

До захисця  
 Є. Панченко

Міністерство освіти і науки України  
 Національний технічний університет  
 «Дніпровська політехніка»  
 Механіко-машинобудівний факультет  
 Кафедра Гірничих машин та інжинірингу  
 (повна назва кафедри)

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**кваліфікаційної роботи ступеню магістра**  
 (бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента **Мажуги Дмитра Вадимовича**

(ПІБ)

академічної групи **133м-17-1**

(шифр)

спеціальності **133 Галузь машинобудування**

(код і назва спеціальності)

спеціалізації **Гірничі машини та комплекси**

(код і назва спеціалізації)

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

(офіційна назва)

на тему **Визначення параметрів і розробка конструкції колодковийого гальма МК 5x4 з детальною розробкою важелів.**

(назва за наказом ректора)

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи		95	відмінно	Є. Панченко
розділів:				
Конструкторський	Панченко О.В.	95	відмінно	Є. Панченко
Експлуатаційно-експериментальний	Панченко О.В.	95	відмінно	Є. Панченко
<b>Рецензент</b>	Слиуса В.І	95	відмінно	Слиуса В.І
<b>Нормоконтролер</b>	Кухар В.Ю.	95	відмінно	Кухар В.Ю.

**Дніпро 2018**

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
 © О.В. Панченко, Д.В. Мажуга



**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

Гірничих машин та інжинірингу  
(повна назва)

Заболотний К.С.

(підпис) (прізвище, ініціали)

12 2018 року

**ЗАВДАННЯ**

**на кваліфікаційну роботу  
ступеня магістра**

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту **Мажугі Д.В.** академічної групи **133м-1**

(прізвище та ініціали)

(шифр)

спеціальності **133** Галузеве машинобудування

спеціалізації **Гірничі машини та комплекси**

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

на тему **"Визначення параметрів і розробка конструкції колодкового гальма МК 5x4 с  
детальною розробкою важелів"**

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 27.11.18 № 2018-Л

Розділ	Зміст	Термін виконання
Конструкторський	Розглянути загальні відомості та область використання піднімальної машини і колодкового гальма, розрахувати основні параметри підіймальної установки. Провести розрахунок колодкового гальма, виходячи з цих значень, створити комп'ютерну модель колодкового гальма МК 5x4. Модель перевірити на предмет відповідності за допомогою скінченно-елементного аналізу. Розробити конструкторську документацію гальма МК 5x4.	05.11.18
Експлуатаційно-економічний	Провести аналіз небезпечних і шкідливих факторів при монтажі, експлуатації і ремонті гальма МК 5x4 шахтної підіймальної машини МПМН 5x4. Запропонувати необхідні інженерно-технічні заходи по боротьбі з цими факторами. Визначити собівартість гальма МК 5x4	06.12.2018

Завдання видано

(підпис керівника)

Дата видачі

15.10.2018

Дата подання до екзаменаційної комісії

15.12.2018

Прийнято до виконання

(підпис студента)

Мажуга Д.В.

(прізвище, ініціали)



## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 88 стор., 30 рисунків, 5 джерел інформації, 6 додатків

**Об'єкт розробки** – колодкове гальмо шахтної підйомної машини МК 5x4

**Мета дипломного проекту** – розробка колодкового гальма МК 5x4 шахтної багатоканатної підйомної машини МПМН 5x4.

У вступі наведено коротке обґрунтування необхідності виконання розробки гальма і технічної документації колодкового гальма шахтної підйомної машини МПМН 5x4, а також аналіз умов експлуатації і конструкції.

У конструкторському розділі розглянуті питання: загальні відомості про шахтні підйомні машини, аналіз конструкцій гальм, побудована та аналізована комп'ютерна модель колодкового гальма шахтної підйомної машини МПМН 5x4. Виконано розрахунок з визначення параметрів підйомної машини, вибір скіпа, канатів, розрахунок кінематики, визначення гальмівного моменту. Підготовлена технічна документація.

У експлуатаційно-економічному розділі проведено аналіз небезпечних і шкідливих факторів при монтажі, експлуатації і ремонті гальма шахтної підйомної машини МПМН-5x4. Запропоновані необхідні інженерно-технічні заходи по боротьбі з цими факторами. В економічній частині визначена собівартість гальма.

**Ключові слова:** КОЛОДКОВЕ ГАЛЬМО ШАХТНОЇ ПІДЙОМНОЇ МАШИНИ МПМН 5x4

Графічна частина проекту становить 5 аркушів формату А1.

ЗМ.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМДП.18.08.ВВ.Р				
Виконав	Мажуга				Лит.	Аркуш	Аркушів		
К.розділу	Панченко					1	1		
Керівник	Панченко				Реферат				
Н. Контр.	Кухар								
Затвердив	Заболотний								
					НТУ «ДІІ», ММФ, 133-17-1				

## ЗМІСТ

	Стр.
Вступ.....	6
1 Конструкторський розділ.....	7
1.1 Аналіз умов експлуатації.....	7
1.2 Гальмівні пристрої.....	10
1.3 Вимоги до гальмівних пристроїв.....	11
1.4 Аналіз конструкцій гальм.....	13
1.5 Постаовка мети і задача проекту.....	20
1.6 Обґрунтування параметрів підйомної машини.....	20
1.7 Розрахунок і вибір параметрів підйомної установки.....	21
1.7.1 Визначення параметрів багатоканатної підйомної машини МПМН 5x4.....	21
1.7.2 Вибір багатоканатної підйомної машини МПМН 5x4.....	21
1.7.3 Визначення ємності скіпа та вибір скіпа.....	22
1.7.4 Вибір канатів.....	22
1.7.5 Вибір типорозміру багатоканатної підйомної машини та визначальних навантажень на неї.....	24
1.7.6 Визначення навантажень на підйомну машину.....	24
1.7.7 Перевірка на умову нековзання канатів по канатоведучому шківу(мінімальна висота підйому).....	25
1.7.8 Перевірка на умову нековзання канатів по канатоведучому шківу(максимальна висота підйому).....	26
1.7.9 Кінематика підйомної установки.....	27
1.7.10 Визначення розрахункового гальмівного моменту для системи з зрівноважуючими канатами.....	33
1.8 Побудова комп'ютерної моделі гальма МК 5x4.....	35

<p style="font-size: 1.2em; margin: 0;">ГМ ДП 18.08.ВВ.3</p>				
ЗМ.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата
Виконав	Д.В. Мажуга			
К.розділу	Панченко			
Керівник	Панченко			
Н. Контр.	Кухар			
Затвердив	Заболотний			
<p style="font-size: 1.2em; margin: 0;">Зміст</p>			Лит.	Аркуш
			1	2
<p style="margin: 0;">НТУ «ДП», ММФ, 133-17-1</p>				







## ВСТУП

**Актуальність.** Робота пов'язана з науковим напрямком кафедри гірничих машин та інжинірингу і виконана в рамках договору про співпрацю між НТУ «Дніпровська політехніка» та ПАТ «НКМЗ». Розробка конструкції колодкових гальм МК 5x4 шахтної підйимальної машини МПМН 5x4 і його технічної документації включає аналіз 3D моделі, розрахунок параметрів, розгляд принципів роботи механізмів, аналіз параметрів є актуальним завданням.

**Метою** даного проекту є розробка конструкції колодкових гальм МК 5x4 шахтної підйимальної машини МПМН 5x4

Поставлена задача була виконана поетапно:

- Виконано аналіз умов експлуатації і конструкції;
- Визначено параметри шахтної машини МПМН 5x4.
- Визначено навантаження і моменти на гальмо.
- Створено комп'ютерну модель гальма МК 5x4 шахтної підйимальної машини
- Розроблено конструкцію, технічну документацію гальма МК 5x4 шахтної підйимальної машини МПМН 5x4.
- Розроблено заходи з охорони праці та навколишнього середовища при експлуатації гальма шахтної підйимальної машини МПМН 5x4.
- Визначена собівартості гальма

**Апробація результатів:** основні положення роботи доповідалися під час проведення науково-технічної конференції: «Молодь наука та інновації - 2018» НТУ «ДП» (м Дніпро, 2018)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Лист.	Аркуш	Аркушів
Виконав		Мажуга					
К. Розділу		Панченко				1	1
Керівник		Панченко					
Н. Контр.		Кухар					
Затвердив		Заболотний					

**М.П. 18.08.В.**

**Вступ**

НТУ «ДП», ММФ,  
133М-17-1



## РОЗДІЛ 1

### КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

#### 1.1 Аналіз умов експлуатації

Запорізький залізорудний комбінат (ЗЗРК) побудований на базі Південно-Білозерського і Переверзевського родовищ залізних руд, відкритих Західно-Українською 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.

У 1961 році в Таврійських степах починається будівництво рудника і міста-супутника Дніпрорудне. З перших днів будівництва комбінату йшло відпрацювання нових технологій. Зокрема, проходка стволів велася з попередніми заморожуванням на всю глибину наносних порід, так як вище рудного покладу розташовано 7 водоносних горизонтів.

Своїм народженням і становленням флагман гірничодобувної підземної промисловості Запорізький залізорудний комбінат зобов'язаний тисячам відданих своїй справі людей – геологам, проєктувальникам, інженерам, шахтарям-першопроходцям, які приїхали на республіканську ударну комсомольську будову з усіх кінців Радянського Союзу. Завдяки їх наполегливій праці були розроблені системи осушення і пройдено 6 шахтних стволів. 16 листопада 1965 був проведений перший вибух від Допоміжного стовбура для проходки горизонтальній вироблення.

У 1991 році, з відомих причин, стався спад виробництва, виникла загроза стабільній роботі комбінату.

Жорстока стагнація тривала до 1995 року. Керівництво ЗЗРК шукало вихід з глухого кута, намічались різні шляхи. Необхідно було вирішити

					ГМДП.18.08.01.3		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Виконав	©	Мажуга			Лит.	Аркуш	Аркушів
К. Розділу	©	Панченко				1	41
Керівник		Панченко			НТУ «ДП», ММФ 133М-17-1		
Н. Контр.		Кухар					
Затвердив		Заболотний					











машин, поглинаючи кінетичну енергію рухомих частин системи. Поглинання енергії відбувається за рахунок роботи тертя гальмівних пристроїв, щоб був виконаний заданий режим управління підйомальної машини, а це в свою чергу вимагає забезпечення плавного регулювання гальмівного моменту. У моменти між підйомами гальмо утримує від обертання рушійний орган. При відхиленнях умов роботи гальмівний пристрій виконує функцію захисту, виробляючи зупинку машини і оберігаючи її від аварій.

### 1.3 Вимоги до гальмівних пристроїв

До гальмівних пристроїв шахтних підйомальних машин встановлено ряд нормативних вимог, виконання яких є обов'язковим. Налагоджувальна бригада повинна перевірити виконання цих вимог, провести перевірку стану, наладку та випробування гальма.

Коефіцієнт статичної надійності гальма – відношення величин гальмівних моментів, створюваних як запобіжним, так і робочим гальмами в загальмованому (нерухомому стані) підйомної машини (лебідки), до максимального статичного моменту навантаження. У нашому випадку мінімальний допустимий коефіцієнт статичної надійності гальма дорівнює 30, так як кут нахилу виробки більше 30 градусів.

Для підйомальних машин зі шківом тертя з пружинно-пневматично-вантажним приводом гальма ставлення гальмівного моменту, створюваного пружинної частиною, до максимального статичного моменту може бути менше 3, але не менше 2.

Фактичний коефіцієнт статичної надійності гальма визначається як відношення гальмівного моменту  $M_T$  до максимального статичного моменту  $M_{ст}$  створюваному різницею натягу канатів [3]:

$$K = \frac{M_T}{M_{ст}} \geq [K]$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.



Тривалість холостого ходу гальма – це час, що минає з моменту розриву ланцюга захисту до моменту зіткнення гальмівних колодок з гальмівним ободом.

Тривалість холостого ходу запобіжного гальма діючих підйомних машин не повинна перевищувати [1]:

0,5 с – при вантажно-пневматичному і пружинно-пневматичному вантажному приводі гальма;

0,6с – при вантажно-гідравлічному приводі гальма;

0,3с – при пружинно-пневматичному і пружинно-гідравлічному приводах гальма, а також для всіх новостворюваних конструкцій гальмівних пристроїв;

1,5с – для прохідницьких лебідок.

Час спрацювання гальма – це час, що минає з моменту розриву ланцюга захисту до моменту наростання гальмівного зусилля до величини, рівної статичному (різниці статичних натягів канатів).

Час спрацювання гальма, незалежно від типу приводу гальма, не повинно перевищувати 0,8 с.

Середнє уповільнення підйомної установки – це відношення фактичної швидкості до часу, який минув з моменту початку гальмування до повної зупинки підйомної машини.

При уповільненнях близьких до гранично допустимих при підйомі вантажу з-за пружності канату можливо набігання підйомних посудин на канат («підстрибування судин»), що викликає великі динамічні навантаження і може привести до прослизання канатів на машинах зі шківом тертя, а на барабанних машинах – до обриву канату або спрацювання парашутів. Тому при налазці гальмівних систем необхідно прагнути отримати величини уповільнення при гальмуванні під час підйому вантажу якнайменше за умови дотримання всіх вимог ПБ.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.

На підйомних установках зі шківками тертя величина середнього уповільнення визначається на постійній ділянці процесу гальмування. При цьому величина уповільнення як при запобіжному, так і при робочому гальмуванні не повинна перевищувати значень, що забезпечують відсутність прослизання канатів по шківках.

В окремих випадках на діючих одноканатних і багатоканатних скіпових підйомних установках зі шківом тертя за умовою запобігання ковзання канатів допускається обмеження нижньої межі уповільнення величиною 1,2 м/с за умови обладнання таких установок блокуванням, що виключає можливість опускання вантажу зі швидкістю більше 1 м/с [1].

#### 1.4 Аналіз конструкцій гальм

Виконавчий орган гальма малих підйомних машин типу БМ- і 2БМ-2500, БМ- і 2БМ-3000 з кутовим переміщенням колодок (рисунк 1.1) складається з гальмівних балок 1, шарнірно з'єднаних з підшипниками 3, які укріплені на фундаменті болтами. Гальмівні балки з'єднані між собою тягою 4, один кінець якої прикріплено до задньої гальмівної балки, а інший – до важеля 5, шарнірно-з'єднаним з передньою гальмівною балкою. На гальмівних балках укріплені гальмівні колодки 6 з прес-маси, які при гальмуванні стикаються з гальмівним ободом барабана і передають йому гальмівне зусилля.

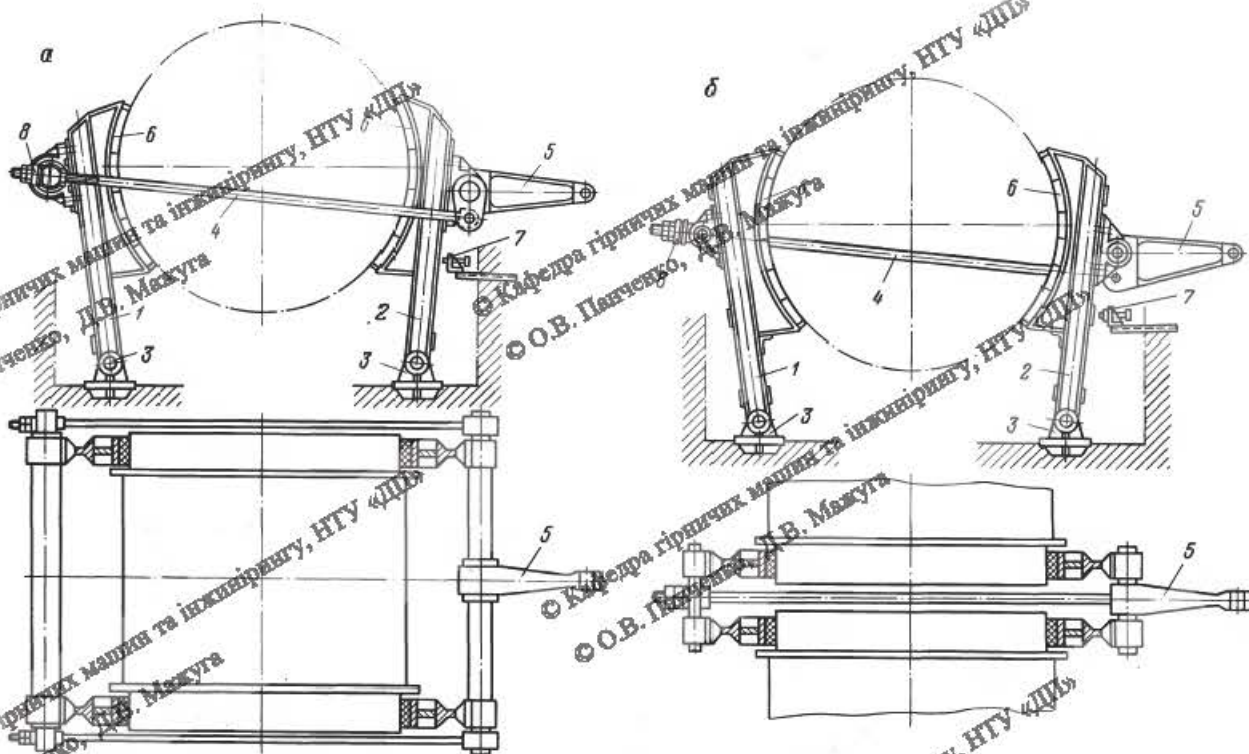
Гізьба на кінці сполучної тяги 4 дозволяє регулювати величину зазору між колодками і гальмівним ободом барабана. Важіль за допомогою штанги з'єднаний з гідравлічним приводом гальма. При русі штанги вниз або вгору важіль повертається, в результаті чого гальмівні колодки притискаються до гальмівного обода, виробляючи гальмування підйомної машини, або відходять від гальмівного обода і загальмовують машину.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.





**Рисунок 1.1 – Виконавчий орган з кутовим переміщенням колодок [3]:**

- а) з зовнішнім розташуванням гальмівних балок**
- б) з внутрішнім розташуванням гальмівних балок**

Рівномірний зазор між гальмівним ободом і обома колодками забезпечується упором 7, укріпленням на фундаменті.

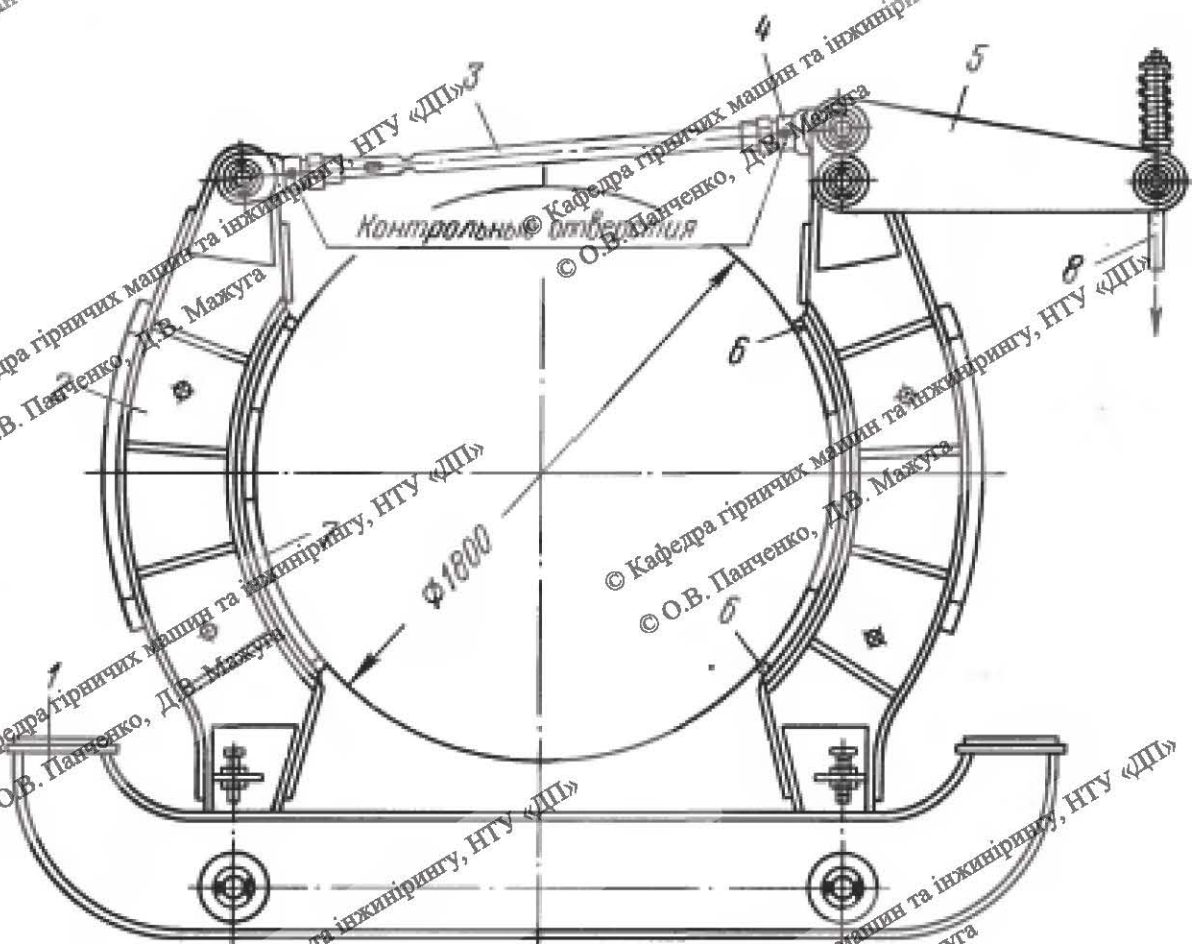
Для розширення галузі дії регульованого гальмівного моменту і поліпшення його дозування на сполучній тязі встановлено пружинна ланка 8, що уявляє собою стакан, в якому укладені тарілчасті пружини. Набір тарілчастих пружин залежить від навантаження, з яким працює підймальна машина. При отриманні в процесі гальмування малих вповільнень (великих гальмівних шляхів) пружинні ланки необхідно зняти. Гальмівні ободи розташовуються у внутрішніх або зовнішніх торців барабанів. У однобарабаних підймальних машин гальмівні обіддя розташовані по обидва боки барабана (рисунок 1.1, а), у двобарабаних малих підймальних машин гальмівні обіддя розташовані з внутрішньої сторони (рисунок 1.1, б), а у великих — зовнішньої.

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

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.

Виконавчий орган гальма малих підіймальних машин типу БМ- і 2БМ-2000 (рисунк 1.2) змонтований на рамі 1 машини і складається з двох гальмівних бадок 2, сполучної тяги 3 з шарнірною голівкою 4 і кутового важеля 5. На гальмівних балках встановлені упори 6 і укріплені гальмівні колодки 7 із прес-маси. Важіль 3' єднаний посиленою тягою 8 з гідролічним приводом гальма. Тяга 8 має на кінці пружинну ланку, що складається з дистанційною втулки, кручений циліндричної пружини, упорної шайби і регулювальної гайки. Пружина повинна мати робочий хід 10...12 мм. При русі тяги 8 вниз, або вгору важіль повертається, притискаючи гальмівні колодки до обода і гальмуючи підіймальну машину або відводячи колодки від обода, розгальмовує її.



**Рисунк 1.2 Виконавчий орган гальма малих підіймальних машин типу БМ та 2БМ-200 [3]**

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.

Підіймальна машина БМ-2000-3А має один виконавчий орган гальма з кутовим переміщенням гальмівних колодок, а машина 2БМ-2000-3А – два виконавчих органи гальма, кожен з яких має незалежний привід.

Виконавчий орган гальма великих підіймальних машин, випускати до 1963 р. (рисунок 1.3), має гальмівні балки, з'єднані горизонтальними тягами 2 двома важелями 3. Балки 1 підвішені на вертикальних стійках 4. Додаткова стійка 5 і вертикальна стійка 4 утворюють паралелограм, забезпечуючи поступальне переміщення гальмівних колодок. Важелі 3 з'єднані вертикальними тягами 6 з проміжним важелем 7, кінець якого з'єднаний зі штангою приводу гальма. При повороті важеля 7 проти годинникової стрілки гальмівні колодки 8 притискаються до гальмівного обода і зупиняють машину. При русі важеля 7 в протилежному напрямку підіймальна машина розгальмовується.

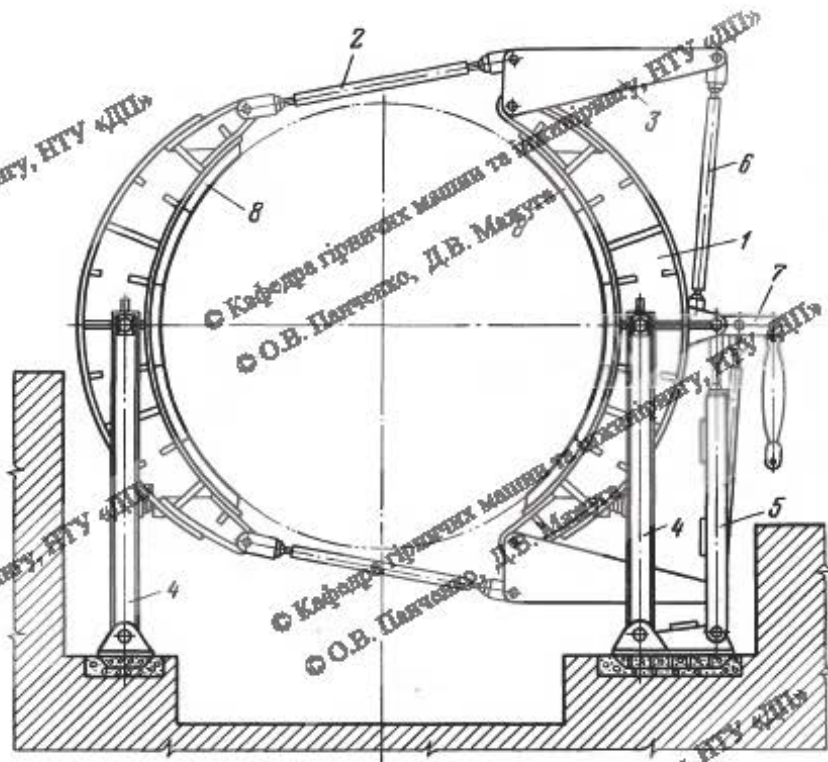
Кінематика важеля гальма забезпечує розвантаження корінного вала від згинаючих зусиль в період гальмування. Конструкція виконавчого органу гальма дозволяє мати великі кути обухату, симетричне і рівномірне (по дузі колодки) розподіл питомих тисків. Розгальмовування відбувається за рахунок неврівноважених ваг важеля.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.





**Рисунок 1.3 – Виконавчий орган гальма великих підйомних машин, які випускалися до 1963р. [3]**

Виконавчий орган гальма великих підйомних машин типу ДР, 2Ц і БЦК сучасної конструкції (рисунок. 1.4) складається з двох гальмівних балок 1 з прес-масовими колодками 2, двох вертикальних стійок 3, встановлених на опорах 4, трьох трикутних важелів 5, тяг 6 і 7. Тяга 6 складається з двох частин, з'єднаних регулюючої гайкою 8. Найвища додаткової регулюючої стійки 9 забезпечує паралельне, без перекосів, переміщення гальмівних балок при гальмуванні і розгальмовування.

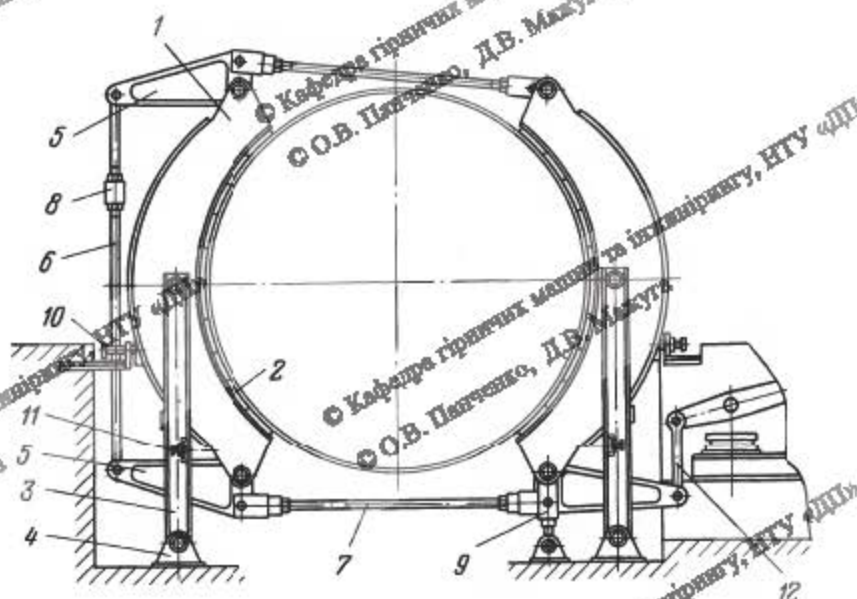
Упори 10, 11 і регулююча стійка 9 служать для установки і регулювання зазорів між гальмівними колодками і ободом. Зусилля гальмівного приводу передається штангою 12 через систему важелів 5 і тяг 6 і 7 на гальмівні балки I, які притискають гальмівні колодки до обода, виробляючи гальмування підйомної машини. Розгальмовування машини відбувається за рахунок нерівноваженості ваги елементів системи важеля, в основному елементів гальмівного приводу – поршня, штанги, важеля.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМ.ДП.18.08.01

Арк.

Великий кут обхвату гальмівних колодок і рівномірний розподіл питомих тисків забезпечують тривалий термін служби гальмівних колодок і хороше відведення тепла, що виділяється при гальмуванні.



**Рисунок 1.4 – Виконавчий орган гальма крупних підіймальних машин типу ЦР, 2Ц та БЦК сучасної конструкції [3]**

Виконавчий орган гальма підіймальних машин Ц-3,5x2 А, 2Ц-3,5x1,7 А і багатоканатних підіймальних машин (рисунок 1.5) складається з двох гальмівних балок 1, встановлених на шарнірних опорах 2 і з'єднаних між собою тягою 3 за допомогою шарнірних головок 4. Опори 2 закріплені на рамі підіймальної машини болтами. На кожній гальмівній балці укріплена шарнірна балка 5, с футеруванням для кращого зчеплення з гальмівним ободом прес-масовими колодками 6, які безпосередньо впливають на гальмівні обіддя. Переміщення прес-масових колодок щодо гальмівних балок обмежується упорами 7. Зазор між гальмівними колодками і ободом регулюється зміною довжини сполучної тяги шляхом вгвинчування або вигвинчування її з шарнірних головок. Прилягання гальмівних колодок до гальмівного обода регулюється зміною довжини стінок 8.

Зусилля для створення гальмівного моменту виконавчий орган гальма отримує від приводу гальма через шток 9. Від штока через кутовий важіль 10

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

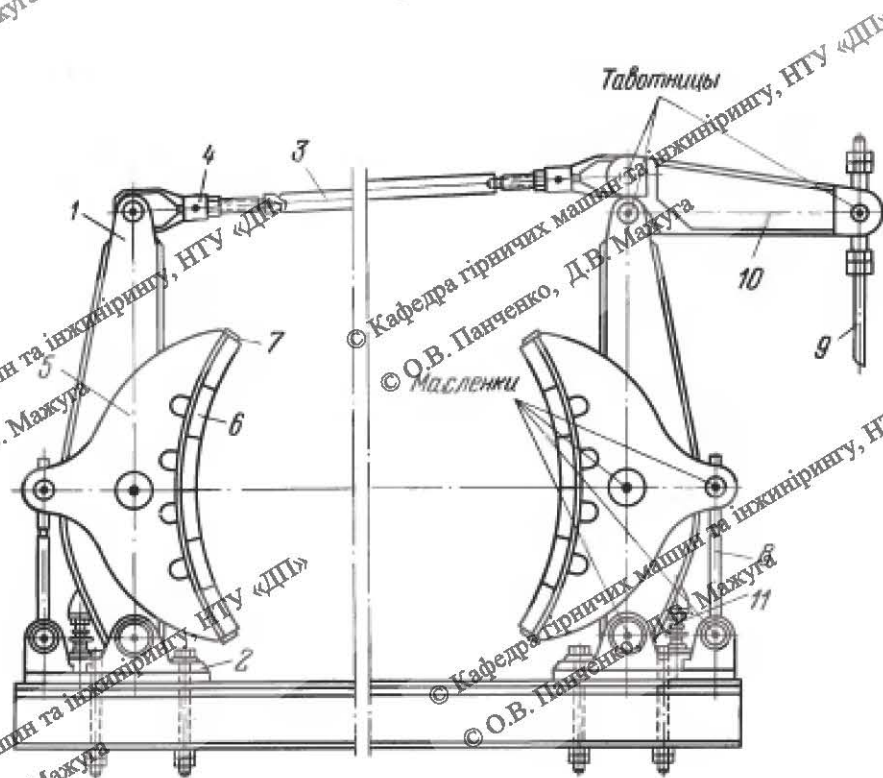
ГМ.ДП.18.08.01

Арк.



і сполучну тягу зусилля передається на гальмівні балки 1. При переміщенні штока вгору балки 1 відходять від гальмівного обода і підймальна машина розгальмовується. При переміщенні штока вниз балки 1 притискають укріплені на них балки 5 до гальмівного обода, створюючи на ободі за рахунок виникаючих при цьому сил тертя гальмівний момент. Деталі 1, 2, 5 і 8 утворюють шарніри з чотирма ланками, завдяки яким шарнірні балки 5 переміщуються поступально (паралельно), що сприяє рівномірному зносу прес-масових колодок.

Рівномірний відхід гальмівних колодок від гальмівного обода забезпечується жорсткими або пружинними упорами 11.



**Рисунок 1.5 – Виконавчий орган гальма підймальних машин типу Ц-3,5Х2А та 2Ц-3,5Х1,7А [3]**

На рисунках 1.1–1.5 наведено різноманітні конструкції гальмів підймальних машин. Аналіз цих конструкцій показав, що недоліками конструкцій з рисунків 1.1 – 1.4 є нерівномірний знос колодок, що приводить до частих поломок гальма та зниження продуктивності підймальної

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.





Обичайка виконана у вигляді вальцовального з товстостістового металу циліндра, на зовнішній поверхні якого наварені посадочні місця під футеровку, для укладання підйомного канату. Для розвантаження зварних швів між обичайкою і лобовиною використовуються косинки (20 шт.), які приварюються до лобовини звареним автоматичним швом без оброблення крайок. Для збільшення жорсткості між отворами лобовини до них приварюються ребра (по 6 шт. на лобовину) з криволінійним переходом. Лобовини частин шківів з'єднуються з корінним валом двома зовнішніми і однієї внутрішньої маточинами. Внутрішня маточина і пов'язані з нею лобовини розміщені на корінному валу симетрично відносно площини розрізу.

## 1.7 Розрахунок і вибір параметрів підйомної установки

Для раціонального режиму роботи шахтної підйомної установки важливо правильно вибрати тип підйомної машини, а також визначити потужність приводного електродвигуна. Для цього необхідно спочатку визначити основні параметри установки. Основними даними, що визначають тип і конструкцію підйомної машини є: максимальна швидкість і діаметр канату, максимальне статичне натяг канату і потужність приводного електродвигуна. Далі наведено методику визначення основних параметрів підйомних машин для обладнання підйомних установок.

### 1.7.1 Визначення параметрів багатоканатною підйомної машини МПМН 5x4

У завдання розрахунку входять: вибір підйомної посудини, канату, типу підйомної машини, кінематика, гальмівний момент

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.

### 1.7.2 Вибір багатоканатною підйомальної машини МПМН 5x4

При виконанні розрахунку використовуємо наступні вихідні дані :

$$A_{\text{річ}} = 1,4 \times \frac{10^6 \text{т}}{\text{рік}} - \text{річна продуктивність};$$

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

Тип багатоканатної підйомальної машини – скіпова.

### 1.7.3 Визначення ємності скіпа та вибір скіпа

Ємність скіпа розраховується на наступною формулою [1]:

$$Q = 5,7 \times A_{\text{год}} \times \sqrt[4]{H_{\text{п}}} \quad (1.1)$$
$$Q = 5,7 \times 382,514 \times \sqrt[4]{1500} = 190,7 \times 10^3 \text{ Н}.$$

де  $A_{\text{год}}$  – годинна продуктивність

$$A_{\text{год}} = \frac{1,5 \times A_{\text{річ}}}{n_1 \times n_2}, \quad (1.2)$$

$$A_{\text{год}} = \frac{1,5 \times 3,5 \times 10^6}{18 \times 305} = 381,514 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

де  $n_1 = 18$  год - кількість роботи підйомальної машини на добу

$n_2 = 305$  днів - кількість днів роботи підйомальної машини на рік

Вибираємо скіп з ванга жопідйомністю 30т.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.



### 1.7.4 Вибір канатів

Навантажувальна характеристика канату (без ваги канату):

$$Q_0 = 220000 + 212000 = 432000 \text{ Н} \quad (1.3)$$

де  $Q_{\text{вант}} = 30000 \text{ кг}$  – вантажопідйомність скіпа

$Q_{\text{м}} = 30300 \text{ кг}$  – маса скіпа

Навантажувальна характеристика канату:

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

$$Q_{01} = \frac{432000}{4} = 108000 \text{ Н.}$$

де  $n_k$  – кількість канатів

Розривне зусилля одного канату:

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

$$Q_p = 9,5 \times 108000 = 1026000 \text{ Н.}$$

Де  $m_0$  – запас міцності

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

Визначимо фактичний запас міцності для головних канатів:

$$m = \frac{Q_p}{Q_{01} + p_k \times H_{II}}, \quad (1.6)$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.

$$m = \frac{1360000}{108000 + 80,89 \times 1500} = 5,9$$

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

$m > 4,5$  - умова виконується.

### 1.7.5 Вибір типорозміру багатоканатною підйомальної машини та визначальних навантажень на неї

Тиск канату на футеровку:

$$q = \frac{2 \times n_k \times p_k \times H_{\text{п}} + 2 \times Q_{\text{м}} + Q_{\text{вант}}}{D_{\text{шк}} \times \frac{d_k}{10} \times n_k} \quad (1.7)$$

$$q = \frac{2 \times 4 \times 80,89 \times 1500 + 2 \times 212000 + 220000}{5 \times \frac{0.0455}{10} \times 4} = 17,74 \text{ МПа.}$$

де  $D_{\text{шк}}$  – діаметр канатопрвідного шківа.

Допустимий тиск на футеровку складає 0,25 МПа. Виходячи з цього умова – виконується.

Вибір хвостових зрівноважують канатів:

Виходячи з технічного завдання установка має 2 зрівноважувальних канати. Вага зрівноважувальних канатів:

$$q_{\text{зрів}} = p_k \times \frac{n}{n_x} \quad (1.8)$$

$$q_{\text{зрів}} = 80,89 \times \frac{4}{2} = 161,78 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

де  $n$  – число головних канатів,  $n_x$  – число зрівноважувальних канатів;  $n=4$ ,  $n_x=2$

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

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.

### 1.7.6 Визначення навантажень на підйомальну машину

Максимальний статичний натяг вітки:

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

$$T_1 = 4 \times 80,89 \times 1500 + 432000 = 906,5 \times 10^3 \text{ Н.}$$

Мінімальний статичний натяг вітки:

$$T_2 = 2 \times q_{\text{врів}} \times H_{\text{п}} + Q_M, \quad (1.10)$$

$$T_2 = 2 \times 170,78 \times 1500 + 432000 = 697 \times 10^3 \text{ Н.}$$

Різниця статичних натягів:

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

$$\Delta F_{\text{ст}} = 906,5 \times 10^3 - 697 \times 10^3 = 220 \times 10^3 \text{ Н.}$$

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

Коефіцієнт статичних натягів:

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

$$k_{\text{ст}} = \frac{906,5 \times 10^3}{697 \times 10^3} = 1,344.$$

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

Максимальний статичний натяг гілки:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.



$$T_{1min} = n_k \times p_k \times H_{min} + Q_0, \quad (1.13)$$

$$T_{1min} = 4 \times 80,89 \times 860 + 432000 = 710,3 \times 10^3 \text{ Н.}$$

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

Мінімальний статичний натяг гілки:

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

$$T_{2min} = 2 \times 161,78 \times 860 + 432000 = 490,3 \times 10^3 \text{ Н.}$$

Різниця статичних натягів:

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

$$\Delta F_{стmin} = 710,3 \times 10^3 - 490,3 \times 10^3 = 220 \times 10^3 \text{ Н.}$$

### 1.7.8. Перевірка на умову неперезав'язання канатів по канатоведучому шківу (максимальна висота підйому)

Відповідно до методики [1] зазначена перевірка проводиться за формулою:

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

$$k_{ст} = \frac{710,3 \times 10^3}{490,3 \times 10^3} = 1,449.$$

Виконаний розрахунок показує що для заданих умов може бути використана багатоканатна підймальна машина типу МПМН 5x4.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.



Задано відповідно до технічного завдання  $a_1 = 0,7 \text{ м/с}^2$ ;  $a_1' = 0,3 \text{ м/с}^2$   
та  $a_3' = 0,21 \text{ м/с}^2$ , при цьому перевіряємо швидкість сходу порожньої кліті:

$$V_1 = \sqrt{2 \times a_1 \times h_0} \leq 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \quad (1.20)$$

$$V_1 = \sqrt{2 \times 0,3 \times 2,2} = 1,14 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

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

Швидкість входу завантаженої кліті на майданчик:

$$V_1' = \sqrt{2 \times a_3' \times h_0} \leq 1,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \quad (1.21)$$

$$V_1' = \sqrt{2 \times 0,2 \times 2,2} = 0,94 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Модуль швидкості:

$$a = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3}}, \quad (1.22)$$

$$a = \frac{189,7}{\frac{1}{0,7} + \frac{1}{0,7}} = 66,42 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Для розрахунку максимальної швидкості руху фактична п'ятиперіодна  
діаграма швидкості замінюється умовною трьохперіодною з такими  
параметрами:

Максимальна швидкість умовної трьохперіодної діаграми:

$$V_{maxy} = a - \sqrt{a^2 - 2 \times a \times V_{сер}}, \quad (1.23)$$

$$V_{max} = 66,418 - \sqrt{66,418^2 - 2 \times 66,42 \times 7,9} = 8,44 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.



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

$$V_{сер} = \frac{H_{п}}{T} \quad (1.24)$$

$$V_{сер} = \frac{1500}{189,7} = 7,9 \frac{м}{с}$$

Тривалість умовної діаграми:

$$T_y = T - \frac{V_1}{a_1'} - \frac{V_1'}{a_3'} \quad (1.25)$$

$$T_y = 189,7 - \frac{1,14}{0,3} - \frac{0,94}{0,2} = 181,358 \text{ с}$$

Висота підйому умовної діаграми:

$$H_y = H_{п} - 2 \times h_0 - V_1 \times T_y \quad (1.26)$$

$$H_y = 1500 - 2 \times 2,2 - 1,14 \times 181,4 = 1287,4$$

Середня швидкість умовної діаграми:

$$V_{серу} = \frac{H_{п}}{T_y} \quad (1.27)$$

$$V_{серу} = \frac{1500}{181,358} = 7,1 \frac{м}{с}$$

Максимальна швидкість фактичної діаграми розраховується за формулою:

$$V_{max} = V_{maxу} + V_1, \quad (1.28)$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.

$$V_{max} = V_{maxy} + V_1 = 8,44 + 1,14 = 9,59 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

Далі розрахункова максимальна швидкість узгоджується з  $V_{max}$  по ПБ і коригується за обраним обладнанням в наступній послідовності:

а) визначається число оборотів двигуна, відповідне розрахунковим значенням максимальної ймовірності:

$$n_{розр} = \frac{60 \times V_{max}}{\pi \times D_{шк}} \times i, \quad (1.29)$$

$$n_{розр} = \frac{60 \times 9,59}{\pi \times 5} \times 10,5 = 384,619 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

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

б) визначається найближче більше до розрахункового синхронне число обертів асинхронного двигуна за виразом:

$$n_{об} = \frac{60 \times f}{P_{пол}}, \quad (1.30)$$

$$n_{об} = \frac{60 \times 50}{8} = 375 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

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

$P_{пол}$  – число пар полюсів.

в) визначаються номінальні оберти двигуна:

$$n_H = n_{об} \times (1 - S_H), \quad (1.31)$$

$$n_H = 375 \times (1 - 0,03) = 363,75 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

де  $S_H$  – номінальне ковзання двигуна.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.

г) фактична максимальна швидкість підйому:

$$V_{maxf} = V_{max} \times \frac{n_H}{n_{розр}}, \quad (1.32)$$

$$V_{maxf} = 9,92 \times \frac{363,75}{397,75} = 9,06 \frac{м}{с}$$

Після установки значення фактичної максимальної швидкості визначаються:

– час і шлях прискореного руху кліті:

$$t_1 = \frac{V_{maxf} - V_1}{a_1}, \quad (1.33)$$

$$t_1 = \frac{9,06 - 1,14}{0,7} = 11,32 \text{ с.}$$

$$h_1 = \frac{V_{maxf} \cdot V_1}{2}, \quad (1.34)$$

$$h_1 = \frac{9,06 \cdot 1,14}{2} = 57,81 \text{ м.}$$

– час і шлях уповільненого руху завантаженого скіпа перед розвантажувальними кривими:

$$t_3 = \frac{V_{maxf} - V_1'}{a_3}, \quad (1.35)$$

$$t_3 = \frac{9,06 - 0,94}{0,7} = 11,62 \text{ с.}$$

$$h_3 = \frac{V_{maxf} - V_1'}{2}, \quad (1.36)$$

$$h_3 = \frac{9,06 - 0,94}{2} = 58,13 \text{ м.}$$



– час і шлях рівномірного руху:

$$h_2 = H_{II} - 2 \times h_0 - h_1 - h_3, \quad (1.37)$$

$$h_2 = 1500 - 2 \times 2,2 - 57,81 - 58,13 = 1380 \text{ м.}$$

$$t_2 = \frac{h_2}{V_{maxf}}, \quad (1.38)$$

$$t_2 = \frac{1380}{9,06} = 152,125 \text{ с.}$$

– фактична тривалість руху підіймальних посудин:

$$T_{\phi} = t'_1 + t_1 + t_2 + t_3 + t'_3 < T \quad (1.39)$$

$$T_{\phi} = 3,83 + 11,32 + 152,125 + 11,62 + 4,69 = 183,43 \text{ с.}$$

$$t'_1 = \frac{V_1}{a_1'} \quad (1.40)$$

$$t'_1 = \frac{V_1}{a_1'} = \frac{1,14}{0,3} = 3,83 \text{ с.}$$

$$t'_3 = \frac{V_1'}{a_3'} \quad (1.41)$$

$$t'_3 = \frac{0,94}{0,2} = 4,69 \text{ с.}$$

– фактичний коефіцієнт резерву продуктивності підіймальної установки:

$$C_{\phi} = C \times \frac{T + \theta}{T_{\phi} + \theta}, \quad (1.42)$$

$$C_{\phi} = 1,5 \times \frac{189,7 + 22}{183,4 + 22} = 1,546.$$

де  $C_{\phi} = 1,5$  – коефіцієнт нерівномірності завантаження скіпа.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.

За результатами обчислень була побудована діаграма швидкостей і прискорень (рисунок 1.6)

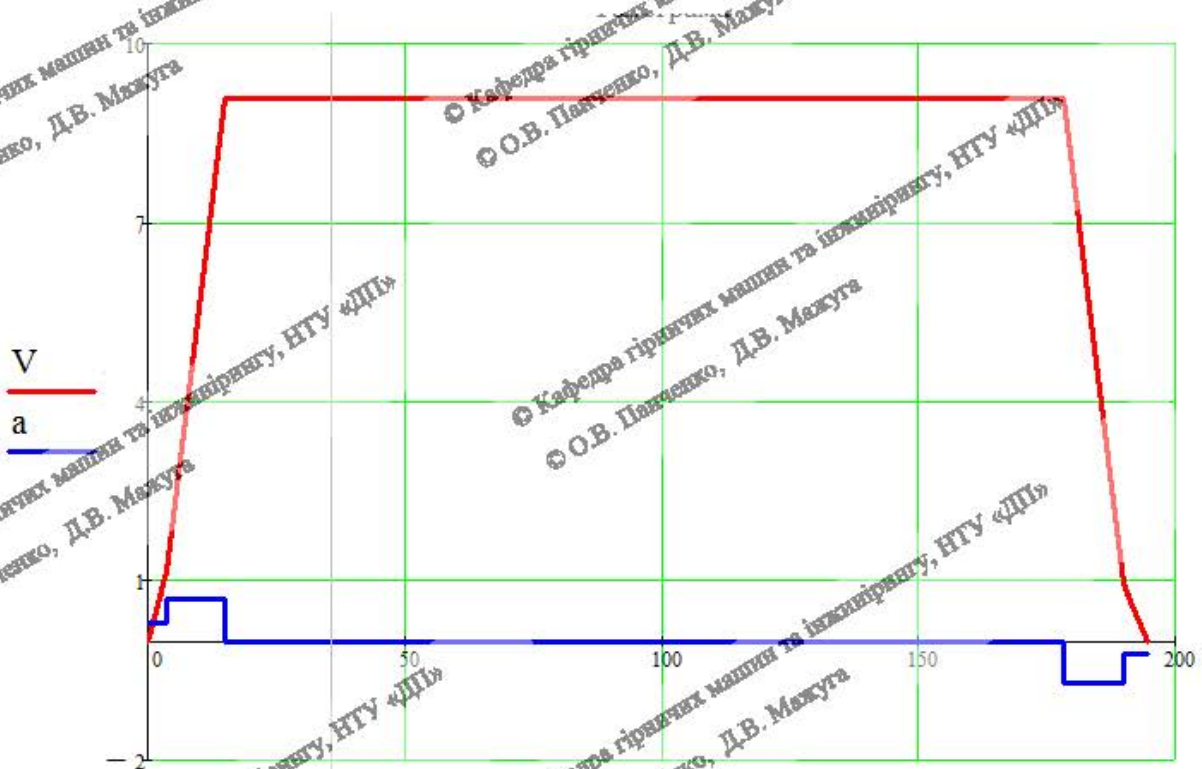


Рисунок 1.6 – Діаграма швидкостей і прискорень

### 1.7.10 Визначення розрахункового гальмівного моменту для системи з зрівноважувальними канатами

Статичний момент:

$$M_{ст} = T_1 \times R, \quad (1.43)$$

$$M_{ст} = 906,5 \times 10^3 \times 2,5 = 2,2 \times 10^6 \text{ Н} \times \text{м}.$$

Тормозний момент

$$M_T = 3 \times M_{ст}, \quad (1.44)$$

$$M_T = 3 \times 2,2 \times 10^6 = 6,6 \times 10^6 \text{ Н} \times \text{м}.$$

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

де  $R$  – радіус шківів.

Уповільнення каната:

$$a_{уп} = \frac{T_2 \times e^{f\alpha} - T_1}{T_2 \times e^{f\alpha} + T_1}, \quad (1.45)$$

$$a_{уп} = \frac{697000 \times 2,718^{0,3 \times 3,59} - 906500}{697000 \times 2,718^{0,3 \times 3,59} + 906500} = 0,38 \frac{м}{с^2}.$$

де  $\alpha = 206$  град. – кут обхвату канатом шківів

$f=0,3$  – коефіцієнт тертя

Ширина гальмівної колодки:

$$b = \frac{M_T}{n \times f \times R^2 \times P_{доп} \times (\cos \beta_1 + \cos \beta_2)}, \quad (1.46)$$

$$b = \frac{6,6 \times 10^6}{2 \times 0,3 \times 6,25 \times 6 \times 0,1} = 293 \text{ мм.}$$

де  $n = 2$  – число гальмівних колодок,

$P_{доп} = 6 \frac{кг}{см^2}$  – допустимий питомий тиск,

$\beta_1 = 62,36^\circ$  та  $\beta_2 = 58,76^\circ$  – кути між вертикальною віссю гальмівного шківів і прямими, що з'єднують центр шківів з крайніми точками гальмівних колодок.

Кід штока:

$$\Delta P = 2 \times \varepsilon \times a \frac{t_3}{t_1}, \quad (1.47)$$

$$\Delta P = 2 \times 2 \times 0,38 \frac{11,62}{11,32} = 1,5 \text{ м.}$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.



де  $a$  – довжина штока,

$\varepsilon = 2\text{ мм}$  – зазор між колодкою і шківом,

Допустимий знос колодок:

$$\varepsilon_{\text{доп}} = k \times \left( \frac{\Delta_{\text{max}} - \Delta P}{2} \right) \times \frac{t_1}{t_3}, \quad (1.48)$$

$$\varepsilon_{\text{доп}} = 0,8 \times \left( \frac{100 - 15}{2} \right) \times \frac{11,32}{11,62} = 32,98\text{ мм.}$$

де  $k=0,8$  – коефіцієнт використання ходу штока,

$\Delta_{\text{max}} = 100\text{ мм}$  – максимальний хід штока згідно характеристики гальма.

### 1.8 Побудова комп'ютерної моделі гальма МК 5x4

Вивчивши призначення, область застосування, склад, технічні характеристики і технічне завдання перейдемо до побудови комп'ютерної моделі колодкового гальма МК 5x4 шахтної підйомної машини.

Комп'ютерну модель колодкового гальма МК 5x4 підйомної машини (рисунок 1.6) розроблено за наступним алгоритмом. В програмі SolidWorks були побудовані моделі деталей, з яких зібрані складальні одиниці гальма.

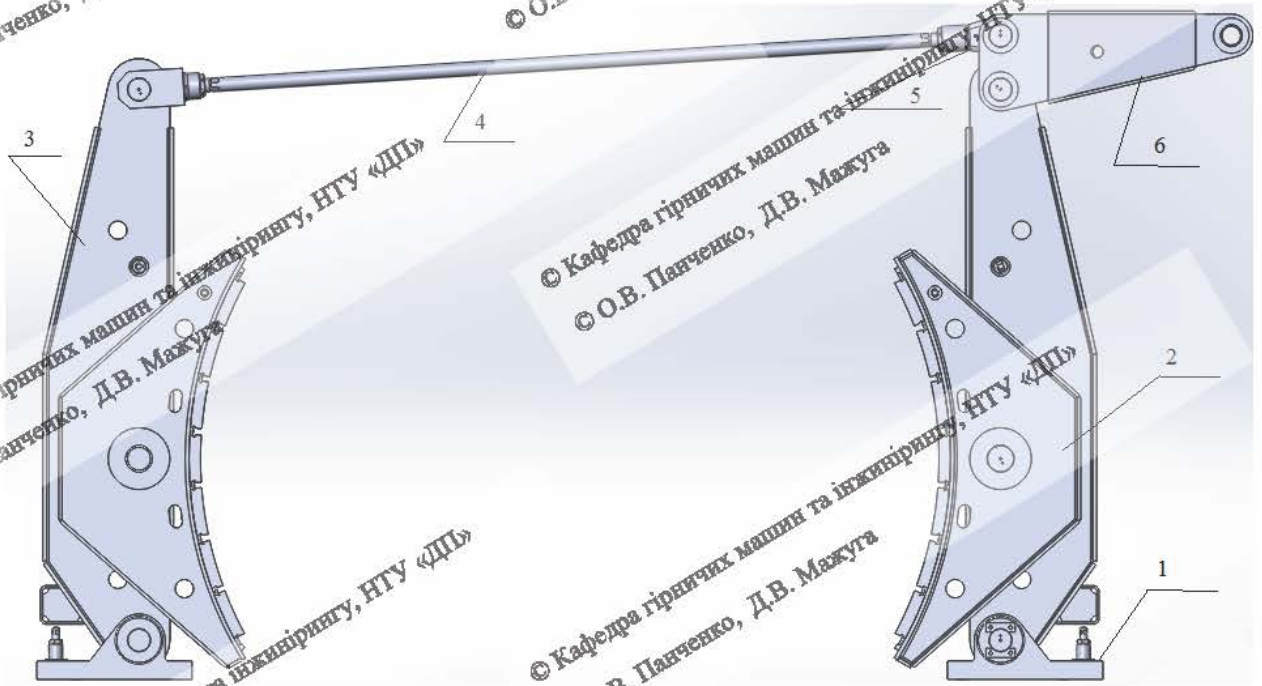
Колодкового гальма МК 5x4 складається з двох гальмівних балок 3, встановлених на шарнірних опорах 1 і з'єднаних між собою тягою 4 за допомогою шарнірних головок 5. Опори 2 закріплені на рамі підйомної машини анкерними болтами. На кожній гальмівній балці шарнірно закріплена футерована балка 2. Зусилля для створення гальмівного моменту виконавчий орган гальма отримує від приводу гальма через шток (на рисунку не показано). Від штока через кутовий важіль 6 і сполучну тягу зусилля передається на гальмівні балки 3. При переміщенні штока вгору балки 3 відходять від гальмівного обода і підйомна машина розгальмовується. При

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.

переміщенні штока вниз балки 1 притискають укріплені на них балки 2 до гальмівного обода, створюючи на ободі за рахунок виникаючих при цьому сил тертя гальмівний момент. Рівномірний відхід гальмівних колодок від гальмівного обода забезпечується жорсткими упорами на опорах.



- 1 – опорний підшипник; 2 – шарнірна гальмівна балка;  
 3 – вертикальна гальмівна балка; 4 – тяга горизонтальна;  
 5 – головка шарніра; 6 – горизонтальний важіль

**Рисунок 1.7 – Модель гальма МК 5х4 шахтної підіймальної машини**

Модель складається із 223 загальних компонентів, із них унікальних деталей 55, унікальних зборок 19 (рисунок 1.8).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.

<b>Общее количество компонентов в 1360312Тормоз МК 5х4:</b>	223
Детали:	204
Уникальные документы детали:	55
Уникальные детали:	54
Узлы сборки:	19
Уникальные узлы сборки:	15
Уникальные документы узлов сборки:	15
Максимальная глубина:	5
Число компонентов верхнего уровня:	1
Решенные компоненты:	21
Решенные документы:	10
Сокращенные компоненты:	202
Погашенные компоненты:	0
Скрытые компоненты:	0
Виртуальные компоненты:	0
Компоненты конверта:	0
Количество тел:	204
Общее количество вычисленных сопряжений:	11
Число сопряжений верхнего уровня:	1
Количество гибких сопряжений узла сборки:	0

**Рисунок 1.8 – Загальна кількість компонентів.**

### **Екранна форма програми SolidWorks**

#### **1.9 Перевірка кінематики руху гальма МК 5х4**

Після побудови комп'ютерної моделі гальма зробимо перевірку кінематики руху механізму і визначимо його передавальне відношення. Для цього визначаємо сумарне горизонтальне переміщення колодок, переміщаючи горизонтальний важіль. Механізм в двох крайніх положеннях показано на рисунку 1.9, виходячи з якого видно що передавальне відношення складе:

$$i_{\text{торм}} = \frac{\Delta_{\text{рыч}}}{\Delta_{\text{колод}}^{\text{сум}}} = \frac{1452,4}{47,4 + 47,4} = 15,3. \quad (1.49)$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.



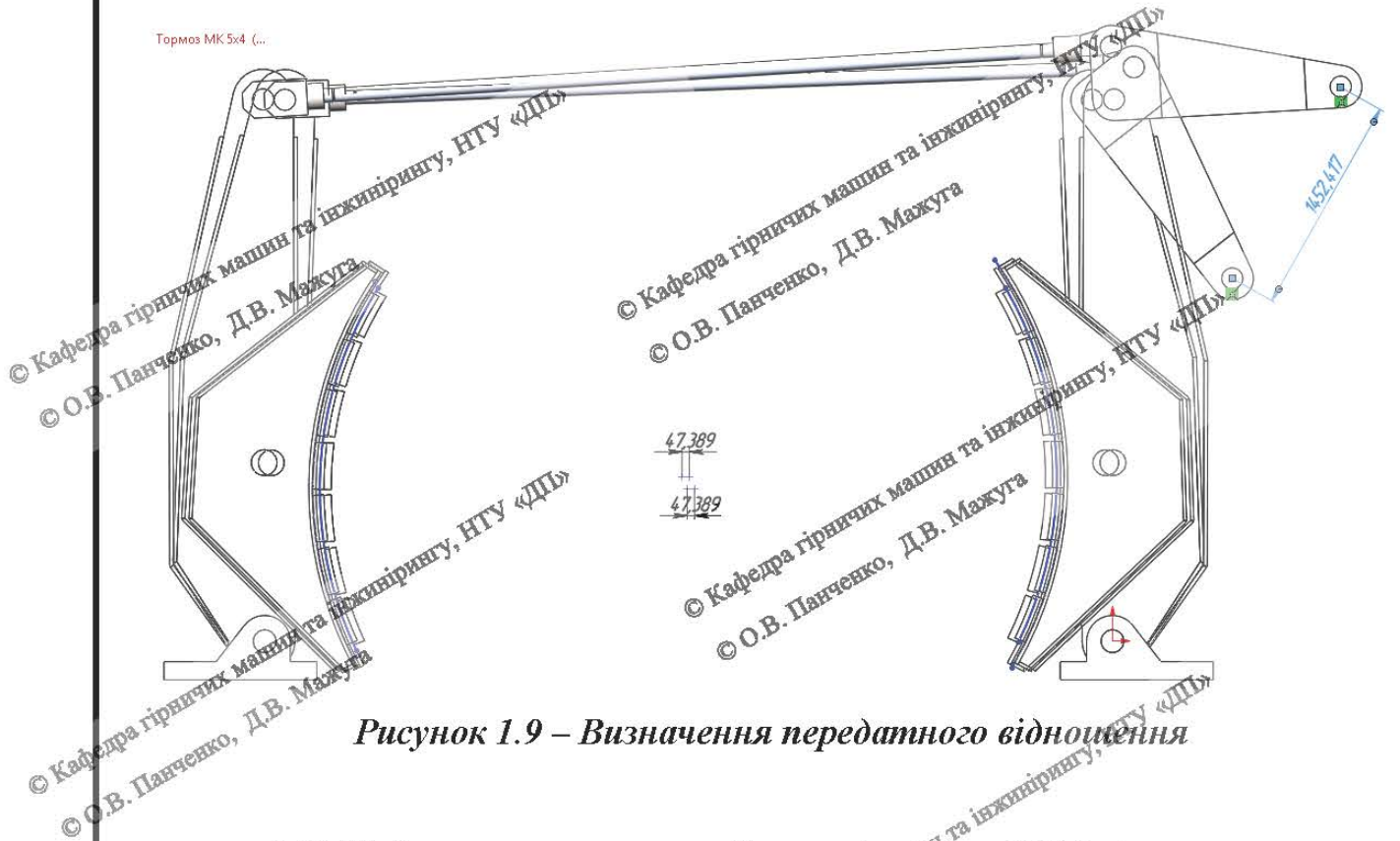


Рисунок 1.9 – Визначення передатного відношення

### 1.10 Побудова розрахункової моделі гальма МК 5x4

Для побудова розрахункової моделі прибираємо непотрібні елементи, а саме: у вихідній конструкції були передбачено оброблення крайок, а також зазори між двома сполученими листами, які заповнюються наплавленим металом. Для розрахункової моделі такі конструктивні елементи неприпустимі. Виконані зміни показані на рисунку 1.8, б. Крім цього були прибрані зайві отвори, осі, валики, втулки, канавки і болтові з'єднання.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



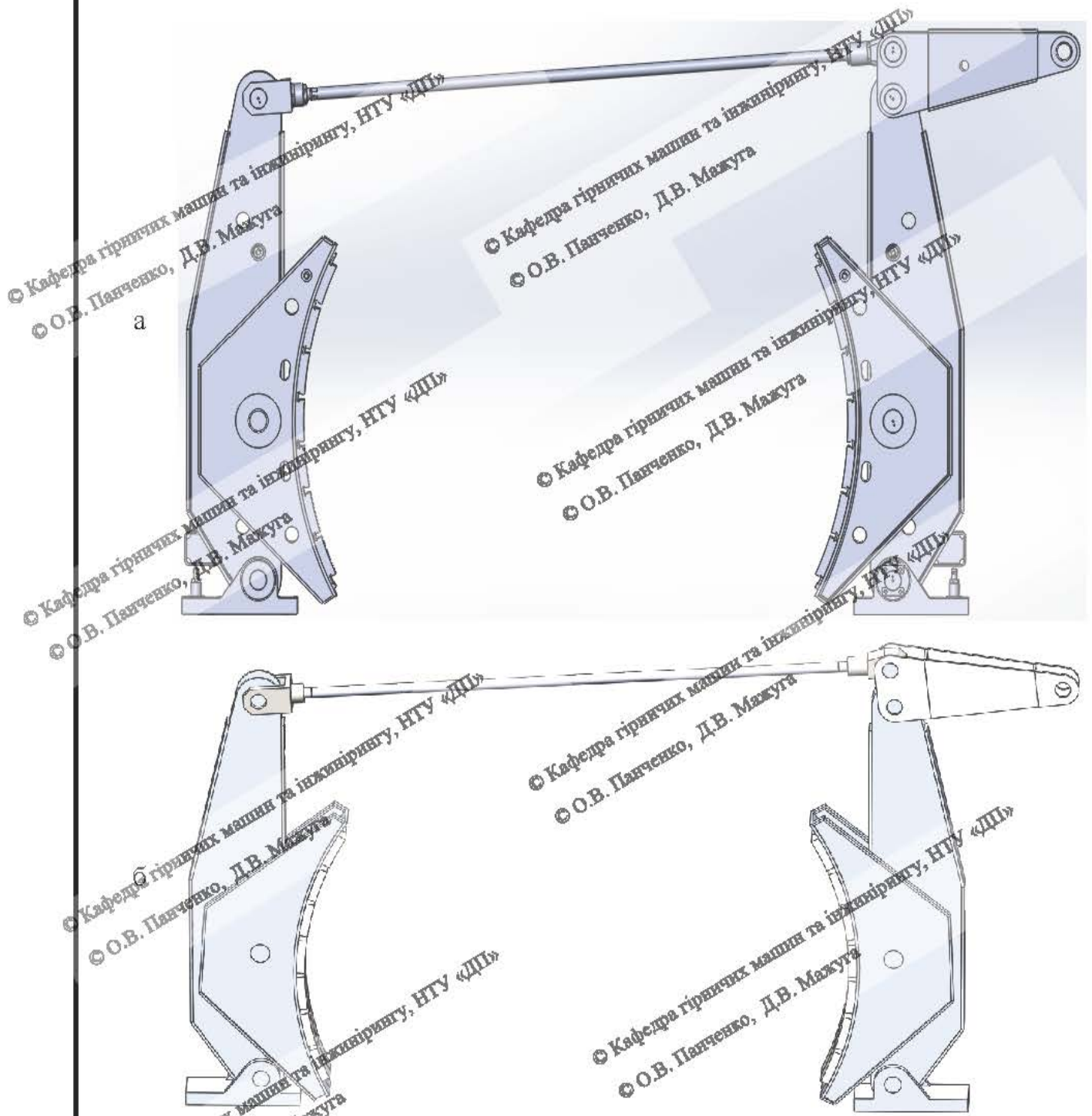


Рисунок 1.10 – Модель гальма МК 5x4 підіймальної машини:

а) повна конструкція б) розрахункова модель

Щоб обмежити розмір завдання необхідно визначити крок скінченно-елементної сітки. З досвіду [4] відомо, що по товщині деталі повинно бути не менше 3-х скінченних елементів. Максимальне співвідношення сторін сітки менше 30. Виходячи з цього будувалася скінченно-елементна сітка з різним

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.





Далі переходимо до перевірки механізму на міцність.

Задаємо наступні граничні умови і навантаження:

- 1) Фіксуємо нижні грані опор за допомогою інструменту зафіксована геометрія (рисунок 1.13)

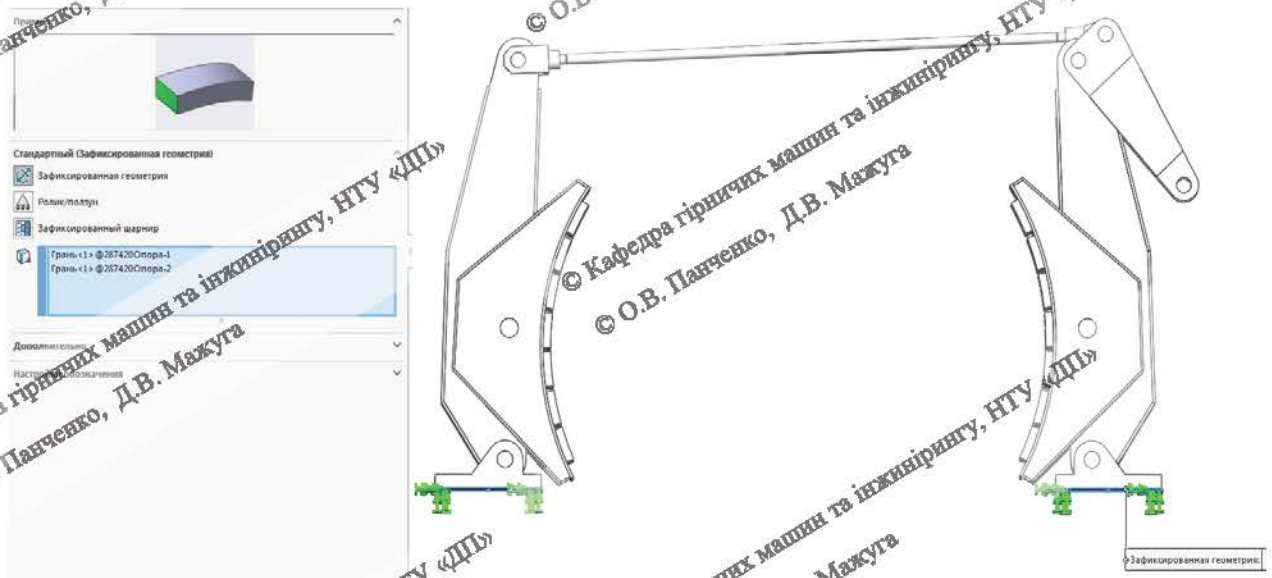


Рисунок 1.13 – Граничні умови для опор.

Екранна форма програми SolidWorks Simulation

- 2) Після цього ставимо обмеження переміщення на накладки: гранична умова – «на циліндричних гранях» з заборонаю радіального переміщення (рисунок 1.14).

- 3) Вказуємо силу тяжіння і робоче навантаження на циліндричну грань горизонтального важеля, що спрямоване вниз, як на рисунку 1.15.

- 4) Зв'язку з тим, що реальні осі складно реалізувати при скінченно-елементному аналізі, то за допомогою елемента штифт нехтуємо ними (рисунок 1.16).

Виконуємо розрахунок і отримуємо епюру напружень (рисунок 1.17).

З рисунка 1.17 можна помітити що напруження перевищують допустимі. Крім того можемо спостерігати осьові переміщення уздовж осі шарніра, що неможливо в реальній конструкції, так як там встановлені

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.





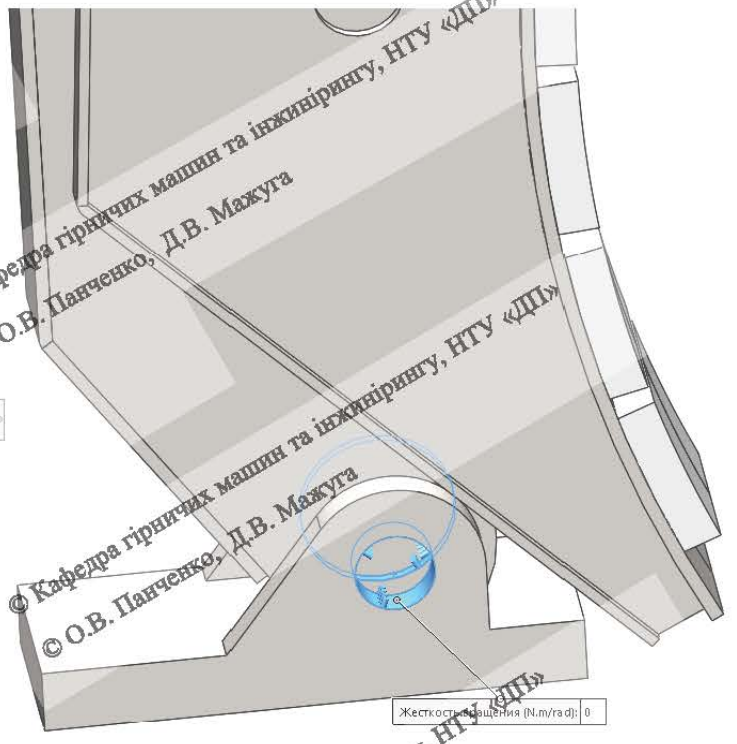
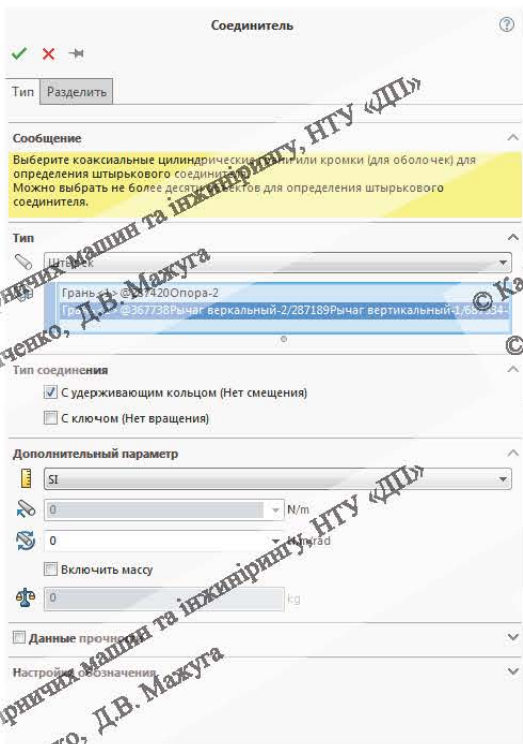


Рисунок 1.16 – Элемент штифт, що замінюють вісі в шарнірах.  
 Екранна форма програми SolidWorks Simulation

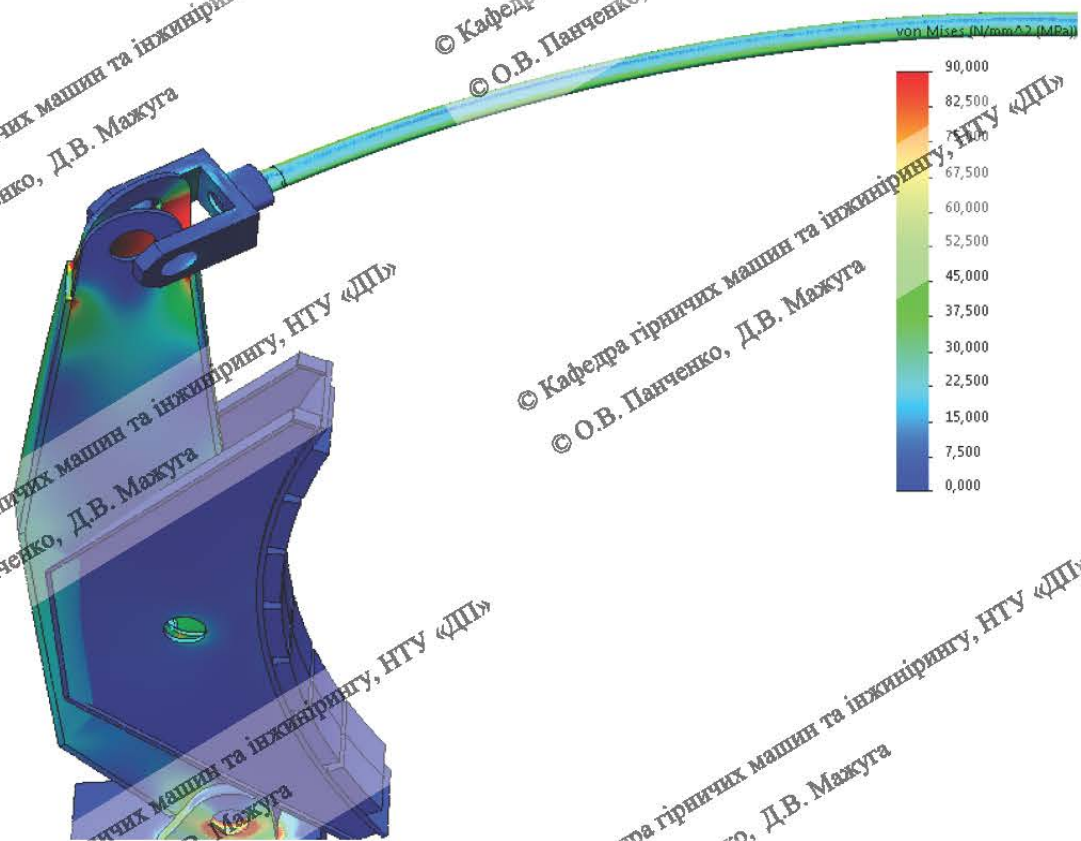
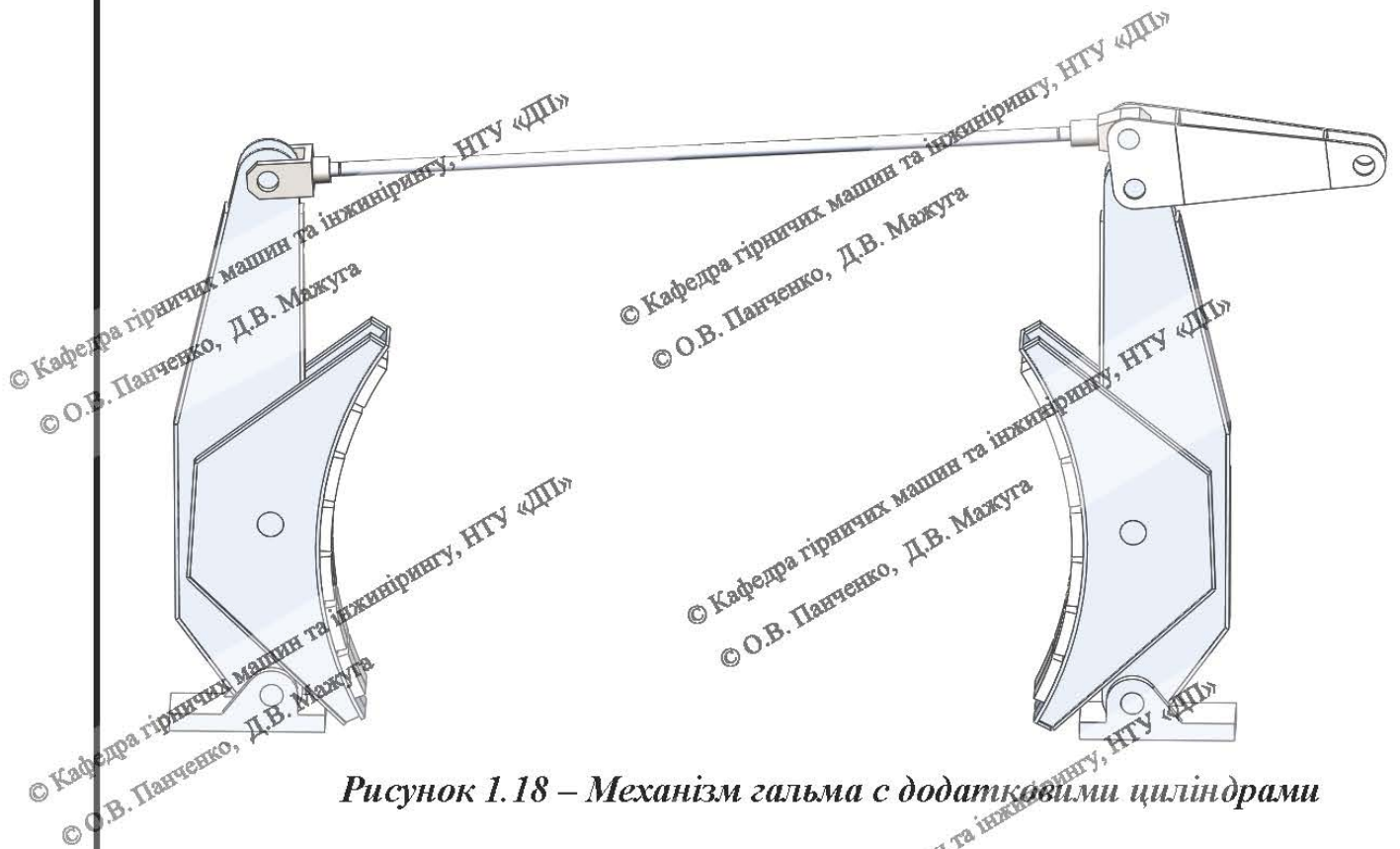


Рисунок 1.17 – Енюра напружень у елементах гальма

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.



**Рисунок 1.18 – Механізм гальма с додатковими циліндрами**

Повторимо розрахунок і отримуємо наступний результат (рисунок 1.19). З цього рисунка можна помітити що осьові переміщення уздовж осі шарніра відсутні. Напруження на вузлах – в межах допустимих. Максимальна напруження – 69,02 МПа. У вертикальних важелях – 17,26 МПа, в боковинах – 5,8 МПа, в тязі – 23 МПа, в горизонтальному важелі – 11,5 МПа і в опорах – 5,8 МПа. Ці напруження відповідають запасу міцності 1,73 при допустимому 1,5-2. Виходячи с цього, спроектована конструкція гальма може бути використана для піднімальної машини МПМН 5х4.

Після цього було проведено перевірку тиску на накладках колодок (рисунок 1.20).

За результатами розрахунку можна помітити що тиск не перевищує припустимого значення 2 МПа, що зазначено в технічному завданні. Це свідчить про те, що тиск в накладках розподіляється рівномірно і як наслідок стирається теж рівномірно.

Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.01

Арк.





Таким чином запропонована конструкція гальма відповідає всім вимогам, що наведені в технічному завданні та може бути використана для багатоканатної піднімальної машини МПМН 5х4. Запас міцності конструкції складає 1,73, що задовольняє заданим умовам міцності.

### 1.11 Розробка технічної документації гальма МК5х4

За результатами виконаних розрахунків розроблена наступна документація:

- складальний кресленик: ГМ.ДП.18.08.00.01.00 СК – балка у зборі;
- складальний кресленик ГМ.ДП.18.08.00.02.00 СК – важіль вертикальний;
- складальний кресленик ГМ.ДП.18.08.00.03.00 СК – важіль;
- складальний кресленик ГМ.ДП.18.08.00.04.00 СК – тяга;
- креслення деталей:

ГМ.ДП.18.08.00.01.06 – опора;

ГМ.ДП.18.08.00.04.03 – тяга;

ГМ.ДП.18.08.00.04.01 – валик;

ГМ.ДП.18.08.00.04.02 – головка шарніра;

ГМ.ДП.18.08.00.01.02 – головка шарніра

Вибір посадок виробляємо згідно [6]. Шорсткість оброблених поверхонь залежить від посадки, розміру і способу обробки.

### 1.12 Висновки по розділу

1. Підіймальні машини з провідним шківом тертя зазвичай застосовують для обладнання клітьових установок при великій глибині стовбура (800 – 1600 м). В підйомних машинах цього типу допускається різниця статичних натягів гілок канату обмежується умовами не ковзання

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМ.ДП.18.08.01

Арк.





## РОЗДІЛ 2

### ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ

#### 2.1 Експлуатаційний підрозділ

##### 2.1.1 Виконавчий орган гальма

Виконавчий орган гальма колодкового типу складається з гальмівних балок, гальмівних колодок з фрикційними накладками, гальмового обода і важільно-шарнірного механізму.

##### 2.1.2 Гальмівні балки з гальмівними колодками

Гальмівні балки – основна несуча конструкція виконавчого органу гальма, на якій закріплені гальмівні колодки з фрикційними накладками. На підйомних машинах і лебідках застосовуються кінематичні схеми виконавчого органу гальма з гальмівними балками на нерухомих опорах і з підвішеними гальмівними балками, з жорстким і шарнірним кріпленням гальмівних колодок до гальмівних балок.

Гальмівні колодки з фрикційними накладками на практиці і в технічній літературі позначаються одним виразом «гальмівні колодки». Тому надалі під виразом «зазор між гальмівними колодками і гальмівним ободом» слід розуміти «зазор між фрикційними накладками і гальмівним ободом».

При ревізії та налагодженні виконавчого органу гальма необхідно перевірити наступне [2]:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Виконав		Мажуга			<b>ГМ ДП.18.09.02</b> <b>ЕКСПЛУАТАЦІЙНО -</b> <b>ЕКОНОМІЧНИЙ</b> <b>РОЗДІЛ</b>		
К. Розділу		Панченко					
Керівник		Панченко					
Н. Контр.		Кухар					
Затвердив		Заболотний					
					Лист.	Аркуш	Аркушів
						1	21
					НТУ «ДП», ММФ 133М-17-1		



обода. Після обкатки машини без навантаження протягом двох-трьох змін вибірково знімаються кілька фрикційних накладок для оцінки розмірів поверхні контакту. Площа контакту повинна становити не менше 50%. Для монтованих машин, якщо за технологією монтажу передбачається проточка гальмівного обода, для прискорення підгонки допускається зробити насічку оилом на гальмівному ободі.

5. Величину запасу фрикційних накладок на знос. Фрикційні накладки повинні бути замінені, якщо товщина між робочою поверхнею накладки і найбільш виступаючою частиною конструкції становить для дерев'яних накладок менше 10 мм, для прес-масових – менше 5 мм.

### 2.1.3 Гальмівний обід

При ревізії гальмового обода необхідно перевірити наступне [2]:

1. Стан гальмівного обода і надійність з'єднання його з органом навивки. При зносі гальмівного обода більш ніж 30% початкової товщини, при наявності тріщин в зварних швах, або на гальмівному полі повинен бути проведено ремонт гальмівного обода за технологією, узгодженою з заводом виробником. Робоча поверхня гальмівного обода повинна бути рівною, чистою і гладкою. При наявності гребінців, подряпин, борозен або вм'ятин обід слід проточити і прошліфувати. Неприпустимо попадання масла або води на робочу поверхню гальмівних ободів.

2. Величину биття гальмівного обода. Величину биття виміряти індикатором, встановленим на жорсткій основі в двох-трьох перетинах по ширині обода. Індикатор можна встановлювати на деталях виконавчого органу гальма, якщо є повна впевненість в нерухомості цих деталей під час вимірювання.

Швидкість гальмівного обода повинна бути 0,2–0,3 м/с. При цьому необхідно, щоб гальмо в роботі не брало участі, а необхідна швидкість

									ГМІ.ДП.18.08.02	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						





З огляду на трудомісткість робіт і тривалість простою машини, рекомендується розібрати дві - три найбільш зношених шарнірних з'єднання і результати вимірювань порівняти з даними, отриманими при замірах за допомогою стрілочного індикатора. граничні розміри розточення отворів і можливість установки втулок необхідно узгодити з заводом-виробником. Ремонт шарнірних з'єднань необхідно виробляти також у всіх випадках, якщо через їх зносу запас ходу поршнем гальмівних циліндрів менше допустимого або тривалість холостого ходу гальма перевищує допустиму по ПБ.

2. Стан змащення шарнірів. Бєі шарніри повинні бути змащені змазкою. Нєсправні прєс-маслянки необхідно замінити новими.

3. Стан гальмівних тяг і шарнірних головок. При наявності тріщин тяги повинні бути замінєні новими. Погнутість тяг неприємна. Деталі з пошкоджєним рїзблєнням необхідно замінити новими. Нові деталі повинні бути виготовлені за кресленнями заводу-виготовлєвача.

4. Свободу перемїщення рухомих деталей виконавчого органу гальма, які повинні перемїщатися вільно, без ривків і заїдань. Усі перекоси, заїдання в шарнірах та інші несправності, що ускладнюють перемїщення рухомих деталей виконавчого органу гальма, повинні бути усунєні.

### 2.1.5 Регулювання виконавчого органу гальма

Правильно вїдрегульований виконавчий орган гальма повинен вїдповїдати наступним вимогам [2]:

1. Сумарний робочий зазор мїж фрикційними накладками і ободом повинен бути встановлений вїдповїдно до рекомендацій, наведєних в їнструкції заводу-виготовлєвача. При вїдсутності заводських даних зазор встановлюється в межах 2-3,5 мм (для виконавчих органів гальма з кутовим перемїщенням колодки зазор вимїрюється посерединї колодки).

										ГМІ.ДП.18.08.02	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							









11. Для регулювання другого виконавчого органу гальма необхідно встановити хід поршня такої ж величини, як і першого, і провести регулювання в такій же послідовності.

### 2.1.6 Блокування, які контролюють роботу гальмівної системи

1) Блокування від надмірного зносу гальмівних колодок [2]:

Кожна підймальна машина повинна мати блокування від зносу фрикційних накладок гальмівних колодок, що включає запобіжне гальмо при сумарному зазорі між фрикційними накладками і ободом більше 4 мм.

Для машин з пружинно-пневматичним і пружинно-гідролічним приводом гальма це блокування повинно спрацьовувати при зменшенні гальмівного моменту не більше ніж на 5% від встановленого при нормальному робочому зазорі, регламентованому інструкцією заводу.

Блокування від зносу фрикційних накладок здійснюється блокувальним вимикачем ВЗК, встановленим таким чином, щоб він спрацьовував при певній величині ходу поршня гальмівного циліндра при робочому гальмуванні.

Хід поршня гальмівного циліндра може збільшуватися при зносі фрикційних накладок і при зносі шарнірних з'єднань виконавчого органу гальма.

Для полегшення візуального контролю за величинами ходу поршнів гальмівних циліндрів необхідно встановлювати лінійки-показчики з поділками і відміткою положення (величина ходу поршня), при якому спрацьовує ВЗК.

Контакти вимикача ВЗК в ланцюгу захисту повинні шунтуватися контактами обхідного перемикача для того, щоб була можливість пригальмувати машину для регулювання виконавчого органу гальма після спрацьовування ВЗК.

									ГМІ.ДП.18.08.02	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						







пружинно-пневматичного приводу гальма або положення поршня циліндра робочого гальмування для пружинно-пневматичного вантажного приводу гальма.

Контакти вимикачів КВ1 і КВ2 обох приводів гальма включені в ланцюг захисту підйомної машини і замикаються при повному гальмі машині. У ланцюзі захисту контакти КВ шунтуються контактом одного з реле схеми управління та розмикають при повному розгальмуванні машини (наприклад, контакт четвертого контактору прискорення КП4 при асинхронному підйомному двигуні). Для машин з динамічним гальмуванням контакти КВ повинні додатково шунтуються контактом ДГ, замикається при включенні динамічного гальмування, тому що в процесі динамічного гальмування можливо пригальмовування машини робочим гальмом.

На автоматизованих підйомних установках контакти КВ повинні шунтуватися контактом реле, розмикається з витримкою 0,5...0,7 с після надходження команди на розгальмовування машини.

При налагодженні блокування необхідно перевірити наступне [5]:

1. Установку і надійність кріплення вимикачів КВ і впливають на них напруг. Спрацьовування вимикачів має відбуватися після розгальмовування машини робочим гальмом при мінімальному робочому тиску в повітрозбірнику.

2. Справність роботи вимикача, його контактів і надійність електричних з'єднань схеми.

3) Блокування наявності тиску в циліндрах робочого гальмування:

Застосовується на підйомних машинах з вантажно-пневматичним приводом гальма і електропневматичним регулятором тиску.

Блокування призначено для загальмування підйомної машини запобіжним гальмом при відмові робочого гальма.

Блокування здійснюється по тиску в циліндрах робочого гальмування, контролюваному реле тиску РТ1 14 РТ2, при установці рукоятки робочого

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ГМІ.ДП.18.08.02					









де, Цм – вартість матеріалів на виготовлення гальма, грн;

Зп – зарплата на виготовлення та монтаж, грн;

Са – витрати на електроенергію (зварювання), грн;

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

Сн – нарахування на зарплату, грн;

Згідно конструкторської документації для виготовлення гальма використані матеріали, наведено в таблиці 2.1. Крім того тут зведені маси і ціна матеріалів готового виробу.

Сумарна вартість матеріалів становить:

$$Ц_m = \sum C_i \cdot m_i \cdot n_i, \quad (2.2)$$

$$\begin{aligned} Ц_m &= 16 \cdot 7,046 \cdot 1 + 20 \cdot 5,1 \cdot 9 + 45 \cdot 107 \cdot 2 + 10 \cdot 7,046 \cdot 1 + \\ &+ 80 \cdot 200 \cdot 1 + 55 \cdot 1,16 \cdot 2 + 40 \cdot 0,33 \cdot 2 + 42 \cdot 0,54 \cdot 2 + 30 \cdot 0,34 \cdot \\ &8 + 25 \cdot 0,125 \cdot 1 + 25 \cdot 0,42 \cdot 4 + 42 \cdot 0,045 \cdot 8 + 45 \cdot 0,297 \cdot 8 + 10 \cdot 0,242 \cdot \\ &8 + 24 \cdot 0,417 \cdot 2 + 40 \cdot 0,01 \cdot 2 + 6500 \cdot 80 = 730232 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Таблиця 2.1 – Ціни матеріалів готового виробу

Найменування	Матеріал	Кількість <i>n</i>	Маса, кг <i>m</i>	Ціна, грн./кг. <i>Ц</i>
Лист	Сталь 35Л	1	7,046	16
Вісь	Сталь 35Л	9	5,1	20
Вилки	Сталь 35Л	2	107	45
Зварна металоконструкція	Сталь 35Л	1	7,046	10
Круг	Сталь 35	1	200	80
Шайба	Сталь 35	2	1,16	55
Щупинт	Сталь 35	2	0,33	40

ГМІ.ДП.18.08.02

Арк.

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата











## 2.4 Висновки по розділу

Проведений аналіз небезпечних і шкідливих факторів при монтажі, експлуатації і ремонті гальма МК 5x4 шахтної підйомальної машини МПМН 5x4.

Запропоновані необхідні інженерно-технічні заходи по боротьбі з цими факторами.

В економічній частині визначена собівартість гальма МК 5x4, яка склала  $C = 804232,25$  грн.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГМІ.ДП.18.08.02

Арк.

## ВИСНОВКИ

Виконаний дипломний проект присвячений розробки конструкції колодкових гальм шахтної підйомальної машини МПМН 5x4

У конструкторському розділі розглянуті питання: загальні відомості про шахтні підйомні машини, аналіз конструкцій гальм, побудована та аналізована комп'ютерна модель колодкового гальма шахтної підйомальної машини МПМН 5x4. Виконано розрахунок з визначення параметрів підйомальної машини, вибір скіпа, канатів, розрахунок кінематики, визначено гальмівний момент, уповільнення канату, ширина гальмівної колодки та допустимий знос колодки. Розроблено комп'ютерну модель гальма МК5x4 для заданих технічних характеристик. В ході комп'ютерного моделювання розглянутого вузла було створено: загальна кількість компонентів – 223; унікальні деталі – 55; унікальні вузли збірки – 15. Розроблено розрахункову модель для аналізу напружено-деформованого стану елементів розробленої конструкції гальма та перевірки тиску в його накладках.

Підготовлена наступна технічна документація: складальний кресленик: ГМІ.ДП.18.08.00.01.00 СК – балка у зборі, складальний кресленик ГМІ.ДП.18.08.00.02.00 СК – важіль вертикальний, складальний кресленик ГМІ.ДП.18.08.00.03.00 СК – важіль, складальний кресленик ГМІ.ДП.18.08.00.04.00 СК – тяга, креслення деталей: ГМІ.ДП.18.08.00.01.06 – опора; ГМІ.ДП.18.08.00.04.03 – тяга; ГМІ.ДП.18.08.00.04.01 – валик; ГМІ.ДП.18.08.00.04.02 – головка шарніра; ГМІ.ДП.18.08.00.01.02 – головка шарніра.

<b>ГМІ.ДП.18.08.В</b>				
Зм.	Арк.	№ доки.	Підпис	Дата
Виконав	Мажуга			
К. Розділу	Панченко			
Керівник	Панченко			
Н. Контр.	Кухар			
Затвердив	Заболотний			

<b>Висновки</b>	Лист.	Аркуш	Аркушів
		1	1
	<b>НТУ «ДП», ММФ 133м-17-1</b>		

У експлуатаційно-економічному розділі проведений аналіз небезпечних і шкідливих факторів при монтажі, експлуатації і ремонті гальма МК 5x4 шахтної підйомної машини МПМН 5x4. Запропоновані необхідні інженерно-технічні заходи по боротьбі з цими факторами. В економічній частині визначена собівартість гальма, яка склала Ц=804232,25грн.

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

					ГМІ.ДП.18.08.В	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Димашко А.Д., И.Я. Гершиков, А.А. Кривневич. Шахтные электрические лебедки и подъемные машины. «Недра» 1973г.
2. Бежок В.Р., Калинин В.Г., Коношянов В.Д., Курченко Е.М. Руководство по ревизии, наладке и испытанию шахтных подъемных установок. Нормативно производственно – практическое издание. Донецк 2009г.
3. Завозин Л.Ф. Шахтные подъемные установки. Недра 1975г.
4. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation Как решать практические задачи. БХВ – С. Петербург, 2012 г, 445с.
5. Бежок В.Р., Дворников В.И., Манец П.Г., Бристром В.А. Шахтный подъем: Научно-производственное издание, 2007. - 624 с.

ГМ ДП.18.09.ПП				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Виконав		Мажуга		
К. Розділу		Панченко		
Керівник		Панченко		
Н. Контр.		Кухар		
Затвердив		Заболотний		
			Перелік посилань	
			Лит.	Аркуш
			1	1
НТУ «ДП», ММФ 133М-17-1				

**Додаток А**

**ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ МАГІСТРА**

Поз.	Формат	Позначення	Найменування	Кіл-ть листів	Примітки
1					
2			<u>Документація</u>		
3					
4	A4		Пояснювальна записка	83	
5	-		CD-диск з матеріалами дипломного проекту магістра	-	
6					
7					
8			<u>Графічні матеріали</u>		
9	A2x3	ГМІ.ДП.18.08.00.01.00 СК	Балка у зборі (складальний кресленик)	1	
10	A1	ГМІ.ДП.18.08.00.02.00 СК	Важіль вертикальний (складальний кресленик)	1	
11	A1	ГМІ.ДП.18.08.00.03.00 СК	Важіль (складальний кресленик)	1	
12	A3	ГМІ.ДП.18.08.00.04.00 СК	Тяга (складальний кресленик)	1	
13	A2	ГМІ.ДП.18.08.00.01.06	Опора	1	
14	A3	ГМІ.ДП.18.08.00.04.03	Тяга	1	
15	A3	ГМІ.ДП.18.08.00.04.01	Валик	1	
16	A3	ГМІ.ДП.18.08.00.04.02	Головка шарніра	1	
17	A3	ГМІ.ДП.18.08.00.01.02	Головка шарніра	1	

					<b>ГМІ.ДП.18.09.ДА</b>		
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			
Виконав	Мажуга				Лит.	Аркуш	Аркушів
К. Розділу	Панченко					1	1
Керівник	Панченко				<b>НТУ «ДП», ММФ</b>		
Н. Контр.	Кухар				<b>133м-17-1</b>		
Затвердив	Заболотний				<b>Додаток А</b>		



Перв. викор.		Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка				
Справ. №	№					<u>Документація</u>						
		*			ГМІ.ДП.18.08.00.01.00	Складаний кресленик		* А2х3				
							<u>Складані одиниці</u>					
		A7			ГМІ.ДП.18.08.00.02.00	Важіль вертикальний		1				
		A3	3		ГМІ.ДП.18.08.00.03.00	Упор		1				
		A3	4		ГМІ.ДП.18.08.00.03.00	Важіль		1				
		A4	5		ГМІ.ДП.18.08.00.04.00	Вишн		1				
							<u>Деталі</u>					
		A3			ГМІ.ДП.18.08.00.01.01	Валик		1				
		A3			ГМІ.ДП.18.08.00.01.02	Валик		1				
		A4	9		ГМІ.ДП.18.08.00.01.03	Валик		1				
		A4	10		ГМІ.ДП.18.08.00.01.04	Вісь		1				
		A4	11		ГМІ.ДП.18.08.00.01.05	Вісь		1				
		A4	12		ГМІ.ДП.18.08.00.01.06	Шайба		1				
		A4	13		ГМІ.ДП.18.08.00.01.07	Шплінт		1				
		A4	14		ГМІ.ДП.18.08.00.01.08	Шайба		1				
		A4	15		ГМІ.ДП.18.08.00.01.09	Втулка		4				
		A4	16		ГМІ.ДП.18.08.00.01.10	Шплінт 13		1				
A4	17		ГМІ.ДП.18.08.00.01.11	Пружина		2						
A4	18		ГМІ.ДП.18.08.00.01.12	Вісь-примач		2						
Підп. та дата												
Взам. інв. №												
Інв. № дубл.												
Підп. та дата												
Інв. № подл.		Зм. Арк. Підп. Дата Розроб. Мажуга Перев. Панченко					Лім.		Аркцш		Аркцшів	
							1		2			
							НТУ "ДП"					



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
		19		<u>Стандартні вироби</u> Болт М2-6gx 35.58 ГОСТ 7805-70	4	
		21		Болт 3М24-6gx 50.58 ГОСТ 7805-70	4	
		22		Гайка М30-7H.5 ГОСТ 5915-70	4	
		23		Гайка М36-7H.5 ГОСТ 5915-70	1	
		24		Шайба 12 65Г ГОСТ 6402-70	4	
		25		Шайба 36 60С2 ГОСТ 6402-70	1	
		26		Шайба 36.02-М3 ГОСТ 9649-78	2	
				Шпилька 8x56 ГОСТ 397-79	1	
				<u>Інші вироби</u>		
				Маслянка гвинтова МВ Р1	3	
		28		Дріт 3-0-4 ГОСТ 3282-74 L=3м	1	
				Масило Літол 24 ГОСТ 21150-87	1	

Інв. № подл.	Підп. та дата
Взам. інв. №	Підп. та дата
Інв. № дубл.	Підп. та дата

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ГМ.ДП.18.08.00.01.00

Перв. викор.		Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка																																																																													
Справ. №	Підп. та дата	А1			ГМ.ДП.18.08.00.02.00	Документація																																																																															
									Підп. та дата	А4	1	ГМ.ДП.18.08.00.02.01	Упор	1																																																																							
																Підп. та дата	А3	2	ГМ.ДП.18.08.00.02.02	Боковина	1																																																																
																							Підп. та дата	А3	3	ГМ.ДП.18.08.00.02.03	Боковина	1																																																									
																														Підп. та дата	А4	4	ГМ.ДП.18.08.00.02.04	Втулка	1																																																		
																																					Підп. та дата	А4	5	ГМ.ДП.18.08.00.02.05	Втулка	1																																											
																																												Підп. та дата	А4	6	ГМ.ДП.18.08.00.02.06	Втулка	1																																				
																																																			Підп. та дата	А4	7	ГМ.ДП.18.08.00.02.07	Втулка	1																													
																																																										Підп. та дата	А4	8	ГМ.ДП.18.08.00.02.08	Бонка	1																						
																																																																	Підп. та дата	А4	9	ГМ.ДП.18.08.00.02.09	Накладка	1															
																																																																								Підп. та дата	А4	10	ГМ.ДП.18.08.00.02.10	Накладка	1								
																																																																															Підп. та дата	А4	11	ГМ.ДП.18.08.00.02.11	Накладка	1	
Підп. та дата	А4	13	ГМ.ДП.18.08.00.02.13	Жорсткакість	2																																																																																
							Підп. та дата	Зм.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Лім.	Аркцш	Аркцішів																																																																						
																Підп. та дата	Розроб.	Мажуга	Панченко	Важіль вертикальний	1	1																																																															
																							Підп. та дата	Перев.	Панченко	Н. контр.	Кухар	НТУ "ДП"																																																									
																													Підп. та дата	Затв.	Задолотний	Формат А4																																																					

Перв. викор.		Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка		
Справ. №	Підп. та дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. та дата	A1	ГМІ.ДП.18.08.00.03.00 СБ	Документація			
					A3	1	ГМІ.ДП.18.08.00.03.01	Боквальна	2	
					A4	2	ГМІ.ДП.18.08.00.03.02	Ребра	1	
					A4	3	ГМІ.ДП.18.08.00.03.03	Ребра	1	
					A4	4	ГМІ.ДП.18.08.00.03.04	Банка	4	
					A4	5	ГМІ.ДП.18.08.00.03.05	Банка	4	
					A4	6	ГМІ.ДП.18.08.00.03.06	Банка	2	
					A4	7	ГМІ.ДП.18.08.00.03.07	Банка	2	
					A4	8	ГМІ.ДП.18.08.00.03.08	Поліція	1	
					A4	9	ГМІ.ДП.18.08.00.03.09	Поліція	1	
Інв. № подл.	Підп. та дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. та дата	Зм. Арк. № докум. Підп. Дата		Лім.	Аркцш	Аркцшів	
					Розроб. Мажуга	Панченко				
Важіль							НТУ "ДП"			

Перв. викор.		Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка																		
Справ. №		A3			ГМ.ДП.18.08.00.04.00.СК	Документація																				
									A4	1	ГМ.ДП.18.08.00.04.01	Головний кресленник	1													
															A4	2	ГМ.ДП.18.08.00.04.02	Складальні одвітки	1							
																					A4	3	ГМ.ДП.18.08.00.04.03	Тяга	1	
A4	5	ГМ.ДП.18.08.00.04.05	Гайка	1																						
Підп. та дата	Підп. та дата																									
Взам. інв. №	Інв. № дубл.																									
Інв. № подл.	Підп. та дата																									
		Зм.	Арк.	№ док.		Підп.	Дата																			
		Розроб.	Мажуга																							
		Перев.	Панченко						Лім.	Аркцш	Аркцшів															
		Н. контр.	Кухар						НТУ "ДП"																	
		Затв.	Задолотний																							





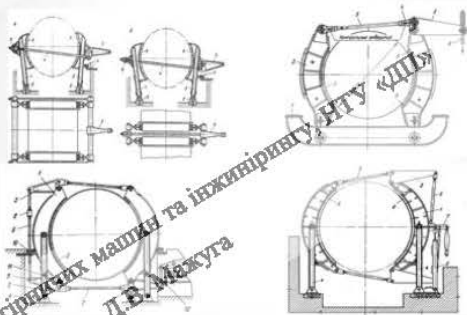
Доповідь на тему:  
«Визначення параметрів і розробка  
конструкції колодкового гальма МК 5x4 з  
детальною розробкою важелів»

Виконав: студент гр. 133М-17-1  
каф. ГМІ  
Мажуга Д.В.  
Керівник: доцент Панченко О.В.

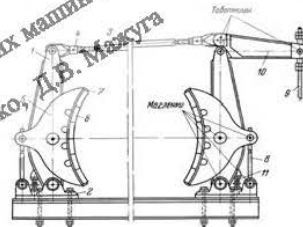
## Гальмівні пристрої

- Шахтні підймальні машини оснащені гальмівними пристроями, які виконують різні функції. При роботі підймальної машини в режимі гальмування, гальмівні пристрої виконують функції управління підймальних машин, поглинаючи кінетичну енергію рухомих частин системи. Поглинання енергії відбувається за рахунок роботи тетя гальмівних пристроєм, щоб був виконаний заданий режим управління підймальної машини, а це в свою чергу вимагає забезпечення плавного регулювання гальмівного моменту.

## Аналіз питання



## Аналіз питання



## Актуальність

- Робота пов'язана з науковим напрямком кафедри гірничих машин та інжинірингу і виконана в рамках договору про співпрацю між Державним вищим навчальним закладом «Дніпровська політехніка» та ПАТ «НКМЗ». Розробка конструкції колодкових гальм шахтної підймальної машини МПМН 5x4 і його технічної документації включає аналіз 3D моделі, розрахунок параметрів, розгляд принципів роботи механізмів та аналіз параметрів є актуальним завданням.

## Мета та задача

- Мета - визначення параметрів і розробка конструкції колодкового гальма МК 5x4 шахтної підймальної машини МПМН 5x4.
- Для досягнення поставленої мети основна задача дослідження розбита на наступні етапи:
  - Виконаний аналіз конструкції колодкового гальма МК5x4.
  - Виконаний аналіз техніко-економічних факторів, що забезпечують ефективність прийнятих технічних рішень.
  - Виконаний розрахунок параметрів колодкового гальма МК5x4
  - Розроблено конструкцію, технічну документацію гальма шахтної підймальної машини МПМН 5x4.

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

ГМІ.ДП.18.08.Д1

Арк.

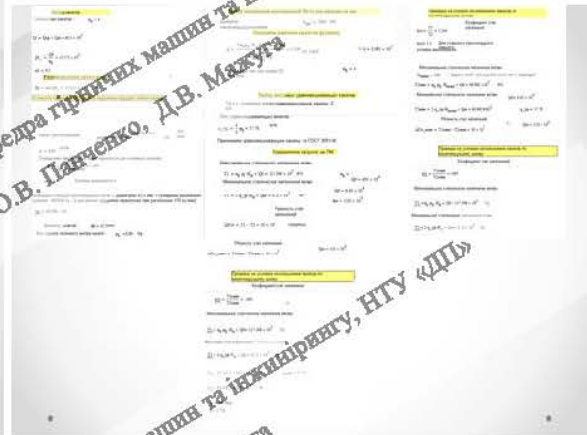
### Визначення параметрів багатоканатної підйомної машини МПМН 5x4

При виконанні розрахунку використовуємо наступні вихідні дані:

$$A = 1,4 \times \frac{10^6 \text{ т}}{\text{рік}} - \text{річна продуктивність};$$

$$H = 1500 \text{ м} - \text{висота підйому};$$

- За традиційною методикою по Діماشко були враховані наступні параметри:
  - вибір канатів
  - навантаження на підйомну машину
  - кінематика підйомної установки



### Технічні характеристики багатоканатної підйомної машини МПМН 5x4

Маш. ма.	Статичний навантаж.	Діа. ст. ма. ш.	Кільк. канатів	Швидк. підйому	Діаметр канатів	Висота підйому	Перевантаж. коеф.
МПМН 5x4	$906,5 \times 10^3 \text{ Н}$	45, 5	4	10 м/с	5м	1500м	15,3

### Визначення параметрів гальма

Визначення розрахункового гальмівного моменту для системи з зрівноважуючими канатами:

Статичний момент:

$$M_{ст} = T_1 \times R,$$

$$M_{ст} = 906,5 \times 10^3 \times 2,5 = 2,2 \times 10^6 \text{ Н} \times \text{м}$$

Де  $T_1$  - максимальний статичний натяг вітки  
 $R$  - радіус шківів

### Тормозний момент

$$M_T = 3 \times M_{ст},$$

$$M_T = 3 \times 2,2 \times 10^6 = 6,6 \times 10^6 \text{ Н} \times \text{м}$$

Уповільнення каната:

$$a_{уп} = \frac{T_2 \times e^{f\alpha} - T_1}{T_2 \times e^{f\alpha} + T_1}$$

$$a_{уп} = \frac{697000 \times 2,718^{0,3 \times 3,59} - 206500}{697000 \times 2,718^{0,3 \times 3,59} + 206500} = 0,38 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Де  $\alpha = 206$  град. - кут охопту канатом шківів  
 $f=0,3$  - коефіцієнт тертя  
 $T_2$  - мінімальний статичний натяг вітки.



Ширина гальмівної колодки:

$$b = \frac{M_T}{n_T \times f \times R^2 \times P_{\text{доп}} \times (\cos\beta_1 - \cos\beta_2)}$$

$$b = \frac{6,6 \times 10^6}{2 \times 0,3 \times 6,25 \times 6 \times 10^6 \times (0,9 - 0,1)} = 293 \text{ мм}$$

де  $n_T = 2$  – число гальмівних колодок  
 $P_{\text{доп}} = 6 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$  – допустиме удельное давление  
 $\beta_1 = 62,76$  град та  $\beta_2 = 58,76$  град - кути між вертикальною віссю гальмівного шківів і прямими, що з'єднують центр шківів з крайніми точками гальмівних колодок

Хід штока:

$$\Delta P_{\text{ш}} = 2 \times \epsilon \times a \times \frac{t_3}{t_1}$$

$$\Delta P_{\text{ш}} = 2 \times 2 \times 0,38 \times \frac{11,62}{11,32} = 15 \text{ мм}$$

де  $a$  – довжина штока  
 $\epsilon = 2$  – зазор між колодкою і шківом  
 допустимий тиск колодок

$$\epsilon_{\text{доп}} = k \times \left( \frac{\Delta P_{\text{max}} - \Delta P}{2} \right) \times \frac{t_1}{t_3}$$

$$\epsilon_{\text{доп}} = 0,8 \times \left( \frac{100 - 15}{2} \right) \times \frac{11,32}{11,62} = 32,98 \text{ мм}$$

де  $k=0,8$  – коефіцієнт використання ходу штока  
 $\Delta P_{\text{max}} = 100 \text{ мм}$  – максимальний хід штока згідно характеристики гальма

### Побудова комп'ютерної моделі гальма

- Розроблено комп'ютерну модель колодкового гальма підйомної машини МК 5х4. В програмі SolidWorks були побудовані моделі деталей, яких зібрані складальні одиниці гальма.

1 - опорний пластинник 2 - шарнірна гальмівна балка 3 - вертикальна гальмівна балка 4 - тлг горизонтальна 5 - головка шарніра 6 - горизонтальний валік

### Перевірка кінематики руху

$$i_{\text{торм}} = \frac{\Delta_{\text{рыч}}}{\Delta_{\text{колод}}} = \frac{1452,4}{47,4 + 47,4} = 15,3$$

### Побудова розрахункової моделі гальма

- Для побудови розрахункової моделі прибираємо не потрібні елементи, а саме. У вихідній конструкції були передбачені оброблення крайок та так само зазори між 2 листами, які зливаються наплавленням металом. Для розрахункової моделі такі конструктивні елементи неприпустимі. Виконані зміни показані на рисунку б) Крім цього були прибрані завінти, осі валики, втулки, канавки і болтові з'єднання.

Модель гальма підйомної машини МК 5х4 а) повна конструкція б) розрахункова модель





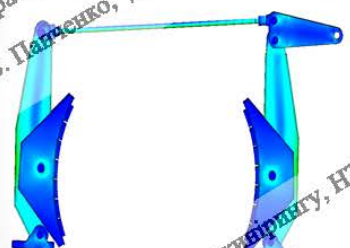
© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

З цього рисунка можна помітити що напруження перевищують допустимі. Крім того можемо спостерігати певні переміщення уздовж поздовжньої осі шарніра, що неможливо в реальній конструкції, так як там встановлені реальні гтулки. Тому обмежимо зазначені переміщення за допомогою додаткових циліндрів:

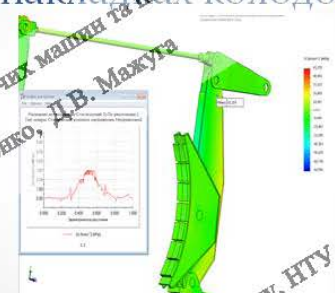


Повторив розрахунок і отримуємо наступний результат:



Максимальна напруга - 60,2 МПа. У вертикальних важелях - 17,26 МПа, в боковинах - 5,8 МПа, в тязі - 23 МПа, в горизонтальному важелі - 11,5 МПа і в опорках - 5,8 МПа.

### 1 перевірка тиску на накладках колодок



### Висновок

Таким чином запропонована конструкція гальма відповідає всім вимогам, що наведені у технічному завданні та може бути використана для багатокаватної піднімальної машини МПМН 5х1. Запас міцності конструкції складає 1,73, що задовольняє заданим умовам міцності.

### Складання креслення балка в збірні та специфікація



### Складання креслення важіль вертикальний та специфікація





© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

### Складальне креслення важіль та спеціфікація



### Складальне креслення тяги та спеціфікація



### Креслення деталей



### Експлуатаційний підрозділ

- Проведений аналіз небезпечних і шкідливих факторів при монтажі, експлуатації і ремонті гальма МК шахтної підйомної машини МПМН 5х4.
- Запропоновані необхідні інженерно-технічні заходи по боротьбі з цими факторами.

### Економічний підрозділ

Вартість виготовлення і складання гальма становить:

- C2 = 804232 грн

### ВИСНОВКИ

- Виконаний проект присвячений розробці конструкції колодкових гальм шахтної підйомної машини МПМН 5х4
- У конструкторському розділі розглянуті питання: загальні відомості про шахтні підйомні машини, аналіз конструкції гальм, побудовано та аналізовано комп'ютерна модель колодкового гальма шахтної підйомної машини МПМН 5х4. Виконано розрахунок з визначення параметрів підйомної машини, вибір сілка, канатів, розроблено кінематику, визначення гальмівного моменту. Підготовлено повну технічну документацію: складальне креслення ГМ.П.П.18.09.00.04.00 СБ – бачка у зборі, складальне креслення ГМ.П.П.18.09.00.02.00 СБ – важіль вертикальний, складальне креслення ГМ.П.П.18.09.00.03.00 СБ – важіль, складальне креслення ГМ.П.П.18.09.00.04.00 СБ – тяга, креслення деталей: ГМ.П.П.18.09.00.01.06 – опора, ГМ.П.П.18.09.00.04.03 – тяга, ГМ.П.П.18.09.00.04.01 – валик, ГМ.П.П.18.09.00.04.02 – головка шпиріт, ГМ.П.П.18.09.00.01.02 – головка шпиріт
- У експлуатаційно-економічному розділі проведено аналіз небезпечних і шкідливих факторів при монтажі, експлуатації і ремонті гальма МК 5х4 шахтної підйомної машини МПМН 5х4. Запропоновані необхідні інженерно-технічні заходи по боротьбі з цими факторами. В економічній частині визначена собівартість гальма, яка дорівнює Ц=244232,25грн.

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

ГМ.ДП.18.08.Д1

Арк.



## ВІДГУК

на кваліфікаційну роботу магістра, на тему:

**«Визначення параметрів і розробка конструкції колодкового гальма МК 5×4 с детальною розробкою важелів»**

студента групи 133м-17-1 Магюти Дмитра Вадимовича

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

Мета – розробка колодкового гальма МК 5×4 шахтної багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4. У зв'язку з цим автором вирішені наступні задачі: аналіз стану питання і постановка задачі на проектування; визначення параметрів шахтної машини МПМН 5×4; визначення параметрів гальма МК 5×4 розробка конструкції гальма МК 5×4 багатоканатної піднімальної машини МПМН 5×4; побудова комп'ютерної моделі гальма МК 5×4; розробка інструкції з експлуатації та обслуговування гальма багатоканатної піднімальної машини; розробка та обґрунтування заходів щодо безпечного обслуговування гальма багатоканатної піднімальної машини; визначення техніко-економічної ефективності запропонованих технічних рішень.

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці методики розрахунку гальма МК 5×4 багатоканатної піднімальної машини.

Розрахунки підтверджують працездатність запропонованої конструкції.

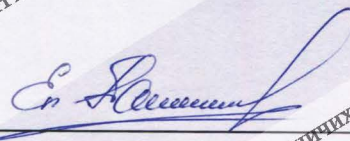
Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності магістра спеціальності 133 Галузева машинобудування, спеціалізації «Гірничі машини та комплекси».

Оформлення креслень і пояснювальних записки дипломного проекту виконано без відхилень від стандартів.

Ступінь складності виконання дипломного проекту висока.

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

Керівник кваліфікаційної роботи  
доцент кафедри гірничих  
машин та інжинірингу



О.В. Панченко



### Відгук нормоконтролера

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

*Нормоконтроль виконано*  
*Кухаренко*

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга 10.12.18

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інжинірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

Зм.	№ док.	№ докум.	Підпис	Дата
Виконав	Мажуга	© О.В. Панченко	<i>[Signature]</i>	07.12
К. Розділу	Панченко		<i>[Signature]</i>	
Керівник	Панченко		<i>[Signature]</i>	
Н. Контр.	Кухаренко		<i>[Signature]</i>	
Затвердив	Заболотний		<i>[Signature]</i>	21.12

Відгук нормоконтролера

Лист.	Аркул.	Аркул. в
	1	1
НТУ «ДП», ММФ		
133м-17-1		

ГМ Панченко, Д.В. Мажуга  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга  
ДП.18.08.ДГ.13



## Рецензія

на кваліфікаційну роботу магістра, на тему:  
**«Визначення параметрів і розробка конструкції колодкового гальма  
МК 5×4 с детальною розробкою важелів»**  
студента групи 133м-17-1 Мажуги Дмитра Вадимовича

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

Мета – розробити конструкцію колодкового гальма МК 5×4 шахтної багатоканатної підйімальної машини МПМН 5×4. У зв'язку з цим автор поставив і вирішив наступні задачі: виконати аналіз умов експлуатації і конструкції гальма; визначити параметри шахтної машини МПМН 5×4; визначити навантаження на гальмо; створити комп'ютерну модель гальма МК 5×4 шахтної підйімальної машини; розробити конструкцію і технічну документацію гальма МК 5×4 шахтної підйімальної машини МПМН 5×4; розробити заходи з охорони праці та навколишнього середовища при експлуатації гальма шахтної підйімальної машини МПМН 5×4; визначити собівартості гальма.

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.

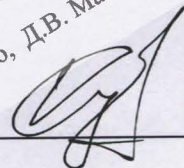
Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки (73 сторінки) і графічної частини проекту (5 листів, креслеників формату А1). Оформлення креслеників і пояснювальної записки виконано без відхилень від стандартів.

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

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



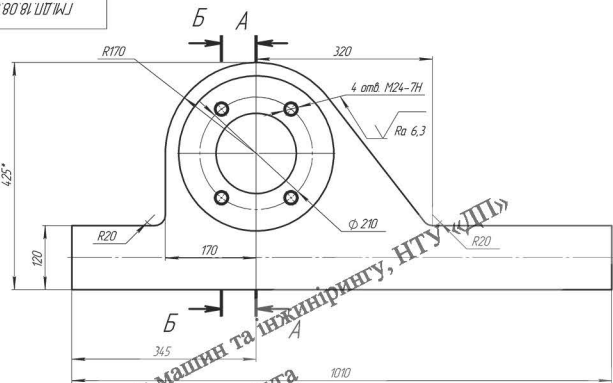




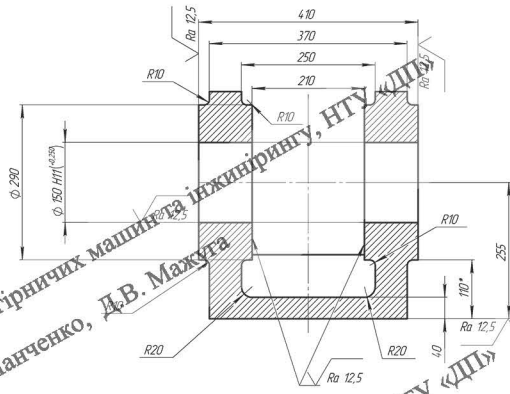




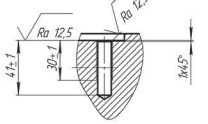
9010 00 80 81 ЦП ДП



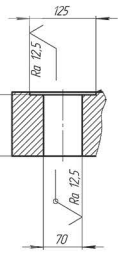
A-A (1:5)



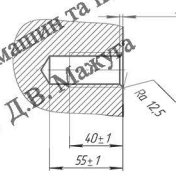
Г-Г (1:2)



B-B



Б-Б (1:2)



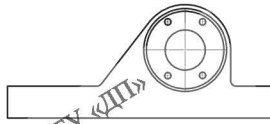
© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

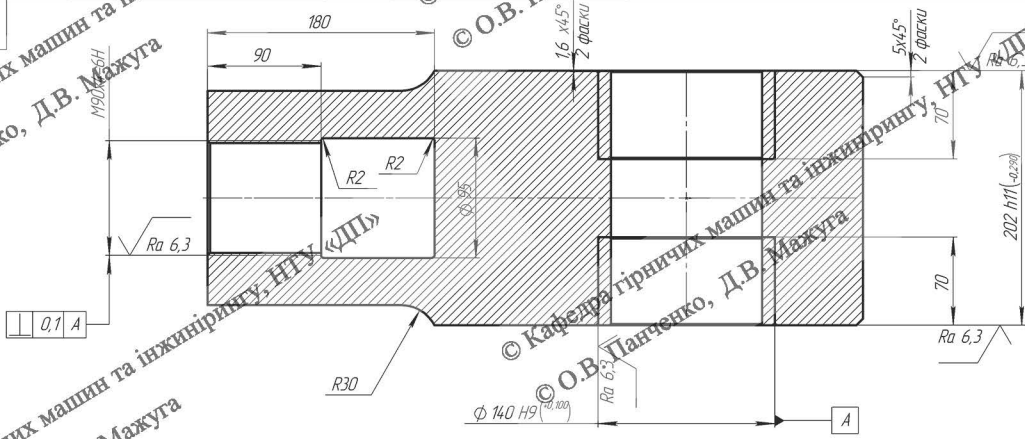
ГМІ ДП.18.08.00.0106 - 01 Зеркальне відображення (1:10)



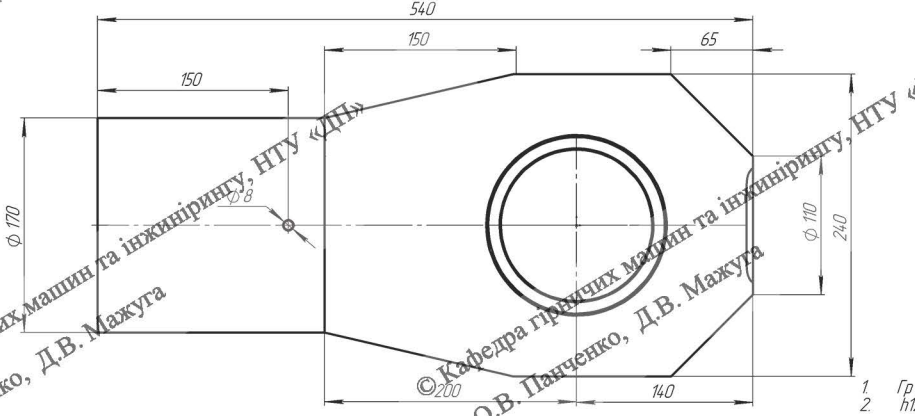
- 1 Вилучено 3-ої групи ГСТ 977-88
- 2 Кресельні документи МДБ-13 ГОСТ 26645-85
- 3 Зміну оформлено ГОСТ 3212-92
- 4 Н14 1/4, 2
- 5 Зміну для довідки

ГМІ ДП.18.08.00.0106				Лист	Маса	Масштаб
Опара				400	15	
301 ГОСТ 9077-88				НТУ «ДП»		
Коплюбаб				Формат А2		

2010 00 80 81 ЦП ДП



Ra 25 (✓)



1 Гр III НВ 174...217 ГОСТ 84.79-70  
2 Н12, Н12, Н12/2

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

© Кафедра гірничих машин та інженірингу, НТУ «ДП»  
© О.В. Панченко, Д.В. Мажуга

ГМІ ДП.18.08.00.0102				Лист	Маса	Масштаб
Головка шарніра				108,2	12,5	
Сталь 45 ГОСТ 1050-88				НТУ «ДП»		
Коплюбаб				Формат А3		

