

Криворізький національний університет
Гірничо-металургійний факультет
Кафедра будівельних геотехнологій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ВИПУСКНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр»

на тему: ПОГЛИБЛЕННЯ СТВОЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІДРАВЛІЧНИХ
СИСТЕМ ДЛЯ ПІДВІСКИ ОПАЛУБКИ

Виконав студент групи ГБ-23м

Спеціальність 184 «Гірництво»

ОПП «Шахтне і підземне будівництво»

Шаповал Б.А.

Керівник канд. техн.наук, доцент Козаріз В.Я.

Кривий Ріг
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНИХ ГЕОТЕХНОЛОГІЙ

ВИПУСКНА
МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

з спеціальності «Гірництво»
ОПП « Шахтне та підземне будівництво»

тема

«ПОГЛИБЛЕННЯ СТОЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІДРАВЛІЧНИХ
СИСТЕМ ДЛЯ ПІДВІСКИ ОПАЛУБКИ»

Магістрант:	Шаповал Б.А.
Наук. керівник:	канд. технічних наук, Козаріз В.Я.

Кривий Ріг
2024

Криворізький національний університет

Факультет (відділення)	Гірничо-металургійний
Кафедра	Будівельних геотехнологій
Освітньо-кваліфікаційний рівень	IV
Спеціальність	184 «Гірництво»
ОПП	«Шахтне та підземне будівництво»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедрою БГТ
д.т.н., проф. Андрєєв Б.М.

« _____ » _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

гр. ГБ-23м Шаповал Богдану Андрійовичу

1. Тема роботи: «Поглиблення стволів з використанням гідравлічних систем для підвіски опалубки»

Керівник роботи канд. техн. наук, доцент Козаріс Володимир Янкович
затверджено наказом КНУ від 06.03.2024р. № 201 с

2. Термін здачі студентом закінченої роботи 06 грудня 2024 р.

3. Вихідні данні до роботи: Аналіз вітчизняних та зарубіжних літературних джерел та технічних проектів будівництва нових стволів та поглиблення діючих стволів шахт.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Обґрунтування можливості застосування гідравлічних систем для підвіски опалубки при поглибленні стволів з розвантаженням породи на поглибочному горизонті. Розрахунок конструкцій полків для розміщення елементів гідравлічної системи в умовах поглиблення ствола шахти ім. Фрунзе. Обґрунтування схеми і обладнання при поглибленні ствола шахти ім. Фрунзе

5. Перелік графічного матеріалу: Схема комплексу малогабаритного обладнання. Схеми розташування прохідницьких бадей у стволі. Конструктивні схеми стаціонарних полків для розміщення гідравлічних підйомників. Гідравлічні схеми керування роботою комплексу малогабаритного обладнання. Методика визначення параметрів стаціонарного полка. Розрахункові схеми та епюри силових факторів в перетині опорних балок стаціонарного полка. Розрахункові схеми для визначення глибини закладання опорної балки в кріплення ствола.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Прим.
1	<i>Аналіз літературних джерел</i>	07.03.2024 27.03.2024	
2	<i>Обґрунтування конструктивних і технологічних параметрів комплексу малогабаритного обладнання для бетонування стволів, що поглиблюються</i>	01.04.2024 05.05.2024	
3	<i>Методика визначення параметрів стаціонарних полків</i>	06.06.2024 06.07.2024	
4	<i>Розрахунок стаціонарного полка для розміщення підйомників при поглибленні ствола</i>	08.07.2024 06.09.2024	
5	<i>Розробка проекту оснащення поглиблення ствола із застосуванням комплексу малогабаритного обладнання</i>	10.09.2024 15.11.2024	
6	<i>Оформлення текстового та графічного матеріалу</i>	16.11.2024 05.12.2024	

Дата видачі завдання: 06.03.2024 р.

Магістрант _____ Б.А.Шаповал
(підпис)

Керівник роботи _____ В.Я.Козаріз
(підпис)

ЗМІСТ

	Вступ	7
1	Обґрунтування можливості застосування гідравлічних систем для підвіски опалубки при поглибленні стволів з розвантаженням породи на поглибочному горизонті	9
1.1	Шляхи зменшення обсягів капітальних витрат при поглибленні стволів з розвантаженням породи на поглибочному горизонті	10
1.2	Опис гідравлічної системи для підвіски опалубки при поглибленні стволів .	14
1.3	Розробка котушок для намотування канатів гідравлічної системи	21
1.4	Розробка схеми керування роботою гідравлічної системи	26
1.5	Обґрунтування можливості встановлення елементів гідравлічної системи в перерізі ствола	39
2	Розрахунок конструкцій полків для розміщення елементів гідравлічної системи в умовах поглиблення ствола шахти ім. Фрунзе	49
2.1	Конструкція полка	50
2.2	Методика розрахунку параметрів стаціонарних полків для розміщення гідравлічних підйомників	51
2.3	Обґрунтування навантажень, що діють на полок	54
2.4	Вибір параметрів проміжної балки	56
2.5	Розрахунок опорних балок.	58
2.6	Розрахунок потрібної довжини лунок для опорних балок	66
2.7	Розрахунок шпального бруса	70
2.8	Перевірка міцності опорної рами	73
3	Обґрунтування схеми і обладнання при поглибленні ствола шахти ім. Фрунзе	77
3.1	Опис ствола	78
3.2	Обґрунтування схеми поглиблення ствола	78

					<i>КНУ РМ 184 . 07. 08</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>			<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Шаповал</i>				<i>Стадія</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Козаріз</i>					5	2
<i>Н. Контр.</i>					<i>Зміст</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Андрєєв</i>				<i>ГБ-23м</i>		

3.3	Обґрунтування параметрів кріплення камер в яких розміщені лебідки підвіски прохідницького обладнання	81
3.4	Обґрунтування технічних засобів для спорудження об'єкту	85
3.4.1	Вибір засобів підйому, бадді та підйомного канату	85
3.4.2	Обґрунтування підйомної машини	89
3.4.3	Вибір обладнання для робіт по поглибленню ствола	91
3.4.3.1	Бурове обладнання.	91
3.4.3.2	Обладнання для навантаження породи.	91
3.4.3.3	Обладнання на яке підвішується полок для поглиблення ствола та направляючі канати.	92
3.4.3.4	Пристрої для аварійної евакуації.	93
3.4.3.5	Засоби для кріплення ствола.	94
3.4.3.6	Засоби водовідливу	94
3.5	Заходи по безпечному веденню робіт при будівництві об'єкту	95
3.5.1	Боротьба с пилом	95
3.5.2	Попередження професійних захворювань, пов'язаних з вібрацією і шумом	95
3.5.3	Профілактика виникнення шахтних пожеж	96
3.5.4	Безпека при проведенні вибухів	97
3.5.5	Безпека при навантаженні гірської маси	97
3.5.6	Техніка безпеки під час буріння	97
	Висновок	100
	Список використаної літератури	101

					<i>Зміст</i>	Арк.
						6
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 103 с, 274 рис., 20 табл., 84 форм., 26 літ. джерел.

Удосконалення схеми поглиблення можливо за рахунок рішень, висвітлених в даній роботі, які передбачають підвіску опалубки яка здійснюється за допомогою гідравлічних систем. Варто зазначити, що гідравлічні системи знайшли широке застосування за кордоном при зведенні висотних будівель за технологією ковзної опалубки.

У даній магістерській роботі виконано обґрунтування параметрів гідравлічних систем для підвіски опалубки, а також вдосконалені схеми керування гідравлічною системою. Розроблені схеми розміщення елементів гідравлічної системи на стаціонарні полки в перерізі ствола і розраховані параметри таких полків. Застосування гідравлічних систем для підвіски опалубки в умовах поглиблення ствола шахти ім. Фрунзе.

Економічні результати досліджень:

- зменшення об'єму тимчасових гірничих виробок, яке може складати 300 – 1000м³;
- скорочення термінів оснащення ствола для поглиблення на 2–4 місяці;
- зниження капітальних витрат на підготовку ствола на 10–20%.

Магістерська робота виконана за тематикою:

**ПОГЛИБЛЕННЯ СТОЛІВ ГІДРАВЛІЧНІ СИСТЕМИ СТАЦІОНАРНІ
ПОЛКИ ПІДВІСКА ОПАЛУБКИ**

- розробка схем для керування гідравлічною системою підвіски опалубки;
- обґрунтування параметрів стаціонарних полків для розміщення елементів гідравлічної системи в перерізі ствола;

					<i>Вступ</i>	Арк.
						8
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

**Розділ 1. ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ
ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДВІСКИ ОПАЛУБКИ ПРИ
ПОГЛИБЛЕННІ СТОЛІВ З РОЗВАНТАЖЕННЯМ ПОРОДИ НА
ПОГЛИБОЧНОМУ ГОРИЗОНТІ**

					<i>КНУ РМ 184. 07. 08 Е1</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>			<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Шаповал</i>				<i>Обґрунтування можливості застосування гідравлічних систем для підвіски опалубки при поглибленні столів з розвантаженням породи на поглибочному горизонті</i>	<i>Стадія</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Козаріз</i>						9	
<i>Н. Контр.</i>						<i>ГБ-23м</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Андрєєв</i>							

1.1. Шляхи зменшення обсягів капітальних витрат при поглибленні стволів з розвантаженням породи на поглибочному горизонті

Як відомо будівництво нових горизонтів діючих шахт починається з поглиблення вертикальних стволів. В Криворізькому залізорудному басейні доволі часто застосовується схема поглиблення стволів з розвантаженням породи на поглибочному горизонті. Ця схема передбачає значні обсяги капітальних витрат, обумовлені необхідністю спорудження тимчасових камер для розміщення прохідницьких лебідок. Внаслідок цього до половини часу будівництва нового горизонту займає поглиблення стволів, що обумовлює перевищення строків будівництва нових горизонтів більше ніж у два рази від допустимих [1].

Обсяги тимчасових камер для розміщення прохідницьких лебідок перевищують дві тисячі кубічних метрів на один ствол. Це спричиняє великі капітальні витрати та потребує значної кількості трудових ресурсів [2].

Слід розуміти, що витрати на спорудження тимчасових камер потрібні тільки для поглиблення ствола, а в подальшому при експлуатації горизонту тимчасові камери не потрібні.

Також, у зв'язку з тим, що тимчасові камери розміщені безпосередньо біля стола, вони є додатковими концентраторами напруги гірського масиву, що обумовлює велику ймовірність виникнення гірських ударів. Для запобігання гірським ударам використовують більш надійне кріплення, що також призводить до підвищення капітальних витрат, так як потрібно використовувати значну кількість металу та бетону при кріпленні тимчасових камер.

Тому зменшення обсягів тимчасових камер є актуальною проблемою при будівництві нових горизонтів діючих шахт [3].

До цього часу зменшення обсягів тимчасових камер при поглибленні стволів робили двома способами, або за рахунок розміщення прохідницьких лебідок у перерізі ствола, або за рахунок застосування обладнання, яке переміщується шляхом крокування по стінках ствола [4].

					<i>Розділ I</i>	Арк.
						10
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Схема розміщення прохідницьких лебідок у перерізі ствола наведена на рис 1.1.

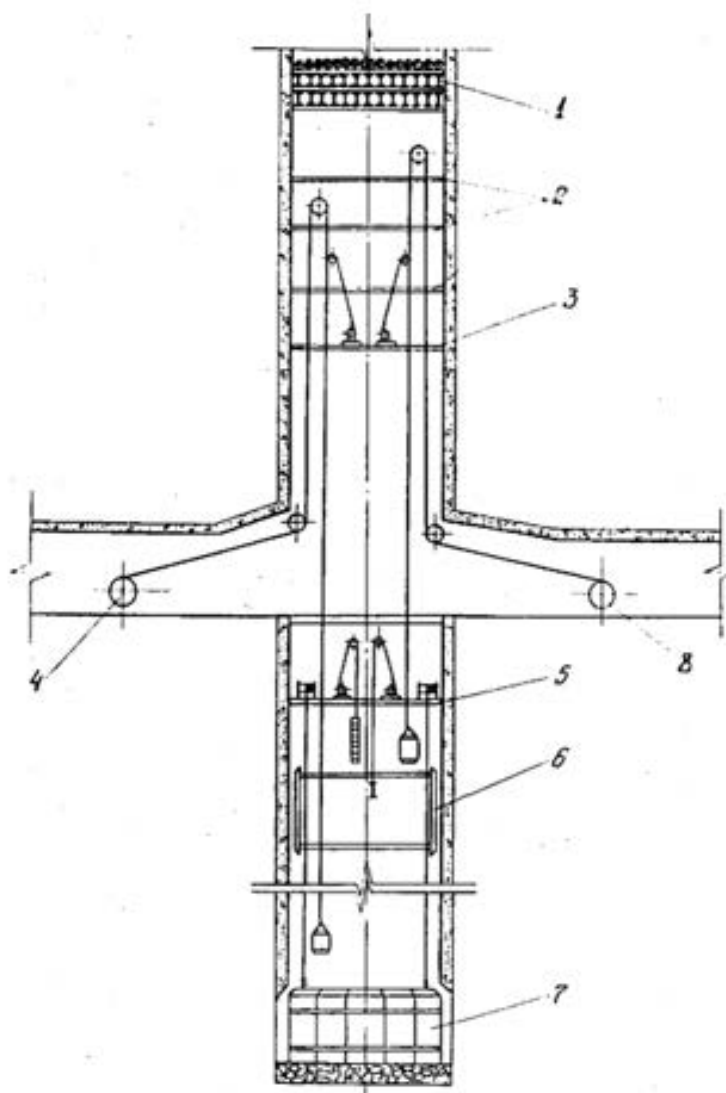


Рисунок 1.1- Схема оснащення поглиблення з розташуванням лебідок на стаціонарних полках у перетині ствола:

- 1- штучний запобіжний полк;
- 2- площадки для розміщення шківів;
- 3- полк лебідок направляючих канатів;
- 4- підйомна машина Ц 1,6х1,2;
- 5- полк лебідок рятувальних сходів, прохідницького полку та опалубки;
- 6- підвісний прохідницький полк;
- 7- ступчаста опалубка;
- 8- підйомна машина Ц 2х1,5.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Слід відзначити, що перший спосіб вимагав споруджувати у перерізі ствола значну кількість полків для розміщення лебідок, а так як потрібно було витримувати необхідні кути девіації, то розміщення полків займало значну висоту ствола. Це, внаслідок обмежених умов при поглибленні ствола, не завжди можливо забезпечити.

Використання обладнання, яке переміщується шляхом крокування по стінках ствола, для забійної опалубки недостатньо надійно, так як при проведенні буровибухових робіт в забої ствола гідросистема обладнання зазнавала ушкоджень [6].

Таким чином очевидно, що питання розміщення прохідницьких лебідок при поглибленні ствола є дуже складним і від його вирішення залежить можливість зменшення капітальних витрат.

Для вирішення питання зменшення капітальних витрат при поглибленні стволів за рахунок зменшення обсягів тимчасових камер Криворізьким національним університетом були розроблені гідравлічні системи. Вони працюють за принципом переміщенні каната підвіски опалубки в зажимах гідравлічної системи.

Розроблені гідравлічні системи пройшли випробування на стенді і були рекомендовані до практичного вжитку при поглибленні стволів. До складу таких гідравлічних систем входять:

- опалубка;
- гідравлічні підйомник;
- блок привода;
- нижній полок;
- котушка;
- канат;
- верхній полок

При цьому котушка використовується для намотки канату, гідравлічний підйомник забезпечує переміщенні канату, а полку використовуються для розміщення елементів системи у перерізі ствола. На рис. 1.3. наведена схема

					<i>Розділ 1</i>	Арк.
						13
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

гідравлічної системи для підвіски прохідницького обладнання при поглибленні стволів.

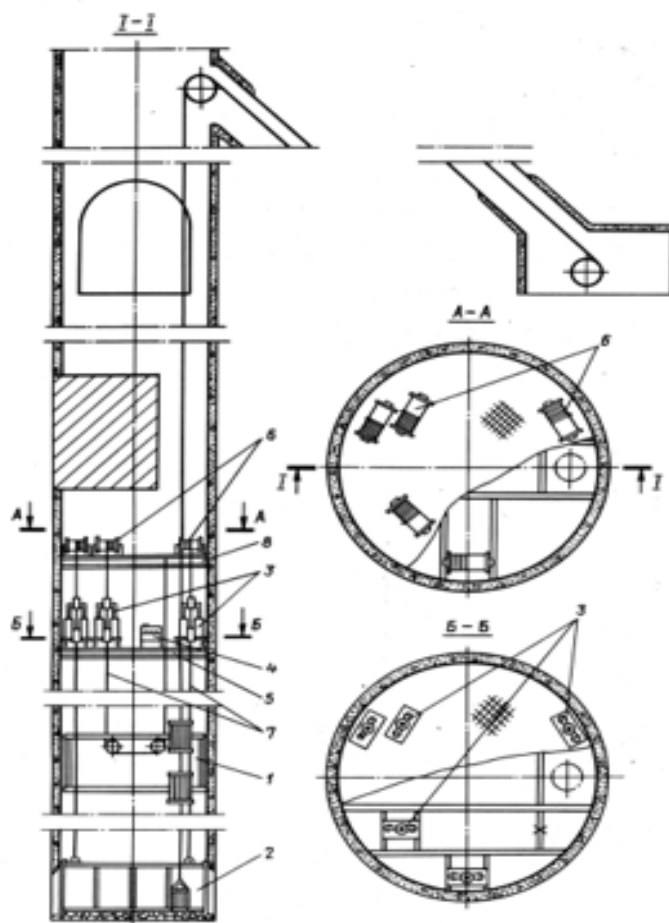


Рисунок 1.3 – Схема комплексу малогабаритного обладнання.

- 1– полок;
- 2– опалубка;
- 3- гідравлічні підйомник;
- 4- блок привода;
- 5– нижній стаціонарний полок;
- 6– котушка;
- 7– канат;
- 8- верхній полок

1.2. Опис гідравлічної системи для підвіски опалубки при поглибленні стволів .

Вище було обґрунтовано, що суттєвий недолік гідравлічного обладнання крокуючої опалубки для виконання робіт по кріпленню ствола є в тому, що

					Розділ 1	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виходять з ладу гідравлічні магістралі, так як вони знаходяться безпосередньо біля забою ствола і пошкоджуються в момент проведення буровибухових робіт.

Позбавитися такого недоліку можливо за рахунок розташування гідравлічних магістралей на значній відстані від забою ствола. Тому раціонально розташувати гідропідйомники на полках, які споруджуються в стволі нижче горизонту горизонту з якого виконуються поглиблювальні роботи.

Це досягається за рахунок використання розробленої Криворізьким Національним університетом гідравлічної системи для підвіски опалубки за допомогою якої виконується кріплення вертикальних стволів при їх поглибленні.

Гідравлічна система є основним елементом комплексу малогабаритного обладнання для підвіски опалубки, який при розташуванні в перерізі ствола містить :

- нижній стаціонарний полок;
- верхній стаціонарний полок;
- блок привода гідравлічної система
- гідравлічні підйомники
- котушки, на які намотані канати підвіски опалубки
- канати підвіски опалубки

Як відомо на технічні показники поглиблення вертикальних стволів дуже негативно впливає необхідність спорудження тимчасових виробок, необхідних для розміщення прохідницьких лебідок, на яких підвішується великогабаритне технологічне обладнання, зокрема привибійна опалубка. Це обумовлює значне збільшення термінів поглиблення та підвищує вартість гірничо-капітальних робіт.

Комплекс малогабаритного устаткування, створений в КНУ [7], дозволяє позбавитись таких недоліків, призначений для підвіски опалубки без застосування великогабаритних лебідок, що зменшує обсяги тимчасових виробок. При використанні комплексу безпека ведення робіт досягається шляхом самогальмування, що надійно утримує опалубку при можливих аварійних ситуаціях.

					<i>Розділ I</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для роботи гідравлічних підйомників потрібні маслonaсoси, масляний бак, а також засоби керування гідроприводом [8]. Ці елементи входять до блоку керування.

Опалубка підвішена на канатах. Один кінець канатів закріплений на опалубці, а другий намотаний на спеціальні катушки, які обладнані приводом. Цей привод забезпечує можливість заміни канатів. Враховуючи вищенаведене конструктивно комплекс має три основних елемента робочий, вантажопідйомний і елемент для намотування канатів підвіски опалубки

Для робочого елемента застосовують стандартні опалубки, які використовуються при бетонуванні стволів (секційні або стулчасті) [9, 10].

До складу вантажопідйомного елемента входять гідравлічні підйомники та блок керування, оснащений гідроприводами. Експериментальні зразки гідравлічних підйомників розроблені Криворізьким національним університетом, які успішно пройшли стендові випробування. На підставі цих експериментальних зразків інститут НИПИРУДМАШ розробив їх промисловий варіант, який і застосовується в шахті при поглибленні стволів.

Гідравлічний підйомник (рис.1.4) містить два цангових затискача (верхній 1 і нижній 2) , два силових гідроциліндра 3 з ходом штоків 0,4 м, два направляючих штока 4 і з'єднувальну траверсу 5. Кріплення підйомників здійснюється опорою 6. Опора прикріплена до нижнього затискача 2. [6].

Робота цангового затискача здійснюється по принципу циклічної дії, Він містить (див. рис.1.5) корпус 1, який оснащений провушинами 2 і втулки 3. Провушини призначені для приєднання гідравлічних циліндрів. Цанговий затискач має металевий корпус всередині якого знаходиться поршень 4 і шток 5. Поршень, шток та верхня кришка 6 утворюють силовий гідроциліндр. Кінець штока зроблений у формі конуса. В цьому конусі знаходяться кулаки 9. Дном гідроциліндра є верхня кришка. Верхня кришка має шток, в якому зроблено отвір 10. Через цей отвір пропускається канат. Забезпечення переміщення поршня і затиск каната кулаками за відсутності масла виконується за допомогою двох пружин 7 і 8.

					<i>Розділ 1</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

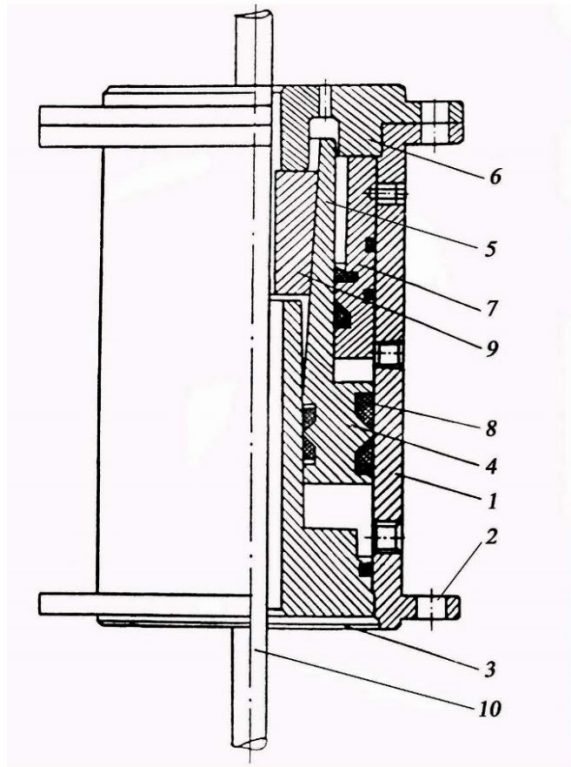


Рис. 1.5.Цанговий затискач циклічної дії

1. Корпус.
2. Провушини.
3. Втулки.
4. Поршень.
5. Шток.
6. Верхня кришка.
7. Зовнішня пружина.
8. Внутрішня пружина.
9. Кулаки.
10. Отвори для пропуску каната

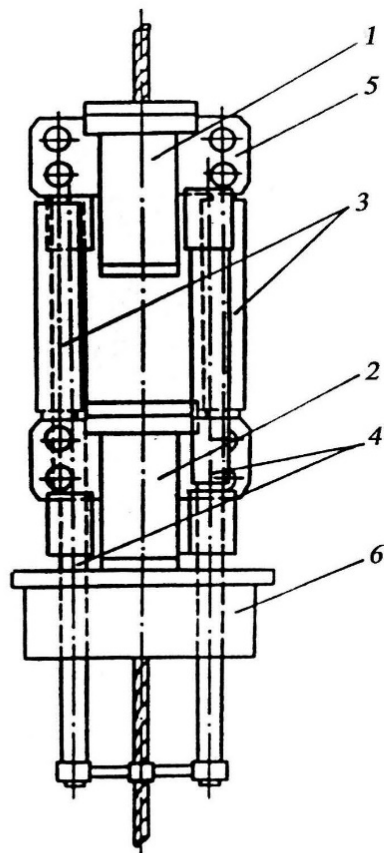


Рис. 1.4. Гідралічний підйомник розроблений КНУ

1. Верхній цанговий затискач.
2. Нижній цанговий затискач.
3. Силві гідроциліндри.
4. Направляючі штоки.
5. Сполучна траверсу.
6. Опора.

					<i>Розділ I</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гідравлічні підйомники з'єднані з блоком приводу маслопроводом. Блок приводу має раму. На рамі закріплені гідравлічний бак, електрична шафа, дві плити з гідравлічними розподільниками, прилади для вимірювання тиску (манометри), модуль клапанів, насоси установки та пульт керування. У стійках рами зроблені проушини, за допомогою яких виконується стропування блоку управління. Приєднання заземлень виконується за допомогою болтів, які розміщені на рамі.

Спуск або підйом опалубки при бетонуванні ствола при його поглибленні виконується таким чином. Канат підвіски опалубки затискається цанговими затискачами а потім гідравлічний підйомник ніби переміщується по канату. Але оскільки гідропідйомники закріплені на полку в стволі нерухомо, то не вони переміщуються по канатам, а канати переміщуються в підйомниках. Це робиться таким чином. Якщо треба спустити опалубку, то затискають нижні затискачі 2 гідравлічних підйомників (рис.1.4), які є нерухомими. Потім розтискають верхні цангові затискачі 1. Верхні цангові затискачі 1 з'єднані за допомогою траверси 5 з штоками силових гідроциліндрів 3. Вони піднімаються вгору. Коли верхні цангові затискачі 1 піднялися на повний хід поршня (приблизно 0,4 м), канати в них затискаються, а нижні затискачі 2 розтискаються. Після цього штоки гідроциліндрів рухаються в зворотному напрямку. Канати затискаються нижніми затискачами і розтискаються у верхніх цангових затискачах. Така послідовність роботи проводиться необхідне число разів, поки опалубка не спуститься на необхідну висоту. Підйом опалубки здійснюється такими же операціями але в зворотній послідовності.

Загальний вид елемента для намотування канатів наведений на рис 1.6.

Для управління гідравлічною системою служить пульт управління блоку приводу. На ньому містяться робочі органи, за допомогою яких здійснюється управління кожним з підйомників.

Канати, на яких підвішена опалубка, навиті на котушки елементи для намотування канатів. При спуску опалубки котушки забезпечують розмотування канатів.

					<i>Розділ 1</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

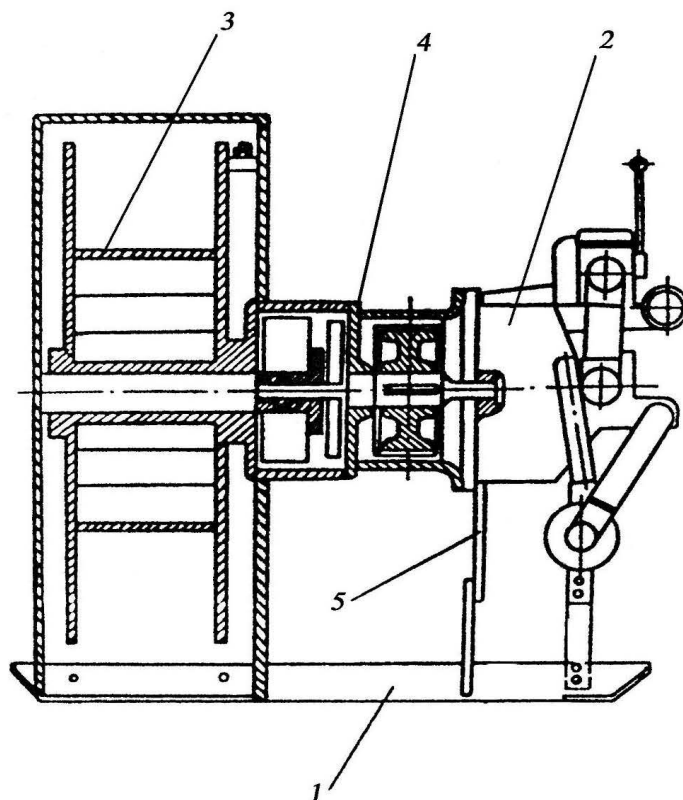


Рис.1.6. Елемент для намотування канатів (спеціальна котушка з механізованим приводом

1. Рама. 2. Пульт управління. 3. Барабан. 4. Редуктор.
5. Провушини для строповки.

Робота гідравлічної системи комплексу може забезпечувати рівномірний спуск-підйом опалубки. Для цього в роботу включають усі гідравлічні підйомники.. Також можливе центрування опалубки, або інші роботи з опалубкою, якщо буде працювати один або два підйомника.

Результати стендових випробувань довели можливість утримування опалубки при відключеній гідравлічній системі [6].

Властивість самозаклинювання цангового затискного механізму дає можливість:

- 1) включати електроустаткування лише для виконання операцій по спуску-підйому опалубки. При прохідницьких роботах у вибої ствола гідравлічна система перебуває у відключеному стані;
- 2) надійно утримувати опалубку при аварійних ситуаціях, які виникають в гідравлічній системі або електроустаткуванні;
- 3) як завгодно довго утримувати опалубку в нерухомому стані.

					<i>Розділ 1</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Деякі основні технічні характеристики гідравлічної системи для підвіски опалубки наведені в табл.1.1.

Табл.1.1.

Основні технічні характеристики гідравлічної системи для підвіски опалубки

№	Показник	Од.виміру	Значення
1	Маса вантажу, що піднімається, одним підйомником	кг	20 000
2	Швидкість опускання (підняття) вантажу	м/мін (не менше)	0,66
3	Крок опускання (підйому) гідроциліндрів	мм	400
4	Робочий тиск масла в гідросистемі	МПа	12,5 + 0,5
5	Встановлена потужність електродвигунів гідростанції,	кВт	33
6	Габаритні розміри Довжина Ширина Висота	мм	585 400 1910
7	Маса	Кг (не більше)	860

Вищеописаний комплекс на основі гідравлічних систем можна застосовувати для підвіски опалубки при поглибленні стволів діаметром від 5 до 8 м. При цьому в залежності від діаметру треба обрати потрібні параметри комплексу. Виконання електроустаткування обладнання дозволяє використовувати комплекс на різних категоріях шахт.

Гідравлічні підйомники та блок керування встановлюють на нижньому полку, а елемент для намотування канатів встановлюють на верхньому полку. Це дає можливість використовувати комплекс підвіски опалубки при різних схемах поглиблення стволів. Що особливо важливо, таке конструктивне виконання дає можливість розміщати полки як нижче, так і вище робочого горизонту, внаслідок чого можливо застосовувати різні технологічні схеми поглиблення стволів [11].

1.3.Розробка котушок для намотування канатів гідравлічної системи

Елемент для намотування канатів гідравлічної системи для підвіски опалубки при поглибленні вертикальних стволів шахт призначений для навивки

					<i>Розділ I</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

витків канатів, на яких підвішується опалубка.

Так як опалубки підвішується на трьох або чотирьох канатах, то потрібно мати три або чотири елемента для намотування канатів. Вони оснащуються барабанами, на які намотується канат. Надалі будемо їх називати катушками, які повинні бути однаковими та задовольняти наступним вимогам:

- 1) коли гідравлічна система перебуває в неробочому стану утримувати барабан з канатом від мимовільного обертання;
- 2) при опусканні опалубки давати можливість безперешкодного змотування канату з барабана;
- 3) при необхідності давати можливість механічно намотати канат на барабан;
- 4) якщо гідравлічні підйомники будуть несправні то дати можливість механічно намотати усю бухту канату на барабан;
- 5) бути малогабаритними.

З врахуванням застосування серійного обладнання і задоволення вищезазваних вимог до катушок найбільш доцільно в якості механізму, на базі якого можливо розробити катушку Для катушок можливо застосувати лебідку ШВА-18000х0,25 П.

Але для застосування такої лебідки потрібно розробити новий циліндричний барабан, який буде задовольняти усім вимогам. При заміні барабана треба також розрахувати гальма. [12].

По формулі, яка наведена в літературі та враховує діаметр канату підвіски опалубки діаметр D_{σ} розраховується по формулі:

$$\frac{D_{\sigma}}{d_k} \geq 20 \quad (1.1)$$

У формулі (1.1.) прийняті таку позначення:

D_{σ} - діаметр барабана (внутрішній);

d_k - діаметр канату на якому підвішується опалубка.

					<i>Розділ 1</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як зазвичай використовують для підвіски опалубки канати діаметром 30 мм, то згідно формули (1.1) маємо таке значення мінімальне значення діаметра барабана:

$$D_6 = 20 \cdot d_k = 20 \cdot 30 = 600 \text{ (мм)} = 0,6 \text{ м}$$

Так як зазвичай для підвіски опалубки потрібно приблизно 150 м канату, то для зменшення габаритів котушки застосуємо навивку канату в декілька шарів. Приймаємо кількість шарів навивки $i=9$. Тоді за формулою (1.2) розрахуємо максимальний діаметр

$$D_i = D_6 + d_k \cdot i \quad (1.2)$$

У цій формулі число шарів навивки позначено як i .

Для діаметра каната 30 мм при $i=9$ маємо:

$$D_i = 0,6 + 0,03 \cdot 9 = 0,87 \text{ (м)}.$$

Так як реборда барабана дещо вища останнього шару навивки канату, то приймаємо зовнішній діаметр барабан рівний

$$D_{6.н.} = 0,94 \text{ м}.$$

Ширину барабана можливо знайти по формулі [13], яка враховує що підйомна машина однобарабанна і має багат шарову навивку канатів на барабан]

$$B = \left(\frac{H + l}{i \pi D_{cp}} + a + 1 \right) \cdot t \quad (1.3)$$

тут прийняті такі позначення:

H - висота підйому ;

l – довжина канату, яка потрібна для його випробування. В нашому випадку при підвісці опалубки довжиною l можна знехтувати.;

i – кількість шарів навивки канату ;

D_{cp} .- середнє значення діаметру навивки канату, яке розраховується по формулі:

$$D_c = \frac{D_6 + D_i}{2} = \frac{0,6 + 0,8}{2} = 0,7 \text{ (м)} \quad (1.4)$$

a – кількість витків тертя канату, яке є постійним.

					Розділ I	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В нашому випадку канат намотується на барабан котушки без навантаження, тому значення a можна прийняти

$$a = 0$$

t - відстань між витками канатів:

$$t = d_k + \varepsilon \quad (1.5)$$

де :

d_k – діаметр канату, ε - зазор

Враховуючи має незначні розміри діаметру приймаємо $\varepsilon = 1$ мм.

Тоді t буде дорівнювати:

$$t = 0,03 + 0,001 = 0,031 \text{ м}$$

Враховуючи вищенаведене знаходимо B :

$$B = \frac{150}{9 \cdot 3,14 \cdot 0,74} \cdot 0,031 = 0,22 \text{ м}$$

Ми не враховуємо коефіцієнт 1, який відбиває два половинні витки невикористаної ширини барабана, так як при знаходженні величини B навивка канату буде на всю ширину барабану.

Отже значення ширини барабана остаточно приймаємо розміром 0,22 м, В цьому випадку можливо навивати по 7 витків канату у кожному шарі.

Слід зауважити, що в лебідках ШВА використовується гальмо типу стрічкове підсумовуюче [14], У таких гальмах кінці стрічки закріплені до гальмівного важеля з однієї сторони від осі його обертання. Схематичне зображення гальма наведено на рис. 1.7.

					<i>Розділ 1</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

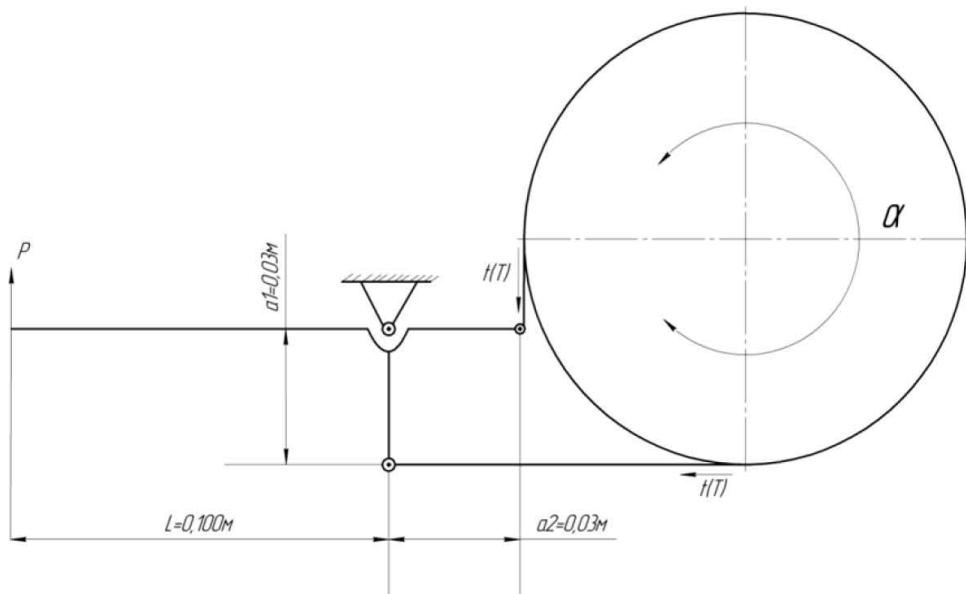


Рис.1.7. Схематичне зображення гальма

Оскільки величина сил на відстанях a_1 та a_2 рівна, то напрямок обертання гальмівного шківа не буде впливати на значення величини гальмового моменту.

Максимальне значення вантажу, який можливо підняти при використанні запропонованої котушки, залежить від ваги всього канату і не може бути більшим ніж загальне тягове зусилля котушки. Тому максимальний радіус навики розраховуємо таким чином:

$$r_{\max} = \frac{0,87}{2} = 0,435i \quad (1.6)$$

Тоді момент сили, яка діє на барабан від підвішеного вантажу можливо знайти враховуючи тягове зусилля котушки $F = 23544 \text{ Н}$ та максимальний радіус $r_{\max} = 0,435 \text{ м}$:

$$M_{\delta} = F \cdot r_{\max} = 23544 \cdot 0,435 = 10241,64 \text{ Нм} \quad (1.7)$$

Формула для розрахування моменту на гальмовому шківі, який знаходиться на валу пневматичного двигуна, має вигляд:

$$M_{ш} = \frac{M_{\delta}}{I_p \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_{\delta}} \quad (1.8)$$

де :

I_p - передаточне відношення редуктора (для нашої лебідки $I_p = 66,6$) ;

										Розділ 1	Арк.
											24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

η_1 – коефіцієнт корисної дії першого планетарному щабля (для нашої лебідки ($\eta_1 = 0,975$);

η_2 – коефіцієнт корисної дії другого планетарному щабля ((для нашої лебідки ($\eta_1 = 0,97$);

η_6 – коефіцієнт корисної дії лебідки ШВА ($\eta_6 = 0,95$).

Таким чином $M_{ш}$ буде мати значення:

$$M_{ш} = \frac{10241,64}{6,6 \cdot 0,975 \cdot 0,978 \cdot 0,95} = 169,76(\text{Нм})$$

Підсумовуюче стрічкове гальмо розвиває гальмівний момент, який знаходимо по формулі [15]:

$$M_T = PL \frac{D}{2} \cdot \frac{l^{\mu\alpha-1}}{a^2 l^{\mu\alpha} + a_1} \eta \quad (1.9)$$

Тепер можливо розрахувати зусилля на кінці важеля, яке буде втримувати опалубку:

$$P = \frac{2M_{ш}(a_2 \cdot l^{\mu\alpha} + a)}{LD(l^{\mu\alpha} - 1)\eta} \quad (1.10)$$

Тут прийняті такі позначення:

D-діаметр гальмового шківa, $D=0,22\text{м}$;

l - підстава натурального логарифма $l=2,728$;

μ -коефіцієнт тертя ($\mu =0,35$);

α -кут охоплювання гальмівного шківa стрічкою, $\alpha = 270^\circ$;

a_1, a_2 -плечі дії сил, $a_1 = a_2 = 0,03\text{м}$

L-плече дії сили, $L=0,1\text{м}$;

η - к.к.д. важільної системи гальма, ($\eta = 0,95$)

По формулі (1.10) розраховуємо зусилля на кінці важеля, враховуючи, що $l^{\mu\alpha} = 5,12$ а $M_{ш} = 169,76 \text{ Нм}$:

					Розділ I	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = \frac{2 \cdot 169,76 \cdot (0,03 \cdot 5,12 + 0,03)}{0,1 \cdot 0,22 \cdot 0,95 \cdot (5,12 - 1)} = 723,93(H)$$

Потрібне зусилля пружини пневматичного циліндра повинно враховувати коефіцієнт запасу гальмування. Його можливо розрахувати по формулі:

$$P = P \cdot \kappa = 723,2 = 1447,86H \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (1.11)$$

Тут коефіцієнт запасу гальмування $\kappa = 2$.

Потім розраховуємо зусилля гальмівної стрічки, що збігає:

$$t = \frac{2M_u}{D(l^{\mu\alpha} - 1)} = \frac{2 \cdot 169,76}{0,22 \cdot (5,12 - 1)} = 374,58(H) \quad (1.12)$$

Зусилля в кінці гальмівної стрічки розраховуємо таким чином:

$$T = t \cdot l^{\mu\alpha} = 374,58 \cdot 5,12 = 1917,85(H) \quad (1.13)$$

По формулі (1.14) знаходимо дійсний тиск між стрічкою та шківом:

$$P = \frac{2T}{DB_1} = \frac{2 \cdot 1917,85}{0,22 \cdot 0,06} = 2,91 \cdot 10^5 Pa \quad (1.14)$$

Допустимий питомий тиск для стопорних гальм в рахуванням фрикційного матеріалу буде складати:

$$[P] = 8 * 10^5 Pa$$

Таким чином

$$P = 2,91 \cdot 10^5 Pa < [P] = 8 \cdot 10^5 Pa$$

На підставі вищенаведеного підтверджено, що для розробленого блоку барабана питомі тиску не перевищують припустимі.

1.4. Розробка схеми керування роботою гідравлічної системи

Гідропривід гідравлічної системи комплексу малогабаритного обладнання має набір гідравлічних пристроїв і гідравлічних домкратів, які передають механічну енергію та за рахунок рідини перетворення руху поршня в рух цангових затискачів. [16] Криворізьким національним університетом було

					Розділ I	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

доведено, що при поглибленні вертикальних стволів шахт найбільш ефективно використовувати гідропривід насосного типу, який має електричні або пневматичні двигуни. Гідравличні лінії потрібно виконувати із трубопроводів твердої форми. Їх можливо застосовувати тільки для підведення масла до тих частин гідравлічної системи, яка рухома

Дослідження КНУ дозволили створити експериментальний зразок гідравлічної системи, На базі цього експериментального зразка інститут НІПРУДМАШ розробив робочі креслення для виготовлення гідравлічної системи в промислових умовах.

Інститутом НІПРУДМАШ розробив гідравлічну схему на основі електродвигунів. Елементи для намотування канатів обладнані пневматичним приводом. Це дало можливість уніфікувати привод та розробити гідравлічну схему з використанням пневматичних двигунів. Слід зауважити, що застосування пневматичного приводу забезпечує більшу безпеку робіт при роботі гідравлічної системи внаслідок того, що зазвичай у стволі, який заглиблюється, спостерігається значний приплив води.

Гідравлічні підйомники, які входять до складу вантажопідйомного елемента гідравлічної системи, підйомники складаються із двох силових гідравлічних циліндрів і двох цангових затискачів. Один цанговий затискач є нерухливим ($Ц_1...Ц_3$), а другий - рухливим ($Ц_4...Ц_6$)

Для роботи силових гідравлічних циліндрів і цанг (як нерухливих так і рухливих) використовується три масляних насоса марки 50HP16 ($H_1...H_3$). Ці насоси працюють за рахунок трьох пневмодвигунів марки П9-12 ($M_1...M_3$)

Масляний насос H_1 виконує подачу масла в цанги, яку нерухливі $Ц_1...Ц_3$. Масляний насос H_2 виконує подачу масла в цанги, які є рухомими $Ц_4...Ц_6$, а масляний насос H_3 подає масло в силові гідроциліндри $Г_1...Г_6$

Частота обертання пневмодвигунів складає 750 об/хв, що менше у два рази номінальної частоти обертання. Тому збільшити масла, яке надходить в

					<i>Розділ I</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гідравлічні циліндри, можливо за рахунок використання трьох масляних насосів одночасно на один масляний привід, що постачає енергію у ці циліндри. [18]

Для цанг (цангових затискачів), які мають малу ємність порожнин циліндрів, забезпечення роботи досягається 50 % номінальної подачі масла масляним насосом 50НР16.

Доцільно розробити схеми керувати гідравлічною системою як в ручному, так і в автоматичному режимі.

Специфікація обладнання та приладів, які використовуються у схемі, наведена в (табл.1.2.)

Таблиця 1.2.
Специфікація обладнання до гідравлічної схеми комплексу

Позначення	Перелік обладнання та приладів	Кількість	Примітка
$\dot{I}_1 \dots \dot{I}_3$	Пневмодвигун П9-12	3	$N = 11 \text{ кВт}$ $n = 750 \text{ об/хв.}$
$\dot{I}_1 \dots \dot{I}_3$	Насос 50НР16	3	$Q = 22 \text{ л/хв}$ $P_n = 16 \text{ Мп}$ $n = 1500 \text{ об/х}$
$KI_1 \dots KI_3$	Клапан запобіжний	3	
$MI_1 \dots MI_3$	Манометр	3	
$KQ \dots KQ_3$	Клапан зворотний	5	
$P_1 \dots P_2$	Гідророзподільвач РІ02-АВ-14	2	$Q_{ном} = 40 \text{ л/хв.}$ $P_n = 20 \text{ МПа}$
$P_3 \dots P_5$	Гідророзподільвач РІ02-АВ-34	3	
$D_6 \dots D_7$	Гідророзподільвач РІ02-АВ-574	2	
$CI_1 \dots CI_9$	Гідрозамок двосторонній	9	$P_n = 20 \text{ МПа}$
$G_1 \dots G_6$	Гідроциліндри	6	
$\ddot{O}_1 \dots \ddot{O}_3$	Цанга нерухлива	3	
$\ddot{O}_4 \dots \ddot{O}_6$	Цанга рухлива	3	
Φ_1	Фільтр	1	
A_1	Гідробак	1	
P_8	Гідророзподільвач РІ02-АВ-64	1	$Q_{ном} = 40 \text{ л/хв.}$ $P_n = 20 \text{ МПа}$

На рис. 1.8. наведена розроблена гідравлічна схема ручного керування роботою комплексу

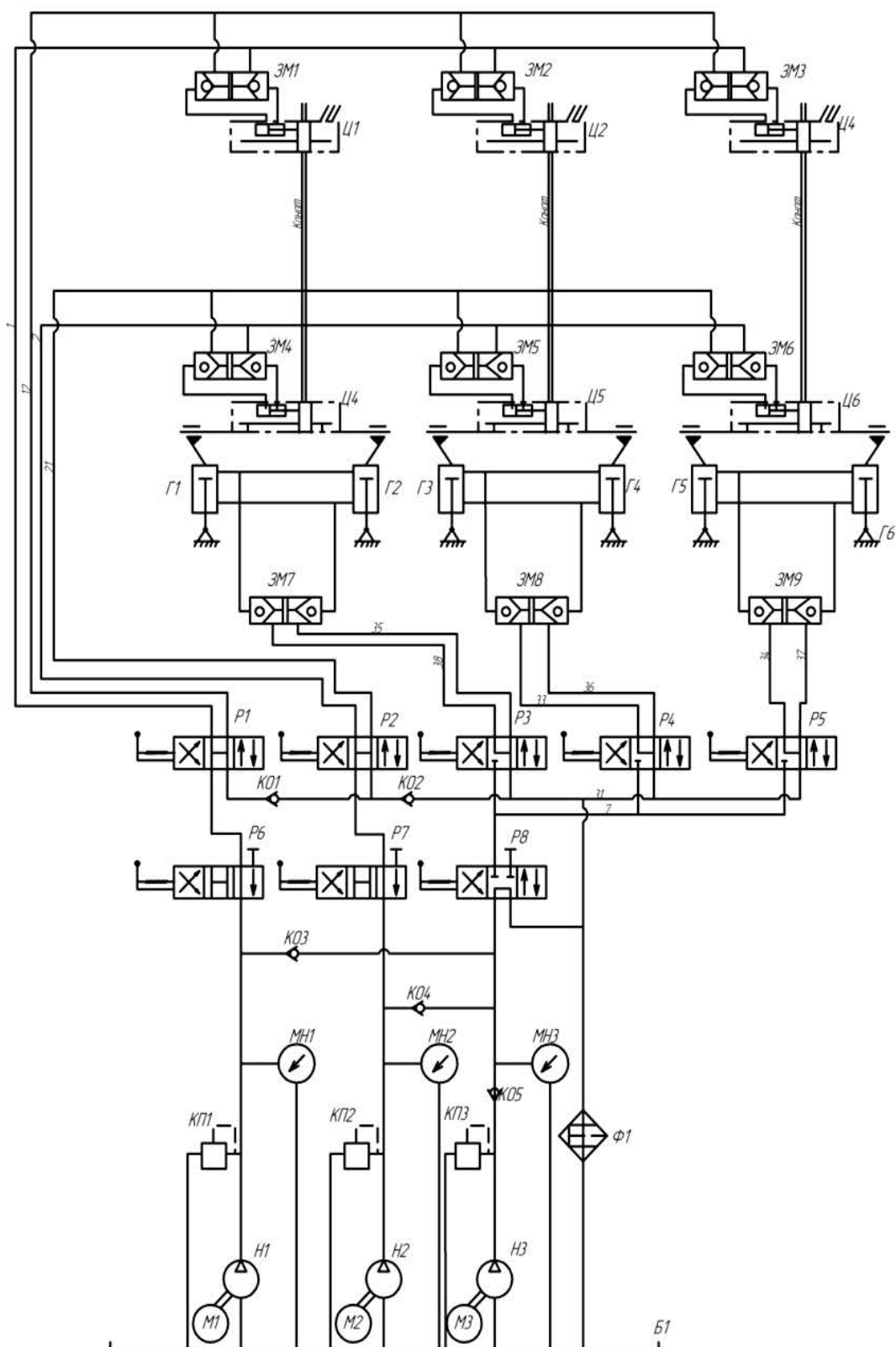


Рисунок 1.8- Гідравлічна схема ручного керування

Розроблена схема ручного керування передбачає холосте включення усіх пневмодвигунів гідравлічної системи. В цьому випадку масло з усіх масляних насосів буде зливатися в масляний бак насосів через фільтр ФІ.

Перевагами даної схеми є те, що можлива індивідуальна робота підйомників. Це дозволяє усувати перекося опалубки.

Недоліки схеми в тому, що неможливо працювати в автоматичному режимі.

Опис роботи схеми ручного керування наведено в табл. 1.3.

Схема автоматичного керування гідравлічною системою наведена на рис на рис. 1.9.

Опис роботи схеми автоматичного керування наведено в табл 1.4.

					<i>Розділ 1</i>	Арк.
						30
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Опис схеми ручного керування гідравлічною системою

При включенні двигуна M_1 запускається масло насос H_1 , який забирає масло з гідробака й подає на двопозиційний гідророзподільник, від якого масло надходить у гідророзподільник P_1 . При положенні гідророзподільників, показаному на схемі (нейтральне) масло через клапани зворотні К01, К02 і фільтр Φ_1 зробить у маслобак B_1 , тобто забезпечений запуск двигуна вхолосту. [9,18]

При залишенні P_6 в положенні, показаному на схемі й включенні P_1 у положення з паралельними стрілками, масло з P_1 по мастилопроводу I надходить у гідрозамок ЗМІ, через який в нерухливий цанговий затискач $Ц_1$, відкріє його, звільнивши канат від затискача.

Одночасно із цим гідрозамок ЗМІ відкріє протилежну порожнину цангового затискача $Ц_1$ та масло із цієї порожнини буде проходити через гідрозамок ЗМІ по мастилопроводу 12, далі через P_1 , К01, К02, Φ_1 у маслобак B_1 . Таким чином, при включенні пневмодвигуна M_1 та положенні гідророзподільників P_6 і P_1 як зазначено вище, масло по гідропроводу I буде надходити одночасно до трьох цангових затискачів $Ц_1, Ц_2$ та $Ц_3$, відкріє їх і звільнить усі канати від затиснення. Гідророзподільник P_8 при роботі тільки маслонасосів M_1 і M_2 стає у фіксоване положення з пересічними стрілками, чим виключається подача масла в бак B_1 .

Слід зазначити, що перш ніж включати схему в роботу настраюються всі три запобіжні клапани КП1, КП2 і КП3 за показниками манометрів МН1, МН2 і МН3 на необхідні робочі тиски (12,5 мПа ; 125 кгс).

Як правило, одночасно з M_1 включається й другий пневмодвигун M_2 , при положенні гідророзподільників P_1 і P_2 в і положенні показанім на схемі, масло буде надходити як і в першому випадку через К02 і Φ_1 у маслобак B_1 .

При розтисканні канату в нерухливій цанзі $Ц_1$, його затискають в рухливій цанзі $Ц_4$. Для цього залишають P_7 у положенні, показаному на схемі, а розподільник D_2 ставлять у положення з пересічними стрілками. Тоді масло з розподільника по мастилопроводу 21 зробить у гідрозамок ЗМ4, а потім у порожнину рухливого цангового затискача $Ц_4$ і затисне канат. Одночасно відкриється шлях для вільного руху масла із протилежної порожнини $Ц_4$ через ЗМ4, мастилопроводу 2, Р2, К02, Φ_1 у маслобак B_1 [9,18]

Після затиснення канатів у рухливих цангах $Ц_4 \dots Ц_6$ здійснює підйом призабійної опалубки (відрив від бетону), а потім спуск її для закріплення чергової заходки

										Розділ 1	Арк.
											31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Для подачі масла в гідроциліндри $\Gamma_1 \dots \Gamma_6$ включають усі насоси (три) H_1, H_2 та H_3 і за допомогою гідророзподільників P_6, P_7, P_8 направляють їхню подачу в мастилопривід 3. Для цього гідророзподільники P_6 і P_7 що мають фіксатори, ставлять у положення з пересіченими стрілками. При цьому шлях руху масла до розподільників P_1 і P_2 буде перекритий і воно поступить через зворотні клапани КО3 і КО4 до гідророзподільника P_8 . До P_8 буде надходити масло й від маслонасоса 3 (клапан запобіжний КО5 виключає подачу масла від H_1 й H_2 до H_3).

Розподільник P_8 ставлять у фіксоване положення з паралельними стрілками, чим забезпечується подача масла від трьох насосів у мастилопривід 3 від якого живдяться гідророзподільники P_3, P_4 та P_5 . Якщо необхідно здійснити підйом опалубки або холостий хід траверси з розціпленою рухливою цангою, подають масло в поршневу порожнину гідроциліндрів $\Gamma_1 \dots \Gamma_6$. Для цього гідророзподільники P_3, P_4 та P_5 ставлять у положення з паралельними стрілками, чим забезпечується рух масла по трубопроводах 32, 33, 34 через гідрозамки ЗМ7, ЗМ8 і ЗМ9 у поршневій порожнині гідроциліндрів. У цей час відкривається шлях для витікання масла зі штокових порожнин гідроциліндрів через ті ж гідрозамки (вони двосторонньої дії) по трубопроводах 35, 36, 37 і розподільники P_3, P_4, P_5 у трубопривід 3, а з останнього через фільтр Φ_1 , в маслобак B_1 . [18]

Для спуска призабойної опалубки або холостого ходу траверси з розціпленою рухливою цангою, положення гідророзподільників $P_6 \dots P_8$ повинне перебувати в тому ж положенні, що описане вище для підйому опалубки, а гідророзподільники P_3, P_4 та P_5 ставлять у положення з пересіченими стрілками, чим забезпечується подача масла по трубопроводам 35, 36 і 37 через гідрозамки ЗМ7, ЗМ8 і ЗМ9 у штокову порожнину гідроциліндрів $\Gamma_1 \dots \Gamma_6$. У цей момент гідрозамки ЗМ7, ЗМ8 і ЗМ9 відкривають шлях для зливу масла з поршневих порожнин гідроциліндрів по трубопроводах 32, 33 і 34 через розподільники P_3, P_4, P_5 по мастилопроводу 31, фільтр Φ_1 у маслобак B_1 [18]

У випадках опускання опалубки, враховуючи її велику вагу, можливо обійтися роботою одного маслонасоса H_3 , тому що сили ваги опалубки й гідроциліндрів спрямовані в одному напрямку і тому їх сили підсумовуються.

Отже цикли роботи гідропідйомників повторюються.

					Розділ 1	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

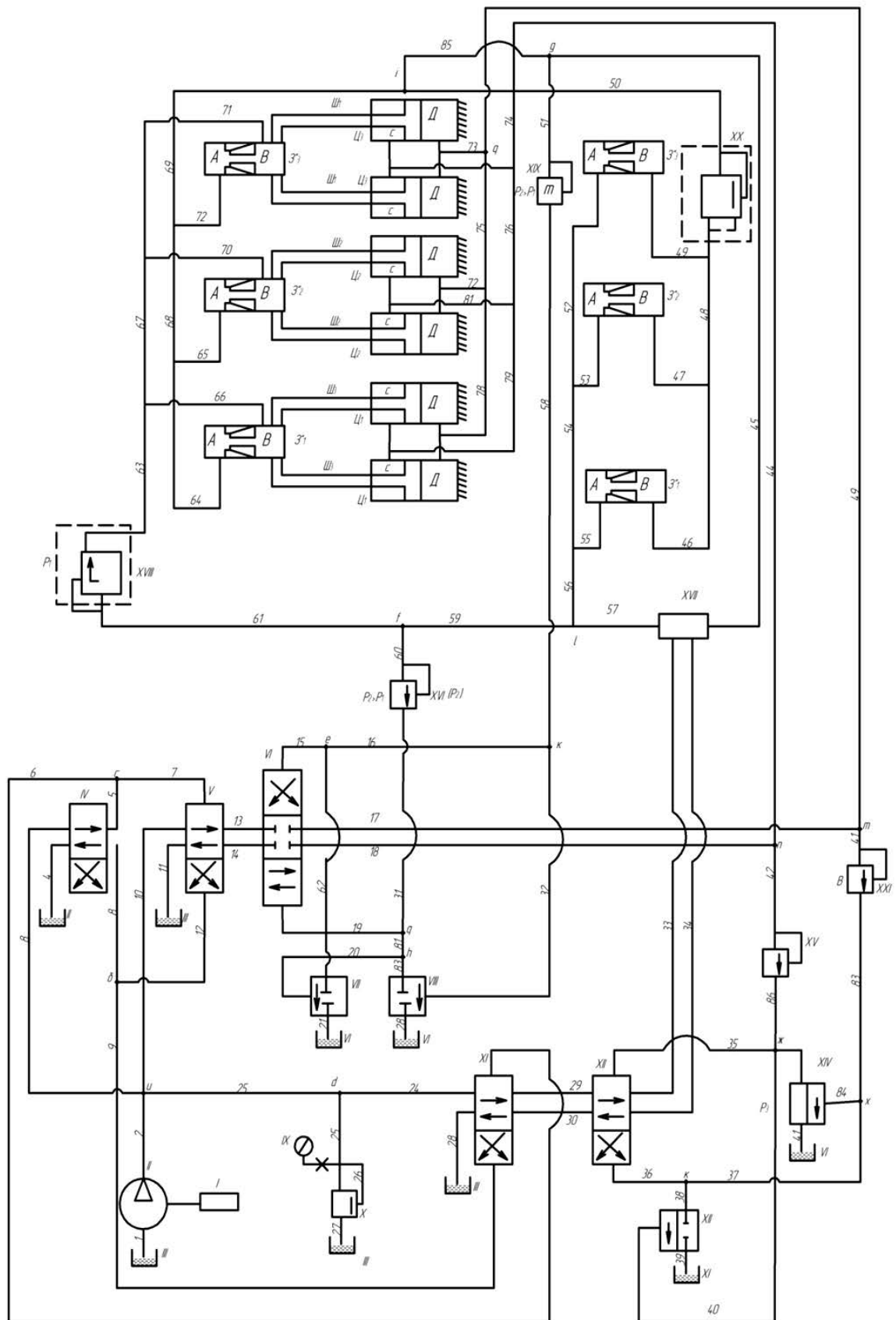


Рисунок 1.9. Гідравлічна схема автоматичного керування роботою комплексу.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Схема автоматичного керування гідравлічною системою

Схема автоматичного керування гідравлічною системою працює в такий спосіб.[9,10,18]

При включенні двигуна I запускається маслосос II, які масло з гідробака Ш по гідролініях 1,2 подає до розгалуження а . Від розгалуження а рух рідини розподіляється наступним чином :

- по гідролініях 23,25 до редукційного клапана X,
- по гідролініях 23,24 до розподільника XI,
- по гідролінії 3 до розподільника VI,
- по гідролінії 10 до розподільника V.

Редукційний клапан X налаштований на критичний для гідросистеми тиск $P_{кр}$, зачинений. При підвищенні тиску в гідросистемі до межі $P \geq P_{кр}$, клапан X відчиняється й по гідролінії 27 перепускає масло в гідробак Ш. Внаслідок цього тиск масла в гідросистемі знову знижується до межі $P < P_{кр}$. У такий спосіб редукційний клапан X є запобіжним. Розподільник II задає напрямок руху опалубки, підвішеної на канатах, утримуваних гідропідйомником. У положенні показаному на схемі, розподільник II установлений у положення "спуск". Положення розподільника II установлюється ручним керуванням.

Установка розподільників V і XI у положення "спуск" або "підйом" задається шляхом подачі масла від розподільника. V у положенні, показаному на схемі, масло по гідролініях 5,7 подається до розподільника У, а по 3, 23, 24 до розподільника XI, які встановлюються в положення "спуск".

Розподільник XI по гідролінії 29 подає масло в розподільник XII, від якого по гідролінії 33 на гідрозамок XVII.

Масло, віджимаючи кульку в гідрозамку, по 57, 56, 55, 54, 53, 52 надходить у порожнину А нерушливих цанг $3_{11}^H, 3_{12}^H, 3_{13}^H$.

з

					<i>Розділ I</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У результаті цього канат затискається нерухливими цангами $3_{11}^n, 3_{12}^n, 3_{13}^n$. По гідролініях 57, 59, 60 масло надходить до клапана XVI, який відрегульований на тиск $P_2 (P_2 > P_1)$ і закритий, тому що тиск з магістралі не перевищує тиск P_2 на яке він відрегульований.

Клапан XVIII поки не закритий і масло, надходячи до нього по гідролініях 57, 59, 61 далі не проходить, тому що тиск P у системі не перевищує тиску P_1 , на яке відрегульований клапан XVIII.

У міру затиснення канату в цангах $3_{11}^n, 3_{12}^n, 3_{13}^n$ тиск у їхніх порожнинах А зростає й при $(D > D_1)$ відкривається клапан XVIII, через який по лініях 63, 66, 67, 70, 71 масло надходить у порожнини В рухливих цанг $3_{11}^n, 3_{12}^n, 3_{13}^n$ розклинюючи губки й розжимає канат.[9,10,18]

В цей час із порожнин А цанг $3_{11}^n, 3_{12}^n, 3_{13}^n$ масло по 64, 65, 68, 72 надходить до розгалуження I. Від розгалуження масло по 50 підходить до клапану XX, який поки закритий, тому що масло йде без тиску. Крім того, від розгалуження I масло йде по 85 до розгалуження. Від розгалуження масло по 51 підходить до клапану XIX, який теж, поки немає тиску, закритий. По 45 масло підходить до гідрозамка XVII. Це єдиний поки вільний шлях для масла. Воно, віджимаючи кульку в гідрозамку XVII, йде по 34 до розподільника XII, потім по 30 до розподільника XI і по 28 на злив.

З порожнин В цанг $3_{11}^n, 3_{12}^n, 3_{13}^n$ масло по 46, 47, 43, 49 йде на клапан XX зі зворотним ходом і потім по 50 до розгалуження, а далі також на злив, аналогічно зливу масла з порожнин А цанг $Ц_{11}^n, Ц_{12}^n, Ц_{13}^n$.

У міру зростання тиску в порожнині А цанг $Ц_{11}^n, Ц_{12}^n, Ц_{13}^n$ збільшується загальний тиск у магістралі 60.

					<i>Розділ I</i>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При досягненні величини P_2 ($P_2 > P_1$) відкривається клапан XVI й масло через нього по 31 йде до розгалуження q, від якого по 19 надходить до розподільника VI, перекидаючи його в інше положення.

Злив масла з розподільника VI забезпечується по 15, 62 через клапан VII і далі по 21 у гідробак. Клапан VII встановлюється в положення для зливу шляхом подачі масла від розгалуження q по 81, 20. Від розгалуження q по 81, 82 масло надходить також і до клапана VШ, який закритий, тому що подача масла від розгалуження e по 16 до розгалуження k і далі по 32 йде без тиску.[9,10,18]. Перекидання розподільника VI в інше положення, протилежне показаному на схемі, означає, що гідролінія 13 з'єднується з 17, а 14 з 18. Це обумовлює подачу масла від насоса II по 2, 10, 13, 17 у систему гідроциліндрів Π_1, Π_2, Π_3 , а по 18, 14, 11 на злив.

Таке положення розподільника VI (з'єднання 13 з 17, а 14 з 18) дозволяє маслу від насоса надходити до розгалуження m. Від розгалуження по 41 масло йде до клапана XXI, який поки закритий, тому що відрегульований на тиск P3.

Від розгалуження m по гідролінії 43 масло надходить до розгалужень, що розподіляє його в порожнині D гідроциліндрів Π_1, Π_2, Π_3 . Від розгалуження масло по 73, 78, 75, 77 надходить у порожнину D гідроциліндрів Π_1, Π_2, Π_3 . У результаті цього висуваються штоки Π_1, Π_2, Π_3 на яких закріплені рухливі цанги $З_1, З_2, З_3$. Вони в цей момент розжаті. Після висування штоків Π_1, Π_2, Π_3 на повну довжину ходу в порожнині D гідроциліндрів Π_1, Π_2, Π_3 починає зростати тиск P. При зростанні тиску до величини P3, на яку відрегульований клапан XXI, він відкривається й масло через цей клапан по 83 йде до розгалуження.

Від розгалуження X масло по 37, 36 надходить до розподільника XII, перекидаючи його в інше положення. При цьому гідролінія 29 з'єднується з

					<i>Розділ I</i>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

34 і стає напірною, а 30 з'єднується з 33 (стає зливальною). Злив масла з порожнини управління розподільника XII відбувається по 35 через клапан XIV й по 41 у гідробак. Клапан XIV встановлюється в положення для зливу шляхом подачі масла від розгалуження X по 84 під тиском $P > P_3$. [9,10,18]

Через клапан ХШ масло від розгалуження П по 38 не проходить, тому що по 40 немає подачі масла під тиском. У результаті установки розподільника XII в інше положення масло від насоса II по 2, 23, 24, 29, 34 йде під тиском до гідрозамка XVII, віджимає поршень гідрозамка й повідомляє 57 зі зливом (через 33, 30, 28). В той же час масло, віджимаючи кульку в гідрозамку XVII, по 45 йде до розгалуження j. Від розгалуження j масло по 51 надходить на клапан XIX, який поки закритий, тому що відрегульований на тиск P. Крім цього, від розгалуження j масло по 85 надходить на розгалуження i. Від розгалуження i масло по 72, 69, 68, 65, 64 надходить у порожнині А рухливих цанг $3_1^n, 3_2^n, 3_3^n$ затискаючи в них канат. З порожнин В цанг $3_1^n, 3_2^n, 3_3^n$ масло по 71, 67, 70, 66, 63 через двосторонній клапан XVIII і далі по 61, 59, 57 через золотник XVII, по 33, 29, 28 йде на злив. Від розгалуження i масло надходить також по 50 до клапана XX, який поки закритий.

У міру зростання тиску в порожнинах А цанг $3_1^n, 3_2^n, 3_3^n$ для величини, на яку настроєний клапан XX, він відчиняється (після повного затиснення канату в цангах $3_1^n, 3_2^n, 3_3^n$) масло по 49, 48, 47 надходить у порожнині В нерухливих цанг $3_1^n, 3_2^n, 3_3^n$ розтискаючи в них канат.

Злив масла з порожнин А цанг $3_1^n, 3_2^n, 3_3^n$ здійснюється по 52, 53, 54, 55, 56, 57 і далі через золотник XVII по 33, 29, 28. Клапан XVI поки закритий тому, що в магістралі 60 тиску немає. У міру зростання тиску в порожнині В цанг $3_1^n, 3_2^n, 3_3^n$ до величини $P_2 > P_1$ відкривається клапан XIX.

Масло через нього по 58 йде до розгалуження к, а потім по 32 підходить

					<i>Розділ I</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до клапану VШ, відкриваючи його, з'єднуючи тим самим порожнину управління розподільника VI по 19, 81, 82 зі зливом через 22 у гідробак Ш. [18]

Від розгалуження к масло по 16 йде до розгалуження е. Далі по 62 масло не проходить через клапан VII, тому що він закритий внаслідок відсутності тиску в гідромагістралі 20. Крім того, від розгалуження е масло по 15 надходить до розподільника VI перекидаючи його в інше положення. Тепер 17 по 14 з'єднується зі зливною магістраллю II, а 18, з'єднуючись через 13, 10, 2 з насосом II, стає напірною.

Внаслідок цього масло від насоса II по 2, 10, 13, 18 йде до розгалуження п, від якого надходить до клапана XV (він закритий тому що тиск ще не виріс до величини на яку настроєний клапан) і по 44, 74, 81, 76, 79 надходить у порожнину гідроциліндрів $Ц_1, Ц_2, Ц_3$. При цьому штоки $Ш_1, Ш_2, Ш_3$ втягуються, переміщаючи опалубку вниз, тому що канати затиснуті в рухливих цангах $З_1^n, З_2^n, З_3^n$.

Після втягування штоків тиск у порожнині С гідроциліндрів $Ц_1, Ц_2, Ц_3$ росте. Спрацьовує клапан XV й масло через нього по 86 підходить, до розгалуження ψ, від якого по 40 надходить до клапана XШ, відкриваючи його. Цим забезпечується можливість зливу масла з порожнини керування розподільником XII по 36, 38, 39 у гідробак.

Від розгалуження ψ по 87 масло через клапан XVI на злив не проходить, а по 35 надходить у камеру керування розподільником XII. Клапан XIV поки закритий, тому що масла в 84 під тиском немає.

У результаті подачі масла по 35 до розподільника XII устанавлюється в первісне положення, тобто магістраль 33 стає напірною, а 34 - зливальний. У цей час штоки циліндрів утягнені, канати затиснуті в нерухливих цангах $З_1^n, З_2^n, З_3^n$. Рухливі цанги $З_1^n, З_2^n, З_3^n$ розтиснуті. Цикл спуска опалубки повторюється.

					Розділ I	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5. Обґрунтування можливості встановлення елементів гідравлічної системи в перерізі ствола

До складу гідравлічної системи для підвіски опалубки входять підйомники, які працюють за рахунок гідравліки. Це важлива частина системи, бо вона задіяна в процесі підйому опалубки до вибуху та спуску після вибуху. По технологічним умовам центральна вісь підйомників повинна збігатися з віссю канатів, на яких підвішена опалубка. Тому їх розміщення в перерізі ствола обумовлено тим, як розташовано обладнання при поглибленні ствола. Розташування обладнання при поглибленні ствола залежить від схеми поглиблення [17].

Існують схеми поглиблення вертикальних стволів шахт як зверху вниз, так і знизу вгору [18].

Поглиблення стволів знизу вгору можливе в породах які стійкі та мають коефіцієнт міцності більш ніж 8. Такий спосіб можливий тільки тоді, коли є наявності вже працюючий нижчележачий горизонт. На цьому горизонті повинні бути в наявності виробки, що забезпечують підхід до поглиблюємого ствола. Спосіб поглиблення знизу вгору дуже трудомісткий та не безпечний. Він застосовується дуже рідко. Тому не має сенсу розглядати можливість застосування гідравлічних підйомників при поглибленні стволів знизу вгору.

Найбільше поширення має спосіб поглиблення вертикальних стволів шахт зверху донизу.

Спосіб поглиблення зверху донизу передбачає чотири схеми поглиблення, а саме:

Перша схема – коли ствол поглиблюється повним перерізом, а порода видається на поверхню.

Друга схема- коли ствол поглиблюється на поверхню а порода видається на горизонт, який є робочим, або на горизонт, який є вентиляційним.

Третя схема – коли ствол поглиблюється повним перерізом на горизонт, який є поглиблюємим.

					<i>Розділ I</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Четверта схема- коли поглиблюємий ствол спочатку проходиться вузьким перерізом знизу вгору, а потім він розширюється в напрямку зверху вниз повним перерізом. Порода при цьому приймається на підготовчому горизонті.

Існують різні варіанти поглиблення стволів зверху вниз. Вони обумовлені в першу чергу які підготовчі виробки застосовуються, та як розміщена баддя для видачі породи в перерізі ствола. На рис. 1.10 наведені приклади розташування бадей в перерізі ствола, які найчастіше використовуються та можуть вважатися типовими.

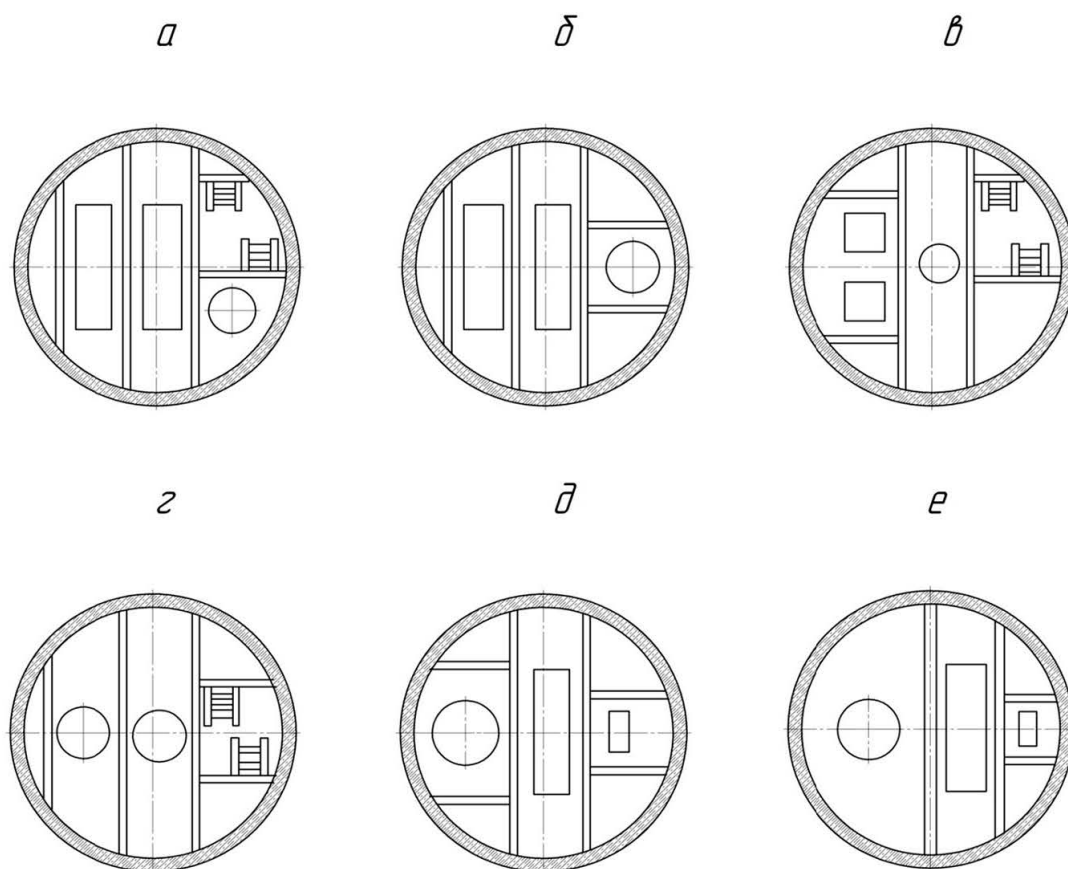


Рисунок 1.10. Схеми розміщення прохідницьких бадей у стволі.
 а- в поглиблюємому відділенні;
 б- у сходовому відділенні ;
 в- з використанням половини перетину ствола;
 г- з використанням усього перетину ствола ;
 д- з попереднім демонтажем центрального скіпового розстрілу;
 е- з демонтажем кліткових і противагових розстрілів.

Аналіз схем, наведених на рис.1.10 показує, що підйомники гідравлічних систем можливо розмістити в перерізі ствола. Для цього в перерізі ствола

потрібно споруджувати спеціальні полки. Такі полки можливо робити суцільними, або вони повинні мати проріз, через який буде проходити баддя.

Встановлення підйомників на суцільних полках можливе тільки в тому випадку, коли місце розвантаження бадді знаходиться нижче тієї позначки, на якій вони будуть споруджуватися.

Для спорудження таких полків треба застосовувати балки з двотаврового профілю. Кінці балок жорстко встановлюються в стінках ствола шляхом їх бетонування в спеціальних лунках.

Так як балки встановлюються з деяким проміжком між ними, то вони суцільно накриваються дерев'яним брусом. Брус може покриватися дошками або листом з металу.

Гідропідйомники кріпляться на полках на опорах, які входять до їх складу. Опори мають отвори, діаметр котрих дорівнює 28 мм. Тому є можливість встановити підйомники шляхом прикручування опор до балок полка. В цьому випадку дуже важко витримати точність монтажу. Спрощення встановлення гідропідйомників можливе, якщо передбачити спеціальні рами, звані опорними. Ці рами також кріпляться за допомогою зварки.

На рис.1.11 наведена опорна рама, на якій встановлюється підйомник.

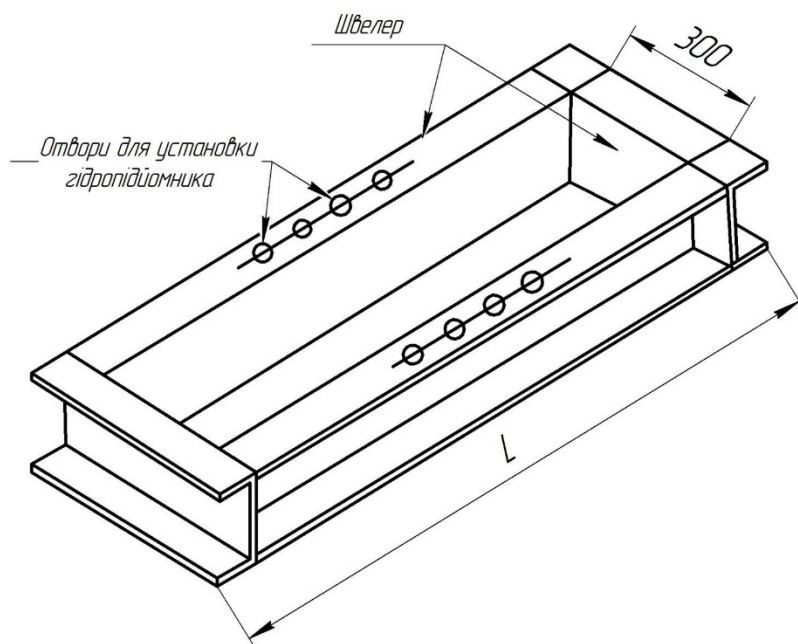


Рисунок 1.11. - Загальний вид опорної рами гідропідйомника

					Розділ I	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис.1.12 – 1.13 наведені схеми полків, які суцільно перекривають переріз ствола.

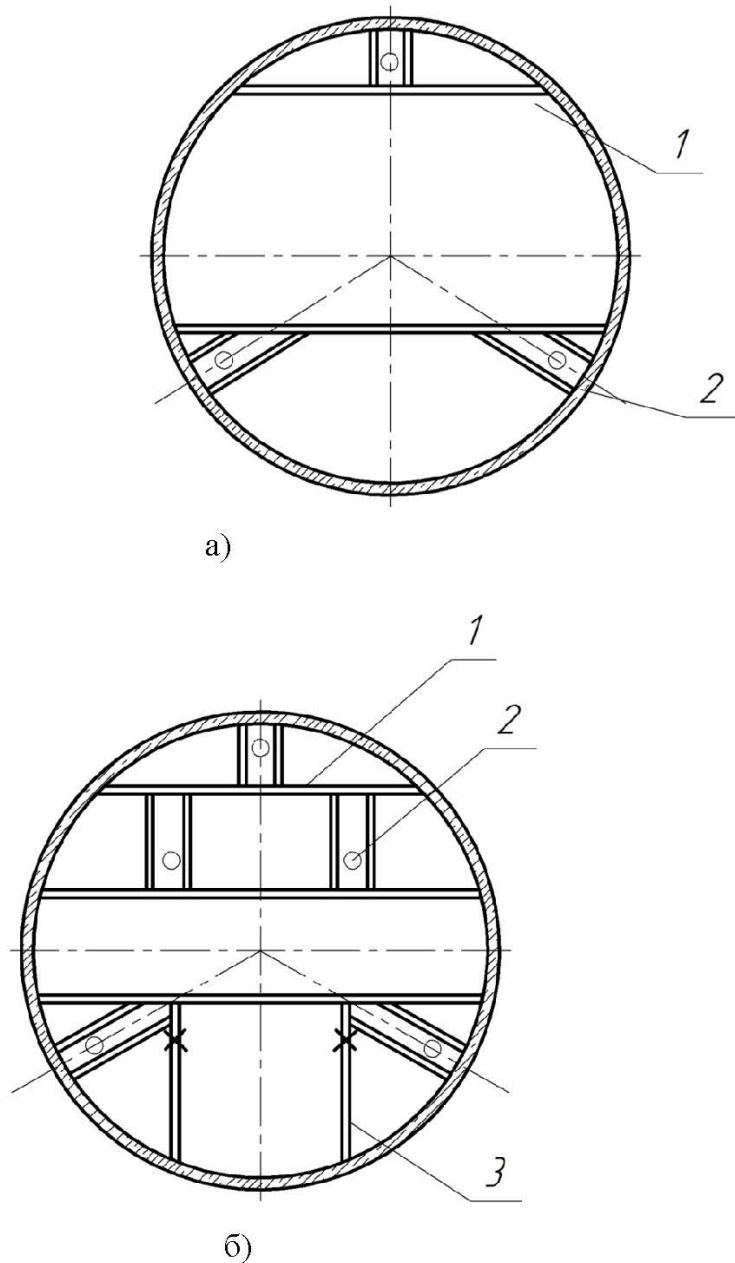


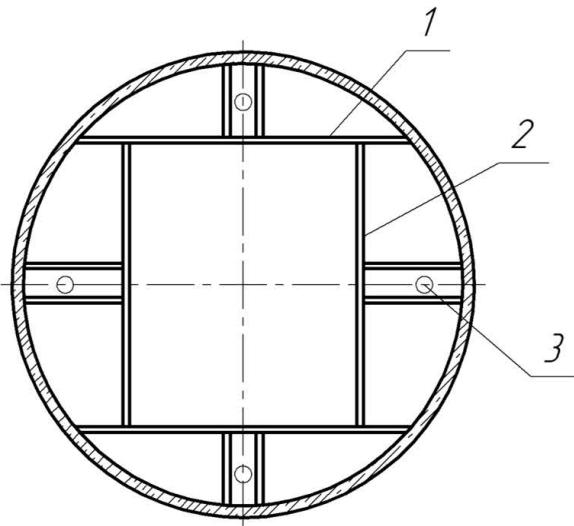
Рисунок 1.12 .- Конструктивні схеми стаціонарних полків при суцільному перекритті ствола з підвіскою опалубки на трьох канатах.

- а- при підвісці однієї опалубки;
- б- при підвісці опалубки й полку;
- 1- опорні балки ;
- 2 - опорна рама гідропідйомника.
- 3-проміжні балки

Той полок, який наведений на рис 1.12 а, передбачає розташування підйомників, які забезпечують підвіску тільки опалубки, а полок, наведений на рис. 1.12 б, передбачає підвіску опалубки то прохідницького помосту.

42					Розділ I	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

а)



б)

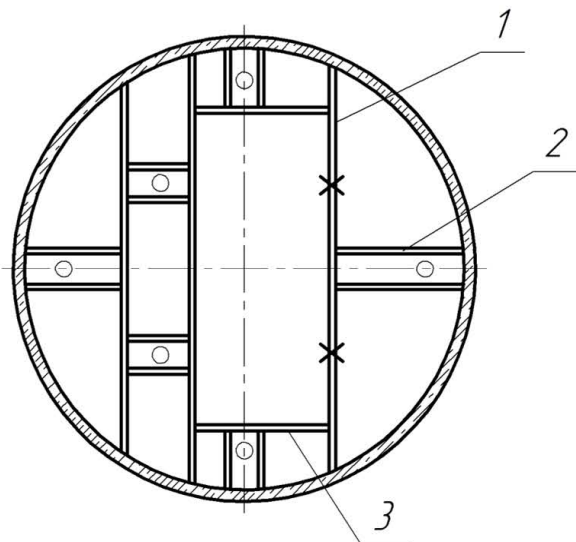


Рисунок 1.13. Конструктивні схеми стаціонарних полків при суцільному перекритті ствола з підвіскою опалубки на чотирьох канатах

- а- при підвісці однієї опалубки ;
- б- при підвісці опалубки й полку;
- 1- опорні балки ;
- 2- опорна рама гідропідійомника;
- 3- проміжні балки.

Як було сказано вище гідравлічна система має блок керування. Він може розташовуватися на балках, які можливо додатково передбачити в конструкції полка. Також блок керування можливо встановлювати безпосередньо на перекриття полка з дерев'яного бруса. Міцність дерев'яного бруса потрібно розрахувати по спеціальній методиці.

					<i>Розділ 1</i>	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо ми розглянемо схеми розміщення бадей, які наведені на рис. 1.10, то побачимо, що вони можуть розміщуватися або біля кріплення ствола, або десь в його центрі. В такому випадку розроблені полки, схеми яких показані на рис. 1.14 – 1.17.

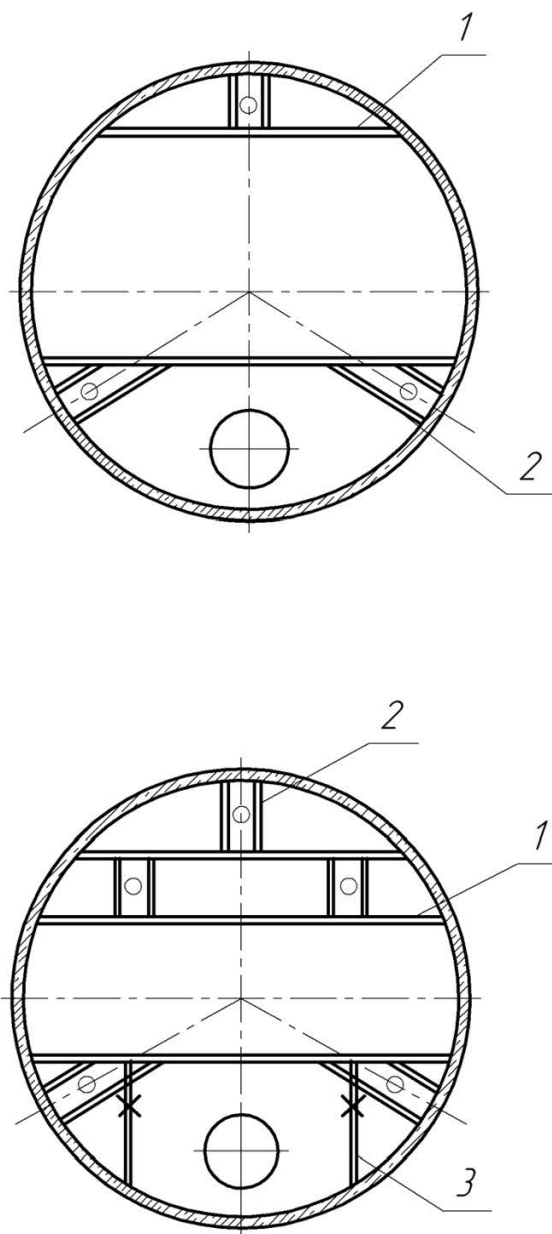


Рисунок 1.14. Конструктивні схеми стаціонарних полків з отвором для однієї бадді при підвісці опалубки на трьох канатах

- 1- опорні балки ;
- 2- опорна рама гідропідйомника;
- 3- проміжні балки

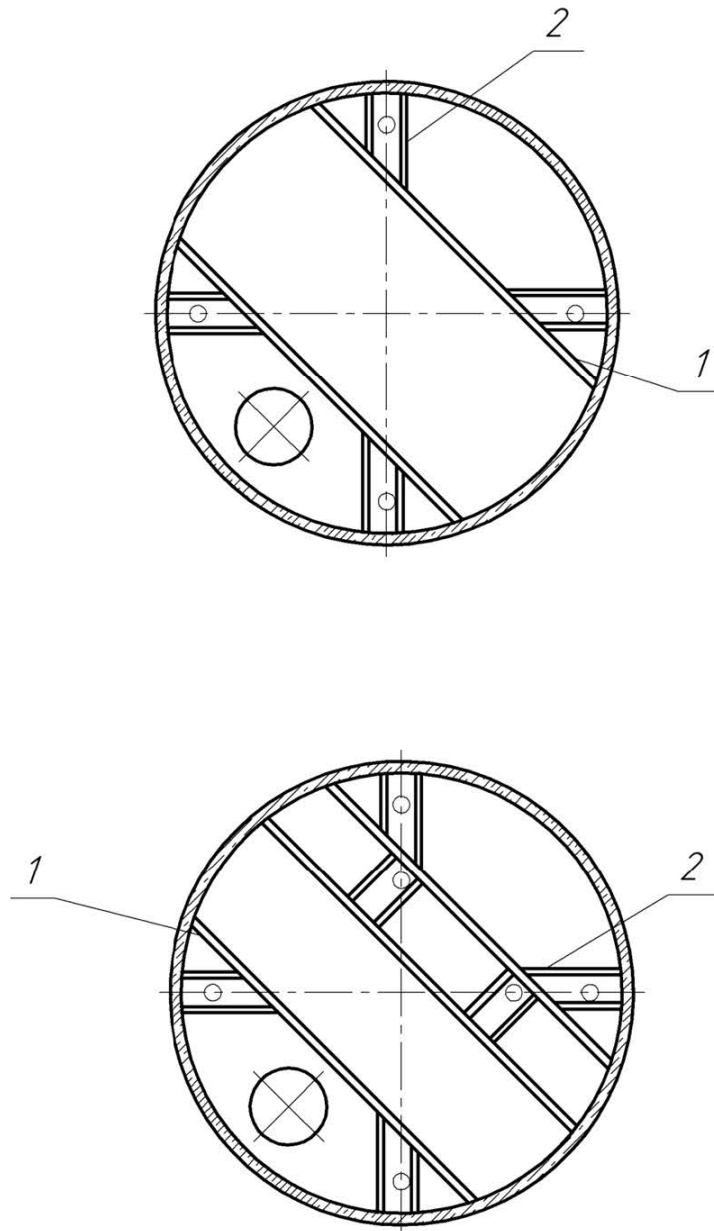


Рисунок 1.15. Конструктивні схеми стаціонарних полків з отвором для однієї бадді при підвісці опалубки на чотирьох канатах:

- 1- опорні балки ;
- 2- опорна рама гідропідйомника;
- 3- проміжні балки.

					<i>Розділ I</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

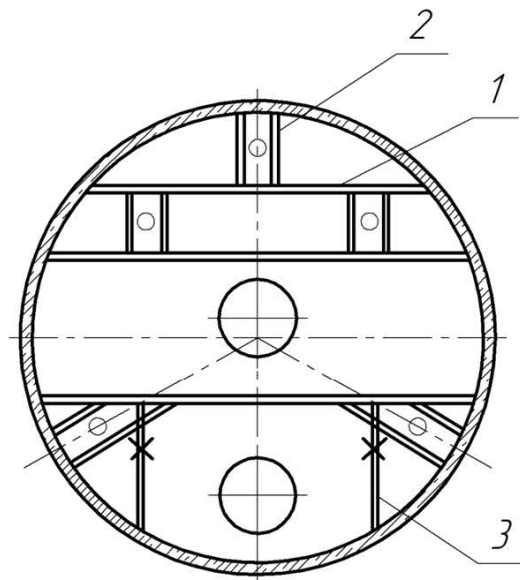
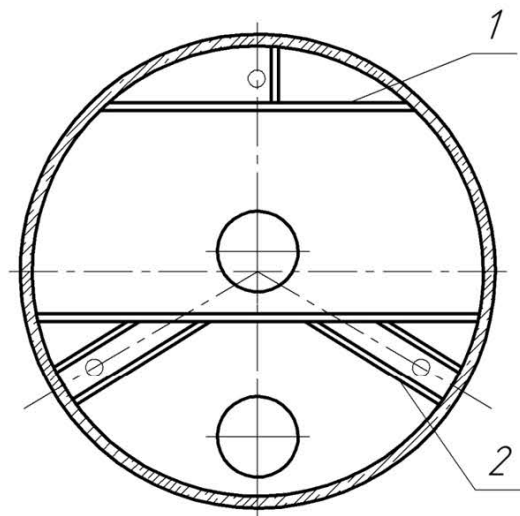


Рисунок 1.16. Конструктивні схеми стаціонарних полків з отвором для двох бадей при підвісці опалубки на трьох канатах:

- 1- опорні балки ;
- 2- опорна рама гідропідійомника;
- 3- проміжні балки.

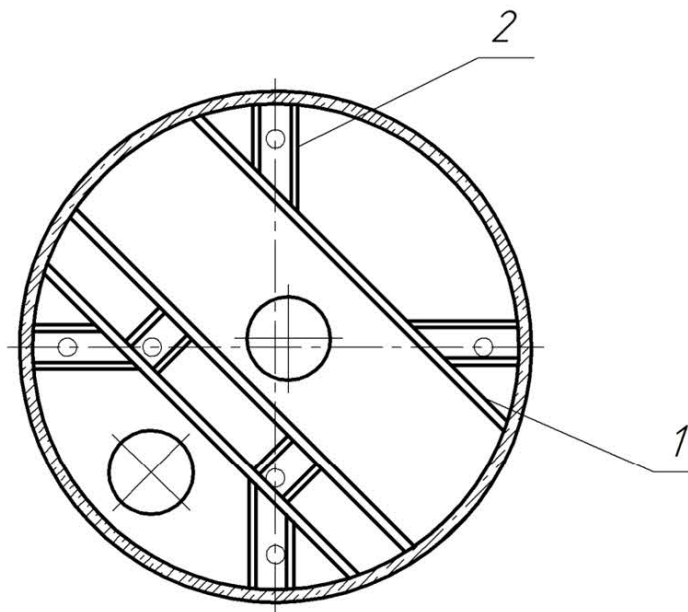
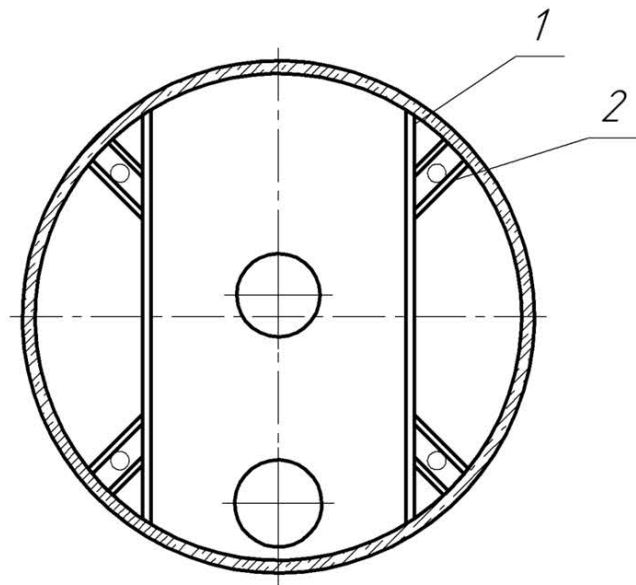


Рисунок 1.17. Конструктивні схеми стаціонарних полків з отвором для двох бадей при підвісці опалубки на чотирьох канатах:

- 1- опорні балки ;
- 2- опорна рама гідропідйомника;
- 3- проміжні балки.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Аналізуючи конструкції, показані на рис. 1.12 – 1.17 ми бачимо, що вони передбачають два типи балок. Це опорні балки та проміжні балки.

Кінці опорних балок бетонуються в стінках ствола, а проміжні балки мають бути закріплені до опорних балок.

На вибір довжини балок впливає діаметр поглиблюючого ствола, ємність бадді, а також місце, де розташована баддя. Шляхом розрахунку знаходять потрібний профіль кожної балки (дивись розділ 2).

					<i>Розділ 1</i>	Арк.
						48
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

**Розділ 2. РОЗРАХУНОК КОНСТРУКЦІЙ ПОЛКІВ ДЛЯ
РОЗМІЩЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ГІДРАВЛІЧНОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ
ПОГЛИБЛЕННЯ СТВОЛА ШАХТИ ІМ. ФРУНЗЕ**

					<i>КНУ РМ 184. 07. 08 Е2</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>			<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Шаповал</i>				<i>Розрахунок конструкцій полків для розміщення елементів гідравлічної системи в умовах поглиблення ствола шахти ім. Фрунзе</i>	<i>Стадія</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Козаріз</i>						49	
<i>Н. Контр.</i>						<i>ГБ-23м</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Андрєєв</i>							

2.1 Конструкція полка

Конструкція полка, на якому будуть розташовані підйомники гідравлічної системи, містить чотири балки, з яких три балки є опорними, а одна балка є проміжною. Ця конструкція наведена на рис. 2.1.

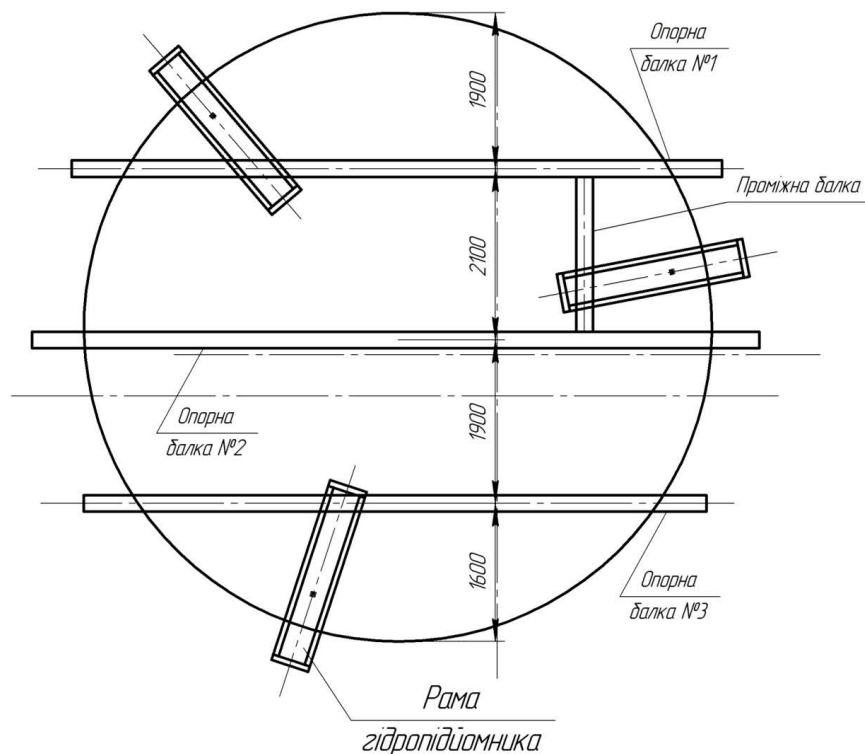


Рис. 2.1. Конструктивна схема стаціонарного полка

Кінці опорних балок встановлюються в спеціальні ніші, які зроблені в стінках ствола, та забетоновані.

Шляхом зварювання проміжна балка закріплена до опорних та знаходиться між ними.

Для встановлення підйомників робиться спеціальна рама. Ця рама зроблена зі швелерів.

Рама встановлюється таким чином. Один її кінець бетонується в стінках ствола, а другий – приварюється до балок, опорних чи проміжної.

На опорні балки настиляється дерев'яний брус розміром 200мм · 140 мм. Потім цей брус суцільно покривається дошкою товщиною $\delta = 30 - 50$ мм [2].

					Розділ 2	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.Методика розрахунку параметрів стаціонарних полків для розміщення гідравлічних підйомників

Оскільки балки стаціонарних полків жорстко фіксуються з обох сторін (опорні балки закріплені в конструкції ствола, а проміжна балка приварена до опорних балок і теж закріплена), їх розраховують як статично невизначені двохопорні елементи [19]. Умова міцності описується наступною формулою (2.1):

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} \leq R_y \quad (2.1)$$

тут прийняті такі позначення :

σ_{\max} - нормальні напруження, які максимально діють в перерізі балки;

M_{\max} - згинальний момент, який максимально виникає в перерізі балки;

W - опір внутрішнім напруженням перерізу балки ;

R_y - максимальне навантаження, яке може витримати балка без руйнування, яке розраховується за формулою (2.2):

$$R_y = \frac{R_{yn}}{j_m} = \frac{205}{1.05} = 195(\text{МПа}) \quad (2.2)$$

У формулі 2.2. прийняті такі позначення:

R_{yn} - максимальне навантаження, яке сталь може витримати без постійних деформацій . Згідно [20] приймаємо сталь ВСт3Кп2 для якої згідно ГОСТ – 380 – 71 значення $R_{eg} = 205$ МПа ,

j_m - коефіцієнт надійності по матеріалу

Якщо прокат має товщину 41 – 100 мм і $R_{eg} = 205$ МПа , то по ГОСТ – 380 – 71 маємо таке значення $j_m = 1,05$ [8,12].

Мінімальний опір внутрішнім напруженням перерізу балки розраховуємо по формулі(2.3.):

					Розділ 2	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{min} \geq \frac{M_{max}}{R_y} \quad (2.3.)$$

За формулою (2.4) можливо перевірити міцність з урахуванням найбільших дотичних сил, що діють в її перерізі [20]:

$$\tau_{max} = \frac{Q_{max} * S_o}{I * B_o} \leq R_s \quad (2.4)$$

У формулі (2.4.) прийняті такі позначення:

Q_{max} - максимальна поперечна сила;

S_o - момент (статичний), який показує характеристику розташування матеріалу в перерізі вище вісі, що є нейтральною;

I - момент інерції, який показує розподіл маси перерізу відносно нейтральної осі;

R_s - максимальна сила, яку може витримати балка при роботі на зріз.

Якщо продиференціювати рівняння пружної лінії, то можливо знайти M і Q .

Приймаючи допущення, що функцією координати є рівняння пружної лінії, маємо залежності (2.5 – 2.8) [21]:

$$E I_y = \varphi(x) \quad (2.5)$$

$$EI'_y = E I = Q\varphi'(x) \quad (2.6)$$

$$EI''_y = M(x) = \varphi''(x) \quad (2.7)$$

$$EI'''_y = Q(x) = \varphi'''(x) \quad (2.8)$$

де:

EI – жорсткість на вигин для прийнятої балки;

y - вертикальне переміщення перерізу балки в точці x ;

Q – кут, на який повертається балка у тому місці, де вона закріплена;

$M(x)$ і $Q(x)$ - відповідно момент, що згинає балку та внутрішня сила, перпендикулярна до осі балки.

					Розділ 2	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З цього випливає, що рівняння для M і Q можна отримати через знаходження другої та третьої похідних від рівняння пружної лінії.

Вираз для знаходження рівняння, яке характеризує пружну лінію, знаходимо враховуючи початкові параметри (2.9))

$$E_y = EI_y + EI_o x + \frac{M_o x^2}{2} + \frac{Q_o x^3}{6} + f(x) \quad (2.9)$$

У формулі (2.9) прийняті такі позначення:

y_o, Q_o, M_o, Q_o - відповідно прогин, кут, на який повертається балка,, момент при згині та сила в поперечньому перерізі, які діють на початку координат;

$f(x)$ – функція, яка показує вплив чинників силового характеру, що розташовані зліва від поточного перетину.

Значення y_o, Q_o, M_o, Q_o та $f(x)$ беруться по таблицях.

Балки піддаються навантаженню (P_i) від опорних реакцій гідропідйомника, а також від ваги дерев'яних елементів, обладнання та людей. Реакції гідропідйомника розглядаються як зосереджені сили, інші навантаження рівномірно розподілені по усьому прольоту балки. На підставі такого допущення $f(x)$ можливо записати виразом (2.10) :

$$E_y = EI_y + EI_o x + \frac{M_o x^2}{2} + \frac{Q_o x^3}{6} - \frac{\sum_{i=1}^n P_i (a-x_i)^3}{6} - \frac{q x^4}{2} \quad (2.10))$$

У цій формулі прийняті такі позначення:

P_i - величина реакції на i -й опорі;

a_i - довжина, яку можливо виміряти від кінця балки до точки, де прикладена сила P_i ;

n – число сил, які діють на балку,

q – величина, яка показує як інтенсивно розподілене навантаження

Якщо продиференціювати рівняння (2.10) та взяти до уваги, що $y_o=0$, $Q_o=0$ то можливо отримати вирази для розрахунку $Q, M(x), Q(x)$, які

					Розділ 2	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

представлені залежностями (2.11 – 2.13)

$$Q = \frac{1}{EI} \left(M_0 x + \frac{Q_0 x^2}{2} - \frac{\sum_{i=1}^n P_i (x - a_i)^2}{2} - \frac{q x^3}{6} \right); \quad (2.11)$$

$$M(x) = M_0 + Q_0 x - \sum_{i=1}^n P_i (x - a_i) - \frac{q x^2}{2}; \quad (2.12)$$

$$Q(x) = Q_0 - \sum_{i=1}^n P_i - q \quad (2.13)$$

Ці рівняння стосуються тої частини балки, яка знаходиться біля краю. Виключаючи певні члени рівняння, можна знайти внутрішні силові фактори в будь-якому перетині балки .

2.3. Обґрунтування навантажень, що діють на полк

На полк будуть діяти такі сили:

- тиск, який здійснюють люди та обладнання, розміщене на полку;
- тиск, який здійснює перекриття полка;
- сили від натягу канатів, на яких підвішена опалубка;

Для умов поглиблення ствола на полку потрібно розмістити три підйомника [22]. На цих підйомниках буде підвішена опалубка Сила від кожного підйомника буде дорівнювати його вазі, що становить 8,44 кН. Також на полк буде діяти сила від ваги блоку керування. Вага блоку керування становить 1,43 кН.

Як тимчасовий тиск приймаємо нормативне значення $P_{ep} = 1,5$ кПа.

Тиск від перекриття полка буде рівномірно розподілений по усій його площині. Розрахувати цей тиск можливо по формулі (2.14)

$$P_{op} = (\delta_{op} + \delta_{doc}) \rho_{дер} g = (0,14 + 0,05) \cdot 860 \cdot 9,81 = 1602,9 (H / m^2) \approx 1,6 кПа \quad (2.14)$$

де

$\delta_{op} = 1$ ~~А~~ $\neq 0,1$ ~~А~~ - висотний розмір дерев'яного бруса

$\delta_{doc} = 5c$ ~~л~~ $\neq 0,0$ ~~л~~ - менший розмір перерізу дощок;

					Розділ 2	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ρ_d - густина матеріалу, з якої зроблено перекриття. Цей матеріал сосна.

Для сосни $\rho_d = 800 \text{ кг/м}^3$

Сумарний тиск на полок знайдемо згідно виразу (2.15)

$$P = P_o + P_g = 1,5 + 1,6 = 3,1(\text{кН}) \quad (2.15)$$

Сила, яка діє на канат, підйомника, не повинна перевищувати 160 кН. Враховуючи вимоги Будівельних норм та правил загальну силу будем розраховувати згідно виразу (2.16)

$$P_o = P_k \gamma_f \gamma_{f1} = 160 \cdot 1,1 \cdot 1,4 = 246,4(\text{кН}) \quad (2.16)$$

тут прийняти такі позначення:

$P_k = 160 \text{ кН}$ - сила, з якою канат діє на полок;

γ_f - коефіцієнт, який враховує надійність розрахунку ;

γ_{f1} - коефіцієнт динамічності.

$$\gamma_f = 1,1; \gamma_{f1} = 1,4$$

Реакції опорної рами будуть діяти в якості навантаження на балки полка.

Це навантаження знаходимо згідно виразу (2.17)

$$P_n = \frac{P_o + P_{гп} + P_k \cdot l_k}{4} = \frac{246,4 + 8,44 + 0,03 \cdot 138}{4} = 64,745 \text{кН} \quad (2.17)$$

де

$P_o = 246,4 \text{ кН}$ - загальна сила, яка діє на канат;

$P_{гп} = 8,44 \text{ кН}$ - сила від ваги, яку має один підйомник;

$P_k = 3,2 \text{ кН} = 35 \text{ Н} + 0,0 \text{ кН}$ - сила, яка обумовлена вагою одного погонного метру канату підвіски опалубки ;

$l_k = 138 \text{ м}$ - найбільша довжина, яку може мати канат підвіски канату опалубки.

					Розділ 2	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4. Вибір параметрів проміжної балки

В параграфі 2.1. була описана схема полка. Згідно рисю 2.1. швелери, з яких зроблена рама підйомника, опираються на проміжну балку через 0,4 м. Тому приймаємо довжину між силами від рами підйомника рівною 0,4 м.

Довжина проміжної балки, яку ми приймаємо в якості розрахункової, становить 2,1 м. На цю балку діють сили реакції опорної рами P_n . Раніше біло розраховано, що $P_n = 64,745 \text{ кН}$. Тому маємо можливість скласти схему розрахунку проміжної балки, яка показана на рис. 2.2.

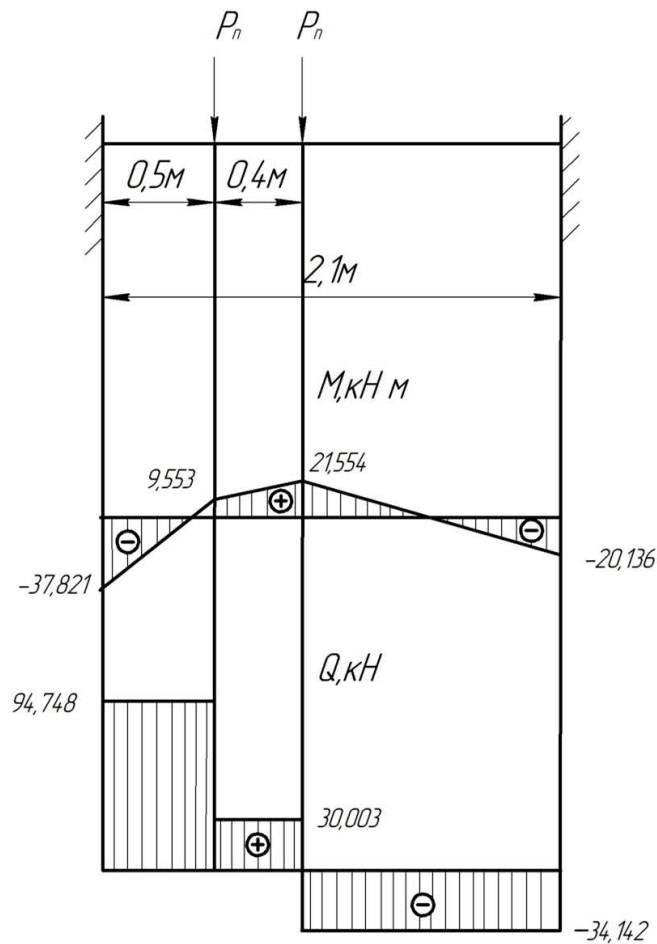


Рис. 2.2 Розрахункова схема та епюри внутрішніх силових факторів в перетині проміжної балки

а- розрахункова схема;

б- епюри M ;

в- епюра Q .

					Розділ 2	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо в якості параметрів, які будуть початковими $y_0 = 0$, $Q_0 = 0$.

Параметри M_0 , Q_p та $f(x)$ визначені згідно виразів (3.5 – 3.7).

$$M_o = \sum_{i=1}^{n=2} P_{ni} l_i (\alpha_i^2 - \alpha_i^3) = P_n l (\alpha_1^2 - \alpha_1^3 - \alpha_2^2 - \alpha_2^3) =$$

$$= -64,745 \cdot 2,1 (0,7619^2 - 0,7619^3 - 0,57142^2 + 0,57142^3) = -37,821 (\text{кНм})$$

$$Q_p = \sum_{i=1}^{n=2} P_{ni} (3\alpha_i^2 + 2\alpha_i^3) = P_n [3(\alpha_1^2 - \alpha_2^2) - 2(\alpha_1^3 - \alpha_2^3)] =$$

$$= 64,745 \cdot 3 (0,7619^2 - 0,57142^2) - 2 \cdot (0,7619^3 - 0,57142^3) = 943748 \text{кН}$$

$$f(x) = -\sum_{i=1}^{n=2} \frac{P_{ni} (x-a_i)^3}{6} = -\frac{P_n (x-a_1)^3}{6} - \frac{P_n (x-a_2)^3}{6} = -\frac{64,745(x-0,5)^3}{6} - \frac{64,755(x-0,9)^3}{6}$$

де

$$P_n = 64,3745 \text{кН}; l = 2,1 \text{ м};$$

$$\alpha_1 = \frac{0,4+1,2}{1,2} = 0,7619;$$

$$\alpha_2 = \frac{1,2}{2,1} = 0,57142;$$

$$\alpha_1 = 0,5 \text{ м}; \alpha_2 = 0,9 \text{ м}$$

Якщо рахувати зліва, то рівняння для знаходження I_y , EI''_y та EI'''_y на ділянці, яка буде третьою, можливо представити виразами:

$$I_y = -\frac{37.821x^2}{2} + \frac{94.748x^3}{6} - \frac{67.745(x-0.5)^3}{6} - \frac{64.745(x-0.9)^3}{6}$$

$$EI''_y = M(x) = -37.821 + 94.748x - 64.745(x-0.5) - 64.745(x-0.9)$$

$$EI'''_y = Q(x) = 94.748 - 64.745 - 64.745$$

Якщо відкидати, починаючи праворуч, складові цих рівнянь, то можливо отримати вираз, який дозволяє рахувати перетин у кожній точці. На основі розрахунків знайдені епюри силових факторів, які наведені на рис. 2.2.

Максимальне значення M_{max} складе

$$M_{max} = 37,821 \text{кНм}$$

					Розділ 2	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахуємо мінімальне значення W_{min}

Розрахунки показують, що міцність проміжної балки буде забезпечена, якщо момент опору її перерізу буде більшим ніж 194 см^3 . Тому приймаємо двутавр з $W \geq 194 \text{ см}^3$, вибір якого можливо здійснити на основі довідкової літератури.

2.5. Розрахунок опорних балок.

На балки полка діє сумарний тиск P , який ми розраховували по формулі (2.15), значення якого дорівнює $3,1 \text{ кН}$. Тому інтенсивність навантаження розраховується по нижченаведеним формулам з врахуванням довжини, яка відноситься до кожної балки.

- розрахуємо інтенсивність навантаження для першої балки № 1

$$q_1 = P \cdot \Delta_1 = 3,1 \cdot 2,9 = 8,99 (\text{кН} / \text{м}); \quad (2.18)$$

- розрахуємо інтенсивність навантаження для другої балки № 2

$$q_2 = P \cdot \Delta_2 = 3,1 \cdot 2 = 6,2 (\text{кН} / \text{м}); \quad (2.19)$$

- розрахуємо інтенсивність навантаження для третьої балки № 3

$$q_3 = P \cdot \Delta_3 = 3,1 \cdot 2,6 = 8,06 (\text{кН} / \text{м}) \quad (2.20)$$

тут

$\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ - відстань у стволі, яка розподілена по кожній

Також на балку № 1 діють реакції, які створюють опори рами підйомника
($P_2 = Q_{(n)p} = 9,74 \text{ кН}$)

Враховуючи це можливо скласти розрахункову схему цієї балки, яка наведена на рис.2.3.

					<i>Розділ 2</i>	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

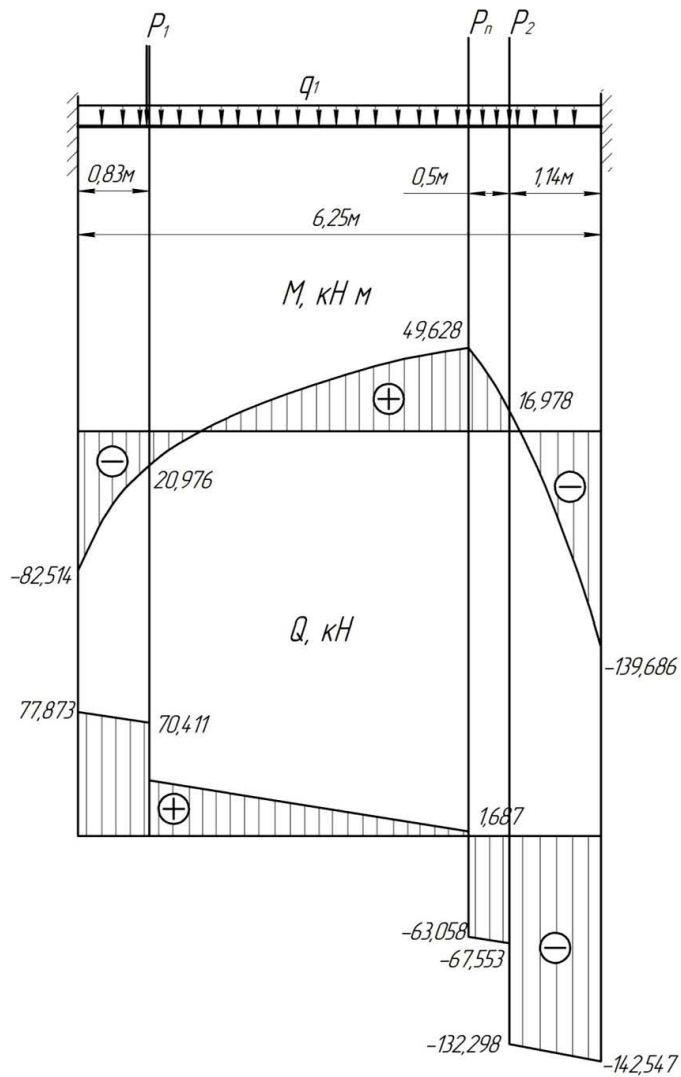


Рисунок 2.3. Розрахункова схема та епюри внутрішніх силових факторів в перетині опорної балки №1

- а - розрахункова схема;
- б- епора М;
- в- епора Q .

На балку № 2 буде додатково діяти реакція ($P_n = 6 \text{ А } 4\text{к } 5\text{Н}$) і сили, які створює тиск від блоку керування. Ці сили знаходимо за допомогою виразу (2.21)

$$P_o = \frac{Q_o + K_f}{4} = \frac{1 \cdot 3 - 4.0}{4} = 3.7 \text{ (к } \text{)} \quad (2.21)$$

тут

$Q_o = 1,4 \text{ } \text{ } 1 \text{ , } 4\text{к } l$ - сила, яка обумовлена тиском, що створює блок керування;

K_f - коефіцієнт, який враховує надійність конструкції ($k_f = 1,05$).

Схема, по якій можливо розрахувати балку № 2 , наведена на рис 2.4.

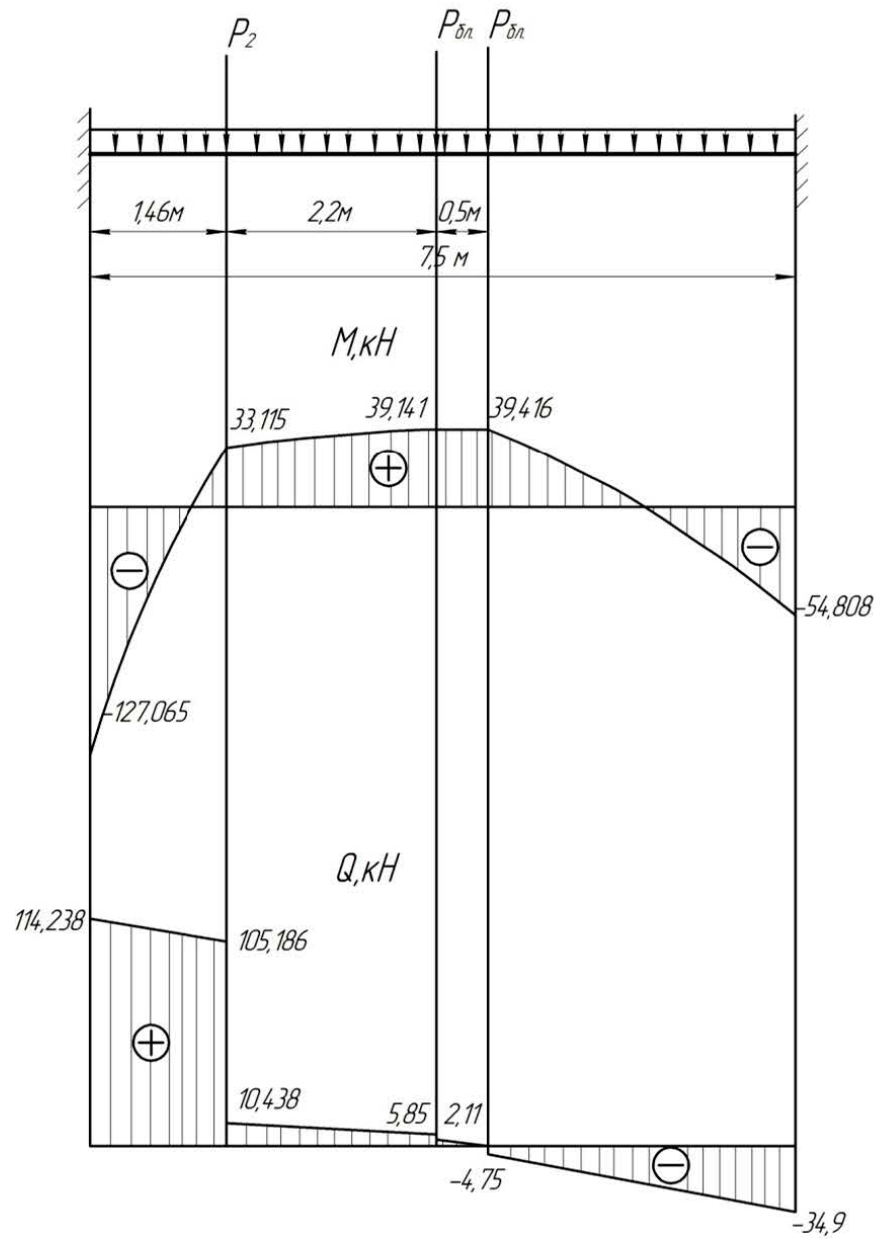


Рисунок 2.4. Розрахункова схема та епюри внутрішніх силових факторів в перетині опорної балки №2

а - розрахункова схема;
 б- епюра M ;
 в- епюра Q .

На третю балку також діють додаткові ($P_n = 64,0745 \text{ кН}$) та ($P_{o.n} = 3,7 \text{ кН}$)
 Враховуючи їх наводимо розрахункову схему цієї балки, яка наведена на рис.
 2.5.

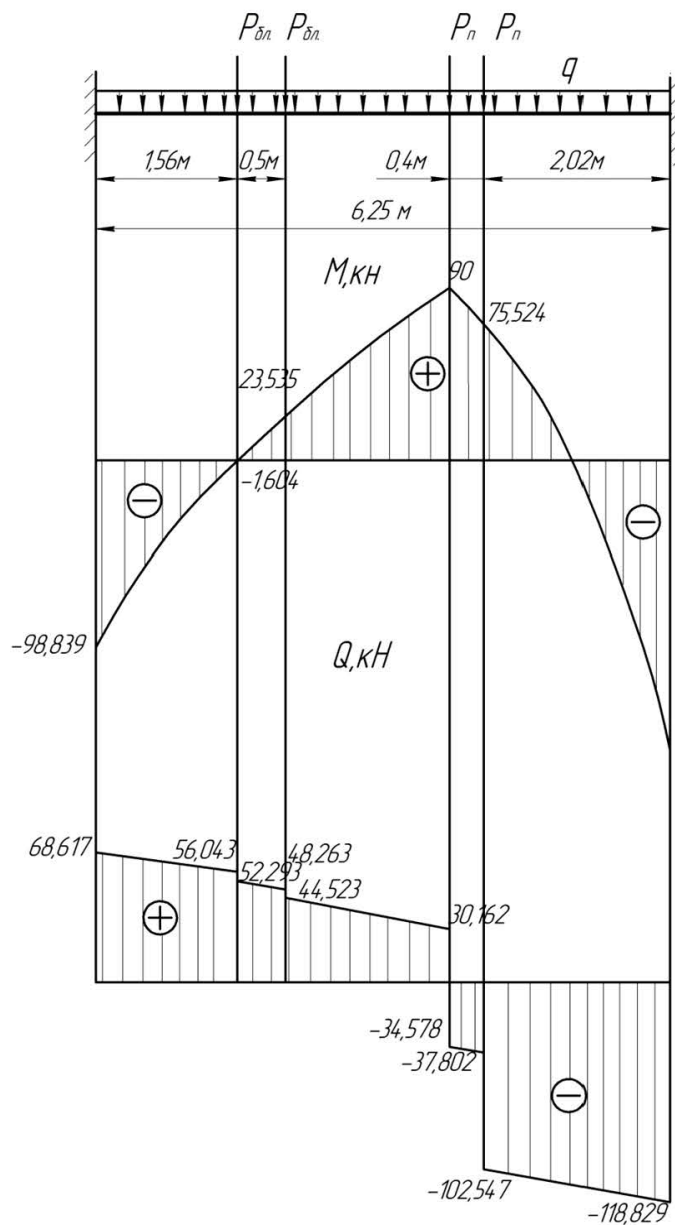


Рисунок 2.5 . Розрахункова схема та епюри внутрішніх силових факторів в перетині опорної балки №3

- а - розрахункова схема;
- б- епора М ;
- в- епора Q

Тепер можливо розрахувати початкові параметри . Розрахунок наведено у виразах (2.22 – 2.24) .

- для першої балки (балка № 1) $Y_0 = 0 ; Q_0 = 0;$

$$M_o = l[-P_1(\alpha_1^2 - \alpha_1^3) - P_n(\alpha_2^2 - \alpha_2^3 + \alpha_3^2 - \alpha_3^3)] - \frac{q \cdot l^2}{12} =$$

$$6,25 \cdot [-34,742(0,8672^2 - 0,8672^3) - 64,745(0,2624^2 - 0,2624^3 + 0,1824^2 - 0,1824^3)] - \frac{8,99 \cdot 6,25^2}{12} = -82,514(\kappa Hm)$$
(2.22)

$$Q_o = P_1(3\alpha_1^2 - 2\alpha_1^3) + P_n[3(\alpha_2^2 + \alpha_3^2) - 2(\alpha_2^3 + \alpha_3^3)] + \frac{ql}{2}$$

$$= 34,742 \cdot (3 \cdot 0,8672^2 - 2 \cdot 0,8672^3) + 64,745 \cdot [3(0,2624^2 + 0,1824^2) - 2(0,2624^3 + 0,1824^3)] + \frac{8,99 \cdot 6,25}{2} = 77,873(\kappa H)$$
(2.23)

$$f(x) = \frac{-P_1(x-a_1)^3}{6} - \frac{P_n(x-a_2)^3}{6} - \frac{P_n(x-a_3)^3}{6} - \frac{qx^4}{24} =$$

$$\frac{34,742(x-0,83)^3}{6} - \frac{64,745(x-4,61)^3}{6} - \frac{64,745(x-5,11)^3}{6} - \frac{8,99x^4}{24}$$
(2.24)

де

$$\alpha_1 = \frac{6.2 - 0.8}{6.2} = 0.8 \quad \alpha_2 = \frac{1.1 - 40.5}{6.2} = 0.2 \quad \alpha_3 = \frac{1.1 - 4}{6.2} = 0.1$$

$$l = 6,25 \text{ м ;}$$

$$P_1 = 34,742 \kappa H ;$$

$$P_n = 64,745 \kappa H ;$$

$$q_1 = 8,99 \kappa H / \text{м ;}$$

$$a_1 = 0,83 \text{ м ; } a_2 = 4,6 \text{ м ; } a_3 = 5,11 \text{ м}$$

- для другої балки (балка № 2) $Y_0 = 0 ; Q_0 = 0;$

Згідно виразів (2.25 – 2.27) можливо розрахувати M_0 , Q_0 та $f(x)$

					Розділ 2	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\begin{aligned}
 M_o &= l[-P_2(\alpha_1^2 - \alpha_1^3) - P_{\bar{o}i}(\alpha_2^2 - \alpha_2^3) - P_{\bar{o}i}(\alpha_3^2 - \alpha_3^3)] - \frac{q_2 l^2}{12} = \\
 &= 7,5 \cdot [-94,748(0,8053^2 - 0,8053^3) - 3,75(0,7067^2 - 0,7067^3) - \\
 &- 3,75(0,64^2 - 0,64^3)] - \frac{6,2 \cdot 7,5^2}{12} = -127,065(\text{кНм})
 \end{aligned}
 \tag{2.25}$$

$$\begin{aligned}
 Q_o &= P_2(3\alpha_1^2 - 2\alpha_1^3) + P_{\bar{o}i}[3(\alpha_2^2 + \alpha_3^2) - 2(\alpha_2^3 + \alpha_3^3)] + \frac{q l}{2} = \\
 &94,748 \cdot (3 \cdot 0,8053^2 - 2 \cdot 0,8053^3) + 3,75 \cdot [3(0,7067^2 + 0,64^2) - \\
 &- 2(0,7067^3 + 0,64^3)] + \frac{6,2 \cdot 7,5}{2} = 114,238(\text{кН})
 \end{aligned}
 \tag{2.26}$$

$$\begin{aligned}
 f(x) &= \frac{-P_2(x-a_1)^3}{6} - \frac{P_{\bar{o}i}(x-a_2)^3}{6} - \frac{P_{\bar{o}i}(x-a_3)^3}{6} - \frac{q_2 x^4}{24} = \\
 &\frac{-94,748(x-1,46)^3}{6} - \frac{3,75(x-2,2)^3}{6} - \frac{3,75(x-2,7)^3}{6} - \frac{6,2x^4}{24}
 \end{aligned}
 \tag{2.27}$$

тут

$$\alpha_1 = \frac{7,5 - 1,46}{7,5} = 0,8053; \alpha_2 = \frac{7,5 - 2,2}{7,5} = 0,7067 \quad \alpha_3 = \frac{7,5 - 2,2}{7,5} = 0,64;$$

$$l = 7,5 \text{ м};$$

$$P_2 = 94,748 \text{кН};$$

$$P_{\bar{o}i} = 3,75 \text{кН};$$

$$q_1 = 6,2 \text{кН / м};$$

$$a_1 = 1,46 \text{м}$$

$$a_2 = 2,2 \text{м};$$

$$a_3 = 2,7 \text{м}$$

- для третьої балки (балка № 3)

Параметри M_0 , Q_0 та $f(x)$ знаходимо використовуючи вирази (2.28 – 2.30)

$$y_0 = 0, Q_0 = 0 \tag{2.28}$$

					Розділ 2	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\begin{aligned}
 M_o &= -l[-P_{\bar{o}n}(\alpha_1^2 - \alpha_1^3 + \alpha_2^3 - \alpha_2^3) + P_n(\alpha_3^2 - \alpha_3^3 + \alpha_4^2 - \alpha_4^3)] - \frac{q_3 \cdot l^2}{12} = \\
 &= 6,26 \cdot [-3,75(0,7508^2 - 0,7508^3 + 0,6709^2 - 0,6709^3) + \\
 &+ 64,745(0,3866^2 - 0,3866^3 + 0,3227^2 - 0,3227^3)] - \frac{8,06 \cdot 6,26^2}{12} = -98,839(\text{кНм})
 \end{aligned}
 \tag{2.29}$$

$$\begin{aligned}
 Q_o &= P_{\bar{o}n}[3(\alpha_1^2 - \alpha_2^2) - 2(\alpha_1^3 - \alpha_2^3)] + P_n[3(\alpha_3^2 + \alpha_4^2) - 2(\alpha_4^2 + \alpha_4^3)] + \frac{q_3 l}{2} = \\
 &= 3,75 \cdot [3 \cdot (0,7508^2 - 2 \cdot 0,6709^2) - 2(0,7508^2 - 0,6709^3) + \\
 &+ 64,745 \cdot [3(0,3866^2 - 0,3227^2) - 2(0,3866^3 - 0,3866^3)]] + \frac{8,06 \cdot 6,26}{2} = 68,617(\text{кН})
 \end{aligned}
 \tag{2.30}$$

$$\begin{aligned}
 f(x) &= \frac{-P_{\bar{o}n}(x-a_1)^3}{6} - \frac{P_{\bar{o}n}(x-a_2)^3}{6} - \frac{P_n(x-a_3)^3}{6} - \frac{P_n(x-a_4)^3}{6} - \frac{q_3 x^4}{24} = \\
 &= -\frac{3,75(x-1,56)^3}{6} - \frac{3,75(x-2,06)^3}{6} - \frac{64,745(x-3,84)^3}{6} - \frac{64,745(x-4,24)^3}{6} - \frac{8,06x^4}{24}
 \end{aligned}$$

де

$$\alpha_1 = \frac{7,5 - 1,4}{7,5} = 0,8 \quad 0; \quad \alpha_2 = \frac{7,5 - 2,2}{7,5} = 0,7 \quad 0; \quad \alpha_3 = \frac{7,5 - 2,2}{7,5} = 0,6$$

$$l = 7,5 \text{ м}; \quad P_2 = 94,748 \text{ кН}; \quad P_{\bar{o}n} = 3,75 \text{ кН}; \quad q_1 = 6,2 \text{ кН/м}; \quad a_1 = 1,46 \text{ м};$$

$$a_2 = 2,2 \text{ м}; \quad a_3 = 2,7 \text{ м}.$$

Тепер згідно виразів (2.31 – 2.36) знаходимо значення силових факторів, які діють всередині балок:

- для першої балки (балка № 1)

$$\begin{aligned}
 EI_y'' = M(x) &= -82,514 + 77,873x - 34,742(x - 0,83) - \\
 &- 64,745(x - 4,61) - 64,745(x - 5,11) - \frac{8,99x^2}{2}
 \end{aligned}
 \tag{2.31}$$

$$EI_y'' = Q(x) = 9,74 - 4,74 - 4,74 - 4,74
 \tag{2.32}$$

- для другої балки (балка № 2)

$$\begin{aligned}
 EI_y'' = M(x) &= -82,514 + 77,783x - 34,742(x - 0,83) - \\
 &- 64,745(x - 4,61) - 64,745(x - 5,11) - \frac{8,99x^2}{2}
 \end{aligned}
 \tag{2.33}$$

					<i>Розділ 2</i>	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$EI_y'' = Q(x) = 7.8 - 3.7 - 4.7 - 4.7 - 8.9x \quad (2.34)$$

$$EI_y'' = M(x) = -127,065 + 114,238x - 94,748(x-1,46) - 3,75(x-2,2) - 3,75(x-2,7) - \frac{6,2x^2}{2} \quad (2.35)$$

- для третьої балки (балка № 3)

$$EI_y'' = Q(x) = 1.2 - 9.374 - 3.75 - 6.25 \quad (2.36)$$

Якщо відкидати, починаючи праворуч, складові цих рівнянь, то можливо отримати вираз, який дозволяє рахувати перетин у кожній точці. На основі розрахунків знайдені епюри силових факторів, які наведені на рис. (2.2. – 2.5).

Згідно епюр, наведених на рис. 2.2. – 2.5. знаходимо максимальні значення силових факторів, що діють в перерізі балок :

- для першої балки (балка № 1) $M_{1m} = 1.3698 \text{ Н}$

- для другої балки (балка № 2) $M_{2m} = 1.2076 \text{ Н}$

- для третьої балки (балка № 3) $M_{3m} = 1.4086 \text{ Н}$

Тепер можливо визначити мінімально потрібні W_{min} для усіх балок. Отже згідно виразів (2.37 – 2.39) маємо:

- для першої балки (балка № 1):

$$W_m \geq \frac{M_{1m}}{R_y} = \frac{1.3698}{1} = 0.09 \text{ (м}^3\text{)} = 70 \text{ см}^3 \quad (2.37)$$

- для другої балки (балка № 2) :

$$W_m \geq \frac{M_{2m}}{R_y} = \frac{1.2076}{1} = 0.075 \text{ (м}^3\text{)} = 60 \text{ см}^3 \quad (2.38)$$

- для третьої балки (балка № 3) :

$$W_m \geq \frac{M_{3m}}{R_y} = \frac{1.4086}{1} = 0.085 \text{ (м}^3\text{)} = 70 \text{ см}^3 \quad (2.39)$$

$R_y = 19.5 \text{ кН}$ - такі напруги, які допускаються при вигині балки.

Розрахунки свідчать, що в найбільш напруженому стані буде третя балка.

Для неї потрібно мати W_{min} більше, ніж 759 см^3 . Це забезпечить двотаврова

										Арк.
										65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

балка № 55 ГОСТ 8239 – 72 , яка має момент опору $W_{\sigma} = 1\,9\,9\,0\,7\,3$. Тому для усіх балок приймаємо двотаври № 55 ГОСТ 8239 – 72 . При цьому буде забезпечена їх міцність.

Запас міцності розраховуємо використовуючи вираз (2.40)

$$K_3 = \frac{W_{\sigma}}{W_{min}} = \frac{1\,9\,9\,0\,7\,3}{7\,5\,9} = 2,6 \quad (2.40)$$

Тепер знаходимо дотичні напруги в перерізі балки. Їх максимальне значення буде дорівнювати

$$\tau_{max} = \frac{Q_{max} \cdot S_0}{I \cdot b_0} = \frac{118,829 \cdot 0,00115}{0,0005481 \cdot 0,001} = 24932,19 (\text{кН} / \text{м}^2) = 25 \text{МПа} \quad (2.41)$$

Тут прийняті такі значення:

$$Q_{max} = 118,829 \text{ кН}$$

$$S_0 = 1150 \text{ см}^3 = 0,00115 \text{ м}^3 \text{ для двотавра № 55 ГОСТ 8239 – 72}$$

$$I = 58\,810 \text{ см}^4 = 0,0005881 \text{ м}^4$$

$$b_0 = 10 \text{ мм} = 0,001 \text{ м}$$

Балка буде міцною тому що $\tau_{max} = 25 \text{ МПа} < R_s = 1 \text{ аМ}$,

де R_s знайдено згідно залежності (2.42)

$$R_s = 0,58 \frac{R_{yII}}{j_m} = 0,58 \cdot \frac{205}{1,05} = 113 \text{ МПа} \quad (2.42)$$

В залежності (2.42) $R_{yII} = 205 \text{ МПа}$ – границя текучості сталі

$$j_m = 1,05 \text{ – коефіцієнт надійності для сталі ВСтЗкп2}$$

2.6. Розрахунок потрібної довжини лунок для опорних балок

Опорні балки встановлюються в лунки, які роблять в кріпленні ствола. Потім в лунках кінці балок заливаються бетоном М 200.

Потрібну довжину лунок можливо знайти згідно схеми, яка наведена на рис (2.6.).

					Розділ 2	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

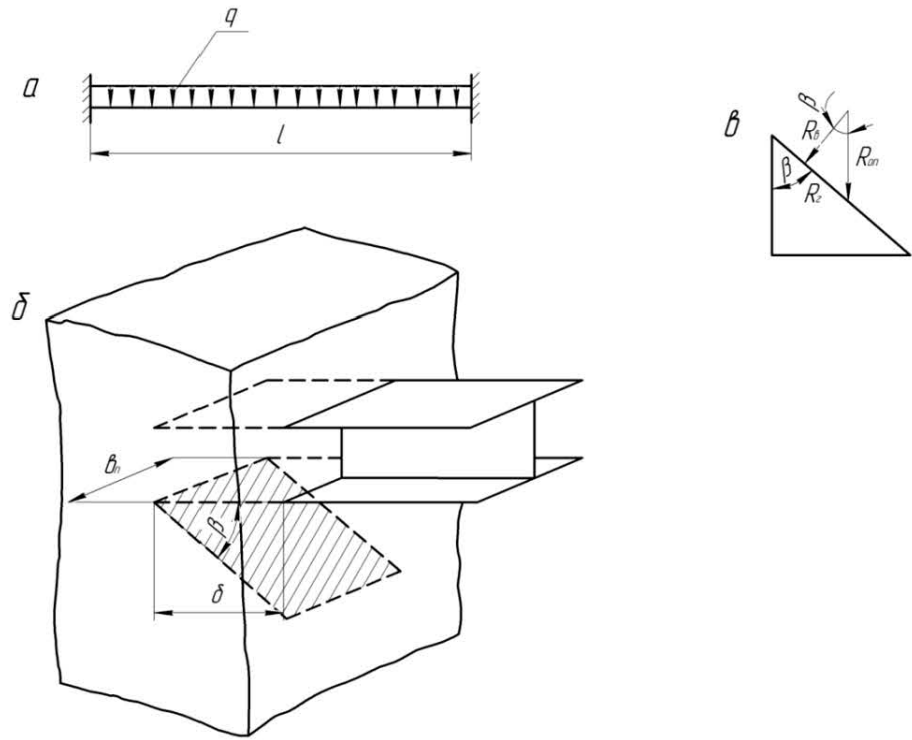


Рис. 2.6. Розрахункові схеми для визначення глибини закладення опорної балки в кріпленні ствола
 а- схема для визначення опорної реакції при найбільш несприятливім навантаженні ;
 б- схема для визначення майданчика сколювання ;
 в- схема сил, що впливають на майданчик сколювання.

Ця схема враховує, що не буде сколювання бетону від реакції опори балки міцність балки.

Для того, щоб ця схема працювала більш надійно, потрібно навантаження розподілити по усій балці (рис. 2.6. а). При такому навантаженні буде найбільша величина реакція опори, яку можливо визначити залежністю (2.43):

$$R_{оп} = \frac{q \cdot l}{2} \quad (2.43)$$

тут

q – величина рівномірно – розподіленого навантаженні на балку

l – проліт балки

Міцність балки буде забезпечена, якщо

$$\sigma_{max} \leq R_y$$

тут прийняті такі позначення:

σ_{max} – максимальні напруги в перетині балки,

R_y – розрахунковий опір при роботі балки на вигін

Розрахувати максимальне значення напруги можливо за виразом (2.44):

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_{\sigma}} = \frac{q l^2}{8} \frac{1}{W_{\sigma}} \quad (2.44.)$$

Тут прийнято такі позначення:

W_{σ} – момент опору перерізу балки.

Вираз (2.44) перепишемо відносно q і тоді з врахуванням, що $\sigma_{max} \leq R_y$

отримаємо залежність (2.45):

$$q \leq \frac{8 W_{\sigma} R_y}{l^2} \quad (2.45)$$

Тепер, враховуючи вищенаведене, знаходимо згідно виразу (2.46) опорну реакцію:

$$R_o = \frac{q l}{2} = \frac{1}{2} \frac{8 W_{\sigma} R_y l}{l^2} = \frac{4 W_{\sigma} R_y}{l} \quad (2.46)$$

Бетон в лунці, де закріплена опорна балка, буде руйнуватися по площадці на якій він сколюється. Вона розміщена під кутом β до горизонталі. Площу цієї площадки визначаємо згідно виразу (2.47):

$$S_{ск} = \frac{\delta_{\sigma} B_n}{\cos \beta} \quad (2.47)$$

Тут прийняті такі позначення:

δ_{σ} – глибина закладення балки в лунки ствола;

B_n – ширина полиці балки;

β – кут сколювання. Для бетону марки № 200-300 $\beta = 45^\circ$.

На підставі вищенаведеного записуємо вираз для забезпечення стійкості бетону:

					Розділ 2	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{ск} \leq [\tau_{ск}]$$

$[\tau_{ск}]$ – напруги, що допускаються, при роботі бетону на сколювання;

$\sigma_{ск}$ – напруги, що сколюють;

Значення $\sigma_{ск}$ знаходимо по виразу (2.48):

$$\sigma_{ск} = \frac{P_{ск}}{S_{ск}} \quad (2.48)$$

Силу, яка обумовлює те, що бетон буде сколений, можливо розрахувати згідно виразу (2.49):

$$P_{ск} = R_{оп} \cdot \sin \beta \quad (2.49)$$

В виразі (2.49) прийняті такі позначення:

$P_{ск}$ – значення сили, що викликає сколювання бетону,

$R_{оп}$ – величина опорної реакції,

β – кут сколювання

Остаточню, після деяких перетворень, маємо вираз (2.50) для знаходження δ_{σ} :

$$\delta_{\sigma} \geq \frac{3W_{\sigma} R_y \sin \beta}{B_n l [\tau_{ск}]} \quad (2.50)$$

У виразі (2.50) $[\tau_{ск}]$ – це допустима напруга сколювання бетону –

Остаточню розраховуємо потрібну довжину лунок :

Для опорних балок :

при $l = 6,26$ м ; $\beta = 45^{\circ}$;

$[\tau_{ск}] = 4$ МПа; $W_{\sigma} = 1,9 \cdot 10^{-3}$ м³

$B_n = 0,1$ м; $R_y = 1,5$

$$\delta_{\sigma} \geq \frac{3 \cdot 1990 \cdot 10^{-6} \cdot 1,95 \sin 90^{\circ}}{0,18 \cdot 6,26 \cdot 4} = 0,26(м)$$

Для проміжної балки ($l = 2,1$ м):

					Розділ 2	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\delta_6 \geq \frac{3 \cdot 1990 \cdot 10^{-6} \cdot 195 \sin 90^\circ}{0,18 \cdot 2,1 \cdot 4} = 0,77(\text{м})$$

Оскільки навантаження на проміжну балку менше ніж навантаження на опорні балки, то для уніфікації конструкції приймаємо для усіх балок:

$$\delta_6 = 0,75 \text{ м}$$

2.7. Розрахунок шпального бруса

Шпальний брус має розміри 200 мм х 140 мм. Він перекриває полук, на якому розміщені підйомники, суцільним шаром. Розрахунки можливо скоротити, якщо виконати їх тільки для центрального шпального бруса, який має найбільшу довжину.

Тоді схема для розрахунку буде мати вид, який наведено на рис (2.7. а).

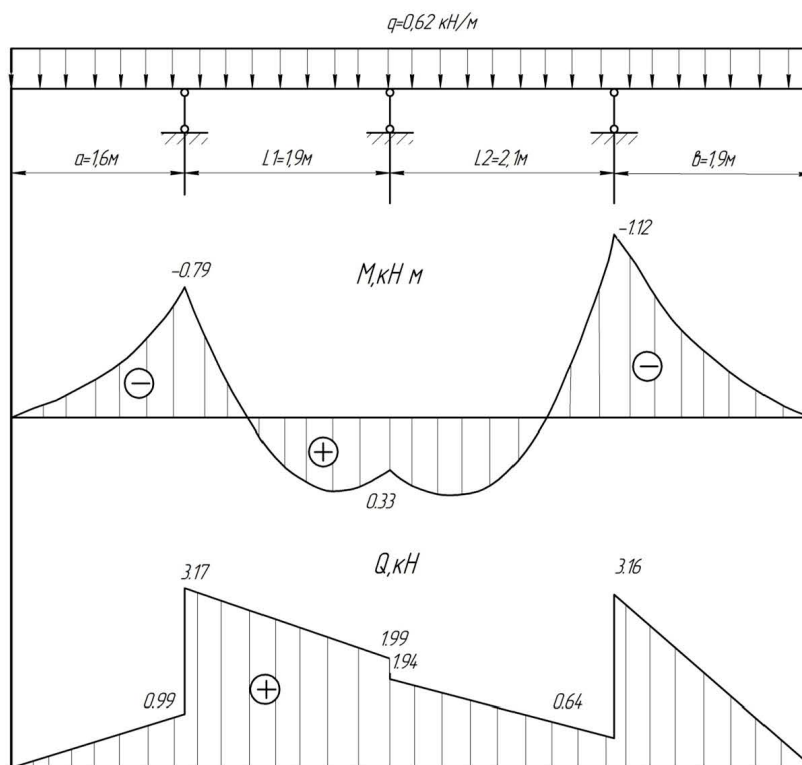


Рисунок 2.7. Розрахункова схема та епюри внутрішніх силових факторів в перетині дерев'яного бруса.

а - розрахункова схема;
б- епора М;
в- епора Q .

					Розділ 2	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По схемі (рис. 2.7. а) розрахунок проводиться як для статично невизначених систем, а саме балки, що має три опори.

В якості невідомого фактору позначимо силовий фактор на першій опорі, а саме згинальний момент. Тоді вираз для розрахунку можливо записати таким чином формула (2.51).

$$M_{n-1}l_n + 2M_0(l_n + l_{n+1}) + M_{n+1}l_{n+1} = -6R_n^\phi \quad (2.51)$$

тут M_{n-1} M_n M_{n+1} – моменти на опорах $n - 1, n, n + 1$.

У даному випадку це моменти на опорах 0, 1 та 2

l_n, l_{n+1} – довжини двох послідовних прольотів,

$l_n = l_1 = 1,9$ м; $l_{n+1} = l_2 = 2,1$ м

R_n^ϕ – повна фіктивна реакція на опорі n

Слід зауважити, що R_n^ϕ обумовлена моментами, які виникають на суміжних з опорою n прольотах.

Якщо кінець балки є консоллю, то моменти знаходяться згідно залежностей (2.52 – 2.53) :

$$M_0 = -\frac{qa^2}{2} = -\frac{0,62 \cdot 1,6^2}{2} = -0,7936(\text{кНм}) \quad (2.52)$$

$$M_2 = -\frac{qb^2}{2} = -\frac{0,62 \cdot 1,9^2}{2} = -1,1191(\text{кНм}) \quad (2.53)$$

тут $q = 0,62 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$ знаходиться по виразу (2.54) :

$$(q = P \cdot B_{op} = 3,1 \cdot 0,2 = 0,62 \text{кН} / \text{м}) \quad (2.54)$$

Також в (2.52) та (2.53) прийнято:

$a = 1,6$ м, $b = 1,9$ м – це довжини консольних кінців балок

Фіктивне значення R_1^ϕ знаходимо на підставі виразу (2.55) :

$$R_1^\phi = B_0^\phi + \Delta_{II}^\phi = \frac{q_1^3}{2} + \frac{q_2^3 l}{2} = \frac{0,6}{4} \frac{l}{2} \frac{1}{4} (1,9^3 + 2 \cdot 1^3) = 0,4 \quad (\text{к} \quad \text{т}) \quad (2.55)$$

де

$l_1 = 1,9$ м ; $l_2 = 2,1$ м - довжини прольотів, що примикають до опори 1.

						Розділ 2	Арк.
							71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

З урахуванням вищевикладеного рівняння для розрахунку згинаючого моменту запишемо у вигляді (2.56)

$$M_0 l_1 + 2M_1(l_1 + l_2) + M_2 l_2 = -6R_n^{\phi} \quad (2.56)$$

Остаточно в числах отримаємо:

$$1,50784 + 4 \cdot M_1 - 2,35011 = -2,4986$$

З цього рівняння будемо мати, що $M_1 = 0,3398 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

Якщо ми заміним прольоти l_n і l_{n+1} балками, на які діють силові фактори M_{n-1} та M_n , то зможемо знайти сумарне значення опорної реакції згідно виразу (2.57) :

$$R_n = R_n^0 + \frac{M_{n-1} - M_0}{l_n} + \frac{M_{n+1} - M_n}{l_{n+1}} \quad (2.57)$$

тут: $R_n^0 = R_{n1n}^0 + R_{nn+1}^0$

де:

R_{n1n}^0 – права реакція лівої балки від заданих навантажень ,

R_{nn+1}^0 – ліва реакція правої балки від заданих навантажень.

Тепер можемо записати вирази (2.58 – 2.60) :

$$R_0 = qa + \frac{ql_1}{2} + \frac{M_1 - M_0}{l_1} = 0,62 \cdot 1,6 + \frac{0,62 \cdot 1,9}{2} + \frac{0,3398 + 0,7936}{1,9} = 2,1775(\text{кН}) \quad (2.58)$$

$$R_2 = q + \frac{q \cdot b}{2} + \frac{lM_1 - M_2}{l_2} = \frac{0,6 \cdot 221}{2} + \frac{0,6 \cdot 129}{2} + \frac{-0,7 \cdot 9 \cdot 0,33 - 36 - 191}{1,9} + \frac{8 + 0,39 \cdot 31 - 9}{2,1} = -0,08(\text{кН}) \quad (2.59)$$

$$R_1 = \frac{ql_1}{2} + \frac{ql_2}{2} + \frac{M_0 - M_1}{l_1} + \frac{M_2 - M_1}{l_2} = \frac{0,62 \cdot 2,1}{2} + 0,62 \cdot 1,9 + \frac{0,3398 + 1,1191}{2,1} = 2,5237(\text{кН}) \quad (2.60)$$

Для того, щоб переконатися, що сума реакцій опори знайдена вірно розрахуємо вираз (2.61):

$$\Sigma \text{ навантажень} = q(a + l_1 + l_2 + b) = 0,62 \cdot 7,5 = 4,65(\text{кН}) \quad (2.61)$$

					<i>Розділ 2</i>	Арк. 72
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Так як вираз (2.61) дорівнює сумі навантажень, то це означає, що ми вірно знайшли реакції опори.

Знаючи моменти та реакції на опорах можемо накреслити епюри силових факторів, які наведені на рис. 2.7 б, в.

Найбільше значення моменту буде дорівнювати

$$M_{\max} = 1.1191 \text{ кНм} = 1,12 \cdot 10^{-3} \text{ кНм}$$

Найбільше значення σ_{\max} розрахуємо по формулі (2.62):

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_{\text{бр}}} = \frac{1.12 \cdot 10^{-3}}{653.3 \cdot 10^{-6}} = 1.7 (\text{МПа}) \quad (2.62)$$

тут:

$W_{\text{бр}}$ – момент опору переріза бруса 200мм x 140 мм.

$W_{\text{бр}}$ – знаходимо по залежності (2.63):

$$W_{\text{бр}} = \frac{B_{\text{бр}} \cdot h_{\text{бр}}^2}{6} = \frac{0,2 \cdot 0,14^2}{6} = 653,3 (\text{м}^3) \quad (2.63)$$

Як бачимо розраховані значення σ_{\max} не перевищують допустимі $[\sigma_u]$:

$$\sigma_{\max} = 1,7 \text{ МПа} < [\sigma_u] = 1 \text{ аМПа}$$

Це означає що шпальний брус витримає задані навантаження та може бути прийнятий в конструкцію полка для розміщення підйомників.

2.8. Перевірка міцності опорної рами

Підйомники для канатів підвіски опалубки закріплені на опорній рамі. Вона містить два несучих елемента. Несучі елементи виконані з швелера.

Посилення конструкції опорної рами робиться за рахунок додавання поперечних елементів, які також виконуються із швелерів.

Для кріплення поперечних елементів використовуємо болти.

Основне навантаження при такій конструкції буде на швелери, які виконують роль несучих елементів.

Поперечні елементи можливо вибрати конструктивно та не розраховувати

					Розділ 2	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція опорної рами наведена у розділі 1.

На рис. 2.8. наведена схема, яка показує як закріплені несучі елементи у перерізі ствола.

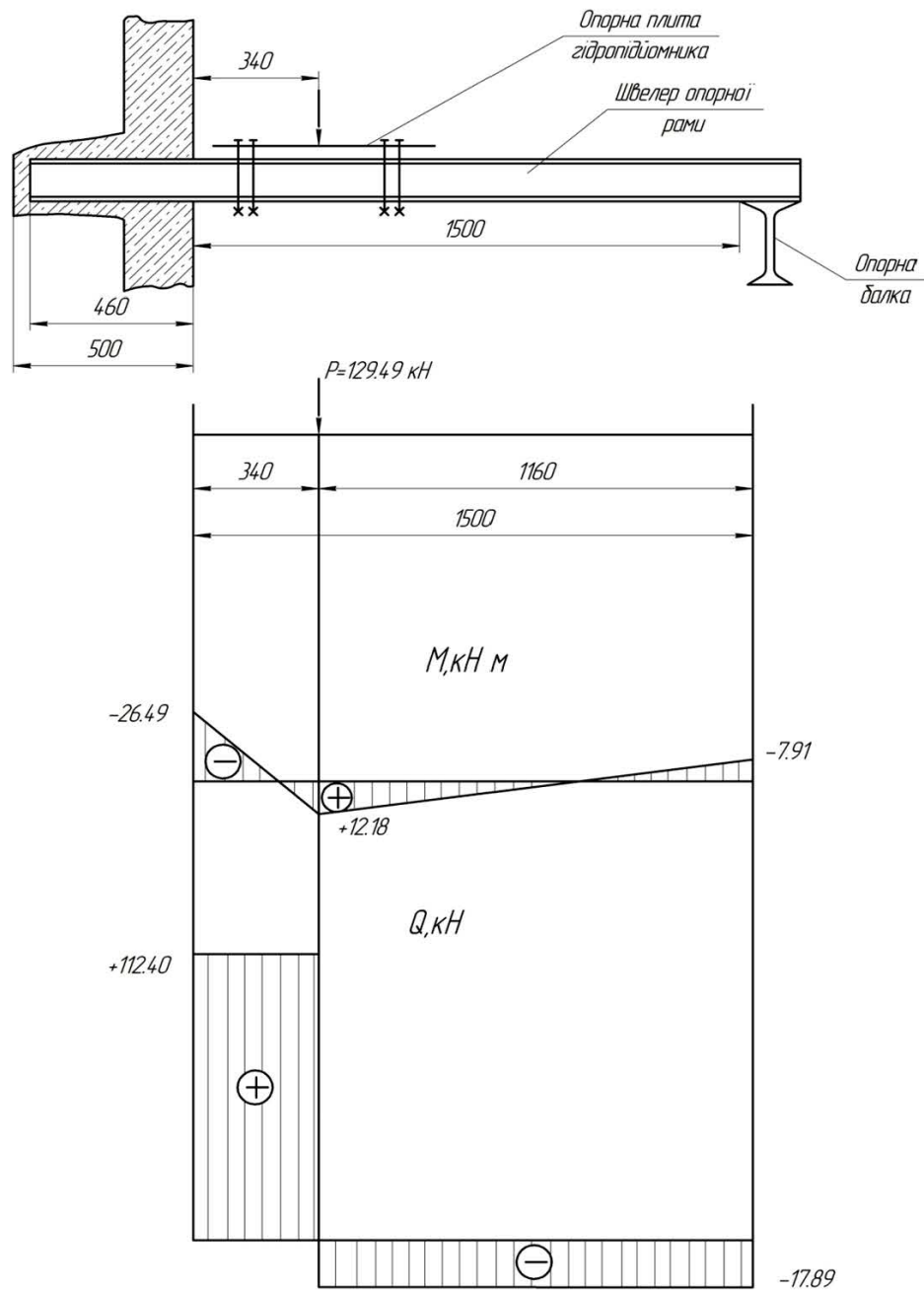


Рисунок 2 (а,б,в). Розрахункова схема й епюри внутрішніх силових факторів у перетині поздовжнього швелера опорної рами гідропідіймника.

- а- схема додатка навантаження й закріплення;
- б- розрахункова схема ;
- в- епюра M ;
- г- епюра Q

Для більш надійної роботи конструкції навантаження на несучий елемент будемо вважати зосередженою силою, яку розраховуємо згідно виразу (2.64):

$$P = \frac{P_0 + P_{гп} + P_k \cdot l_k}{2} = \frac{246,4 + 8,44 + 0,03 \cdot 138}{2} = 129,49(\text{кН}) \quad (2.54)$$

тут:

P – зосереджена сила, кН

$P_0 = 246,4$ кН – величина розрахункового навантаження на канат;

$P_{гп} = 6,44$ кН – вага підйомника;

$P_k = 0,03$ кН – вага 1 п. м. канату ;

$l_k = 138$ м – максимальна довжина канату ;

Схема для розрахунку наведена на рис. 2.8. б

Згідно цієї схеми розрахуємо згинальні моменти:

$$M_a = -u \cdot v^2 \cdot P \cdot l = -0,23 - 0,77^2 \cdot 129,49 - 1,5 = -26,49 \text{ кН} \cdot \text{м} ;$$

$$M_c = 2 \cdot u^2 \cdot v^2 P \cdot l = 2 \cdot 0,23^2 \cdot 0,77^2 \cdot -3,772 \cdot 129,49 \cdot 1,5 = 12,18 \text{ кН} \cdot \text{м} ;$$

$$M_b = -u^2 \cdot v \cdot P \cdot l = -0,23^2 \cdot 0,77 \cdot 129,49 \cdot 1,5 = -7,9 \text{ кН} \cdot \text{м} ;$$

Для цих розрахунків прийнято:

$$u = \frac{0,34}{1,5} = 0,23$$

$$v = \frac{1,16}{1,15} = 0,77$$

$l = 1,5$ м – розрахункова довжина швелера.

На рис. 2.8 в наведені епюри M . Найбільше значення M :

$$M_{max} = 26,49 \text{ кН} \cdot \text{м} \approx 0,03 \text{ Мн} \cdot \text{м}.$$

Потрібний момент спротиву дорівнює:

$$W_{min} \geq \frac{M_{max}}{R_y} \geq \frac{0,03}{195} \geq 0,000154 \text{ м}^3 \geq 154 \text{ см}^3$$

Для швелера №30 ГОСТ 8240 – 56 $W_x = 387 \text{ см}^3$.

Тому цей швелер забезпечить міцність конструкції.

Приймаємо швелер №30 ГОСТ 8240-56, для якого $W_x = 387 \text{ см}^3$.

					Розділ 2	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді, з урахуванням прийнятого швелера, розраховуємо поперечні сили в його перетині :

$$Q_a = P(3v^2 - 2v^3) = 129,49(3 \cdot 0,77^2 - 2 \cdot 0,77^3) = 112,4 \text{ кН},$$

$$Q_b = P(3u^2 - 2u^3) = 129,49(3 \cdot 0,23^2 - 2 \cdot 0,23^3) = 17,09 \text{ кН},$$

На рис. 2.8. г наведена епюра Q .

Максимальна дотична напруга складе:

$$\tau_{max} = \frac{Q_{max} \cdot S_0}{J \cdot B_0} = \frac{0,1124 \cdot 0,000224}{0,0000581 \cdot 0,0065} = 66,67 \text{ (МПа)},$$

тут прийняті такі параметри:

$Q_{max} = 112,4 \text{ кН} = 0,1124 \text{ МН}$ – максимальна поперечна сила,

$S_0 = 224 \text{ см}^3 = 0,000224 \text{ м}^3$ – статичний момент спротиву швелера № 30,

$J = 5810 \text{ см}^4 = 0,0000581 \text{ м}^4$ – момент інерції швелера,

$B_0 = 6,5 \text{ мм} = 0,0065 \text{ м}$ – товщина стійки швелера.

Так як $\tau_{max} \leq R_y$ то умова міцності буде забезпечена.

					<i>Розділ 2</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

**Розділ 3. ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ І ОБЛАДНАННЯ ПРИ
ПОГЛИБЛЕННІ СТВОЛА ШАХТИ ІМ.ФРУНЗЕ**

					<i>КНУ РМ 184.07.08 ЕЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>			<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Шаповал</i>				<i>Обґрунтування схеми і обладнання при поглибленні ствола шахти ім Фрунзе</i>	<i>Стадія</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Козаріз</i>						77	
<i>Н. Контр.</i>						<i>ГБ-23м</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Андрєєв</i>							

3.1. Опис ствола

Ствол прокладений у горизонтальному напрямку родовища до позначки 985 метрів, має круглий переріз діаметром 7,5 метра. Для його зміцнення використано монолітне бетонне кріплення товщиною 300 міліметрів. Ствол обладнаний декількома підйомними установками: багатоканатним скіповим і клітьовим підйомниками, а також інспекторським підйомником для огляду. Для армування ствола застосовано металеві конструкції. Розпірки виконані з двотаврової балки № 36, а провідники для підйомів – коробчаті (для скіпового) та рейкові з рельсу Р43 (для клітьового). Відстань між ярусам армування становить 3126 міліметрів.

Нижче позначки 985 метрів стінками ствола є амфіболіти – міцна гірська порода з коефіцієнтом міцності 15. За геологічними даними, очікуваний приплив води під час проходки ствола не перевищить 6 літрів за годину. Ствол призначений для видобутку корисних копалин, перевезення людей і матеріалів, а також вентиляції шахти.

3.2. Обґрунтування схеми поглиблення ствола

Для поглиблення ствола шахти ім. Фрунзе с гор. 985 м інститутом Кривбасспроєкт була запропонована схема, яка передбачала виконання робіт під захистом породного цілика, розташованого на 11 м нижче горизонту 985 м. Бетон з горизонту 985 м під цілик подається по підняттевій виробці, яка має квадратний переріз 1500x1200 мм. Поруч зі стволем шахти ім. Фрунзе проходить ствол шахти Сліпа – Поглиблювана, який оснащений баддявим підйомом. Під ціликом споруджуються камери для розміщення поглиблюючих лебідок і підйомної машини. Ці камери сполучаються зі стволем шахти Сліпа – Поглиблювана за допомогою збійки. Посадка людей для спуску в забій ствола виконується за допомогою стаціонарного полка оснащеного

					<i>Розділ 3</i>	Арк.
						78
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

механізованою лядою і розміщеного на 18 м нижче камер для лебідок. Порода від поглиблення ствола розвантажується на спеціальному пристрої і по похилій виробці квадратної форми з розмірами 1500x1500 мм перепускається в ствол шахти Сліпа – Поглиблювана, де за допомогою вібролюка завантажується в баддю та підіймається на гор. 985м.

Ця схема відображена на рис. 3.1.

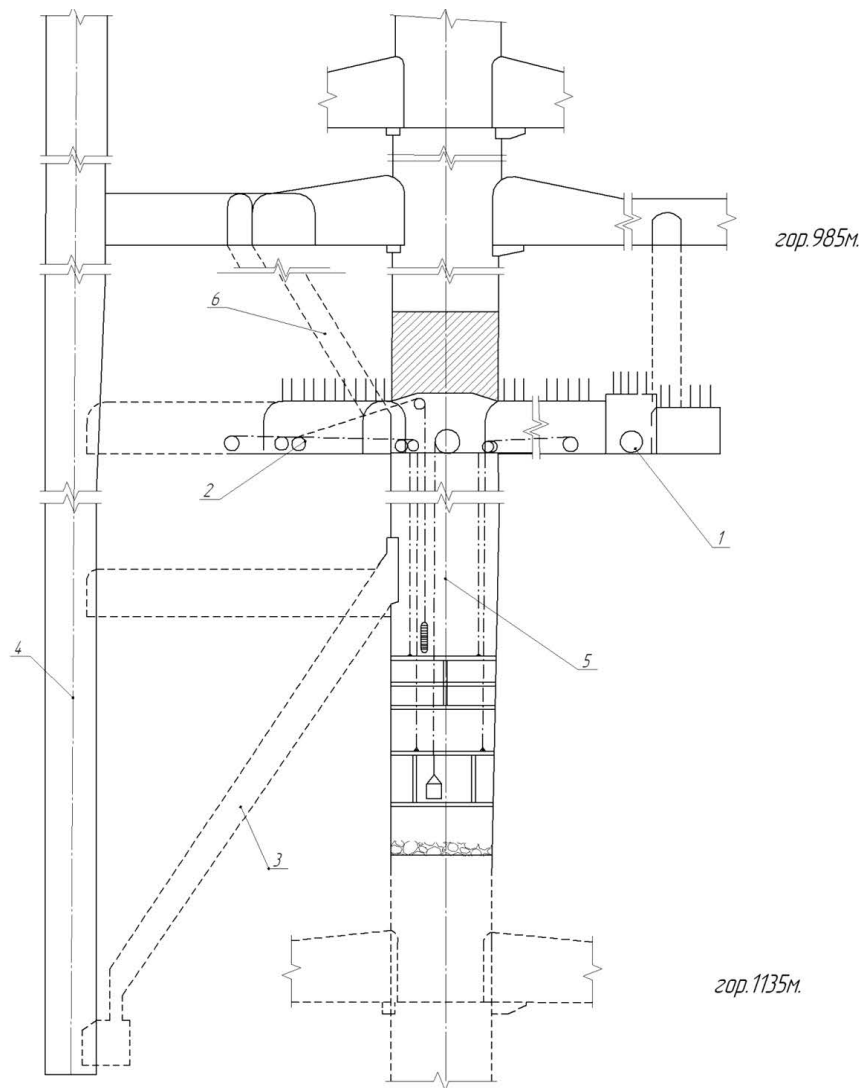


Рисунок 3.1- Схема поглиблення ствола ш. ім. Фрунзе

- 1-підйомна машина ;
- 2-лебідки для підвіски прохідницького обладнання ;
- 3-виробка для спуску породи;
- 4-сліпий ствол ;
- 5-поглиблюючий ствол ;
- 6-виробка для спуску матеріалів

Основні етапи та технології:

1. Підготовка до робіт:

- детальне геологічне дослідження ділянки, де планується поглиблення;
- проведення необхідних розрахунків міцності гірських порід та стійкості виробок;
- розробка детального проекту робіт з урахуванням всіх технологічних особливостей та вимог безпеки.

2. Проходження підготовчих виробок:

- проходження підйомного колодязя для подачі бетону з відмітки 985 метрів;
- створення підземних камер для розміщення обладнання, необхідного для поглиблення ствола (лебідок, компресорів тощо);
- проходження похилого ходу для транспортування видобутої породи.

3. Безпосереднє поглиблення ствола:

- спорудження захисного цілика на глибині 11 метрів нижче відмітки 985 метрів;
- поступове поглиблення ствола під захистом цілика;
- бетонування стін ствола для забезпечення його міцності та стійкості.

4. Транспортування породи:

- видобута порода за допомогою спеціальних механізмів подається по похилому ходу в зумпф ствола Сліпа – Поглиблювана ;
- з використанням вібролюка порода завантажується в баддю і піднімається на поверхню.

Основні недоліки проекту:

- значні обсяги тимчасових виробок: проходження додаткових виробок призводить до збільшення вартості проекту та тривалості робіт;
- ризик виникнення гірничих ударів: наявність великої кількості підземних виробок може призвести до порушення стійкості гірського масиву і виникнення гірничих ударів.

					<i>Розділ 3</i>	<i>Арк.</i>
						80
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Висновки

Основним недоліком цієї схеми є великий обсяг тимчасових гірничих виробок, необхідних для розміщення прохідницьких лебідок. Будівництво цих виробок вимагає значних витрат матеріалів і трудових ресурсів. Ці витрати не виправдані, оскільки після завершення поглиблення ствола і під час подальшої експлуатації шахти ці тимчасові виробки майже не використовуються. Крім того, наявність великих за перетином виробок біля ствола створює додаткові зони концентрації напруг у масиві порід, що збільшує ризик гірських ударів і потребує використання матеріалоемних кріплень.

В даній роботі запропонована більш ефективна схема для оснащення поглиблення ствола, яка включає використання гідравлічних систем для підвіски обладнання для бетонування.

Завдяки тому, що гідравлічну систему можливо розташувати на стаціонарних полках у перетині ствола, зменшено обсяг тимчасових камер. Також було запропоновано перемістити камеру підйомної машини ближче до ствола шахти Сліпа – Поглиблювана . При цьому положення точок сходження канатів для підвішування прохідницького обладнання залишилося без змін, що дозволило раціональніше розмістити прохідницькі лебідки, не змінюючи конфігурацію обладнання, запроповану інститутом Кривбаспроект .

Для реалізації цієї схеми було необхідно розрахувати параметри стаціонарних полків для встановлення гідравлічних підйомників з блоком керування, що було зроблено в розділі 2. Окрім того, треба обґрунтувати параметри кріплення камер лебідок підвіски технологічного обладнання при поглибленні ствола а також вибрати технічні засоби для спорудження об'єкту.

3.3. Обґрунтування параметрів кріплення камер в яких розміщені лебідки підвіски прохідницького обладнання

Камера для прохідницьких лебідок на відмітці 985 метрів шахти імені Фрунзе проходить через гірську породу амфіболіт. Ця порода досить

					<i>Розділ 3</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		81

тріщинувата: в середньому зустрічається 1-2 великих тріщини на метр, оточені мережею дрібніших. Тріщини розташовані хаотично під різними кутами, але частіше під кутом 45-60 градусів до горизонту.

Амфіболіт має наступні характеристики:

- високу щільність (3,06 тони на кубічний метр),
- значну міцність на стиск (144 мегапаскалі) та
- достатнє зчеплення частинок породи між собою.

Однак, через наявність тріщин, фактична міцність породи в масиві може бути нижчою, ніж у лабораторних умовах. Для оцінки міцності породи в природних умовах використовується спеціальна формула Г.Л. Фісенко, яка враховує вплив тріщин на міцність гірського масиву.

Висновок.

При спорудженні тимчасових камер для прохідницьких лебідок на глибині 985 метрів шахти імені Фрунзе маємо справу з гірською породою амфіболіт. Ця порода досить міцна, але в ній багато тріщин. Отже треба оцінити стійкість гірського масиву та розрахувати кріплення камер в яких розміщені прохідницькі лебідки.

Якщо камери, що мають значний переріз, споруджується в породах, які дуже тріщинуваті, то гірський тиск може спричинити вивали.

Так як основне кріплення таких камер – це штанги, то для їх розрахунку потрібно врахувати наявність тріщин. В цьому випадку головним є то, як вірно знайти розмір зони, яка утворюється біля виробки при її руйнуванні. При цьому штанги потрібно вибирати, враховуючи схему підвіски, тріщинуватих порід до міцних порід, що належать масиву без порушень його структури.

Дані досліджень вчених свідчать про те, що порівняння навантажень у гірських породах дає можливість достатньо точно знайти зони в яких руйнуються породи. При цьому необхідно правильно обґрунтувати критерій міцності.

Існують два випадки такого обґрунтування [23].

Перший – коли спираються на гіпотезу, яка передбачає зрушення гірських

					<i>Розділ 3</i>	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

порід від дії розтягу, який створюють нормальні напруги. Цей випадок для Кривбасу неактуальний, так як бічний розпір для порід Кривбасу знаходиться в межах від 0,4 до 1. При такому розпорі напруг, які розтягують породи, практично не існує. Руйнування виникне лише в тому випадку, коли напруги, що є дотичними, будуть вище ніж сили, що забезпечують зчеплення по площадках породи. Зони, в яких порода руйнується, в цьому випадку обґрунтовується прямолінійними, які будуються навколо кругів Мора.

Другий – коли можливо руйнування блоків порід, або їх розвертання. При цьому порода руйнується як ізотропний масив однорідного характеру. В цьому випадку критерій міцності повністю задовольняє умові Кулона-Мора.

Для визначення зон, де гірські породи навколо підземної виробки можуть зруйнуватися, враховують два основних фактори:

- перший, це загальна кількість тріщин у породі
- другий, це напрямок їх розташування.

Оскільки в гірських породах зазвичай є кілька систем тріщин, розрахунок ведуть для кожної системи окремо. Потім порівнюють отримані результати і визначають найбільшу зону можливого руйнування.

На основі описаного методу було створено спеціальну комп'ютерну програму, яка дозволяє розрахувати потенційні зони руйнування навколо підземних виробок різної форми, з урахуванням різних варіантів розташування тріщин у породі.

За допомогою цієї програми було проведено розрахунок зон можливого руйнування навколо камери для підйомних механізмів. При розрахунку використовували відомі характеристики гірської породи амфіболіту. Оскільки тріщини в цій породі розташовані хаотично, для розрахунків було обрано найгірший варіант - коли тріщини розташовані паралельно стінці камери, що створює найбільшу небезпеку обвалу.

Криворізький НДГРІ розробив методику, по якій можливо визначати коефіцієнт бічного розпору. Ця методика і використовувалася при розрахунках.

					Розділ 3	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок робився на основі програми, розробленої КНУ. Вихідні дані підготовлювалися в такій послідовності, яка наведена в таблиці 3.1.

Табл.3.1.

Послідовність підготовки вихідних даних

<p>1) кількість точок на координатній кривій – 14;</p> <p>2) радіальні координати цих точок: 1- 1,01; 1,02; 1,04; 1,07; 1,1; 1,15; 1,2; 1,3; 1,4; 1,6; 1,8; 2; 2,4; 3;</p> <p>3) призначаються кількість перетинів виробки, номер перетину, починаючи з якого буде проводитися розрахунки й номер перетину, яким закінчується розрахунок;</p> <p>4) призначаються довжини променів, що задають перетин виробки : 1 – (1,65 ; 1,7; 1,3; 2; 2,4; 3; 3,5; 3,95; 2,7; 1,9; 1,55; 1,4; 1,3);</p> <p>5) призначається початкове значення, кінцеве значення й крок зміни кутової координати контуру виробки : 0; 360; 10;</p> <p>6) задаються фізико-механічні властивості масиву порід :</p> <ul style="list-style-type: none"> - середній обсяг структурного блоку, м³ -0,125; - зчеплення порід по контактах тріщин, МПа -0,5 ; - зчеплення порід у масиві (в обсязі елементарного структурного блоку), - МПа -29 ;зчеплення масиву порід, МПа - (-1) ; - кут внутрішнього тертя порід, град. -39 ; - кут тертя порід по контактах тріщин, град. - 39 ; - питома вага порід, Н/м - 30,6 ; <p>7) визначається число систем тріщин у масиві - 1 і призначається максимальна кількість варіантів кутів падіння тріщин для однієї системи - 3;</p> <p>8) задаються азимуту напрямку падіння систем тріщин, град. - 90;</p> <p>9) призначаються варіанти кутів падіння для кожної системи тріщин :30;45;90 ;</p> <p>10) задаються максимальні значення кутів падіння тріщин, град. - 60 ;</p> <p>11) азимут напрямку виробки, град. задаються :</p> <ul style="list-style-type: none"> - проєктована глибина закладення виробітку, м - 985; - глибина нижнього обрію, м - 985 ; - висота поверху, м - 75; <p>12) вибирається діапазон зміни значень коефіцієнта бічного розпору :</p> <ul style="list-style-type: none"> - початкове значення - 0,9 ; - кінцеве значення - 0,9 ; - крок зміни - 0,1 ; <p>14) вказується режим роботи програми :</p> <ul style="list-style-type: none"> - визначення зон порушення площини порід, утворених в результаті зрушення по площині тріщини –1; - і в результаті зрушення по майданчиках, що не збігаються із площиною тріщин - 3.

Результати розрахунку на ЕОМ дали змогу побудувати графіки, які відображають характер формування зон деформацій навколо виробок. Для камери, в якій розташовані поглиблюючі лебідки, ці зони наведені на рис. 3.2. Розмір цих зон змінюється від 0,39 м до 1,23 м.

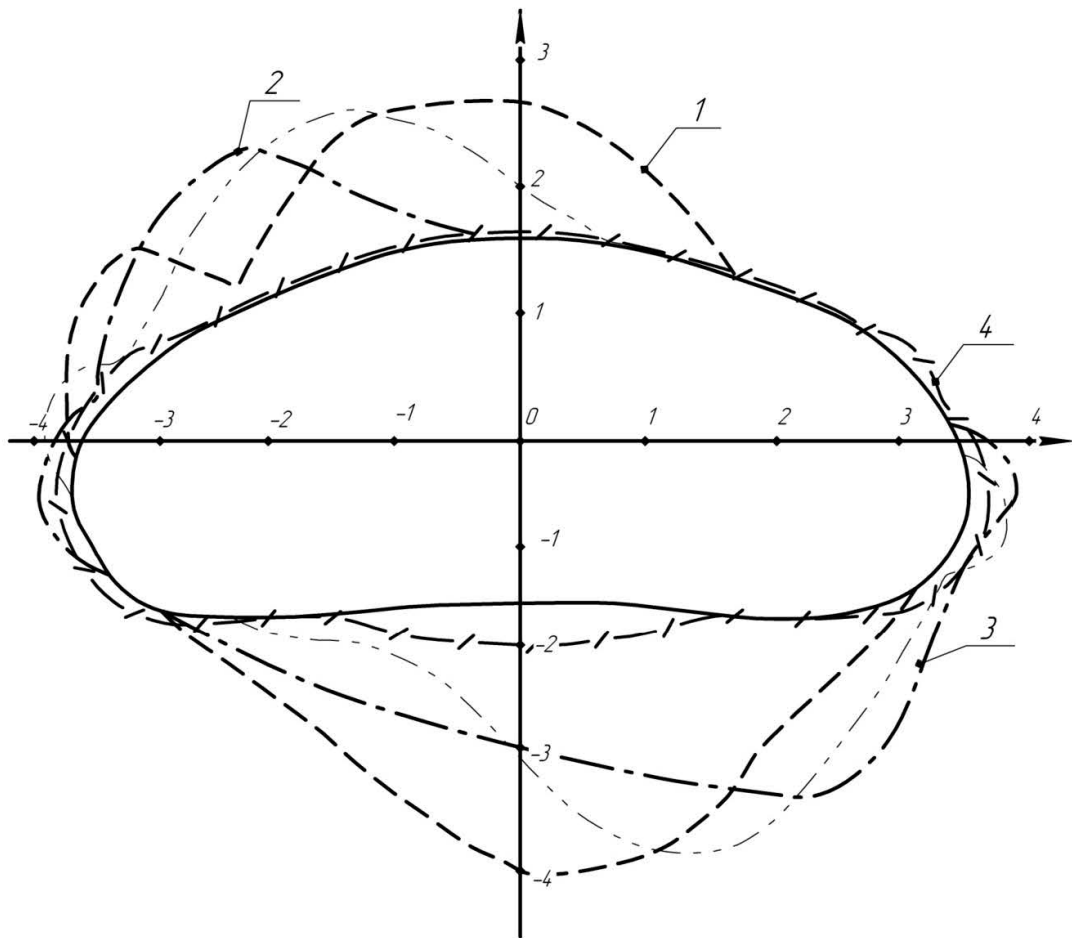


Рисунок 3.2 - Графіки зон розшарування порід навколо камери поглиблюючих лебідок.

Висновок.

Так як руйнування контуру камер незначне, то можливо застосувати лише набризгбетонне кріплення без застосування штанг.

3.4. Обґрунтування технічних засобів для спорудження об'єкту

3.4.1. Вибір засобів підйому, бадді та підйомного канату

Під час поглиблення шахтних стволів за визначеними технологічними схемами використовується підйомне обладнання. Воно призначене для виконання таких операцій: спуск і підйом людей, транспортування матеріалів та обладнання, а також виведення на поверхню породи, що добувається.

					Розділ 3	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До складу прохідницького підйомного комплексу входять: лебідка з підйомним канатом, спеціальна ємність для вантажу (прохідницька баддя) з механізмом для чіплення і направляючими, а також система направляючих канатів і шківів для забезпечення безпечного руху бадді.

Для виконання прохідницьких робіт за комбінованою схемою пропонується використовувати підйомну машину типу Ц-2х1,5. Ця машина комплектується баддями місткістю від 0,75 до 1 кубічного метра. Детальні технічні характеристики машини наведено в таблиці 3.2. [15].

Прохідницькі бадді застосовуються для транспортування породи, людей та матеріалів під час поглиблення шахтних стволів. Існують два основних типи бадей: несамопрокидуючі (БПН) та самопрокидуючі (БПС). БПС відрізняються більш обтічною формою та наявністю цапф для автоматичного розвантаження. БПН розвантажуються вручну за допомогою троса та гака. Вибір типу бадді залежить від діаметра ствола, кроку поглиблення та інших факторів.

Бадді БПН використовуються для стволів невеликого діаметру їх розвантаження здійснюється за допомогою тросу та крюка. Вони мають низьку швидкість руху та потребують багато часу на розвантаження.

					<i>Розділ 3</i>	Арк.
						86
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Табл. 3.2

Технічна характеристика підйомної машини Ц-2х1,5

Кількість барабанів	1	
діаметр барабанів, м	2	
ширина барабанів, м	1,5	
статичний натяг канату, $H \cdot 10^4$	6,3	
рознос статичних натягів канату, $H \cdot 10^4$	4	
Максимальний діаметр канату, мм	30,5	
Висота підйому при навивки канату:		
в один шар, м	165	
в два шари, м	385	
в три шари, м	620	
Швидкість підйому, м/с	5	
передаточне число редуктора	20;30	
потужність електродвигуна, кВт	400	
Основний розмір, мм		
	довжина	5895
	ширина	5520
	висота	2335
Маса машини з редуктором без електродвигуна, т	30	

Для поглиблення стволів діаметром 6-9 м використовують бадді БПС. Використання цих баддів дозволяє в 1,5-2 рази зменшити час розвантаження.

Приймаємо баддю БПН – 2. Її характеристики якої наведені в табл. 3.3.[24].

Направляючими рамками забезпечується стабільний рух прохідної бадді по направляючим канатам, запобігаючи її розгойдуванню. Для безпеки робітників, які перебувають у бадді, всі рамки обладнані захисними зонтами. Причіпні пристрої, такі як УПП-5, служать для надійного кріплення бадді до підйомного каната і забезпечують безпечну її зчіпку та розчіпку. Технічні характеристики УПП-5 наведено в таблиці 3.4. [24].

При поглибленні ствола в нашому випадку тип підйому буде однокінцевим.

Розрахунок потрібного зусилля в канаті наведено в табл. 3.5

					Розділ 3	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3

Технічна характеристика бадді БНП-2

Місткість, м ³		2
Розміри корпусу, мм:	діаметр	1430
	висота	1350
Маса, кг		600
Відстань між канатами направляючої рамки, мм		1650
Розмір рамки, мм:	висота	1370
	ширина	1796
Маса, кг		190

Таблиця 3-4

Технічна характеристика причіпного пристрою УПП – 5:

Статистична загрузка, кН	49,05
Діаметр підйомного канату, мм	23 -35
Висота, мм	970
Ширина, мм	285
Маса, кг	118

Табл.3.5

Розрахунок потрібного зусилля в канаті

Визначаємо кінцеву загрузку на канат, Н:

$$Q_0 = 9,81 \cdot (Q_6 + Q_{гр}),$$

Де Q_6 – маса бадді, причипного устрою і направляючої рамки, кг;

$$Q_6 = 400 + 118 + 380 = 898 \text{ кг};$$

$Q_{гр}$ – маса вантажу бадді, яка складається із гірничої маси і води заповненої пустоти, кг;

$$Q_{гр} = V_6 + \gamma_p + (V_6 + V_6/K_p) \cdot \gamma_v \cdot K_3;$$

γ – щільність гірничих мас в масиві,
приймаємо для амфіболітів 2800 кг/м³;

K_p – коефіцієнт розпушення породи, приймаємо 2;

γ_v – щільність води шахти, рівна 1020 кг/м³;

K_3 – коефіцієнт заповнення водою пустот в завантаженій бадді,
приймаємо 0.5;

V_6 – місткість бадді БПСМ – 1, 1 м³;

γ_p – щільність гірничої маси в розрихленому стані, кг/м³;

$$Q_{гр} = 2 \cdot 1400 + (2 + 2/2) \cdot 1020 \cdot 0,5 = 4330 \text{ кг} = 43300 \text{ Н};$$

$$Q_0 = 9,81 \cdot (600 + 118 + 190 + 4330) = 51973 \text{ Н}.$$

По кінцевому навантаженню вираховуємо вагу 1 м канату, Н/м:

$$P = Q_0 / (\sigma_v / V_0 \cdot m) - N_0, \text{ Н/м}$$

де: σ_v – розрахункове тимчасове опір розриву проволоч, $1568 \cdot 10^6$ Па;

V_0 – фактична вага канату, 100000 (1/ м³)

m – запас міцності, 7,5;

N_0 – максимальна довжина канату (в зв'язку з послідуочим поглибленням приймаємо 150м).

$$P = \frac{51973}{\frac{1568 \cdot 10^6}{100000 \cdot 7,5} \cdot 150} = 26,8 \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

Приймаємо канат закритої конструкції по ГОСТ 10506 – 76 діаметром 22 мм.

Параметри цього каната наведені в табл. 3.6.[25].

Табл. 3.6

Технічна характеристика канату Ø22мм.

Діаметр закритого канату, мм	22
Розрахункова площа перерізу всіх проволоч, мм ²	418,86
Розрахункова маса 100м змазаного канату, кг	365
Сумарне розривне зусилля всіх проволоч в канаті (кН)	670
при розрахунковому часовому опорі розриву проволоч, МПа	1568

Перевіряємо правильність вибору канату.

Його запас міцності повинен задовільняти умові

					Розділ 3	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_q \geq m$$

де:

m_q – запас міцності канату,

m - нормативний запас міцності ($m = 7,5$)

Запас міцності канату знаходимо по формулі:

$$m_q = \frac{Q_z}{Q_0} + P_0 \cdot H_0 = \frac{430 \cdot 10^3}{51973} + 26,8 \cdot 150 = 7,7$$

тут

$Q_z = 430 \text{ МПа} = 430 \cdot 10^3 \text{ Па}$ сумарне розривне зусилля усіх проволоку канату.

Так як $m_q = 7,7 \geq m = 7,5$ то умова виконується і канат вибрано вірно.

3.4.2. Обґрунтування підйомної машини

Згідно з правилами безпеки діаметр барабану прохідницьких підйомних машин ($D_б$) розраховується по формулі (при умові використання канатів з закритою оболонкою):

$$D_б \geq 60 \cdot d_k,$$

$d_k = 22 \text{ мм}$ – діаметр прийнятого канату, мм

Отже маємо:

$$D_б \geq 60 \cdot 22 \geq 1320 \text{ (мм)}$$

В наших умовах треба приймати підйомну машину у якої діаметр барабану більше 1320 мм.

Ширина барабану підйомної машини повинна задовольняти умові:

$$B_б \geq ((H_0 + h_p) / \pi \cdot D_б + 3) \cdot (d_k + \varepsilon / m_c) =$$

$$(150000 + 30000) / 3,14 \cdot 1320 + 3) \cdot (22 + 3/1) \geq 1086 \text{ (мм)}$$

де:

$H_0 = 150 \text{ м} = 150000 \text{ мм}$,

$h_p = 30 \text{ м} = 30000 \text{ мм}$ – резервна довжина канату,

$\pi = 3,14$,

$D_б = 1320 \text{ мм}$,

$d_k = 22 \text{ мм}$,

					<i>Розділ 3</i>	<i>Арк.</i>
						90
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ε – зазор між витками каната, приймаємо 3 мм,

m_c – число навивки канату, приймаємо 1 шар.

Згідно виконаних розрахунків треба прийняти підйомну машину з діаметром барабана більше ніж 1320 мм і шириною барабана більше ніж 1086 мм. Приймаємо підйомну машину Ц–1,6 х 1,2, технічна характеристика якої наведена в таблиці 3.7.

Табл. 3.7

Технічна характеристика підйомної машини типу Ц 1,6х1,2

Діаметр барабану, м	1,6
Ширина барабану, м	1,2
Статичне натягнення канату, Н х 10 ⁴	4
Різниця статичних натягнень канату, Н х 10 ⁴	4
Висота підйому при навивку канату в один шар, м	165
Швидкість підйому, м/с	4
Потужність електродвигуна, кВт	180
Основні розміри, мм	
Довжина	3370
Ширина	5500

Діаметр шківа повинен задовольняти умові:

$$D_{ш} \geq 60 \cdot d_k$$

$D_{ш}$ – діаметр шківа, мм

d_k – діаметр канату,

Для канату с $d_k = 22$ мм маємо:

$$D_{ш} \geq 60 \cdot 22 \geq 1320(\text{мм})$$

Приймаємо шків ШК – 20 .Його характеристика наведена у таблиці 3.8.

Табл. 3.8

Технічна характеристика шківа ШК – 20

Максимальний діаметр канату, мм	25
Найбільше сумарне розривне зусилля всіх проволоку канату, кН	673.2
Найбільший діаметр навивки шківа, мм	1980
Максимальний діаметр шківа, мм	2110
Відстань між осями підшипників, мм	544
Маса, кг	1164

3.4.3. Вибір обладнання для робіт по поглибленню ствола

3.4.3.1. Бурове обладнання.

Буріння шпурів будемо здійснювати перфораторами ПП – 50В. Характеристика цих перфораторів представлена в таблиці 3.9.[24].

Табл. 3.9
Технічна характеристика ручного перфоратора ПП-50В

Глибина буріння, м	3
Частота удару, с ⁻¹ №	34
Енергія удару, Дж	50
Витрата повітря, мі/с	0,06
Маса, кг	30

3.4.3.2. Обладнання для навантаження породи.

Навантаження породи при поглибленні ствола будемо здійснювати за допомогою пневмонавантажника з механічним керуванням КС – $\frac{24}{40}$. Його характеристика наведена в таблиці 3.10. [24].

Табл. 3.10
Технічна характеристика КС-24/40

Місткість грейфера, мі	0,65
Технічна швидкість прибирання м ³ /хв.	1,4
Експлуатаційна швидкість прибирання мі/год	60-70
Робочий тиск стислого повітря, МПа	0,6
Вантажопідйомність . т	5
Висота підйому грейфера , м	10
Середня тривалість циклу навантаження, с	25-30
Загально встановлена потужність двигунів , кВт	57,1
Витрата повітря (середня), мі/хв.	78
Висота грейфера , м	7
Маса , т	10

3.4.3.3. Обладнання на яке підвішується полок для поглиблення ствола та направляючі канати.

Прохідницький полок підвішується на лебідках ДПЕП – 6,3. Характеристика лебідках ДПЕП – 6,3. наведена в таблиці 3.11. Для підвіски використовується система поліспаду.

Табл. 3.11

Технічна характеристика лебідки ЛПЕП-6,3

Статичний натяг канату на першому шарі, Н·10 ⁴	5	
Канатоемність барабану, м	1000	
Діаметр барабану, мм	500	
Ширина барабану, мм	1080	
Діаметр канату, мм	22.5	
Середня швидкість руху канату, м/с	0,1	
Маса, кг	3700	
Основні розміри, мм:	довжина	2940
	ширина	2120
	висота	1500

Також використовуємо прохідницький шків ШКП – 1 – 06 – 30 – 130. Його технічна характеристика якого наведена в таблиці 3.12. [24].

Таблиця 3.12

Технічна характеристика шківа ШКП -1-06-30-130

Максимальний діаметр канату, мм	25
Радіальне навантаження, кН	200
Номінальний діаметр навивки шківа, мм	500
Максимальний діаметр шківа, мм	625
Відстань між осями підшківників, мм	300
Маса шківа, кг	167.2

Натягіння направляючих канатів бадді виконується з використання лебідок ЛРР – 6,3. Їх характеристики наведені в таблиці 3.13. [15].

Табл. 3.13

Технічна характеристика лебідки ЛПП 6,3.

Статичний натяг канату, Н·10 ⁴	6,3	
Канатоемність барабану, м	300	
Діаметр барабану, мм	570	
Діаметр канату, мм	565	
Середня швидкість руху канату, м/с	22,5	
Основні розміри, мм :	довжина	1330
	ширина	1120
	висота	1340
Маса, кг	3150	

3.4.3.4. Пристрої для аварійної евакуації.

Для аварійної евакуації людей застосовуємо рятувальну драбину ЛС – 1. Ця драбина здатна одночасно евакуювати 15 прохідників. З її допомогою також можливо виконувати роботи по обслуговуванню трубопроводів. Характеристика рятувальної драбини ЛС – 1 наведена в таблиці 3.14. [24].

Табл. 3.14
Технічна характеристика рятувальної драбини ЛС-1

Довжина, мм	14645
Габарити в плані, мм	600x600
Кількість секцій	3
Кількість людей розташованих на драбині, чол.	15
Маса, кг	353

3.4.3.5. Засоби для кріплення ствола.

Кріплення ствола бетоном передбачається з застосуванням опалубки, діаметр якої 7,5 м. Для підвіски опалубки будемо використовувати розроблені в цій роботі гідравлічні системи. Технічна характеристика опалубки наведена в таблиці 3.15 [24].

Табл. 3.15
Технічна характеристика опалубки:

Діаметр ствола, м	7,5
Діаметр зовнішній, мм:	
верх	6980
низ	7020
Висота опалубки, м	2,5
Маса, кг	17400

3.4.3.6. Засоби водовідливу

					Розділ 3	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ствол шахти ім. Фрунзе споруджується в умовах незначного притоку воли. Тому видаляти воду з забою ствола потрібно тільки ту, яка обумовлена бурінням шпурів, та воду, яка використовується на зрошення забою. Для цього достатньо використовувати лише насос Н – 1М. Характеристика цього насосу наведена в таблиці 3.16 [24].

Табл. 3.16

Технічна характеристика насосу Н-1м.

Подача, м ³ /год.	25
Тиск водяного стовпа, МПа	0,4
Привід	пневматичний
Тиск повітря, м ³ /хв	0,5
Витрати повітря, м ³ /хв	6
Діаметр повітроподаючого шлангу, мм	32
Діаметр водо нагнітального шлангу, мм	50
Довжина, мм	490
Ширина, мм	230
Висота, мм	450
Маса, кг	30

3.5.Заходи по безпечному веденню робіт при будівництві об'єкту

При виконанні робі по поглибленню ствола треба неухильно дотримуватися вимог законодавства про охорону праці, зокрема Закону України Про охорону праці та внутрішніх положень. Особливу увагу приділяють забезпеченню безпечних умов праці на шахтах, зокрема боротьбі з пилом. Для цього ми використовуємо ефективні системи вентиляції та вологого пилоподавлення, що дозволяє підтримувати оптимальні санітарно-гігієнічні умови та запобігати професійним захворюванням шахтарів."

3.5.1.Боротьба с пилом

Пилоподавлення має передбачати як засоби виключення появи пилу, так і засоби боротьби с ним [26].

					<i>Розділ 3</i>	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільш ефективно видаляють пил завіси з води, а також зволоження повітря. Для вибухових робіт потрібно використовувати забійки з води.

Крім того важливе значення має гарна вентиляція. Повітря очищується спеціальними установками ТК – 1, ВЗР – 1.

Обов'язковою умовою є використання респіраторів ШБ – 1 та інших.

3.5.2. Попередження професійних захворювань, пов'язаних з вібрацією і шумом

Вібрація, що виникає при використанні бурильних машин та іншого обладнання, є серйозною проблемою на виробництві. Вона може призвести до розвитку професійних захворювань.

Для зменшення впливу вібрації на організм працівників необхідно:

- механізувати трудомісткі процеси: використовувати бурові каретки та станки замість ручних інструментів ;
- застосовувати спеціальне обладнання: бурові установки ЛК-71 для буріння підняткових шпурів, комплекси КПВ для проходки підняткових;
- оснащувати обладнання глушниками: для зменшення рівня шуму від вентиляторів та перфраторів.

Крім того, важливо дотримуватися встановлених норм допустимої вібрації та шуму на робочих місцях."

Зниження рівня шуму можливо досягти шляхом застосування спеціального обладнання, а саме глушників типів ГШ – 5 та ГШ – 6. При їх використанні можливо знизити шум у 6 – 8 разів. При попередженні негативних наслідків від шуму треба дотримуватися ГОСТ 12.1.003 – 83 та норм згідно СН 3223 – 85.

3.5.3.Профілактика виникнення шахтних пожеж

Для забезпечення пожежної безпеки на шахтах проводяться такі заходи:

					<i>Розділ 3</i>	Арк.
						96
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- будівництво: використання негорючих матеріалів, встановлення протипожежних дверей та ляд;
- експлуатація: заборона зварювальних робіт без дозволу, обмеження кількості горючих матеріалів;
- пожежогасіння: створення аварійних складів, обладнання водопроводів, розробка планів евакуації;
- захист від вибухів: дотримання вимог пилового режиму, обмеження вибухових робіт.

Ці заходи дозволяють знизити ризик виникнення пожежі та забезпечити безпеку працівників.

На випадок виникнення пожежі складаються плани ліквідації аварії ПЛА, будуються камери, які сприяють повітропостачанню на випадок виникнення аварії, а також проводяться роботи по упорядкуванню виходів, що є запасними, а також робітникам видають саморятувальники. [26],

3.5.4. Безпека при проведенні вибухів

Для проведення БВР обов'язково потрібна наявність спеціальних документів (проектів або паспортів). Такі документи складаються при здійсненні кожного вибуху. Якщо вибухи проводять неодноразово, то можливо застосовувати типові проекти. [26].

Особливі заходи безпеки потрібні при проведенні вибухів, які є масовими. На їх проведення повинні бути спеціальні інструкції розроблені у відповідності з Єдиними правилами безпеки при вибухових роботах.

Обов'язково потрібно паспорти БВР затвердити керівництвом підприємства (директором шахти) або керівником вибухових робіт. Також с цим документом повинні бути ознайомлені всі, хто виконує вибухові роботи.

					<i>Розділ 3</i>	Арк.
						97
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3.5.5. Безпека при навантаженні гірської маси.

Одним із важливих методів зменшення утворення пилу під час навантажування породи є зрошення водою. Правильне застосування зрошення забезпечує високий рівень придушення пилу. Зниження запиленості досягається завдяки зволоженню матеріалу, що містить пил. Пилові частки об'єднуються у конгломерати, які тримаються разом завдяки волозі та молекулярним силам, що діють на поверхні частинок. Якщо кількість пилу у потоці повітря складає понад $3 - 4 \text{ мг/м}^3$, то зволоження дозволяє зменшити його на 30 – 40%. При підвищенні концентрації та витратах більшої кількості води процес зменшення утворення пилу є більш ефективним [26]

3.5.6. Техніка безпеки під час буріння

Якщо шпури буряться перфоратором, то:

- забороняється розбирати «стакани», якщо не перевірено наявності або відсутності у них залишків вибухових речовин (ВР);
- робітник має використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) від пилу та шуму;
- необхідно застосовувати системи для уловлення пилу.

Під час буріння робітники повинні слідкувати за надійним кріпленням повітряних шлангів до перфоратора та системи повітряного розподілу [26].

Перед початком роботи технічний наглядач перевіряє, чи немає в забої невибухлих шпурів. Якщо вони виявлені, то роботи необхідно зупинити. Ліквідує невибухлі заряди підрильник згідно з Єдиними правилами безпеки (ЄПБ). При наявності в зарядах електродетонаторів дроти обов'язково замикаються. У допоміжних шпурах, ліквідувати заряди можливо тільки тоді, коли відстань між шпурами не менше 30 см.

Шланги необхідно захищати від пошкоджень та скручування, дотримуючись правил зміни комплекту. Промивка шпурів стисненим повітрям має виконуватися

					<i>Розділ 3</i>	Арк.
						98
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

обережно, щоб уникнути травмування себе та оточуючих буровою пилюкою або водою.

Для визначення напрямку невибухлого шпура допускається згинання забійного матеріалу на глибину до 20 см. До початку вибухових робіт всі робітники виводяться із забою в безпечне місце з нормальним провітрюванням, захищене від обвалів і розльоту уламків.

При зарядці використовуються забійники з дерева або матеріалів, що не утворюють іскри. До початку робіт по заряджанню шпурів вибухові речовини зберігаються в контейнерах, які замикаються на надійні замки

Шпури буряться прохідниками. Перед буріння забій треба розмітити. На перфоратори встановлюють віброгасячі ручки. Без промивки шпурів водою буріння заборонено.

Буріння при поглибленні ствола виконує прохідник, який пройшов спеціальні курси та отримав відповідну кваліфікацію.

					<i>Розділ 3</i>	Арк.
						99
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВОК

Удосконалити схеми поглиблення можливо за рахунок рішень, висвітлених в даній роботі, які передбачають підвіску опалубки здійснювати за допомогою гідравлічних систем. Варто зазначити, що гідравлічні системи знайшли широке застосування за кордоном при зведенні висотних будівель за технологією ковзної опалубки.

У цій магістерській роботі виконано обґрунтування параметрів гідравлічних систем для підвіски опалубки, а також вдосконалені схеми керування гідравлічною системою. Розроблені схеми розміщення елементів гідравлічної системи на стаціонарні полки в перерізі ствола і розраховані параметри таких полків. Наведен приклад застосування гідравлічних систем для підвіски опалубки в умовах поглиблення ствола шахти ім. Фрунзе.

Економічні результати досліджень:

- зменшення об'єму тимчасових гірничих виробок, яке може складати $300 - 1000\text{м}^3$;
- скорочення термінів оснащення ствола для поглиблення на 2–4 місяці;
- зниження капітальних витрат на підготовку ствола на 10–20%.

					<i>Висновки</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. М.І. Ступнік, д-р техн.наук, проф., М.Б. Федько, С.В. Письмений, кандидати техн.наук, доценти, Криворізький національний університет, В.О. Колосов, д-р техн.наук, проф., асоціація «УКРРУДПРОМ», С.А. Курносов, д-р техн.наук, проф., Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, З.Р.Маланчук, д-р техн.наук, проф., Національний університет водного господарства та природокористування. Проблеми розкриття та підготовки рудних родовища на глибоких горизонтах шахт Кривбасу

Режим доступу: <http://surl.li/knqxb>

2. Задорожний А.М. «Строительство и реконструкция горнодобывающих предприятий» К. : ИСИОМО Украины , 1993. - 198 с.

3. Технологія організація будівництва та реконструкції шахт, навчальний посібник, рекомендований Міністерством освіти і науки України для студентів спеціальності «Шахтне і підземне будівництво» вищих навчальних закладів, ISBN 966-7103-90-0, Задорожній А.М., Жуков С.О., Козаріс В.Я., Кривий Ріг, Мінерал, 2003 р., 220 стор

4.В.Я. Козаріс, канд. техн. наук, асистент, Шаповал Б.А., магістрант. Криворізький національний університет. Шляхи скорочення обсягу тимчасових виробок при поглибленні вертикальних стволів шахт . Тези Міжнародної науково-технічної конференції «Розвиток промисловості та суспільства», КНУ, Кривий Ріг, 2024.

5.Задорожній О.М., Жуков С.О., Козаріс В.Я. Технологія й організація будівництва та реконструкції шахт. Навчальний посібник. – Кривий Ріг; Мінерал, 2003, - 223 с.

6. Козаріс В.Я., Чайковський Р.О. Розробка схеми гідроприводу комплексу малогабаритного обладнання для підвіски опалубки при поглибленні стволів. Гірничий вісник, випуск 95)1_ . Кривий Ріг, 2012, стор. 52-54.

					<i>КНУ РМ 184. 07. 08</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>			<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Шаповал</i>				<i>Стадія</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Козаріс</i>					101	3
<i>Н. Контр.</i>					<i>ГБ-23м</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Андрєєв</i>						

7. А.С. № '1406379. Оснащение ствола при его углубке. Гуль А.А., Задорожний А.М., Козариз В.Я.

8.Срібнюк С.М. Гідравлічні та аеродинамічні машини. Основи теорії та застосування. Київ, Центр нач. літератури, 2022, 328 с.

9.Сиротюк В.Г., Куліченко Ю.І., Янюк Т.С. та ін. Гірничі роботи: Чернівці: «Букрек», 2021. 136 с.: іл. ISBN 978-966-997-063-3. Режим доступу: <http://surl.li/knqpu>

10.Підземні гірничі роботи: Технологія гірничих робіт [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 184 «Гірництво», спеціалізації «Розробка родовищ та видобування корисних копалин» / М. Т. Кириченко, А. Л. Ган, С. М. Стовпник, Л. В. Шайдецька, Є. А. Загоруйко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,99 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 160 с .Режим доступу: <http://surl.li/knqqg>

11.Мала гірнича енциклопедія у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Донбас, 2007. — Т. 2 : Л — Р. — 670 с. — ISBN 57740-0828-2. Режим доступу: <http://surl.li/knqsd> <http://surl.li/knqsd>

12.О.Е.Хоменко, М.Н.Кононенко, Д.В.Мальцев. Гірничі обладнання для підземної розробки рудних родовищ. Довідковий посібник. Дніпропетровськ, НГУ, 2010. 340 с.

13.І.Б.Гевко, О.Л.Лящук, О.А.Колесник. Розрахунок підіймально-транспортної лебідки. Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. Вип.41,2007. с. 81-86.

14.Ю.С.Рудь. Основи конструювання машин. ФОП Чернявський Д.О. 2015, 492с.

15.Іванов Г.О., Бабенко Д.В., Полянський П.М. Підйомно-транспортні машини. Миколаїв, МНАУ, 2020, 156 с.

16.Л.В.Возняк, П.Р.Гімер, М.І.Мердух, О.В.Раневник. Гідравліка: начальний посібник. Івано-Франківськ, ІФНТУНГ, 2012, 327 с.

17.Електронний ресурс. Поглиблення шахтних стовбурів. Режим доступу: <http://surl.li/knrtv>

					<i>Список використаної літератури</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

18. Вугільна шахта: підручник для вузів / В.І.Бондаренко, В.Ю.Медяник, М.К.Руденко, І.А.Ковалевська. – Дніпро: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»(НТУ «ДП») Лізунов прес, 2020.-357 с.:іл.18

Режим доступу: <http://surl.li/knram>

19. Опір матеріалів. Підручник. За редакцією Г.С.Писаренка. Київ. Вища школа. 2004. 655 с.

20. Шваб'юк В.І. Опір матеріалів. Підручник. Київ. Знання. 2016. 400 с.

21. Довбуш Т.А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т. А. Довбуш, Н. І. Хомик, А. В. Бабій, Г. Б. Цьонь, А. Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 220 с

22. Геотехнології гірництва (Спорудження підземних гірничих виробок). Методичні рекомендації до виконання практичного розрахункового завдання для студентів спеціальності 184 Гірництво / Упоряд.: Гапєєв С.М., Халимендик О.В., Сторчак Г.Г.– Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2016. 22 с.

23. Управління станом масиву гірських порід./ С.С. Гребьонкін, В.Л. Самойлов, Ю.А. Петренко. – Донецьк: ДонНТУ, 2008. - 213 с.

24. Хоменко О.Є. Гірничі обладнання для підземної розробки рудних родовищ: довідковий посібник / О.Є. Хоменко, М.М. Кононенко, Д.В. Мальцев. – Д.: НГУ, 2010. – 340 с.

25. Національний стандарт ДСТУ EN 12385-4:2017 (EN 12385-4:2002 + A1:2008, IDT) «Канати сталеві дротяні».

26. «Єдині правила безпеки при розробці рудних, нерудних і розсипних родовищ підземним способом». Київ. Техніка. 2001. 218 с.

					<i>Список використаної літератури</i>	Арк.
						103
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		