5 Протипожежні заходи

У машинному приміщенні повинен знаходитися комплект протипожежного інвентарю - сухі вогнегасники, ящик з піском, лопати та ін. [2, 4]. Мастильні матеріали слід зберігати в металевих баках. Використані обтиральні матеріали треба складати в металеві ящики. Машиніст підйому повинен добре знати протипожежні заходи, так як при виникненні пожежі всередині будівлі піднімальної машини він повинен першим вжити заходів.

Вогнегасники є хорошим засобом для швидкого гасіння невеликих вогнищ пожежі, особливо для гасіння легко займистих рідин (масла, гасу).

Вогнегасники можуть бути рідкопінні і порошково-струменевими. Рідкопінні вогнегасники не можна застосовувати для гасіння займистих обмоток електричних установок, кабелів і проводів, що знаходяться під струмом, так як це може призвести до ураження електричним струмом

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.02.ПЗ					

робочої, що користується вогнегасником. Для цих цілей застосовують порошкоструменеві вогнегасники. Для гасіння середків пожежі можна застосовувати також сухий пісок і інертний піл. При запаленні проводів електроустановок перш за все необхідно відключити цю установку від

Для попередження пожеж дерев'яні частини будівлі покривають вогнезахисними фарбами або просочують їх спеціальними складами.

Згідно з вимогами ПБ, гирла стовбурів і напшахтні будівлі повинні бути обладнані протипожежними пристроями – спринклерними і дренчерними установками, протипожежним водопроводом.

Спринклерне пристрій складається з водопровідної мережі з розбрызкувальними головками, що розташовуються в захищаються місцях і приводяться в дію автоматично під дією тепла виникає вогнища пожежі. Дренчерні головки призначені для захисту будівель зовні та відрізняються від спринклерних тим, що подача води з них проводиться не автоматично, а обслуговуючим персоналом після сигналу про пожежу.

На всій шахтах на поверхні слід встановлювати спеціальні протипожежні баки місткістю не менше 250 м³ котрі завжди повинні бути наповнені водою.

2.3 Економічний підрозділ

3.1 Розрахунок собівартості вузла копрового шківа

Собівартість визначимо з формули:

$$C = C_M + Z_P + C_Э + H_P + C_{П_с} \quad (2.1)$$

де C_M – вартість матеріалів на виготовлення шківа, грн;

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ГМІ.ПД.18.11.02.ПЗ

Z_{Π} – зарплата на виготовлення та монтаж, грн;

C_9 – витрати на електроенергію (зварювання), грн;

H_P – цехові і заводські накладні витрати на зарплати, грн;

C_H – надбавка до захування зарплати, грн.

Одно конструкторське оформлення документації для виготовлення засувки використані матеріали, наведені в табл. 2.1. Крім того тут вказані маси і ціна матеріалів готового виробу.

Таблиця 2.1. Ціни матеріалів готового виробу

Найменування	Матеріал	Кількість n	Маса, кг m	Ціна, грн./кг Π
Листовина	сталь 3	32	22	18
Розпірка	сталь 3	16	30	18
Кільце	сталь 40Л	4	550	45
Маточина	сталь 35Л	4	837	45
Корпус підшипника	Ст415	2	1430	40
Вал	Сталь 45	1	9639	45
Підшипник		2		83950
Болт М24х60 ГОСТ 7805-70		36		45
Болт М24х65 ГОСТ 7805-70		2	0,38	50
Болт М36 ГОСТ 4751-73		4	2,6	61
Болт М42 ГОСТ 5915-70		8	4,2	
Болт М56 ГОСТ 5915-70		8	13,5	85
Гайка М42 ГОСТ 5915-70		8	3,1	38
Гайка М56 ГОСТ 5932-73		16	1,5	55
Заготівельні роботи		4	3378	15
Зварювальні роботи		4	3378	25

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

ГМІ.ПД.18.11.02.ПЗ

Арк.

Сумарна вартість матеріалів становить:

$$C_M = \sum C_i \cdot m_i \cdot n_i$$

$$C_M = 18 \cdot 220 \cdot 32 + 18 \cdot 30 \cdot 16 + 45 \cdot 550 \cdot 4 + 45 \cdot 837 \cdot 4 + 40 \cdot 1430 \cdot 2 + 45 \cdot 9639 \cdot 1 + 839 \cdot 50 \cdot 2 + 45 \cdot 0,3 \cdot 36 + 50 \cdot 0,3 \cdot 32 + 61 \cdot 2,6 \cdot 4 + 73 \cdot 4,2 \cdot 8 + 85 \cdot 13,5 \cdot 8 + 38 \cdot 0,3 \cdot 8 + 55 \cdot 1,5 \cdot 16 + 15 \cdot 3378 \cdot 4 + 25 \cdot 3378 \cdot 4 = 165287,4 \text{ грн}$$

Зарплата на виготовлення і монтаж

Фонд робочого часу робітників визначається з вираження:

$$T = [(T_1 - T_2 - T_3) \cdot t - (n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2)] \cdot n, \text{ ч}; \quad (2.3)$$

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

T_2 – число вихідних днів в періоді, становить 8 дн;

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

t – тривалість робочої зміни, 8 год;

n_1 – число передвихідні днів в періоді, становить 0 дн.;

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

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

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

n – число робочих змін на добу, 1 см.

Слід зазначити, що при безперервному режимі роботи фонд часу підприємства і робітників збігається ($n = 1$).

$$T = [(31 - 8 - 0) \cdot 8 - (8 \cdot 0 + 0 \cdot 0)] \cdot 1 = 184 \text{ ч}$$

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

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ПД.18.11.02.ПЗ				

$$Z_{\text{п}} = \left\{ \left[\sum N_{\text{сп}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^m k_1 \times R_1}{\sum_{i=1}^m R_i} \cdot D \cdot T \right] \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{100} \right) \right\} \cdot k_2 \cdot k_3 \quad (2.4)$$

де $N_{\text{сп}}$ – спискова чисельність, 2,28 чол.
 k_1 – тарифний коефіцієнт і-го розряду;

R_i – кількість робітників і-го розряду, 3 чол.;

D – тарифна ставка 1-го розряду, 4 грн/год;

T – режимний (номінальний) фонд роботи 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

Таблиця 2.2. Тарифні коефіцієнти.

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

Спискова чисельність обслуговуючого персоналу представляється у вигляді таблиці 2.3

$$Z_{\text{п}} = \left\{ \left[(2,28) \cdot \frac{3 + 4 + 3}{3} \cdot 4 \cdot 184 \right] \cdot \left(1 + \frac{40}{100} \right) \right\} \cdot 1,25 \cdot 1,15 = 7654,6 \text{ грн}$$

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

Таблиця 2.3. Спискова чисельність обслуговуючого персоналу.

Професія обслуговуючого персоналу	Чисельність по змінах	Являється 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» встановленого чинним законодавством «Нормативом відрахувань в соціальні фонди»:

$$C_H = 3п \cdot \frac{H}{100} \quad (2.5)$$

де H – норматив відрахувань в соціальні фонди (H=37,5%).

$$C_H = 7654,6 \cdot \frac{37,5}{100} = 2870,5 \text{ грн}$$

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

$$C_э = \frac{\sum P \cdot k_3 \cdot k_0}{\cos \varphi \cdot \eta} \times T_{\text{Ц}} \quad (2.6)$$

де ΣP – 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);

C – середньозважений тариф, 0,44 грн/кВт·год.

$$C_3 = \frac{19,5 \cdot 0,6 \cdot 0,95}{0,96 \cdot 0,92} \cdot 184 \cdot 0,44 = 648 \text{ грн} \quad (2.7)$$

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

$$H_P = Z_P \cdot \frac{300}{100} = 7654,6 \cdot \frac{300}{100} = 22936,8 \text{ грн} \quad (2.8)$$

Таким чином, собівартість виготовлення і складання шківів становить:

$$C = 1656287,4 + 7654,6 + 22936,8 + 2870,5 + 648 = 1690397,3 \text{ грн}$$

2.4 Висновки по розділу

Безоглянуто питання експлуатації підйомних установок, канатів і коврових шківів, описані роботи машувальних операцій.

Встановлено заходи з охорони праці для піднімальних машин.

Визначено собівартість коврового (направляючого) шківів піднімальної машини МПМ-1-5×4, що склало 1,6 млн. грн.

									ГМІ.ПД.18.11.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ВИСНОВКИ

Виконаний дипломний проект призначений вирішенню технічної задачі визначення параметрів та розробка конструкції копрового шківів піднімальної машини МПМН-5×4.

У конструкторському розділі розглянуто загальні відомості, застосування, область використання піднімальної машини і копрового шківів, розраховані, та підбрані основні параметри підиомної установки. Проведено попередній розрахунок копрового шківів, виходячи з цих значень, висхідним способом створена комп'ютерна модель пристрою копрового шківів піднімальної машини МПМН-5×4. Модель спроектованого шківів була перевірена на працездатність за допомогою напружено-деформованого стану. Визначені реакції опор які діють на вал. Розраховано та побудовано графік епюр згинальних моментів. Визначено запас міцності спроектованого валу, та довголіття підшипника.

В експлуатаційному-економічному розділі опрацьовані питання експлуатації підійомних установок, мастильних операцій, гальмування підійомних посудин, експлуатації канатів і копрових шківів. Вимоги ПБ до підійомних установок, описані захисні заземлення машини, безпечна робота на висоті, протипожежні заходи. Була розрахована собівартість пристрою копрового (направдопного) шківів, собівартість складала $\Pi = 1690397,3$ грн.

ЗМ.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	ГМК Д.18.11.В.ПЗ © О.В. Панченко, К.О. Робул				
Виконав	Робул				Висновки	Лит.	Аркуш	Аркушів	
К.розділу	Панченко						1		
Керівник	Панченко					НТУ "ДП", ММФ, 133м-17-1			
Н. Контр.	Кухарь								
Затвердив	Заболотний								

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Давидов Б.Л. Розрахунок і конструювання шахтних підйомних машин / Давидов Б.Л. - М.: Углетехіздат, 1940. - 299 с.
2. Бежок В.Р., Калінін В.Г., Конопляного В.Д., Курченко Е.М. Довідковий посібник по ревізії, налагодженню та випробуванню шахтних підйомних установок. Нормативно виробничо - практичне видання. Донецьк 2009р.
3. Завозін Л.Ф. Шахтні підйомні установки. «Недра» 1975 р.
4. Павлов Г.А. Довідковий посібник машиністу шахтних підйомних установок «Недра» 1975 р – 296 с.
5. Дерюгін В.Г. Методичні вказівки до розрахунку підйомних установок. Національний гірничий університет, 2007. – 3 с.
6. Федорова З.М. Рудничні піднімальні машини. Москва 1958 р.
7. Димашко А.Д. Шахтні електричні лебідки і підйомні машини. Довідник. Вид. 4, перероб. та доп М., «Недра», 1973. 364с.
8. Анурьев В.И. Довідник конструктора – машинобудівника: в 3-х т. Т.2. – 9-е вид., перероб та доп./ под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006. – 960 с.

УМІД. 18.11.П.П.ПЗ © О.В. Панченко, К.О. Робул					
ЗМ.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	
Виконав	© Панченко				
К.розділу	© Панченко				
Керівник	Панченко				
Н. Контр.	Кухарь				
Затвердив	Заболотний				
Перелік посилань			Лит.	Аркуш	Аркуші
				1	
			НТУ «ДП», ММФ, 133-17-1		

ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

Поз.	Форм.	Позначення	Найменування	Кіл-ть аркуш.	Примітки
			<u>Документація</u>		
	A4	ГМ.ПД.18.11.ПЗ	Пояснювальна дописка	87	
			<u>Графічні матеріали</u>		
	A1	ГМ.ПД.18.11-1.03.00.000 СК – Копріві шківі		1	
	A1	ГМ.ПД.18.11-1.03.00.003 СК – Шківі заклинений		1	
	A4×3	ГМ.ПД.18.11-1.03.00.004 Вал			
	A2	ГМ.ПД.18.11-1.03.00.007 – Кришка підшипника			
	A2	ГМ.ПД.18.11-1.03.00.008 – Корпус підшипника			
	A3	ГМ.ПД.18.11-1.03.00.003 – Меточина заклинена		1	
	A3	ГМ.ПД.18.11-1.03.00.015 Сектор		1	
	A3	ГМ.ПД.18.11-1.03.00.017 – Розпірка		1	
	A3	ГМ.ПД.18.11-1.03.00.014 – Обід			

		ГМ.ПД.18.11.ВМ.ПЗ					
Зм.	Аркуш	№ доп.	Підпис	Дата	Лім.	Аркуш	Аркуші
Розроб.	Робул						
К. розділу	Панченко						
Керівник	Панченко						
Н. Контр.	Кухар						
Затвердив	Заболотний						

Відомість матеріалів

НТУ "ДП", 133М-17-1

	A4	ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.012 – Кришка глуха		1	
	A3	ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.009 – Кришка		1	
	A3	ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.010 – Кришка фіксуюча		1	
	A3	ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.011 – Половина кришки		1	
		диск – презентація		1	

Зм.	Аркуш	№ док.м.	Підпис	Дата

ГМІ.ПД.18.11.ВМ.ПЗ

Аркуш

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

ДОДАТОК Б

Специфікації до складальних креслень

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

Зм.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата	МД.18.11.ДБ.ПЗ					
Розроб.	Робул				Специфікації			Літ.	Аркуш	Аркушів
К. розділу	Панченко									
Керівник	Панченко									
Н. Контр.	Кухар									
Затвердив	Заболотний									
								НТУ "ДП", 133М-17-1		

Форм. Зана Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка	Перв. примен.	Давід. №	Підп. і дата	Інв. № дубл.	Зам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № оригін.	
A1	ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.000 СК	Документація										
A3	1 ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.001	Складальні одиниці										
A3	2 ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.002	Шків бічний	2									
A3	3 ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.003	Шків переставний	1									
		Шків заклінений	1									
		Детали										
A3	4 ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.004	Вал	1									
A4	5 ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.005	Втулка бічна	2									
A4	6 ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.006	Втулка переставна	1									
A2	7 ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.007	Корпус підшипника верх	1									
A2	8 ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.008	Корпус підшипника низ	1									
A3	9 ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.009	Кришка	1									
A4	10 ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.010	Кришка фіксуюча	4									
A3	11 ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.011	Кришка внутрішня	4									
A4	12 ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.012	Кришка зовнішня	2									
A4	13 ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.013	Спеціальний болт	8									
		ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.000										
Зм. Арк	№ докум.	Підп.	Дата				Літ.	Аркцш	Аркцішів			
Розроб.	Робул											
Перев.	Панченко											
Н. контр.	Кухар						НТУ "ДП", ММФ, 133М-17-1					
Затвер.	Заболотний						Формат А4					

Форм.	Зона	Лаз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				стандартні вироби		
		14		Болт М24х60 ГОСТ 7805-70	36	
		15		Болт М24х65 ГОСТ 7805-70	32	
		16		Болт М36 ГОСТ 4757-73	4	
		17		Болт М42 ГОСТ 5915-70	8	
		18		Гайка М42 ГОСТ 5915-70	8	
		19		Гайка М56 ГОСТ 5932-73	32	
		20		Маслянка ГОСТ 19853-74	4	

ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.000

Аркци

Зм. Аркци № докum. Підп. Дата

Форм.	Зана	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				Документація		
A1			ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.003 СК	Креслення		
A3	1		ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.014	Обід	4	
A3	2		ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.015	Сектор	4	
A3	3		ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.016	Матеріална заклиненна	1	
A3	4		ГМІ.ПД.18.11-1.03.00.017	Розпірка	8	

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

Зм. Арк				№ докум.				Підп.				Дата			
Розроб.				Робул				Панченко							
Перев.				Панченко											
Н. контр.				Кухар											
Затвер.				Заболотний											

Шків заклинений

Лім. Аркцш Аркцшів
1

НТУ "ДП", ММФ,
133М-17-1

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

ДОДАТОК В

Презентація

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

Зм.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата	Презентація НТУ "ДП", 133М-17-1			
Розроб.	Робул	Панченко						
К. розділу	Панченко							
Керівник	Панченко							
Н. Контр.	Кухар							
Затвердив	Заболотний				Літ.	Аркуш	Аркушів	

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
Дніпровська політехніка

**Дипломний проект
на тему:**

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

Виконав:
студент гр. 133м-17-1
каф. ГМІ
Робул К.О.
Науковий керівник:
Панченко О.В.

Дипломна робота виконується в
рамках договору № 35 від
01.03.2012 р між ПАТ «НКМЗ» і
НГУ для рудника Запорізького
гірничого комбінату, що
підтверджує її технічну і наукову
актуальність.

Наукова задача

Обґрунтування параметрів копрового
(направляючого) шківів піднімальної машини
МПМН-5×4

Мета роботи

Мета дослідження – розробити
конструкцію копрового шківів багатоканатної
піднімальної машини МПМН 5×4.

Для виконання поставленого завдання робота розбита
на етапи:

1. Виконати збір, обробку, систематизацію й аналітичний
науковий аналіз наукової й технічної інформації за
темою проекту.
2. Виконати аналіз конструкції багатоканатної піднімальної
установки.
3. Вивчити інженерні методи розрахунку параметрів
багатоканатних піднімальних установок.
4. Виконати аналіз умов експлуатації
багатоканатної підійомної установки.
5. Виконати аналіз техніко-економічних факторів, що
забезпечують ефективність прийнятих технічних
рішень.

**Задача 1. Аналіз конструкції
піднімальної машини МПМН-5×4.
Проведення розрахунків підійомної
установки.**

Конструкція піднімальної машини МПМН-5×4



Вибір піднімальної посудини

Ємкість скіпа розраховується за формулою:

$$Q = 13 \cdot A_{\text{год}} \cdot \sqrt[4]{N_{\text{п}}} = 19,26 \cdot 10^4 \text{ Н.}$$

Після розрахунку ємкості скіпа приймаємо скіп
по Димашко до класу 1, для вугільної
промисловості за ГОСТ 1СН 25-2 з
вантажопідйомністю 22 т, та масою порожнього
скіпа 21,2 т.

**Розрахунок та вибір параметрів
піднімальної установки**

Розривне зусилля одного канату:

$$Q_p = m_0 \cdot Q_{01} \cdot g = 1026000 \text{ Н}$$

За отриманим зусиллям вибираємо сталевий
крупоштакловий канат по ГОСТ 7669-68,
діаметром $d_k = 45,5 \text{ мм}$.

Перевірка обраного канату на запас міцності

Фактичний запас міцності з урахуванням власної маси канату.

$$m_{\phi} = \frac{Q_p}{Q_{01} \cdot g + p_k \cdot g \cdot H_n} \geq m$$

$$m_{\phi} = 5,435 \geq 4,5$$

Вибір рівноважних канатів

Вага рівноважних канатів дорівнює:

$$q_{врів} = p_k \cdot \frac{n}{n_x} = 17,78 \text{ кг/м}$$

Вибираємо канат 107-Г-1-Ж-Н-Т-1570 по ГОСТ 27080.

Розрахунок навантажень на підмальний станок

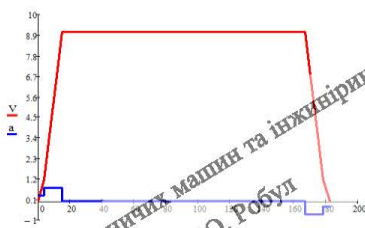
Максимальний статичний натяг вітки:

$$T_1 = (2 \cdot q_{врів} \cdot H_n + Q_0) \cdot g = 965,4 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

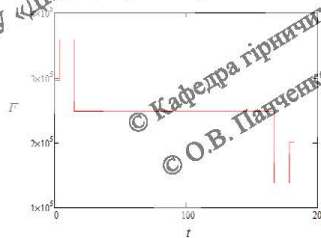
Максимальний статичний натяг вітки:

$$T_2 = (2 \cdot q_{врів} \cdot H_n + Q_M) \cdot g = 745,4 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Діаграма швидкостей і прискорень



Діаграма зусиль



Визначення потужності і вибір приводного двигуна

Визначаємо еквівалентну потужність наведеного двигуна:

$$P_{екв} = \frac{F_e \cdot V_{max}}{1000 \cdot \eta_{зп}} = 2,528 \cdot 10^3 \text{ кВт}$$

Приймаємо двигун АКН4-17-28-16У3 з такими параметрами: номінальна напруга 6000 В; швидкість обертання 400 об/хв; КПД 90,6 %; $\frac{m_{max}}{m_{ном}} = 2,3$; маховий момент ротора 2890 кг·м²

Перевірка обраного двигуна

Обраний двигун перевіряємо в умовах пускового переобтяження:

$$\gamma = \frac{P}{P_{ном}} \leq 1,6 \dots 1,8$$

$$\gamma = 1,15$$

Вибір редуктора піднятої установки

Визначимо крутий момент редуктора:

$$M_{кр ред} = M_{кр ел} \cdot i = 3,011 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

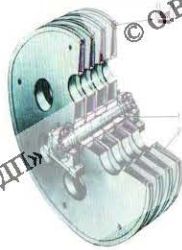
Виходячи з крутного моменту редуктора і передавальному відношенню, приймаємо двигун з такими параметрами: тип редуктора механізму підйому ЦО-18; передавальне число 10,5; крутий момент редуктора 3000 Н·м, маса 38 т.

Технічна характеристика багатоканатної піднятої машини ММН5-4	
Максимальне статичний натяг канату, Н	965,4 · 10 ³
Максимальна різниця статичних натягів канату, Н	220 · 10 ³
Діаметр шківів тертя, мм	5000
Відстань між канатами на шківі, мм	
Кількість канатів	4
Найбільший діаметр канату, мм	45,5
Маса машини без ротора та відкритих шківів	130

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДІ»
 © О.В. Панченко, К.О. Робул

Задача 2. Обґрунтування параметрів копрового шківів

Конструкція копрового шківів МПМН-5×4



Копровий або направляючий шків складається з основних елементів: головного валу копрового шківів 1, та чотирьох шківів 2, встановлених на валу.

Вибір діаметру копрового шківів
 За ПБ діаметр копрового шківів визначається, виходячи з умов співвідношень:

$$D_{шк} \geq 80d_k$$

$$D_{шк} \geq 3,64 \cdot 10^3 \delta$$

$$D_{шк} \geq 1200\delta$$

$$D_{шк} \geq 3,12 \cdot 10^3 \delta$$

Виходячи з цих значень, приймаємо діаметр копрового шківів 4000 мм.

Розрахункова модель валу



Попередній розрахунок діаметру валу

Визначимо мінімальний діаметр валу з умови міцності та зриву.

$$d_{зр} = \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot 4}{2 \cdot \tau \cdot \pi}} = 55 \text{ мм}$$

$$d_s = \sqrt[3]{\frac{M}{0,1 \cdot [\sigma]}} = 42,6 \text{ мм}$$

Розміри заплетків валу

Розміри заплетків валу приймається в діапазоні $\Delta = 20 \dots 30$ мм, тобто:

$$d_n = 460 \text{ мм}$$

$$d_{ш} = d_n + 2 \cdot \Delta = 500 \text{ мм}$$

$$d^* = d_{ш} + 2 \cdot \Delta = 500 \text{ мм}$$

Попередній розріз валу

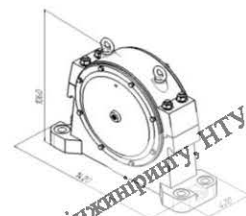


Вибір підшипника

Технічні характеристики:
 внутрішній діаметр – 460 мм,
 зовнішній діаметр – 760 мм,
 ширина – 240 мм, маса – 473 кг;
 кількість роликів – 48 шт.;
 вантажопідйомність динамічна – 5180 кН, вантажопідйомність статична – 10300 кН,
 максимальна номінальна частота обертання – 3,45 / хв.



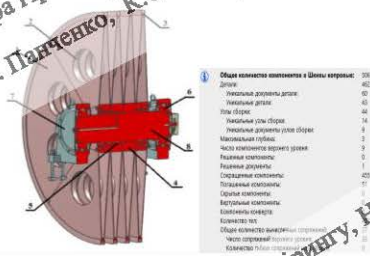
Модель корпусу підшипника



© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДІ»
 © О.В. Панченко, К.О. Робул

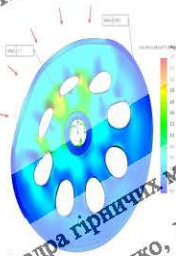
© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДІ»
 © О.В. Панченко, К.О. Робул

Комп'ютерна модель ковпачкового шківця



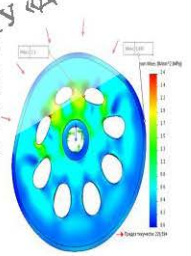
Перевірка НДС спроектованого шківця

Максимальне значення напруження дорівнює 27 МПа, а максимальне допустиме 90 МПа. Запас міцності при цьому складає 3,33.



Перевірка НДС спроектованого шківця

Напружено-деформований стан показує, що максимальне напруження дорівнює 26 МПа, що менше ніж максимального допустимий 90 МПа. Запас міцності складає 3,5.



Визначення зусиль на вал що діють від ваги елементів

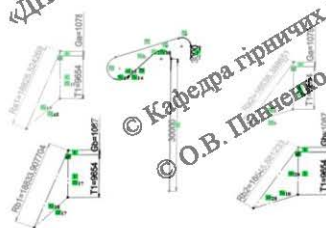
Розрахунок зусиль що діють від ваги елементів:

$$G_b = \frac{G \cdot a}{a + b} = 108,7 \text{ кН}$$

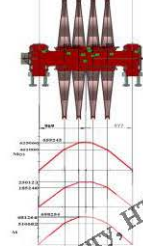
$$G_a = G - G_b = 107,8 \text{ кН}$$



Визначення навантажень на вал



Побудова епюр згинальних моментів



Визначення складової моментів

Значення складових моментів враховується за виразом:

$$M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = 698255 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Перевірка запасу міцності спроектованого валу

Перевірку запасу міцності проводимо по четвертій теорії міцності:

$$\sigma_{\alpha}^{IV} = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2} \leq [\sigma]$$

$[\sigma] = 330 \text{ МПа}$ – допустимі напруження.

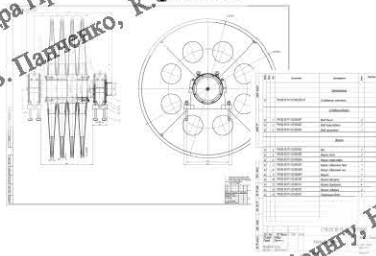
$$\sigma_{\alpha}^{IV} = 57 \text{ МПа}$$

Перевірка підшипника валу на довговічність

Обраний підшипник перевіряємо на довговічність:

$$\frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{R_{max} \cdot k_3 \cdot k_6} \right)^{\frac{10}{3}} \geq L_4$$

$$2,239 \cdot 10^5 \geq 135000$$



Задача 3. Розробити заходи щодо експлуатації та охорони праці копрових шківів. Визначити собівартість для підіймальної машини МПМН-5x4.

- Розглянуті питання експлуатації підіймних установок, канатів і копрових шківів, описані роботи змащувальних операцій.
- Встановлено заходи з охорони праці для підіймальних машин.
- Визначено собівартість копрового (вдихляючого) шківа підіймальної машини МПМН-5x4, вона склала 1,6 млн. грн.

Висновки

Виконаний дипломний проект присвячений вирішенню інженерної задачі – розроблення конструкції копрового шківа багатоканатної підіймальної машини МПМН 5x4.

Висновки

Проаналізовано конструкцію та розраховано параметри підіймальної установки МПМН 5x4. Вивчена конструкція копрового шківа. Розраховані попередні параметри установки, спроектована комп'ютерна модель копрового шківа. Модель перевірена на працездатність за допомогою аналізу НДС. Визначені зусилля діючі на шків, розраховано запас міцності елементів конструкції. Вибраний підшипник перевірено на опір витісненню. Був розроблений експлуатаційно-економічний роздл. Описана експлуатація та охорона праці підіймальної установки і шківів. Проведено розрахунок собівартості копрових шківів, собівартість складала 1,6 млн. грн.

Доповідь закінчено.
Дякую за увагу!

ВІДГУК

на кваліфікаційну роботу магістра, на тему:
«Визначення параметрів і розробка конструкції відхиляючого шківів багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4»

студента групи 133м-17-1, **Робота Кирила Олександровича**

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

Мета – обґрунтування параметрів і розробка конструкції відхиляючих шківів, багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4 за допомогою комп'ютерного моделювання в SolidWorks. У зв'язку з цим автором вирішені наступні задачі: виконано аналіз стану питання і постановку задачі на проектування; виконано розрахунок параметрів багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4; виконано розрахунок параметрів відхиляючого шківів багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4; розроблено конструкцію відхиляючого шківів багатоканатної піднімальної машини; побудовано комп'ютерну модель відхиляючого шківів багатоканатної піднімальної машини; розроблено інструкцію експлуатації та обслуговування багатоканатної піднімальної машини; розроблено та обґрунтовано заходи щодо безпечного експлуатування багатоканатної піднімальної машини; визначено техніко-економічну ефективність запропонованих технічних рішень.

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці методики розрахунку відхиляючого шківів багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4.

Розрахунки підтверджують працездатність запропонованої конструкції.

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

Оформлення креслеників і пояснювальної записки дипломного проекту виконано без відхилень від стандартів.

Ступінь самостійності виконання дипломного проекту висока.

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

Керівник кваліфікаційної роботи,
 доцент кафедри гірничих
 машин та інжинірингу



О.В. Панченко

ДОДАТОК Д

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

Відгук нормоконтролера

Нормоконтроль:

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

немає.

10.12.18

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул

Зм.	Аркуш	№ документа	Підпис	Дата
Розроб.	Робул	© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»		13.12.18
К. розділу	Панченко	© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»		13.12.18
Керівник	Панченко	© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»		13.12.18
Н. Контр.	Кухар	© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»		13.12.18
Затвердив	Заболотний	© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»		13.12.18

Відгук нормоконтролера

Літ.	Аркуш	Аркушів
	1	

НТУ "ДП", 133м-17-1

Рецензія

на кваліфікаційну роботу магістра, на тему:
**«Визначення параметрів і розробка конструкції відхиляючого шківів
багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4»**
студента групи 133м-17-1 **Робота Кирила Олександровича**

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 – обґрунтувати параметри і розробити конструкцію копрових шківів, багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4 за допомогою комп'ютерного моделювання в SolidWorks. У зв'язку з цим автор поставив і вирішив наступні задачі: виконати розрахунок параметрів багатоканатної піднімальної машини МПМН 5x4; виконати розрахунок параметрів відхиляючого шківів багатоканатної піднімальної машини МПМН 5x4; розробити конструкцію відхиляючого шківів багатоканатної піднімальної машини МПМН 5x4; побудувати комп'ютерну модель відхиляючого шківів багатоканатної піднімальної машини МПМН 5x4; розробити інструкцію з експлуатації та обслуговування багатоканатної піднімальної машини МПМН 5x4; розробити та обґрунтувати заходи щодо безпечного обслуговування багатоканатної піднімальної машини МПМН 5x4; визначити техніко-економічну ефективність запропонованих технічних рішень.

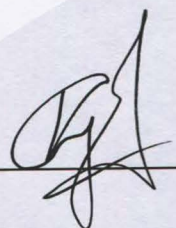
Кваліфікаційна робота безпосередньо пов'язаний з об'єктом діяльності магістра спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Гірничі машини та комплекси», професійній кваліфікації «Інженер-конструктор (механіка)». Виконані дослідження і розрахунки підтверджують працездатність запропонованої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

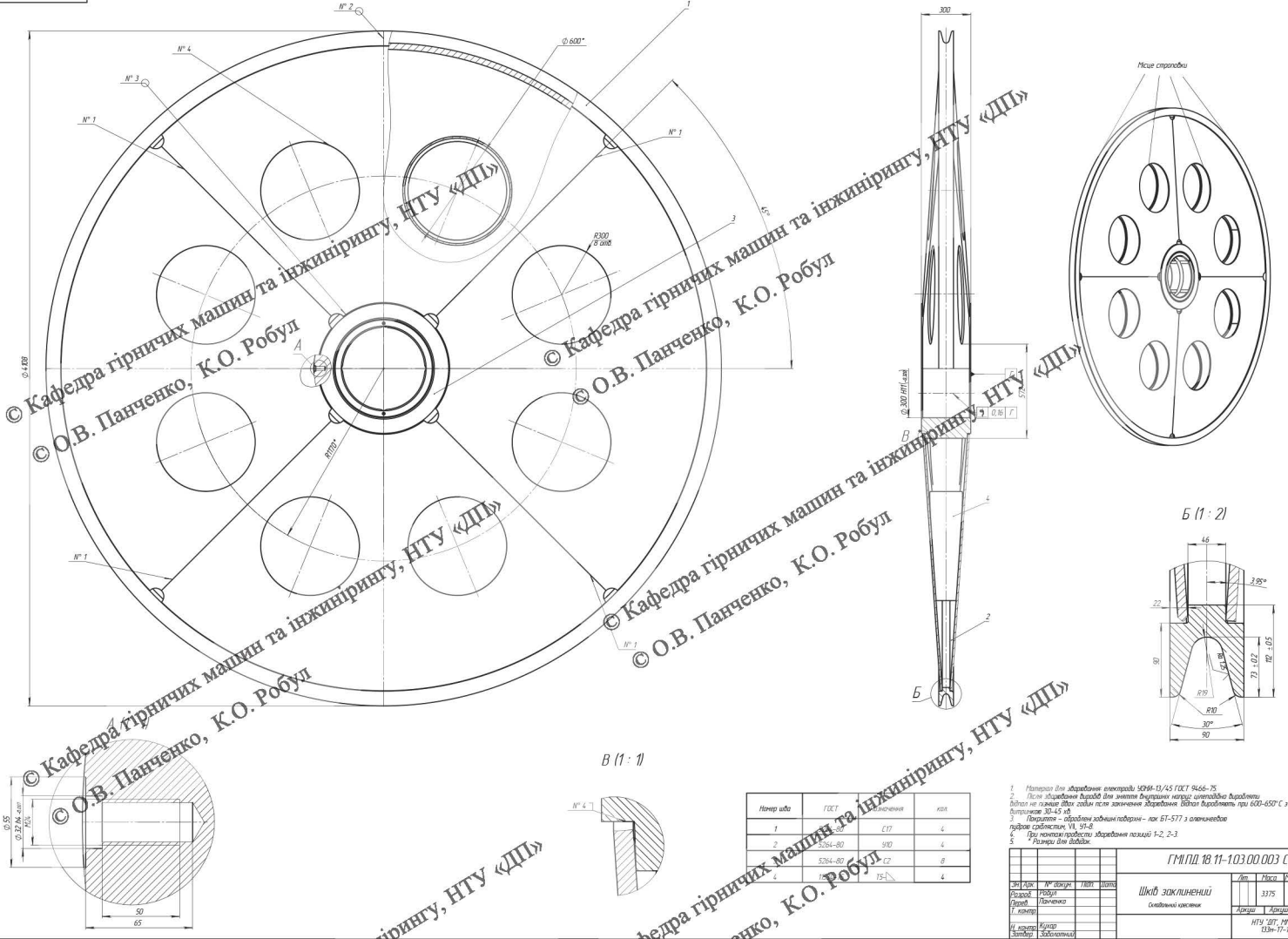
Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки (86 сторінки) і графічної частини проекту (5 листів креслеників формату А1). Оформлення креслеників і пояснювальної записки виконано без відхилень від стандартів.

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


В.І. Самуся

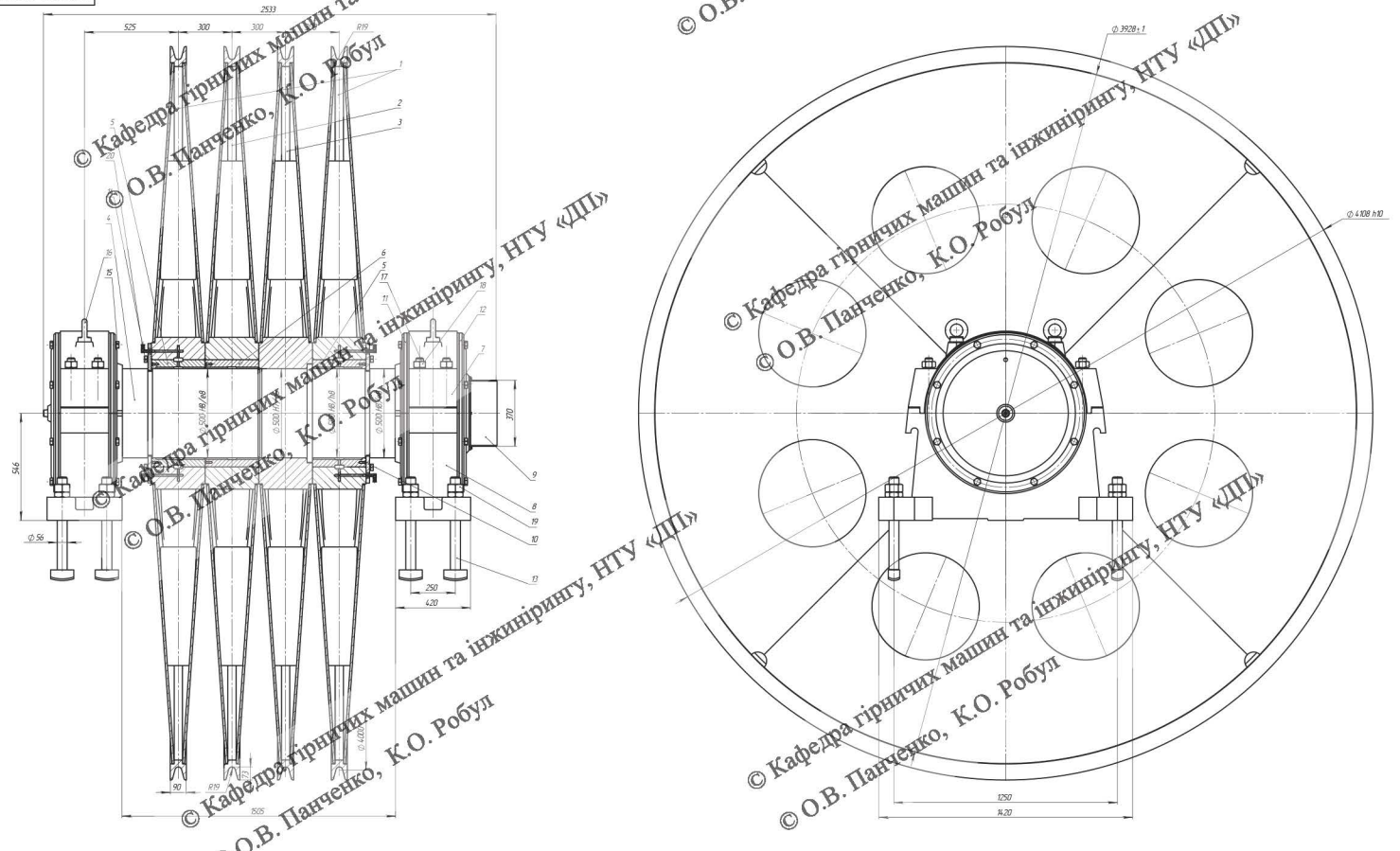


Номер ший	ГОСТ	значення	конт.
1	5204-80	С17	4
2	5204-80	С17	4
3	5204-80	С2	8
4	1504-80	15-1	4

1. Матеріал для зварювання електроди 5096-01/45 ГОСТ 9466-75
 2. Після зварювання швів для зняття напруги металеві вироби підлягають обробці на гідравлічній пресі після закінчення зварювання. Відрізок виробити при 600-650°С з витратою 20-45 об.
 3. Підготувати виробу зазначені розміри - по Б1-577 з орієнтацією лідерів згідно з рис. 94-8
 4. Для контролю професії зварювання покази 1-2, 2-3
 5. Розміри для додачі:

ГМ/ПД 18-11-103.00.000 СК			
№	Діаг.	№	Вимір
1	Шкв	1	3375
2	Шкв	2	110

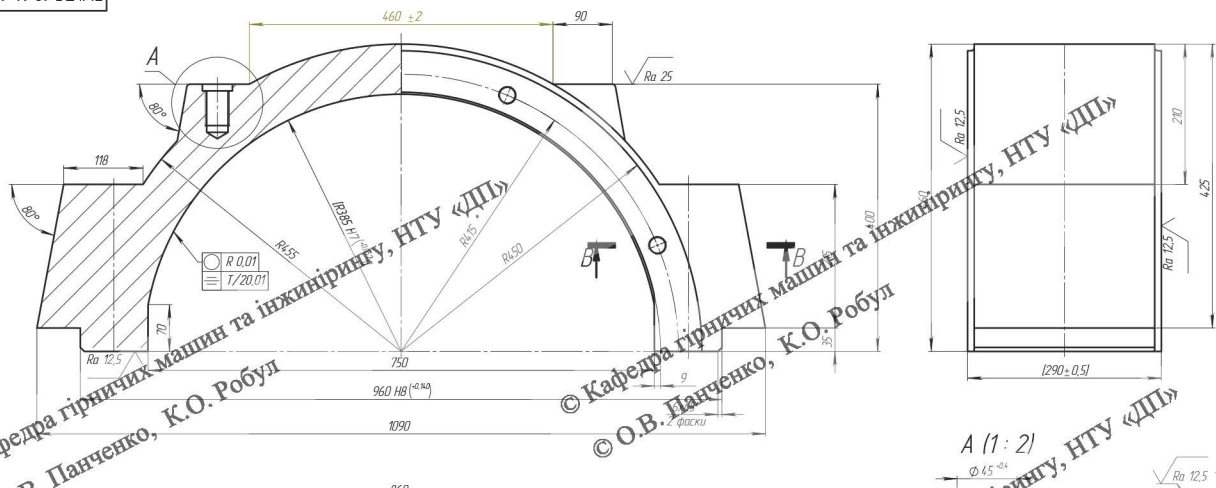
Шкв зварювальний
 Складові частини
 Діагност: []
 Архив: []
 НТУ «ДПІ», 1999, БЗ-11-1



1. Задіяти шкв зварювальний шкв
 2. Задіяти шкв зварювальний шкв
 3. Контроль професії по 9110 заповнити наступним ПЛ/Д-24 ГОСТ 21502-75 по 8 кв. після зварювання
 4. Розміри для додачі:

ГМ/ПД 18-11-103.00.000 СК			
№	Діаг.	№	Вимір
1	Шкв	1	2160
2	Шкв	2	110

Шкв зварювальний
 Складові частини
 Діагност: []
 Архив: []
 НТУ «ДПІ», 1999, БЗ-11-1



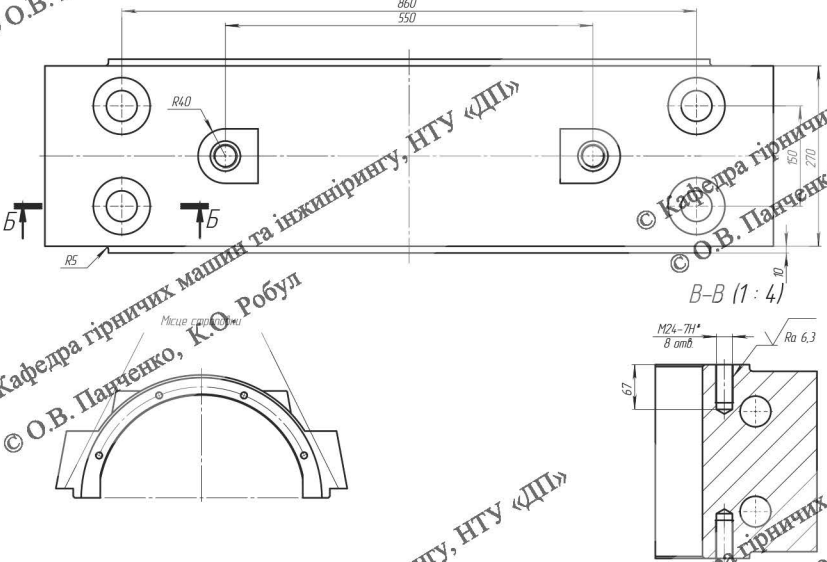
© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
 © О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
 © О.В. Панченко, К.О. Робул

Лист № 001 18.11.103.00.007
 Лист № 001 18.11.103.00.007
 Лист № 001 18.11.103.00.007
 Лист № 001 18.11.103.00.007

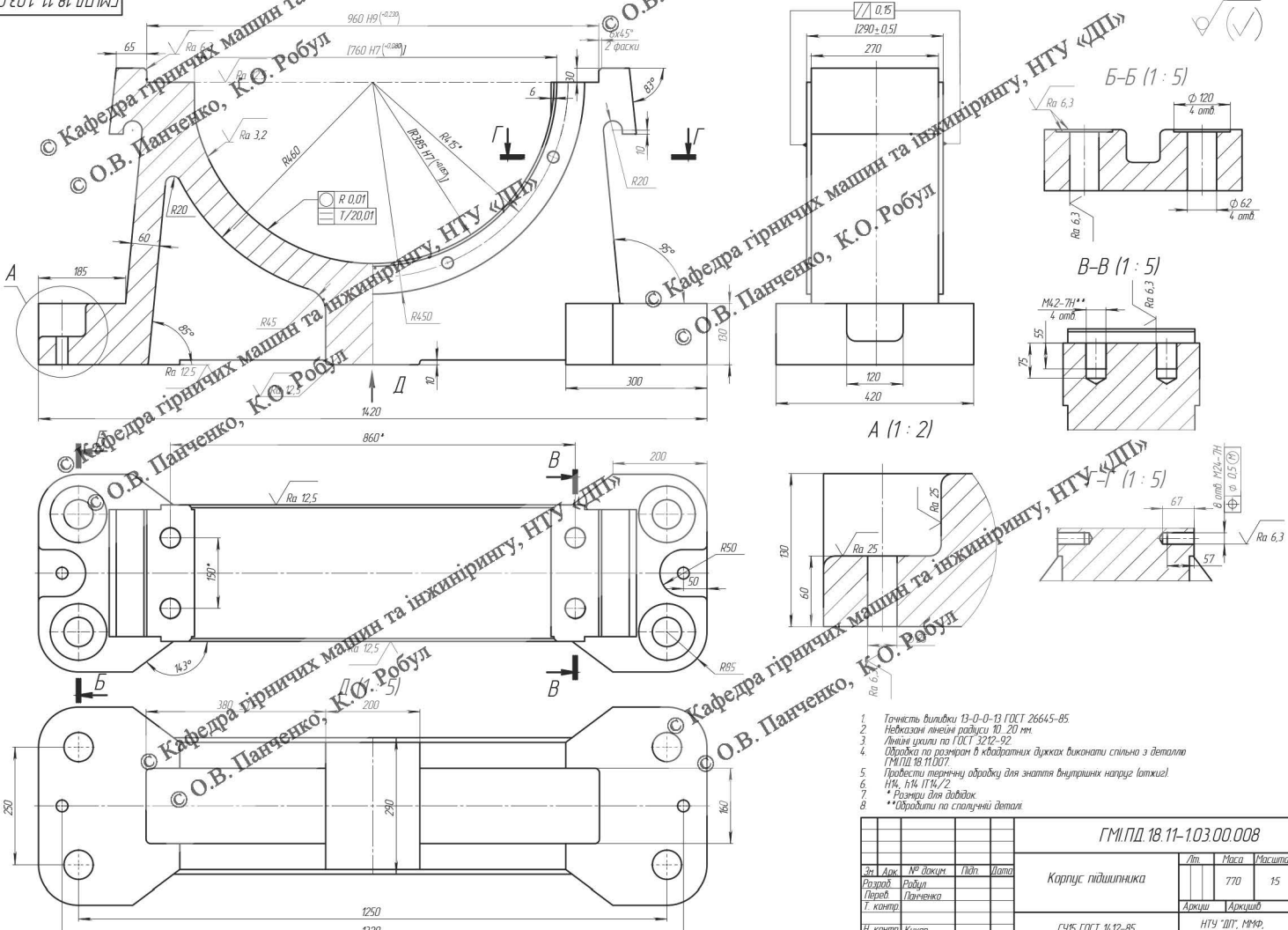
- Точність вильдки 12-13 ГОСТ 26645-85
- Неказані лінійні радіуси 5-15 мм
- Види обробки та розміри в квадратних дужках виконати спільно з деталлю
- ГМІ.ПД.18.11-103.00.007
- Провести термічну обробку для зняття внутрішніх напружень (отжиг)
- H14, h14, ±IT14/2
- Розміри для довідок
- *Обробити по сполучній деталі

ГМІ.ПД.18.11-103.00.007			
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.	Робул		
Перев.	Панченко		
Т. констр.			
Н. констр.	Кисар		
Затвер.	Заболотний		
Кришка підшипника		Лист	Маса
		301	14
СЧ45 ГОСТ 14.12-85		Аркшм	Аркшнб
		НТУ «ДП», ММФ, 1334-17-1	
		Копіював	Формат А2



© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
 © О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
 © О.В. Панченко, К.О. Робул



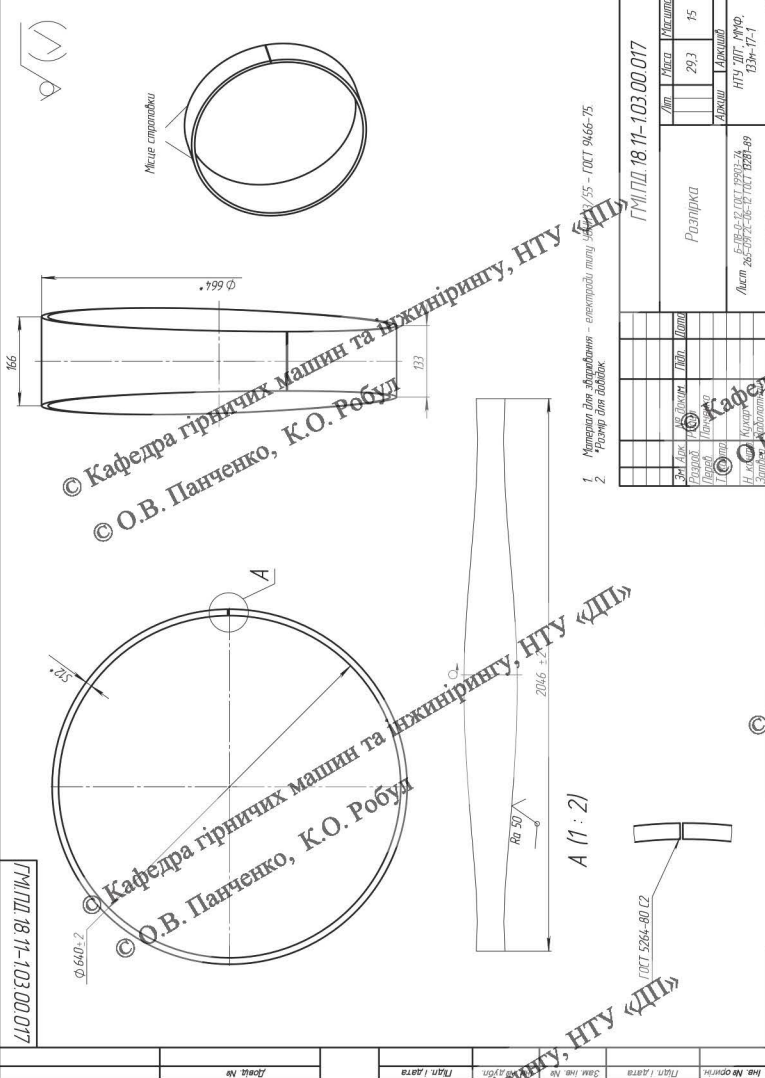
© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
 © О.В. Панченко, К.О. Робул

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
 © О.В. Панченко, К.О. Робул

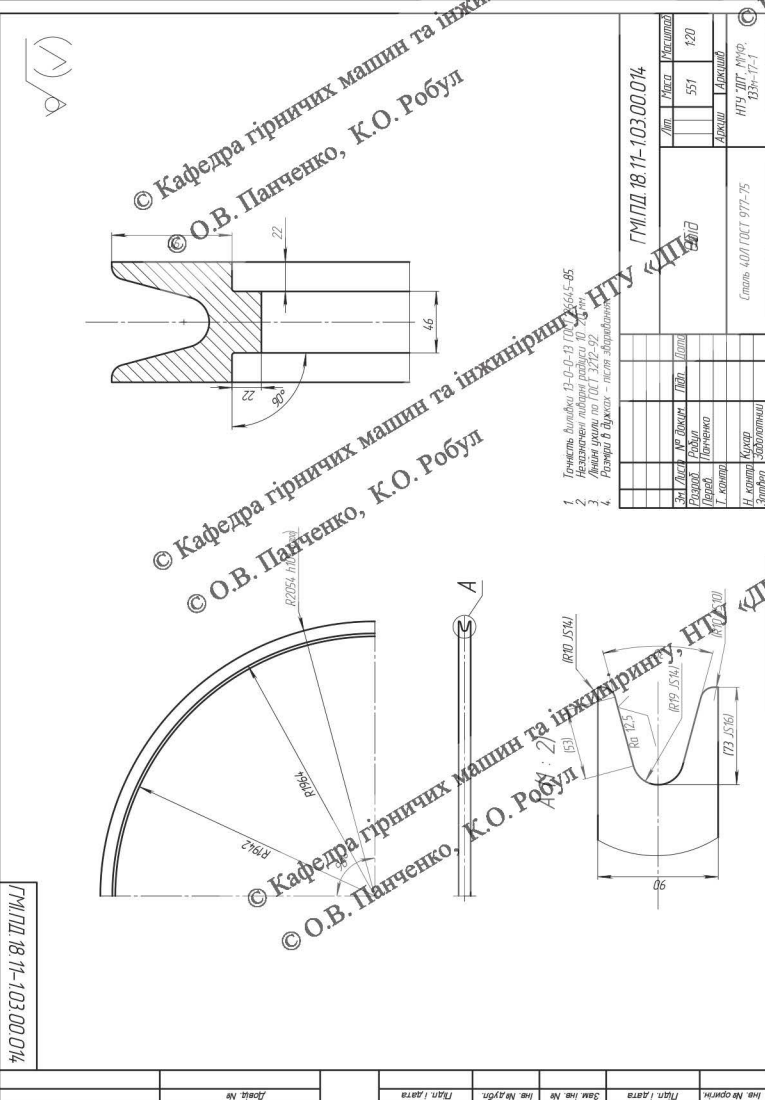
- Точність вильдки 13-0-0-13 ГОСТ 26645-85
- Неказані лінійні радіуси 10-20 мм
- Линія шхили по ГОСТ 3212-92
- ГМІ.ПД.18.11-103.00.007
- Провести термічну обробку для зняття внутрішніх напружень (отжиг)
- H14, h14, ±IT14/2
- Розміри для довідок
- *Обробити по сполучній деталі

ГМІ.ПД.18.11-103.00.008			
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.	Робул		
Перев.	Панченко		
Т. констр.			
Н. констр.	Кисар		
Затвер.	Заболотний		
Корпус підшипника		Лист	Маса
		770	15
СЧ45 ГОСТ 14.12-85		Аркшм	Аркшнб
		НТУ «ДП», ММФ, 1334-17-1	
		Копіював	Формат А2

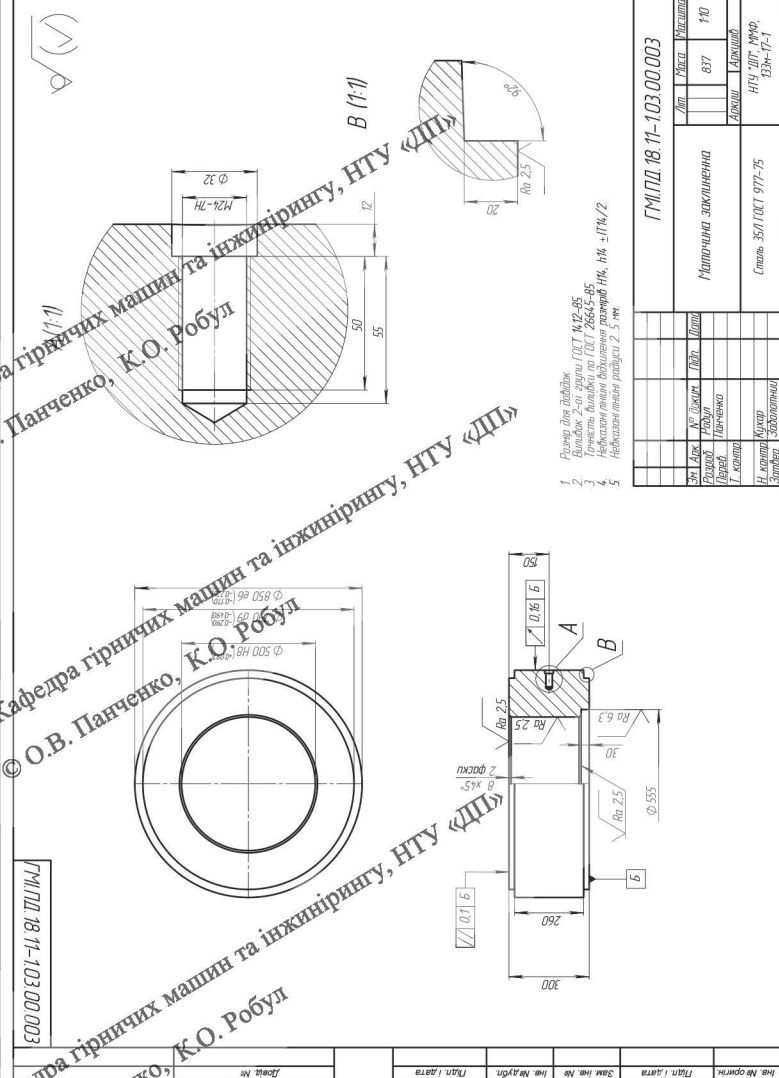
Лист № 001 18.11.103.00.007
 Лист № 001 18.11.103.00.007
 Лист № 001 18.11.103.00.007
 Лист № 001 18.11.103.00.007



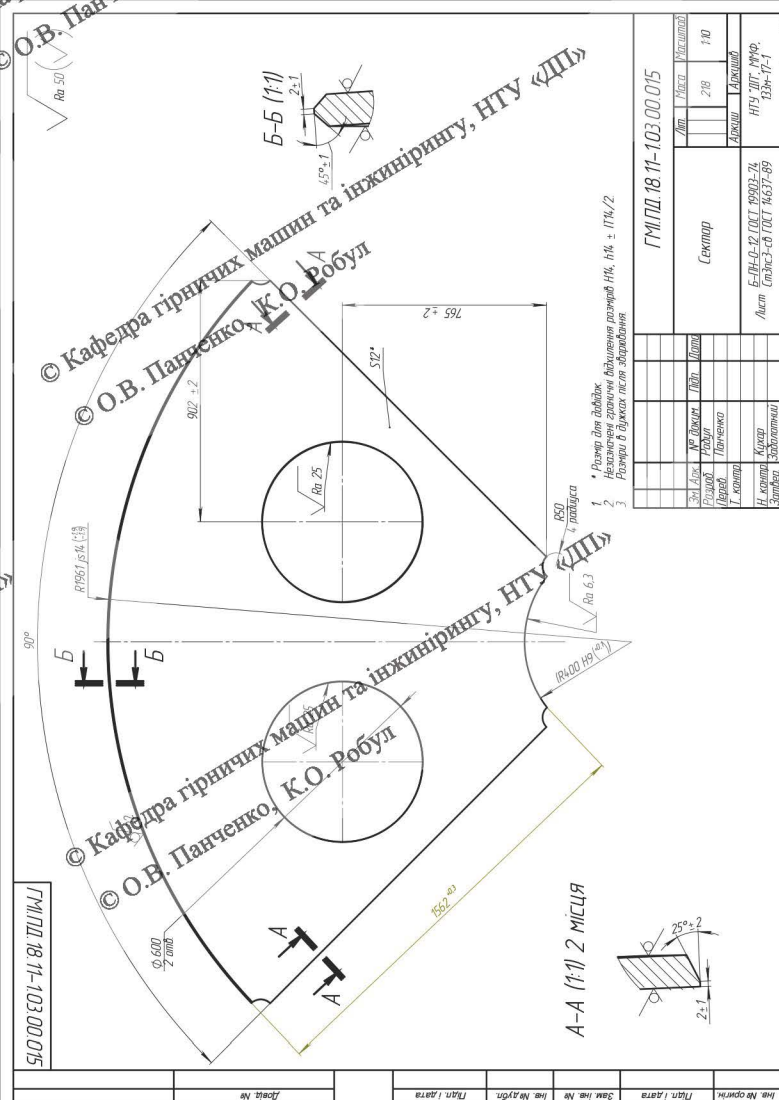
Матеріал для вироблення - електроліт титану (ГОСТ 9466-75)		Розмір для довідки	
Лист	Колір	Лист	Колір
1	Синій	1	Синій
2	Червоний	2	Червоний



Матеріал для вироблення - електроліт титану (ГОСТ 9466-75)		Розмір для довідки	
Лист	Колір	Лист	Колір
1	Синій	1	Синій
2	Червоний	2	Червоний



Матеріал для вироблення - електроліт титану (ГОСТ 9466-75)		Розмір для довідки	
Лист	Колір	Лист	Колір
1	Синій	1	Синій
2	Червоний	2	Червоний



Матеріал для вироблення - електроліт титану (ГОСТ 9466-75)		Розмір для довідки	
Лист	Колір	Лист	Колір
1	Синій	1	Синій
2	Червоний	2	Червоний

ГМ.ПД.18.11-103.00.010

Перв. примен.

Довід. №

Підп. і дата

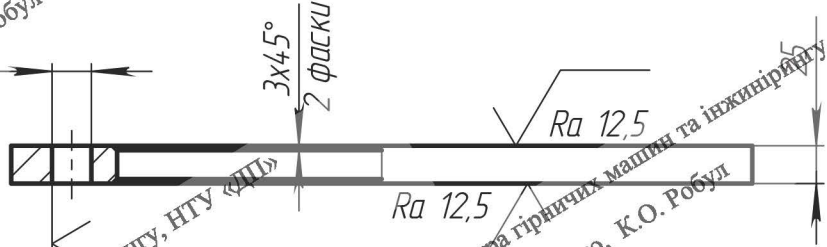
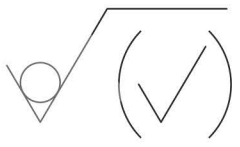
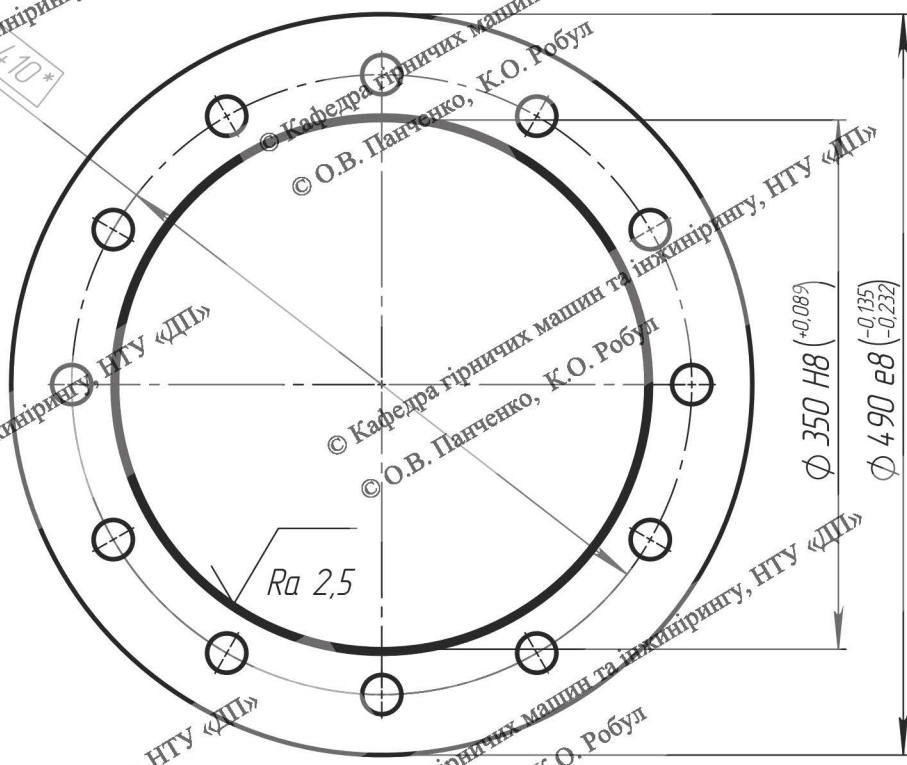
Інв. № дубл.

Зам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № оригін.

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»
© О.В. Панченко, К.О. Робул



1. Точність виливки 13-0-0-13 ГОСТ 26645-85.
2. Лінійні ухили по ГОСТ 3212-92.
3. H14, h14, ±IT14/2.
4. Обробка по сполучаючим деталям.

ГМ.ПД.18.11-103.00.010

Кришка фіксуєча

СЧ15 ГОСТ 1412-85

Лім.	Маса	Масштаб
	17	1:5
Арқш		Арқш

НТУ "ДП", ММФ,
133М-17-1

Зм. Арк.	№ аркуш	Підп.	Дата
Розроб.	Робул	Панченко	
Перев.	Панченко		
Т. контр.			
Н. контр.	Кухар		
Затвер.	Задолотний		