Комплексна бакалаврська робота
Аналіз конструкції та організація процесу експлуатації щитового прохідницького комплексу ЩПК

Тіщенко Микола Вікторович
Частина І. Аналіз конструкції щитового прохідницького комплексу ЩПК

Паламарюк Сергій Миколайович
Частина ІІ. Організація процесу експлуатації щитового прохідницького комплексу ЩПК

Керівник роботи **проф., д.т.н. Громадський А.С.**

Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Инв. № подл

ВСТУП

Проходка горизонтальних і слабо похилих виробок є одним з головних класів технологічних процесів, що використовуються під час підземного видобутку твердих корисних копалин, наприклад металевих руд. Саме за допомогою цих процесів здійснюються етапи розкриття родовища та підготовки його до очисного виймання [1-3].

Рудне тіло знаходиться, як правило, під землею і щоб дістатися до нього і розділити його на окремі об’єми, руду в яких можна потім за допомогою буропідривних робіт перетворити на суміш транспортабельних шматків і підготувати до вивезення на поверхню з метою подальшої переробки для металургійного переділу, приходиться проходити низку підземних виробок різного перетину та орієнтації (горизонтальних, вертикальних, похилих). Багато виробок потрібно для різних господарський цілей, наприклад, для провітрювання шахтного поля, розміщення ліфтових підйомів тощо [4-7].

Способи проходки підземних виробок залежать,в першу чергу від міцності гірничих порід, в яких вона ведеться. В слабких породах проходка може здійснюватися буровим способом на повний перетин виробки. В міцних породах більше використовується буропідривний спосіб, який передбачає багаторазове повторення прохідницьких циклів, до складу яких входять послідовно виконувані операції буріння вибухових шпурів, зарядки їх вибухівкою і підривання, прибирання відбитої гірничої породи, закріплення (в разі необхідності) пройденої дільниці виробки. В останні десятиліття для проходки виробок в міцних породах все більше застосовується буровий спосіб з використанням бурильних установок шарошкового типу [8-11].

Серед традиційної техніки для проходки горизонтальних та слабо похилих підземних виробок слід відзначити різноманітні конструкції прохідницьких комплексів та комбайнів. Перші є системами сумісно працюючих гірничих і транспортних машин, які забезпечують повну механізацію основних і допоміжних робіт прохідницького циклу буропідривної проходки. Другі представляють со-

бою комбіновані машини, які виконують як мінімум дві прохідницькі операції: бурового або буропідривного відділення породи від масиву та завантаження її в транспортні засоби [8].

Обидва напрямки механізації прохідницьких робіт продовжують безупинно удосконалюватися, тому важливість та актуальність теми представленої комплексної бакалаврської роботи, присвяченої аналізу конструктивної схеми та організації процесу експлуатації щитового прохідницького комплексу ЩПК, не викликають жодних сумнівів.

Об’єкти роботи:

- частина I – технологічний процес проходки горизонтальних та слабо похилих гірничих виробок у слабких породах;

- частина II – технологічний процес експлуатації щитового прохідницького комплексу ЩПК.

Предмети роботи:

- частина I – щитовий прохідницький комплекс ЩПК;

- частина II – параметри режимів експлуатації щитового прохідницького комплексу ЩПК.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
«КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
Кафедра гірничих машин і обладнання

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної (бакалаврської) роботи

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Тема роботи:

Аналіз конструкції та організація процесу експлуатації щитового прохідницького комплексу ЩПК

Частина І

Аналіз конструкції щитового прохідницького комплексу ЩПК

РЕФЕРАТ

Аналіз конструкції та організація процесу експлуатації щитового прохідницького комплексу ЩПК. Частина І. Аналіз конструкції щитового прохідницького комплексу ЩПК. Тищенко Микола Вікторович. Криворізький національний університет, факультет механічної інженерії та транспорту, кафедра гірничих машин і обладнання, група ЗГМБ-22-1.– Кривий Ріг: КНУ, 2026.
Загальний обсяг роботи: сторінок – 114, ілюстр. – 17, табл. – 9, література – 25; креслень – 8.

Перша частина роботи присвячена вибору обладнання для проходки горизонтальних підземних гірничих виробок в умовах марганцевих шахт Нікопольського басейну та аналізу конструктивних особливостей щитового прохідницького комплексу ЩПК, розробленого в інституті ВНДПІрудмаш (м. Кривий Ріг).

Ключові слова: обладнання для механізації процесу проходки горизонтальних виробок в марганцевих шахтах, прохідницькі комплекси щитового типу, щитовий прохідницький комплекс ЩПК

1 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ

1.1 Основні засади створення комплексів технологічного обладнання

Як вже говорилося вище, комплекси гірничого обладнання, призначені для проходки підземних виробок, представляють собою сукупності окремих машин, кожна з яких має свою функцію, тобто виконує конкретну технологічну операцію загального технологічного процесу – прохідницького циклу буропідривної проходки. Аналогічну картину можна спостерігати у відношенні комплексів машин для очисного виймання гірничої маси, яке відбувається на останньому етапі розробки корисних копалин.

Використання подібних комплексів відповідає вимогам сучасного напрямку розвитку гірничодобувної галузі, а саме: переходу до нових поколінь високоефективної техніки, здатних суттєво покращити умови праці гірників, підвищити її продуктивність, максимально скоротити частку застосування ручної праці.

Зростання експлуатаційних показників окремих машин не викликає помітного підвищення загальної ефективності виконання того чи іншого технологічного процесу і не дозволяє втілювати прогресивні потокові технології виробництва через неповне використання можливостей техніки та недостатній рівень її взаємодії.

У зв’язку з цим, надзвичайно важливою стає необхідність створення комплексів машин, окремі ланки яких максимально узгоджені між собою за основними параметрами та показниками. Машини комплексу повинні об’єднуватися та утворювати єдину систему за рахунок використання технологічних, а за потреби й кінематичних і конструктивних зв’язків між ними [12].

В подібній системі, розрахованій на виконання робіт в певній технологічній лінії, обов’язковою умовою є дотримання наступного правила: продуктивність будь-якої з машин системи не може бути меншою за продуктивність установки, що стоїть в цьому технологічному ланцюзі перед нею. Тому машини комплексу повинні підбиратися з урахуванням цього важливого принципу.

1.2 Прохідницькі комплекси для проведення горизонтальних виробок буропідривним способом

Таким чином, для прохідницьких комплексів головною вимогою є наявність технологічного та кінематичного об'єднання окремих машин, що входять до їхнього складу, в єдину систему, яка реалізує процес виконання операцій прохідницького циклу [8]. Ці операції можуть здійснюватися як послідовно, так і паралельно, але головний технологічний параметр процесу проходки – його продуктивність – визначатиме основна машина комплексу – прохідницька.

Комплекси для проходки горизонтальних і слабо похилих виробок буропідривним способом у класичному варіанті складаються з наступного механізованого обладнання [8-11,13]:

- бурильної установки (прохідницької машини) для буріння прохідницьких шпурів;

- навантажувально-транспортної машини (або навантажувальної машини і транспортних засобів різних типів) для прибирання і транспортування відбитої гірничої маси;

- машини допоміжного призначення, до яких відносяться:

  - засоби механізації операцій зарядки прохідницьких шпурів вибухівкою;

  - засоби механізації кріпильних робіт;

  - засоби механізації для місцевого провітрювання та осушення виробок;

  - засоби механізації для доставки матеріалів і обладнання, а також перевезення людей;

  - засоби механізації для монтажу і ремонту обладнання, а також будівництва комунікацій.

Усі ці установки можуть базуватися на ходових механізмах колісно-рейкового, гусеничного або пневмошинного типів та бути обладнані електричними, дизельними чи пневматичними приводами.

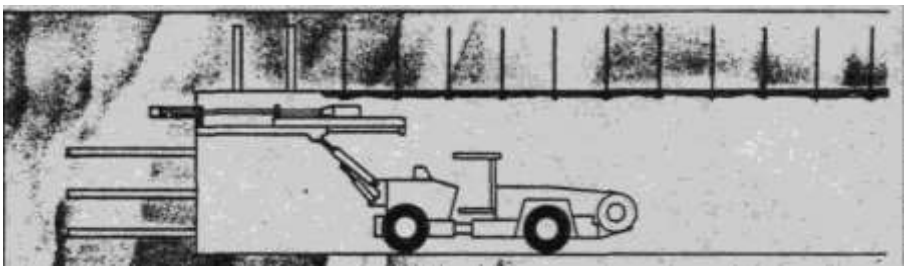
На рис. 1.1 показана схема прохідницького комплексу КГВ-1 для проведення горизонтальних виробок буровибуховим методом [8]. До його складу входять навантажувальна машина 1 з бічним нагортанням гірничої маси і гусеничним ходом (типу ПНБ), перевантажувальний пристрій 2 конвеєрного типу, вагонетки 3 типу УВГ-3,3 (під перевантажувальний пристрій розміщується дев'ять-десять таких вагонеток), бурильна машина 4 для проходки вибухових шпурів у забої, бурильна установка 5 портального типу, пристрій 6 для зведення металевого аркового кріплення, монтажний візок 7 для транспортування кріпильних арок 8 та іншого необхідного матеріалу й інструменту, кріпильний поміст 9, ланки тимчасового рейкового шляху 10, а також обладнання для механізованої зарядки шпурів вибухівкою (на рисунку не показано). Використання такого комплексу забезпечує механізацію практично усіх основних та допоміжних операцій прохідницького циклу.

Сучасний етап розвитку світового гірничодобувного виробництва характеризується широким використанням прохідницьких комплексів, що формуються на базі самохідного автономного обладнання на пневмошинному ходу з дизельними або електричними приводами. Такі машини створюються на принципах уніфікації та комбінування технологічних функцій і можуть використовуватися також і на очисних роботах. На рис. 1.2 показані основні операції прохідницького циклу буропідривної проходки горизонтальних та слабо похилих виробок за допомогою подібної техніки [11].

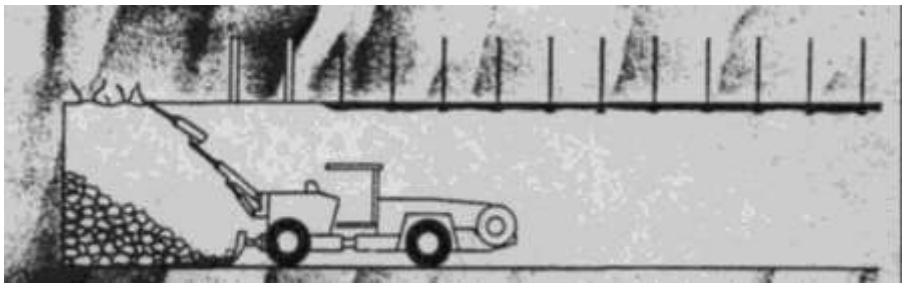
Самохідні машини, як правило мають шарнірно-зчленовану ходову частину, максимально пристосовану для використання у стиснених умовах підземних виробок. На рис. 1.3 показані принципові схеми шахтної бурильної установки та навантажувально-транспортної машини з вантажонесучим ковшем [10,11].

1.3 Прохідницькі комплекси для проведення горизонтальних виробок буровим (комбайновим) способом

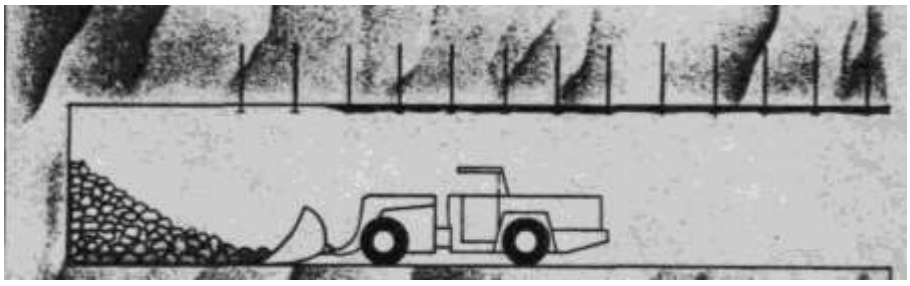
Застосування прохідницьких комбайнів докорінним чином змінює техно-



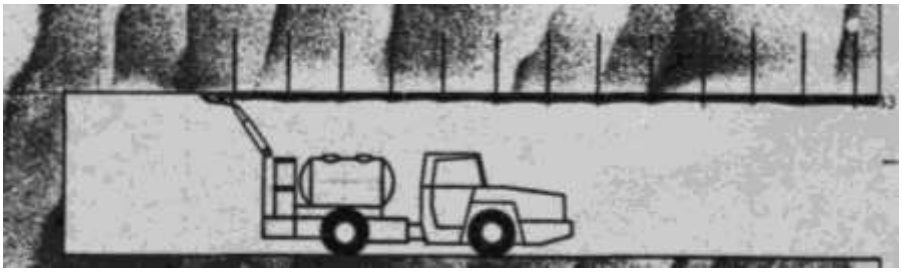
а



б



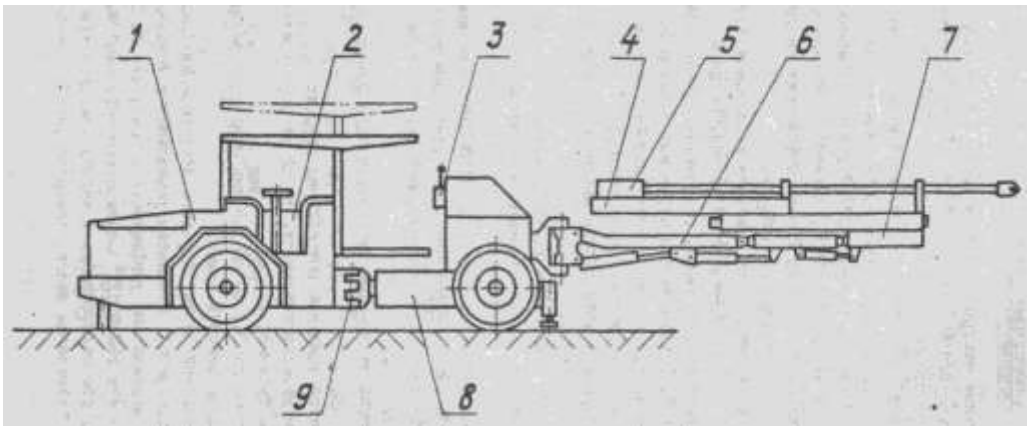
в



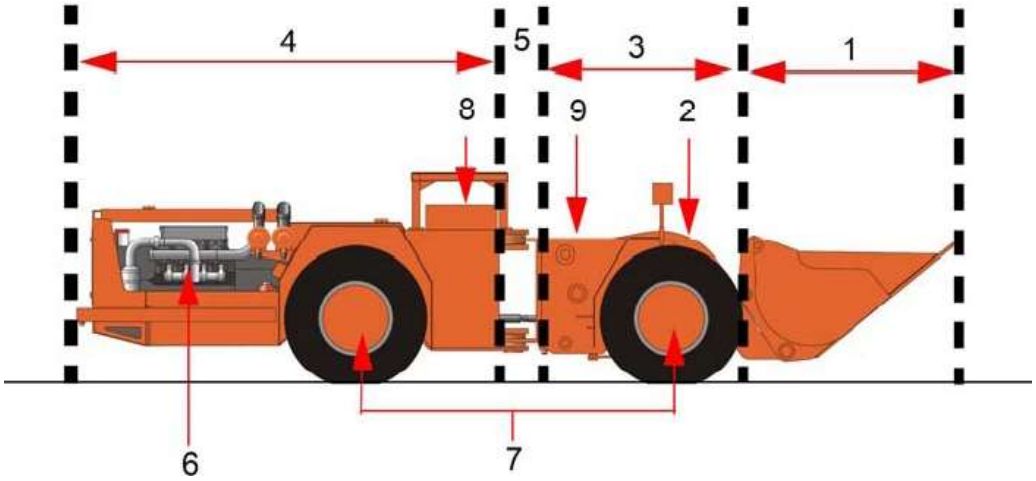
г

Рисунок 1.2 – Операції прохідницького циклу буропідривної проходки горизонтальних та слабо похилих виробок за допомогою комплексів самохідного механізованого обладнання: *а* – буріння; *б* – оббирання покрівлі; *в* – прибирання відбитої гірничої маси; *г* – кріплення виробки набризк-бетоном

логію проведення горизонтальних гірничих виробок шляхом переходу від багатоопераційного способу буропідривної проходки до безперервно-потокової технології бурової проходки на повний перетин виробки, при якій усі основні прохідницькі операції виконуються паралельно.



а



б

Рисунок 1.3 – Принципові схеми основних машин комплексів самохідної техніки для буропідривної проходки горизонтальних та слабо похилих виробок:
а – шахтної бурильної установки (1 – тягач; 2 – кабіна керування; 3 – пульт керування бурінням; 4 – пристрій подавальний; 5 – головка бурильна; 6 – маніпулятор; 7 – позиціонер; 8 – напівпричіп; 9 – пристрій зчіпний)
б – навантажувально-транспортної машини з вантажонесучим ковшем (1 – ківш; 2 – стріла; 3 – піврама передня; 4 – піврама задня; 5 – шарнір центральний; 6 – відсік моторний; 7 – шини; 8 – відсік оператора; 9 – гідравлічна система)

Комбайновий спосіб проходки завоював останнім часом переважні позиції в проходці вертикальних і круто похилих виробок і поступово розширює сферу присутності в галузі проведення горизонтальних і слабо похилих виробок.

Прикладом техніки, що працює подібним чином, може бути комбайн для проведення горизонтальних гірничих виробок КГК-3750, розроблений свого часу в інституті ВНДПрудмаш (м. Кривий Ріг) [14]. Комбайн розрахований на про-

ходку виробок діаметром 3,75 м в породах і рудах з коефіцієнтом міцності до 14 за шкалою проф. М.М. Протод'яконова в шахтах безпечних у відношенні вибухів газу і пилу. Проходка виробок здійснюється шляхом шарошкового буріння на повний перетин.

Комбайн (рис. 1.4) складається з бурильної машини 1, блоків живлення 2 і допоміжних механізмів 3, електрообладнання 4, гідрообладнання 5, полозків 6 та буксира 7. Усі технологічні вузли установки змонтовані на колісно-рейкових візках з колією 750 мм і транспортуються гірничими виробками за допомогою електровозу. Решта вузлів перевозяться загальношахтними транспортними засобами.

Під час роботи комбайн у зруйнована шарошковим робочим органом гірнича маса ковшами подається на конвеєр, а потім або безпосередньо в транспортні засоби (наприклад, самохідні вагони), або за допомогою перевантажувального пристрою блоку допоміжних механізмів – у вагони електровозної відкатки. Керування комбайном здійснюється з пульта,розташованого в герметичній кабіні блоку живлення, яка має якісну звуко- та віброізоляцію..

Для механізації робіт, пов'язаних із заміною шарошок, в конструкції комбайну передбачений кран з шарнірно-згинальною стрілою. Установка також постачена механізмом для зведення кріплення, настилання рейкового шляху та навішування обладнання виробки.

Використання комбайну забезпечує підвищення продуктивності праці гірників в 1,5-2 рази; зростання темпів просування забою в 4-5 разів; скорочення витрат на кріплення та утримання виробки; зменшення на 15% перебору перетину виробки; усунення важкої фізичної праці прохідників за рахунок механізації допоміжних робіт з кріплення і ремонту рейкового шляху та обладнання виробки. В табл. 1.1 приведена технічна характеристика комбайну [14].

1.4 Прохідницькі комплекси щитового типу

Прохідницьким щитом називається пересувна металева оболонка (зазвичай

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика комбайну КГК-3750

Показники	Значення
Діаметр робочого органу, м	3,75
Технічна продуктивність, $м^3$/год.	12,0
Напірне зусилля, кН (т)	4000 (400)
Встановлена потужність, кВт	530
Максимальний радіус заокруглення виробки, м	25
Габаритні розміри, мм:	
діаметр	3750
довжина	34000
Маса комплекту поставки, кг	120000

циліндричної форми), яка служить привибійним запобіжним кріпленням під час проведення гірничих виробок. Така споруда також представляє собою прохідницький комплекс обладнання для руйнування, навантаження і доставки гірничої породи, а також для зведення постійного кріплення виробок. Прохідницькі щити найбільш повно механізують усі операції прохідницького циклу і використовуються головним чином у складних гірничо-геологічних умовах: в слабких грунтах і породах, що вимагають зведення суцільного кріплення привибійного простору, або при проведенні виробок під спорудами і водоймами.

Під захистом прохідницького щита здійснюються усі операції прохідницького циклу а його пересування відбувається за допомогою гідродомкратів, які закріплюються на щиті і спираються на постійне кріплення, що зводиться за щитом. Звісно, таке обладнання має високу ціну, але воно значно підвищує безпеку ведення прохідницьких робіт, в декілька разів прискорює швидкість проведення виробок у порівнянні з іншими способами та механізує процес зведення постійного кріплення.

Щитові комплекси широко використовуються під час проходки колекторних тунелів і тунелів метрополітену у вологих та обводнених породах з коефіцієнтом міцності $f \leq 3\text{-}4$. На рис. 1.5 показаний загальний вигляд щитового прохідницького комплексу ПМЩ-2,1Б з виконавчим органом роторного типу, який складається з прохідницького щита 1 з гвинтовою планшайбою 5, перевантажни-

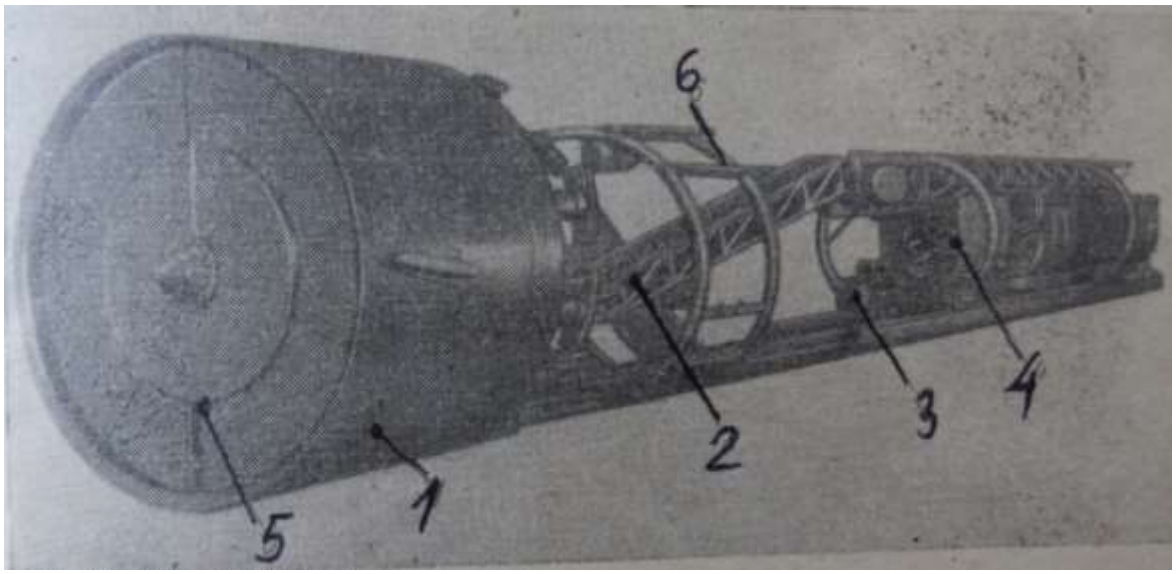


Рисунок 1.5 – Щитовий прохідницький комплекс ПЩМ-2,1Б:
1 – прохідницький щит; 2 – перевантажник породи; 3 – шляховий розминник;
4 – вагонетка; 5 – гвинтова планшайба; 6 – технологічна платформа

ка породи 2 у засоби магістрального транспорту (наприклад, у вагонетки 4), шляхового розминника 3, технологічної платформи 6 з кареткою підтримки кілець кріплення або укладальника тюбінгу, платформ для доставки кріплення, силового обладнання.

Щитові прохідницькі комплекси якнайкраще підходять для гірничо-геологічних умов шахт Нікопольського марганцевого басейну. На рис. 1.6 показана схема щитового прохідницького комплексу КПЩ-3,5, розробленого інститутом ВНДПІрудмаш саме для них (проведення виробок з кутом нахилу відносно горизонталі 0 ± 10^{o} в породах з коефіцієнтом міцності до $f = 5$) [14].

Комплекс КПЩ-3,5 – це електрифікована самохідна машина безупинної дії, яка складається з наступних вузлів: щита секційного 1, стріли з відбійно-навантажувальним органом 2, конвеєра розвантажувального 3, платформи з гідрота електрообладнанням, а також системи пилопригнічення. Щит представляє собою замкнене гідрофіковане кріплення, що захищає привибійний простір від обвалення і має чотири рухомих у поздовжньому напрямку секції, сполучені між собою в кільце замковими з'єднаннями. Кожна секція складається з окремих частин, жорстко сполучених між собою. Для забезпечення зазначеної поздовжньої рухомості (почергового крокування) секції пов'язані гідроциліндрами, а додат-

кової поперечної (розсування верхньої половини щита відносно нижньої) – гідроциліндрами з елементами фіксації. Остання функція може бути необхідною в разі виникнення екстремальних гірських тисків, викликаних простоєм щита, або гірських ударів.

Установка кільця постійного кріплення здійснюється під захистом огороджувальних козирків, прикріплених до заднього торця верхньої секції щита. В поздовжніх напрямних нижньої секції розміщені каретка з бульдозером, яка за допомогою гідроциліндрів забезпечує подачу відбійно-навантажувального органу на забій.

Розвантажувальний конвеєр служить для транспортування і завантаження гірничої маси у доставкові засоби шахтного транспорту, а система пилопригнічення – знепилення повітря робочої зони до санітарних норм.

Габаритні розміри складальних частин комплексу забезпечують можливість спуску його в шахту в кліті шириною 1500 мм.

Технічна характеристика комплексі КПЩ-3,5 приведена в табл. 1.2.

Використання комплексу забезпечує підтримку привибійного простору, суміщення в часі операцій з відбивання і навантаження гірничої маси з операціями з установки постійного кріплення, механізоване селективне відбивання і на-

Таблиця 1.2 – Технічна характеристика комплексу КПЩ-3,5

Показники	Значення
Захват робочого органу, мм:	
ширина	4000
висота	3900
Технічна продуктивність, м/год.	3,0
Потужність приводу робочого органу, кВт	50
Встановлена потужність, кВт	92,5
Габаритні розміри, мм:	
довжина	2700
ширина	3440
висота	3600
Маса, кг, не більше	40000

вантаження гірничої маси, переміщення щита без упору в постійне кріплення чи стінки виробки, захист місця установки постійного кріплення від вивалів породи з покрівлі виробки.

Далі в роботі буде докладно проаналізована конструкція щитового прохідницького комплексу ЩПК того ж розробника.

2 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС КОНСТРУКЦІЇ БАЗОВОЇ МАШИНИ

Інформація, використана в представленій роботі, узята з джерел [15-20].

2.1 Призначення виробу

Щитовий прохідницький комплекс ЩПК призначений для механізованої проходки основних горизонтальних підземних гірничих виробок (наприклад, виймальних штреків), які закріплюються металевим кільцевим піддатливим кріпленням з шахтних спецпрофілів типу СВП-27 та суцільною дерев'яною або залізобетонною затяжкою виробки.

Гірничо-геологічні умови роботи комплексу – нестійкі абразивні породи (наприклад, окисні та карбонатні марганцеві руди) з коефіцієнтом міцності до f = 4-6 за шкалою проф. М.М. Протод'яконова в шахтах Нікопольського марганцевого басейну та інших аналогічних родовищ.

2.2 Технічна характеристика комплексу

Технічна характеристика комплексу приведена в табл. 2.1 [15,18-20].

2.3 Загальний опис конструкції

Щитовий прохідницький комплекс ЩПК складається з наступних основних груп обладнання:

- щита прохідницького секційного ЩПС, що містить секційну оболонку та відбійно-навантажувальний орган;

- обладнання для доставки відбитої гірничої маси (перевантажувач ПЩ з системою розминовки вагонеток або розвантажувальний конвеєр).

На рис. 2.1 показаний загальний вигляд щита прохідницького секційного ЩПС [20], а на рис. 2.2 – його конструктивна схема.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика комплексу ЩПК

Найменування основних параметрів та розмірів	Значення
Діаметр виробки, мм:	
у світлі	3000
в проходці	3500
Технічна швидкість проходки, м/зміну, не менше:	
по окисній марганцевій руді ($f \leq 2$)	3,5-4,0
по карбонатній марганцевій руді ($4 \leq f \leq 6$)	2,5
Технічна продуктивність окремих механізмів, т/год.:	
шнекового виконавчого органу:	
по відбиванню гірничої маси	102
по навантаженню гірничої маси	122
конвеєра стріли	183
Крок переміщення комплексу, м	0,5
Параметри відбивання гірничої маси, мм:	
фронт	3600-4200
максимальна висота	3660-4000
Місткість перевантажувача	10 вагонеток ВГ-07 та візок з кріпленням
Швидкість переміщення конструкцій, м/хв.:	
приводних секцій оболонки	1,45
решти секцій оболонки	1,0
підйому стріли	9,0
повороту стріли	31,0
опори вперед	1,96
опори назад	2,54
підйому укладальника кріплення	2,0
запобіжного щитка вперед	1,96
запобіжного щитка назад	2,54
Швидкість переміщення стрічок, м/с:	
конвеєра стріли	1,96
перевантажувача (розвантажувального конвеєра)	1,1
Швидкість обертання шнеку, об/хв.	66,6
Тиск в гідросистемі (упорний), МПа:	
при переміщенні оболонки	16
при переміщенні стріли та опори	14
при переміщенні укладальника кріплення	8

Продовження таблиці 2.1

Загальна встановлена потужність, кВт	83,5
Робоча напруга, В:	
в силових ланцюгах	380
в ланцюгах керування	36
Керування	місцеве
Габаритні розміри*, мм:	
щита прохідницького (оболонки	
з відбійно-навантажувальним органом):	
по вертикальній осі	3500
по горизонтальній осі	3400
довжина	3820
перевантажувача:	
висота	2345
ширина	1840
довжина	22250
розминника (з висувними рейковими шляхами):	
висота (від сегменту кріплення виробки)	550
ширина (за платформами)	1840
довжина	35110
загальна довжина комплексу	до 61200
Маса*, кг	25000-43000
Санітарно-гігієнічні характеристики:	
рівень шуму на робочих місцях, дБА, не більше	85
рівень віброшвидкості, см/с, не більше:	
на рукоятках керування	0,45
на підніжці машиніста	0,2
освітленість робочих місць, люкс, не менше	10
запиленість повітря робочої зони (MnO_2), мг/м^3, не більше	0,3

*Параметри можуть відрізнятися в залежності від варіанту доставки відбитої гірничої маси (за допомогою перевантажувача і вагонеток або розвантажувального і штрекового конвеєрів)

Прохідницький щит має вісім секцій оболонки, які разом створюють замкнений захисний контур для механічного обладнання, що знаходиться всередині нього. Секції в контурі з'єднуються між собою за допомогою рухомих клинопо-

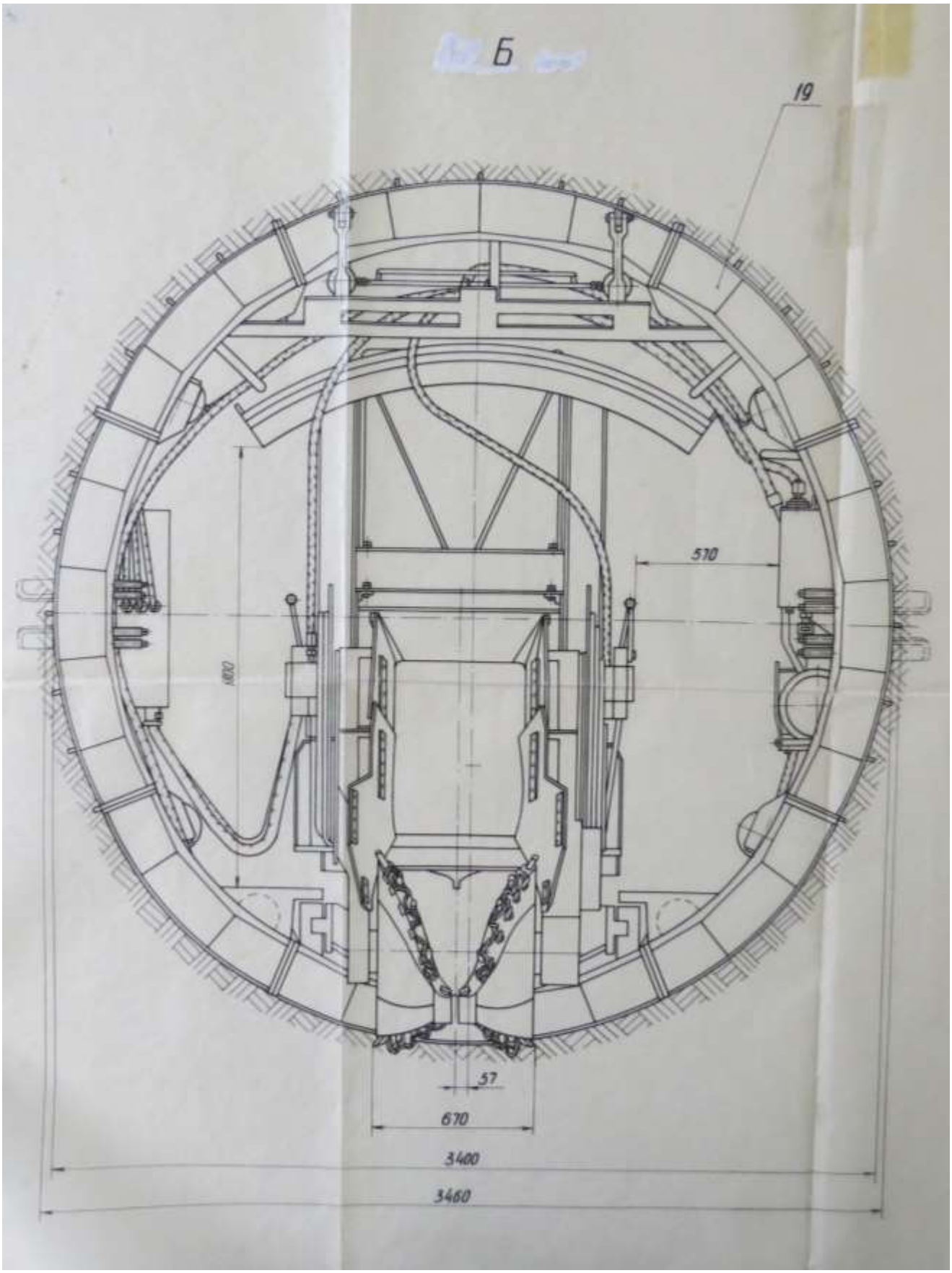
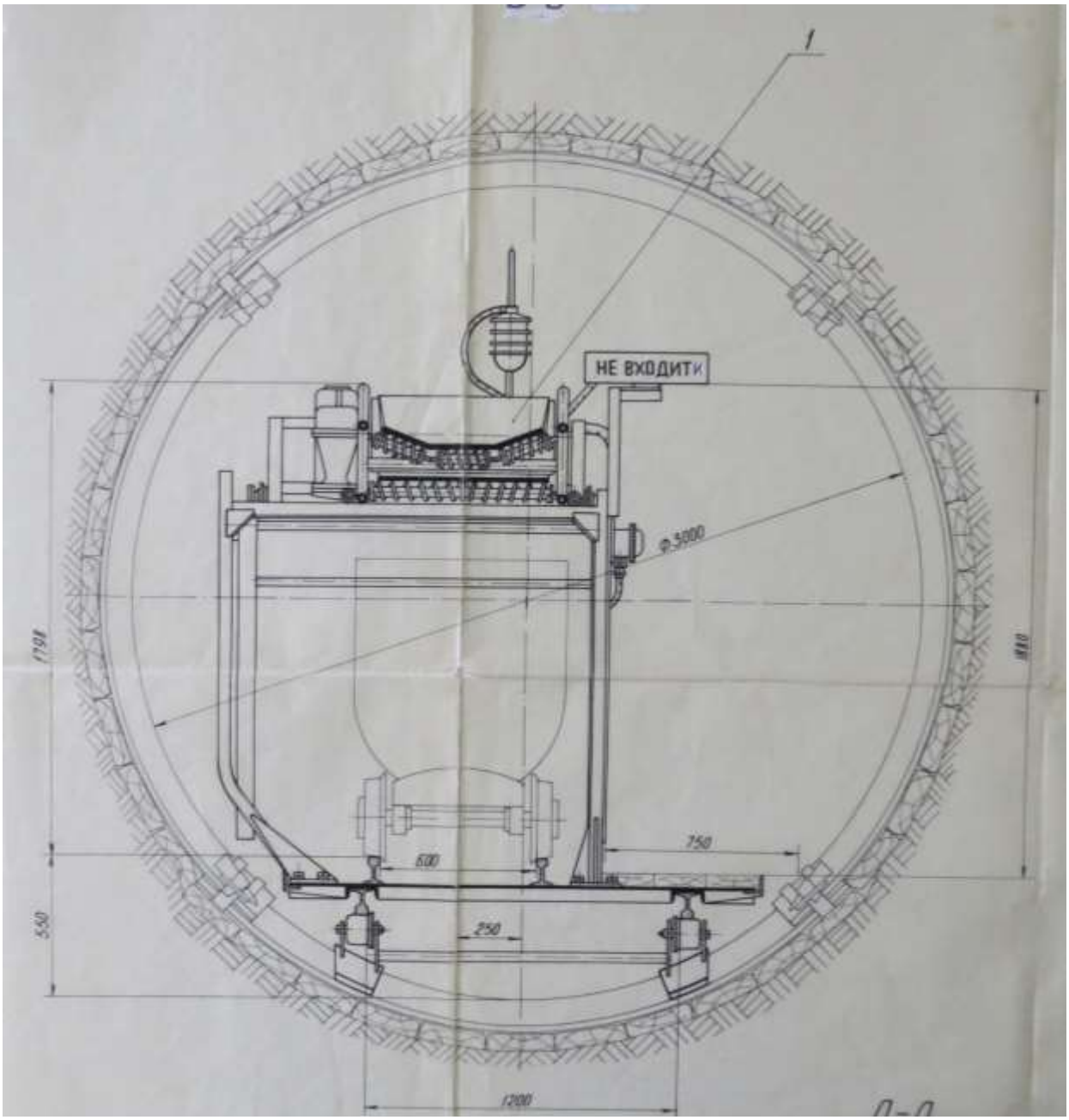


Рисунок 2.2 – Конструктивна схема щитового прохідницького комплексу ЩПК. Продовження



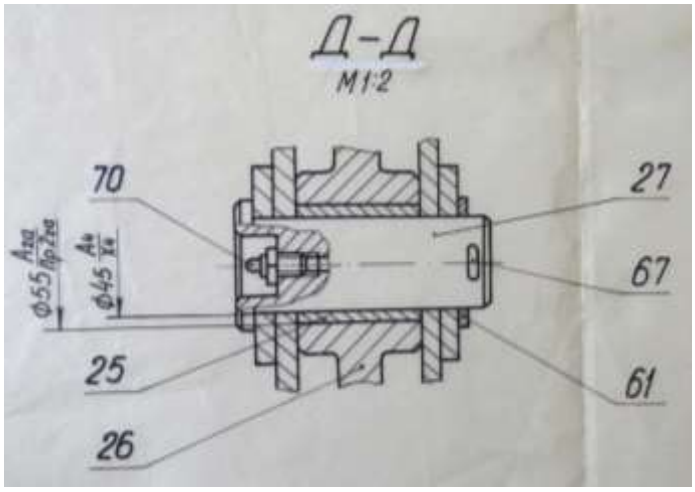
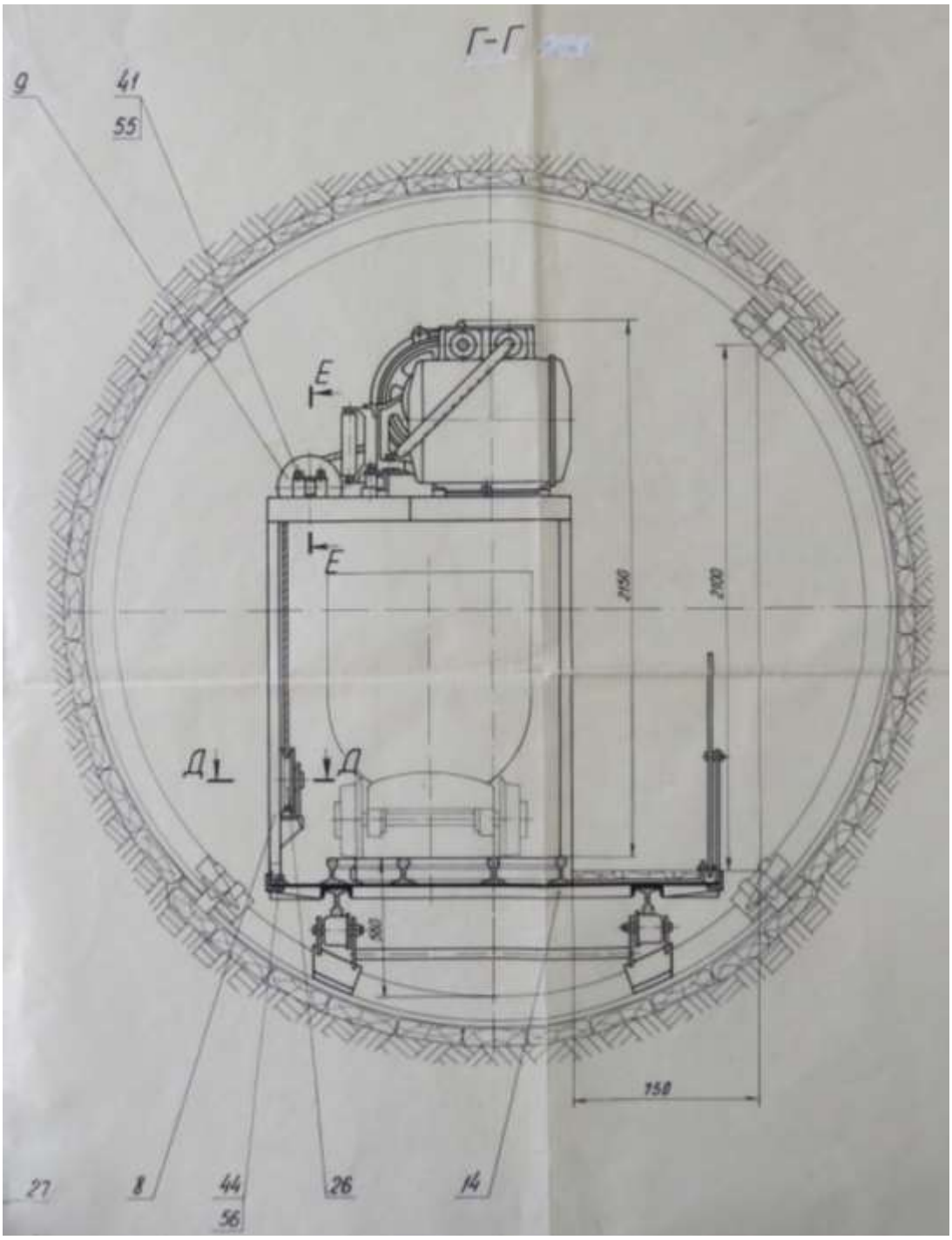


Рисунок 2.2 – Конструктивна схема щитового прохідницького комплексу ЩПК. Продовження



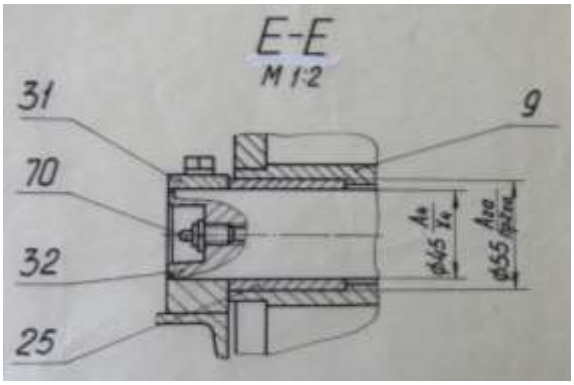


Рисунок 2.2 – Конструктивна схема щитового прохідницького комплексу ЩПК. Продовження

дібних елементів. Секції оболонки мають можливість пересування уздовж виробки за рахунок дії гідродомкратів.

У внутрішній частині щита знаходиться стріла з виконавчим відбійно-навантажувальним органом та пульт керування ним. Конвеєр останнього передає відбиту гірничу масу на перевантажувач, який завантажує нею вагонетки, що подаються під нього по рейковому шляху, обладнаному розминним пристроєм. Варіантом транспортування гірничої маси може бути розвантажувальний конвеєр, який передає матеріал на штрековий конвеєр.

Всередині щита і за ним розташоване гідро- та електрообладнання комплексу.

2.4 Маркування та пакування виробу

З лівого боку каретки комплексу за допомогою заклепок закріплена табличка за ДСТУ 12969 та ДСТУ 12971, що містить наступну інформацію:

- товарний знак підприємства-виготовлювача;
- найменування та позначення комплексу;
- порядковий номер за заводською системою нумерації;
- рік випуску.

Спосіб нанесення надпису за технологією підприємства-виготовлювача повинен забезпечити чіткість надписів на весь період служби комплексу до його списання.

Маркування тари – за ДСТУ 14192.

На шухляді, де знаходиться документація, є надпис: «Технічна документація тут».

Комплекс ЩПК повинен поставлятися у розібраному на основні складові частини вигляді.

Відбійно-навантажувальна частина та секції оболонки відвантажуються без упаковки. При цьому стріла повинна бути опущена, а вхідні отвори гідроциліндрів заглушені технологічними пробками.

Гідрообладнання, електрообладнання, запасні частини, інструмент, приладдя та технічну документацію завертають у водонепроникний папір за ДСТУ 8828 і пакують у шухляди за ДСТУ 10198. У кожну шухляду укладають пакувальний лист з переліком усіх предметів, запакованих в неї.

Усі металеві нефарбовані поверхні складальних частин комплексу (в тому числі з гальванічними та хімічними покриттями), запасні частини та інструмент мають піддаватися консервації згідно з вимогами ОСТ 24.098.02. Вибір захисних засобів та методів їхнього нанесення повинні забезпечити збереженість складальних частин комплексу під час перевезення та зберігання.

3 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ПРОХІДНИЦЬКОГО ЩИТА

3.1 Розрахунки конструктивних параметрів комплексу

3.1.1 Розрахунок оболонки щита

3.1.1.1 Оцінка величини гірського тиску, що діє на щит

На значній глибині проходки підземної виробки, коли над щитом утворюється склепіння обвалення, максимальна інтенсивність вертикального гірського тиску дорівнює:

$$q = \gamma h, \text{ т/м}^2,$$

де γ = 1,7 т/м^3 – середня об'ємна маса породи над щитом; $h = \frac{B}{2f}$ – висота склепіння обвалення над щитом, м; $B = D + 2D\,tan\left(45^o - \frac{\varphi}{2}\right)$ – проліт склепіння тиску, м (визначається за теорією проф. М.М. Протод'яконова); D – діаметр щита, м; φ – кут внутрішнього тертя породи; f – коефіцієнт міцності породи за шкалою проф. М.М. Протод'яконова.

Маємо:

$$h = \frac{D+2D\,tan\left(45^o-\frac{\gamma}{2}\right)}{2f} = \frac{3{,}5+2\cdot3{,}5\cdot tan\left(45^o-\frac{28}{2}\right)}{2\cdot0{,}5} = 7{,}7 \text{ м},$$

де D = 3,5 м; φ = 28^o; f = 0,5.

Тоді:

$$q = 1{,}7\cdot7{,}7 = 13{,}1 \text{ т/м}^2,$$

що відповідає максимальному гірському тиску ($q = 15$ т/м^2), прийнятому в технічному завданні на комплекс. В умовах шахт Нікопольського марганцевого басейну переважний нормальний гірський тиск, як показує досвід експлуатації, дорівнює $q = q_н$ = 2 т/м^2.

Вважаємо, що на оболонку щита гірничі породи тиснуть у вертикальній площині величиною q, а в горизонтальній – 0,8q, де 0,8 – коефіцієнт бічного тиску для гірничої породи.

3.1.1.2 Визначення геометричних параметрів оболонки

Схема розташування секцій та зовнішній контур оболонки показані на рис. 3.1.

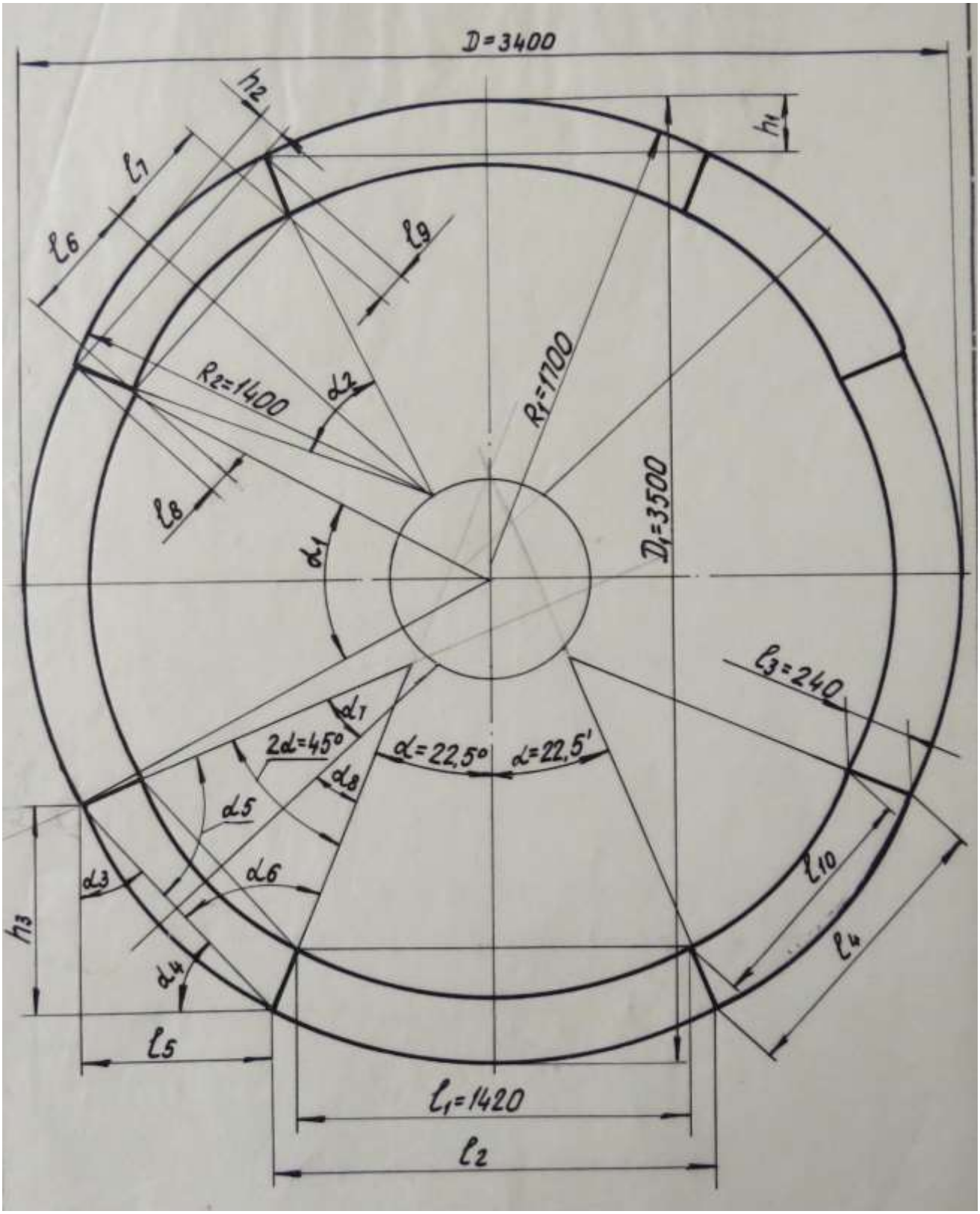


Рисунок 3.1 – Схема для визначення геометричних характеристик оболонки

Довжина хорди нижньої секції визначається на допомогою наступної формули:

$$l_2 = l_1 + 2l_3 \sin\alpha = 1420 + 2 \cdot 240 \cdot 0{,}3827 \approx 1604 \text{ мм},$$

де l_1 = 1420 мм; l_3 = 240 мм; α = 22,5°.

Довжина дуги нижньої секції дорівнює:

$$\widehat{l_2} = k_1 R_1 = 0{,}9826 \cdot 1700 \approx 1670 \text{ мм},$$

де R_1 = 1700 мм; k_1 = 0,9826 – величина кута (в радіанах), на який спирається дуга $\widehat{l_2}$ радіусом R_1.

$$k_2 = \frac{l_2}{R_1} = \frac{1604}{1700} = 0{,}94353 = 2\sin\frac{\alpha_1}{2},$$

звідки маємо: α_1 = 56°17,9’.

Стрілка дуги $\widehat{l_2}$ дорівнює:

$$h_1 = k_3 R_1 = 0{,}1183 \cdot 1700 \approx 201 \text{ мм},$$

де k_3 = 0,1183 – довжина стрілки одиничної окружності.

Тепер визначимо геометричні характеристики приводних секцій. Довжина хорди l_4 приводної секції дорівнюватиме:

$$l_4 = \sqrt{l_5^2 + h_3^2},$$

де l_5 і h_3 – проекції хорди l_4 на горизонтальну і вертикальну осі:

$$l_5 = \frac{D_2}{2} - \frac{l_2}{2} - h_1 = \frac{3400}{2} - \frac{1604}{2} - 201 = 697 \text{ мм};$$

$$h_3 = \frac{D_1}{2} - \frac{l_2}{2} - h_1 = \frac{3500}{2} - \frac{1604}{2} - 201 = 747 \text{ мм}.$$

Тоді маємо:

$$l_4 = \sqrt{697^2 + 747^2} \approx 1022 \text{ мм}.$$

Довжина дуги $\widehat{l_4}$ приводної секції дорівнює:

$$\widehat{l_4} = k_4 R_2 = 0{,}747 \cdot 1400 \approx 1046 \text{ мм},$$

де R_2 = 1400 мм.

k_4 = 0,747 – величина кута (в радіанах), на який спирається дуга $\widehat{l_4}$ радіусом R_2:

$$k_4 = \frac{l_4}{R_2} = \frac{1022}{1400} = 0{,}73 = 2\,sin\frac{\alpha_2}{2}.$$

Звідси маємо: $\alpha_2 = 42^o48'$.

Стрілка дуги $\widehat{l_4}$ дорівнює:

$$h_2 = k_5 R_2 = 0{,}06896 \cdot 1400 \approx 97 \text{ мм},$$

де k_5 = 0,06896 – довжина стрілки одиничної окружності.

Тепер визначимо кути нахилу напрямних приводних секцій:

$$tan\,\alpha_3 = \frac{l_5}{h_3} = \frac{697}{747} = 0{,}9331,$$

звідки маємо: $\alpha_3 = 43^o01'$.

Далі:

$$\alpha_4 = 90^o - \alpha_3 = 90^o - 43^o01' = 46^o59';$$

$$\alpha_5 = 90^o + \alpha - \alpha_3 = 90^o + 22^o30' - 43^o01' = 69^o29';$$

$$\alpha_6 = 90^o + \alpha - \alpha_4 = 90^o + 22^o30' - 46^o59' = 65^o31'.$$

Таким чином, кути напрямних приводних секцій дорівнюють: $\alpha_5 = 69^o29'$, $\alpha_6 = 65^o31'$ або $\alpha_7 = 20^o31'$, $\alpha_8 = 24^o29'$.

Тепер визначимо довжину внутрішньої хорди l_{10} приводних секцій:

$$l_{10} = l_4 - l_8 - l_9 = l_4 - l_3\,sin\,\alpha_7 - l_3\,sin\,\alpha_8 =$$
$$= 1022 - 240\,sin\,20^o31' - 240\,sin\,24^o29' =$$
$$= 1022 - 240 \cdot 0{,}3505 - 240 \cdot 0{,}4144 \approx 838 \text{ мм}.$$

Нарешті:

$$l_6 = \frac{l_4}{2} - l_3\,sin\,\alpha_7 = \frac{1022}{2} - 240\,sin\,20^o31' = 511 - 240 \cdot 0{,}3505 = 427 \text{ мм};$$

$$l_7 = l_{10} - l_6 = 838 - 427 = 411 \text{ мм}.$$

Отже, в результаті розрахунку ми отримали наступні геометричні характеристики секцій:

- нижньої, верхньої та бічних секцій:

- довжина внутрішньої хорди – l_1 = 1420 мм;

- довжина зовнішньої хорди – l_2 = 1604 мм;

- довжина дуги – $\widehat{l_2}$ = 1670 мм;

- стрілка дуги – h_1 = 201 мм;

- приводних секцій:

- довжина хорди – l_4 =1022 мм;

- довжина дуги – $\widehat{l_4}$ = 1046 мм;

- стрілка дуги – h_2 = 97 мм;

- довжина внутрішньої хорди – l_{10} = 838 мм;

- довжини внутрішніх хорд відносно осі симетрії – l_6 =427 мм, l_7 = = 411 мм;

- кути нахилу напрямних – α_7 = 20°31', α_8 = 24°29'.

3.1.1.3 Розрахунки зусиль, що діють на секції оболонки

Розрахунки номінальних і максимальних тисків в гідросистемі під час переміщень кожної секції оболонки щита виконані для нормальної величини гірського тиску q = 2 т/м^2.

На кожну секцію оболонки діють наступні сили, викликані впливом гірського тиску (рис. 3.2):

$$P_a = b_a L q = 1{,}67 \cdot 3{,}62 \cdot q = 6{,}0q \text{ т};$$

$$P_b = b_b L \cdot 0{,}9q = 1{,}05 \cdot 3{,}62 \cdot 0{,}9q = 3{,}4q \text{ т};$$

$$P_c = b_c L \cdot 0{,}8q = 1{,}67 \cdot 3{,}62 \cdot 0{,}8q = 4{,}8q \text{ т};$$

$$P_d = b_d L q = 1{,}67 \cdot 3{,}62 \cdot q = 6{,}0q \text{ т},$$

де b_a, b_b, b_c, b_d – довжини дуг секцій *А*, *В*, *С*, *Д*; *L* = 3,62 м – довжина секції з козирком.

Сили, що діють на секцію, викликані власною вагою оболонки:

$$Q_1 = \frac{Q - Q_Д}{D} l_1 + Q_Д = \frac{15-2}{3{,}4} \cdot 1{,}604 + 2 = 8{,}12 \text{ т};$$

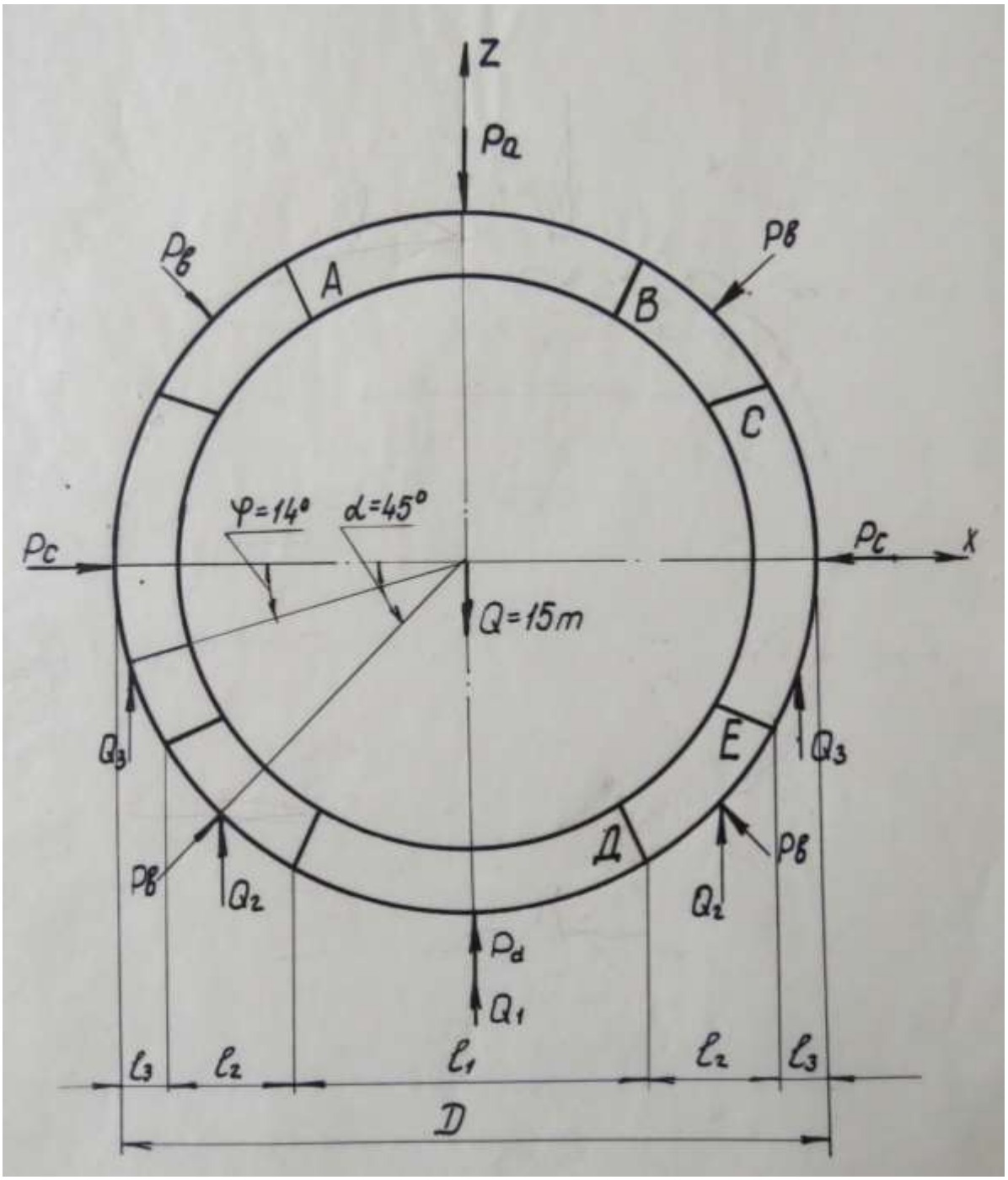


Рисунок 3.2 – Схема зовнішніх навантажень, що діють на оболонку щита

$$Q_2 = \frac{Q - Q_Д}{D} l_2 = \frac{15-2}{3{,}4} \cdot 1{,}697 = 2{,}67 \text{ т};$$

$$Q_3 = \frac{Q - Q_Д}{D} l_3 = \frac{15-2}{3{,}4} \cdot 0{,}201 = 0{,}77 \text{ т},$$

де Q = 15 т маса оболонки; $Q_Д$ = 2 т – маса нижньої секції; l_1 = 1,604 м – хорда нижньої секції *Д*; l_2 = 0,697 м – проекція ширини приводної секції на вісь *x*; l_3 = 0,201 м – стрілка бічної секції *С*.

Секції переміщаються одна відносно інших за допомогою клинових напрямних. Визначимо сили опору відносному переміщенню секцій. Сила опору складається з двох частин: сили тертя зовнішньої поверхні секції відносно гірничої маси та сили тертя в клинових напрямних. Знайдемо ці сили для кожної секції, а також величину максимального гірського тиску, при якому можливо переміщення секцій.

Нижня секція *Д* (див. рис. 3.2). Схема навантажень, що діють на цю секцію, представлена на рис. 3.3.

Сила тертя зовнішньої поверхні секції відносно гірничої маси (в розрахунку на один домкрат) складається з двох частин: сил тертя, що викликаються вагою оболонки $F'_{сД}$ та гірським тиском $F''_{сД}$:

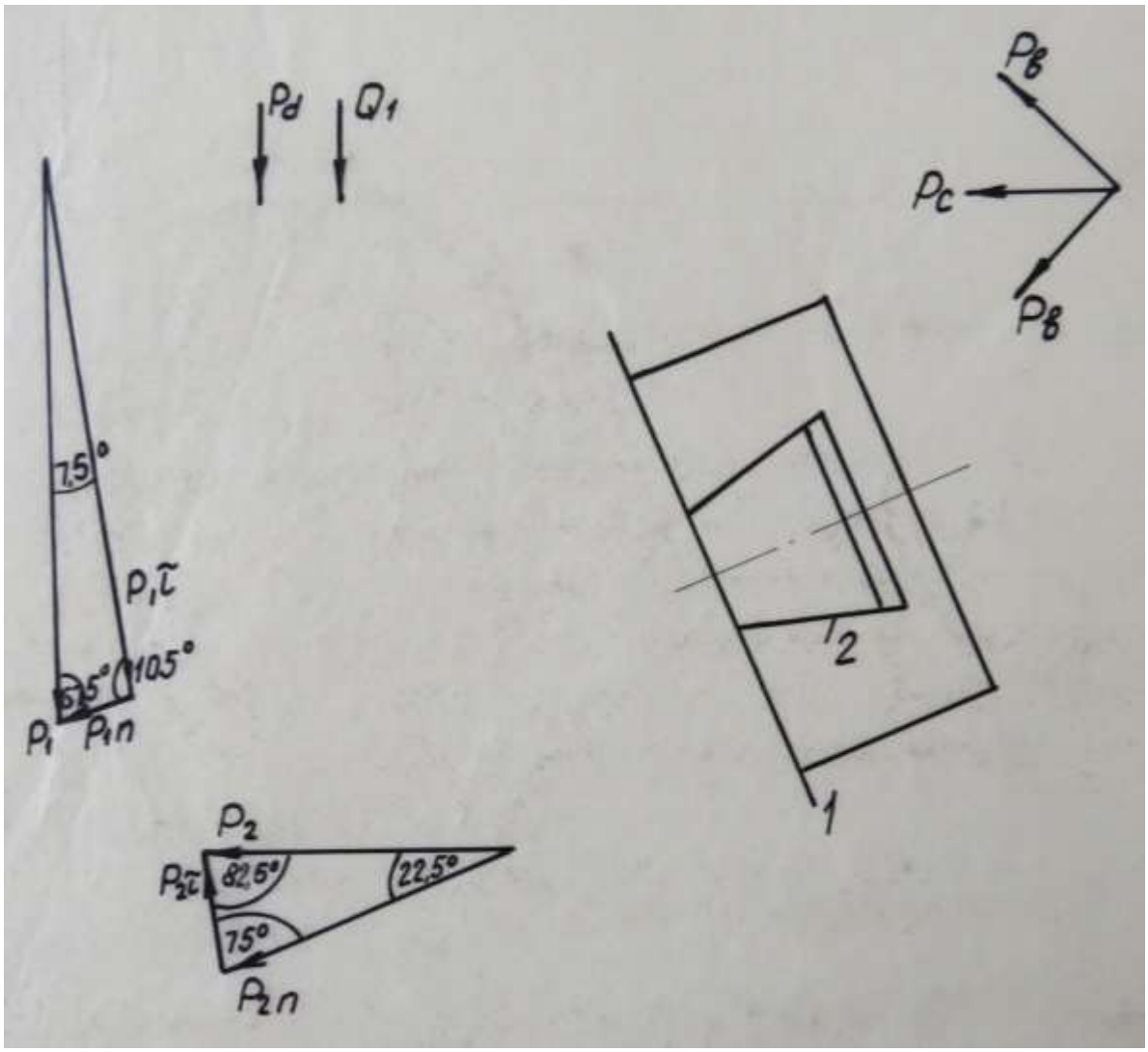


Рисунок 3.3 – Схема навантажень, що діють на нижню секцію *Д*

$$F'_{сД} = \frac{1}{2}(Q_к + Q_Д + Q_1)f = \frac{1}{2}(6 + 2 + 8{,}12) \cdot 0{,}6 = 4{,}83 \text{ т},$$

де $Q_к = 6$ т – маса комбайну;

$$F''_{сД} = \frac{1}{2}P_d f = \frac{1}{2} \cdot 6q \cdot 0{,}6 = 1{,}8q \text{ т};$$

$$P_1 = \frac{1}{2}(Q_1 + P_d) = \frac{1}{2}(8{,}12 + 6q) = (4{,}06 + 3q) \text{ т};$$

$$P_2 = \frac{1}{2}(P_c + 2P_b \cos 45^0) = \frac{1}{2}(4{,}8q + 2 \cdot 3{,}4q \cdot 0{,}7) = 4{,}8q \text{ т}.$$

Розкладемо знайдені сили P_1 і P_2 на сили нормального тиску:

$$P_{1\tau} = \frac{P_1 \sin 67{,}5^o}{\sin 105^o} = \frac{(4{,}06+3q)\cdot 0{,}92}{0{,}97} = (3{,}8 + 2{,}8q) \text{ т};$$

$$P_{1n} = \frac{P_1 \sin 7{,}5^o}{\sin 105^o} = \frac{(4{,}06+3q)\cdot 0{,}13}{0{,}97} = (0{,}5 + 0{,}4q) \text{ т};$$

$$P_{2n} = \frac{P_2 \sin 82{,}5^o}{\sin 75^o} = \frac{4{,}8q\cdot 0{,}92}{0{,}97} = 4{,}6q \text{ т};$$

$$P_{2\tau} = \frac{P_2 \sin 22{,}5^o}{\sin 75^o} = \frac{4{,}8q\cdot 0{,}38}{0{,}97} = 1{,}9q \text{ т}.$$

Їхні рівнодіючі дорівнюють:

$$P_n = P_{1n} + P_{2n} = 0{,}5 + 0{,}4q + 4{,}6q = (5q + 0{,}5) \text{ т};$$

$$P_\tau = P_{1\tau} - P_{2\tau} = 3{,}8 + 2{,}8q - 1{,}9q = (0{,}9q + 3{,}8) \text{ т}.$$

Опір в клинових напрямних:

$$F'''_{сД} = P_n f_1 + P_\tau f_2 = (5q + 0{,}5) \cdot 0{,}2 + (0{,}9q + 3{,}8) \cdot 0{,}15 =$$

$$= q + 0{,}1 + 0{,}14q + 0{,}57 = (1{,}14q + 0{,}67) \text{ т},$$

де $f_1 = 0{,}2$, $f_2 = 0{,}15$ – коефіцієнти тертя відповідно у площинах *1* і *2* (див. рис. 3.3).

Тоді маємо:

$$F_{сД} = F'_{сД} + F''_{сД} + F'''_{сД} = 4{,}83 + 1{,}8q + 1{,}14q + 0{,}67 = (2{,}94q + 5{,}5) \text{ т}.$$

Гідродомкрат може розвивати наступне максимальне зусилля:

$$F_д = P_{max} S_д = 320 \cdot 200 = 64000 \text{ кг} = 64 \text{ т},$$

де P_{max} = 32 МПа = 320 кг/см^2 – максимальний тиск і гідросистемі, а площа поршня домкрату $S_д$ дорівнює:

$$S_д = \frac{\pi D_д^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 16^2}{4} = 200 \text{ см}^2.$$

Нижня секція може переміщатися, якщо виконана наступна умова:

$$F_{cД} \le F_д; \quad 5{,}5 + 2{,}94q \le 64; \quad q_{max} \le 19{,}9 \text{ т/м}^2.$$

Зусилля утримання дорівнюватиме силі тертя решти секцій відносно гірничої маси:

$$F_{\text{утр Д}} = (P_a + 4P_b + 2P_c + 2Q_2 \sin\alpha + 2Q_3 \sin\alpha)f =$$

$$= (6{,}0q + 4 \cdot 3{,}4q + 2 \cdot 4{,}8q + 2 \cdot 2{,}67 \cdot 0{,}7 + 2 \cdot 0{,}77 \cdot 0{,}24) \cdot 0{,}6 =$$

$$= (17{,}5q + 2{,}46) \text{ т.}$$

Для переміщення секції також має виконуватися умова:

$$F_{\text{утр Д}} \ge 2F_{cД}; \quad 2{,}46 + 17{,}5q \ge 2(2{,}94q + 5{,}5); \quad q_{min} \ge 0{,}73 \text{ т/м}^2.$$

При робочому тиску в гідросистемі $p_{роб}$ = 16 МПа = 160 кг/см^2 робоче зусилля домкрату дорівнюватиме:

$$F_{д\,роб} = p_{роб} S_д = 160 \cdot 200 = 32000 \text{ кг} = 32 \text{ т};$$

$$5{,}5 + 2{,}94q \le 32; \; q_{роб} \le 9 \text{ т/м}^2.$$

При нормальному гірському тиску $q_н$ = 2 т/м^2 матимемо:

- величина зусилля гідродомкрату – $F_{д\,н}$ = 5,5 + 2,94 = 11,4 т;

- тиск в гідросистемі – $p_н$ = 11400 / 200 = 57 кг/см^2.

Бічна секція *С* (див. рис. 3.2).

Спочатку виконаємо розрахунок для нижньої клинової напрямної. Схема навантажень, що діють на цю секцію в даному випадку, представлена на рис. 3.4.

$$F'_{cC} = Q_3 \sin\varphi \cdot f = 0{,}77 \cdot 0{,}24 \cdot 0{,}6 = 0{,}11 \text{ т};$$

$$F''_{cC} = \frac{1}{2} P_c f = \frac{1}{2} \cdot 4{,}8q \cdot 0{,}6 = 1{,}44q \text{ т};$$

$$P_1 = \frac{1}{2} P_c = \frac{1}{2} \cdot 4{,}8q = 2{,}4q \text{ т};$$

$$P_2 = \frac{1}{2}(Q_1 + 2Q_2 + P_d + 2P_b \sin 45^o) =$$

$$= \frac{1}{2}(8{,}12 + 2 \cdot 1{,}2 + 6{,}0q + 2 \cdot 3{,}4q \cdot 0{,}7) = (5{,}38q + 6{,}73) \text{ т};$$

$$P_{1\tau} = \frac{P_1 \sin 67{,}5^o}{\sin 75^o} = \frac{2{,}4q \cdot 0{,}92}{0{,}97} = 2{,}28q \text{ т};$$

$$P_{1n} = \frac{P_1 \sin 37{,}5^o}{\sin 75^o} = \frac{2{,}4q \cdot 0{,}61}{0{,}97} = 1{,}5q \text{ т};$$

$$P_{2\tau} = \frac{P_2 \sin 22{,}5^o}{\sin 105^o} = \frac{(6{,}73 + 5{,}38q) \cdot 0{,}38}{0{,}97} = (2{,}64 + 2{,}1q) \text{ т};$$

$$P_{2n} = \frac{P_2 \sin 52{,}5^o}{\sin 105^o} = \frac{(6{,}73 + 5{,}38q) \cdot 0{,}79}{0{,}97} = (5{,}48 + 4{,}38q) \text{ т};$$

$P_n = P_{1n} + P_{2n} = 1{,}5q + 5{,}48 + 4{,}38q = (5{,}88q + 5{,}48)$ т;

$P_\tau = P_{1\tau} - P_{2\tau} = 2{,}8q - 2{,}64 - 2{,}1q = (0{,}18q - 2{,}64)$ т; ($q > 14{,}7$);

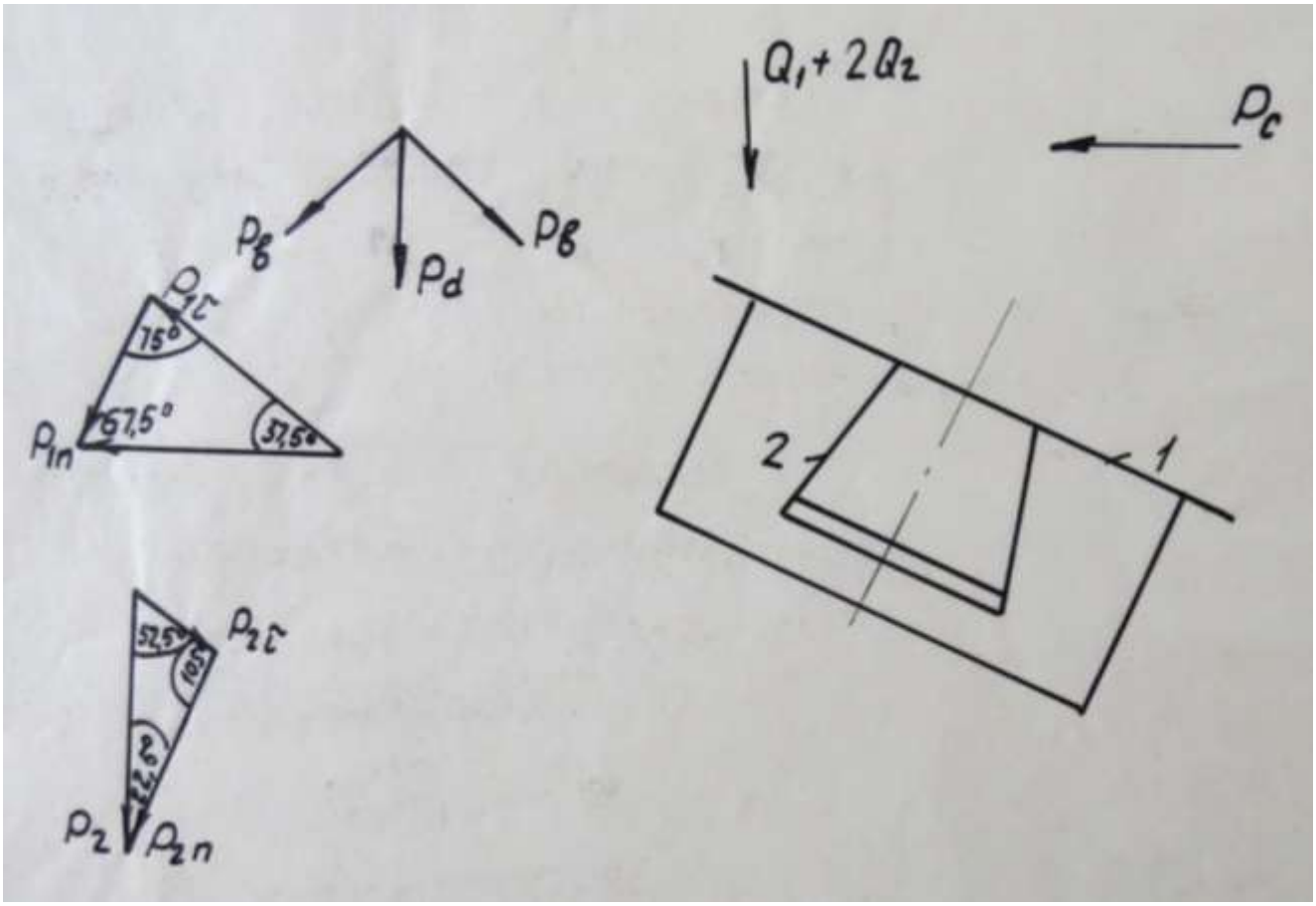


Рисунок 3.4 – Схема навантажень,
що діють на нижню клинову напрямну бічної секції *С*

$$F'''_{c\text{С нижн}} = P_{n\,f_1} + P_{\tau f_2} = (5{,}88q + 5{,}48) \cdot 0{,}2 + (0{,}18q - 2{,}64) \cdot 0{,}15 =$$

$$= (1{,}2q + 0{,}7) \text{ т};$$

$$F_{c\text{С нижн}} = F'_{c\text{С}} + F''_{c\text{С}} + F'''_{c\text{С}} = 0{,}11 + 1{,}44q + 1{,}2q + 0{,}7 = (2{,}64q + 0{,}81) \text{ т};$$

$$F_{c\text{С нижн}} \le F_{\text{д}}; \quad 0{,}81 + 2{,}64q \le 64; \quad q_{max} \ge 23{,}9 \text{ т/м}^2.$$

При $p_{\text{роб}}$ = 16 МПа = 160 кг/см^2 робоче зусилля домкрату дорівнюватиме:

$$F_{\text{роб}} = p_{\text{роб}} S_{\text{д}} = 160 \cdot 200 = 32000 \text{ кг} = 32 \text{ т};$$

$$0{,}81 + 2{,}64q \le 32; \; q_{\text{роб}} \le 11{,}8 \text{ т/м}^2.$$

При нормальному гірському тиску $q_{\text{н}}$ = 2 т/м^2 матимемо:

- величина зусилля гідродомкрату – 2,64·2 + 0,81 = 6,1 т;

- тиск в гідросистемі – $p_{\text{н}}$ = 6100 / 200 = 30,5 кг/см^2.

Тепер аналогічний розрахунок виконаємо для верхньої клинової напрямної бічної секції *С*. Схема навантажень, що діють на цю секцію в даному випадку, представлена на рис. 3.5.

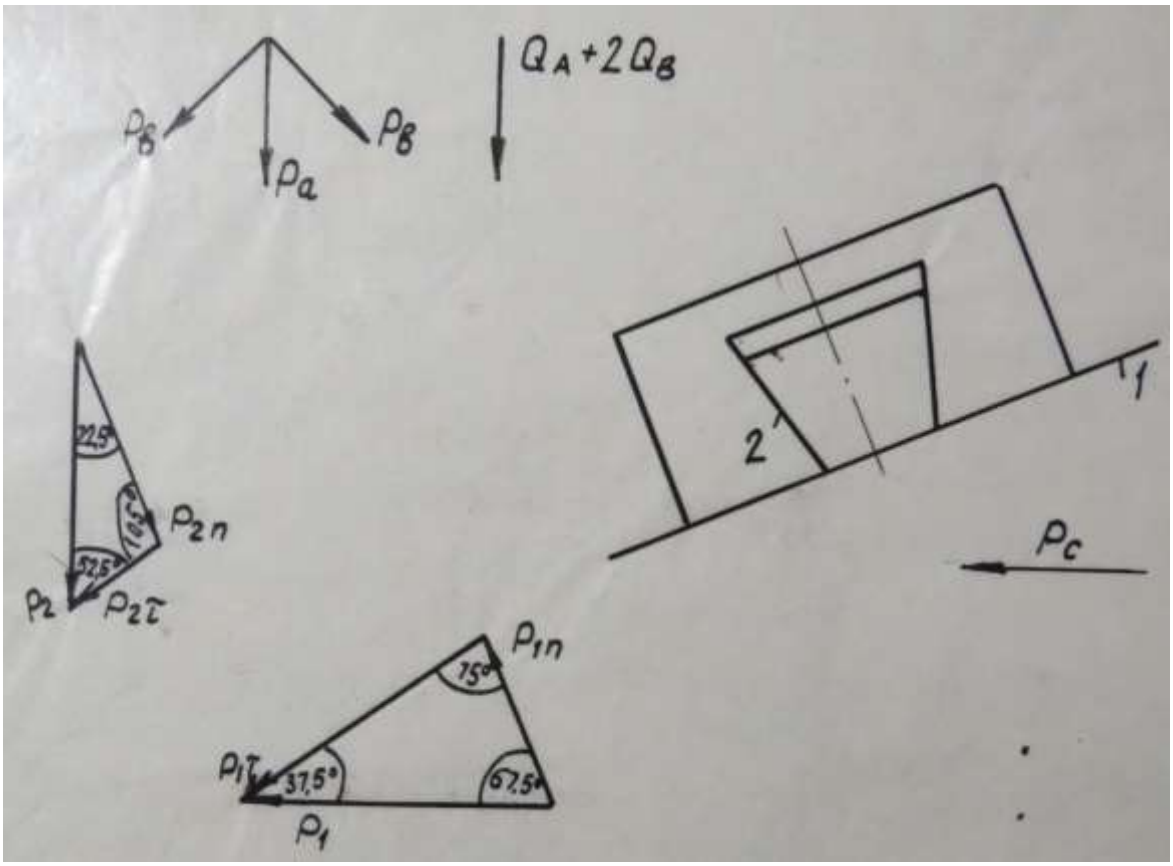


Рисунок 3.5 – Схема навантажень,
що діють на верхню клинову напрямну бічної секції *С*

$$P_1 = \frac{1}{2}P_{\text{с}} = \frac{1}{2}\cdot 4{,}8q = 2{,}4q \text{ т};$$

$$P_2 = \frac{1}{2}(Q_{\text{А}} + 2Q_{\text{В}} + P_a + 2P_b \sin 45^o) =$$

$$= \frac{1}{2}(1{,}6 + 2\cdot 1{,}2 + 6{,}0q + 2\cdot 3{,}4q\cdot 0{,}7) = (5{,}38q + 2{,}0) \text{ т},$$

де $Q_{\text{А}} = 1{,}6$ - маса верхньої секції; $Q_{\text{В}} = 1{,}2$ т – маса приводної секції.

$$P_{1\tau} = \frac{P_1 \sin 67{,}5^o}{\sin 75^o} = \frac{2{,}4q\cdot 0{,}92}{0{,}97} = 2{,}28q \text{ т};$$

$$P_{1n} = \frac{P_1 \sin 37{,}5^o}{\sin 75^o} = \frac{2{,}4q\cdot 0{,}61}{0{,}97} = 1{,}5q \text{ т};$$

$$P_{2\tau} = \frac{P_2 \sin 22{,}5^o}{\sin 105^o} = \frac{(2{,}0+5{,}38q)\cdot 0{,}38}{0{,}97} = (0{,}78 + 2{,}1q) \text{ т};$$

$$P_{2n} = \frac{P_2 \sin 52{,}5^o}{\sin 105^o} = \frac{(2{,}0+5{,}38q)\cdot 0{,}79}{0{,}97} = (1{,}6 + 4{,}38q) \text{ т};$$

$$P_n = P_{2\text{п}} - P_{1\text{п}} = 1{,}6 + 4{,}38q - 1{,}5q = (2{,}88q + 1{,}6) \text{ т};$$

$$P_\tau = P_{2\tau} + P_{1\tau} = 0{,}78 + 2{,}1q + 2{,}28q = (4{,}38q + 0{,}78) \text{ т};$$

$$F'''_{c\text{С верхн}} = P_n f_1 + P_\tau f_2 = (2{,}88q + 1{,}6)\cdot 0{,}2 + (4{,}38q + 0{,}78)\cdot 0{,}15 =$$

$$= (1{,}23q + 0{,}44) \text{ т};$$

$$F_{c\text{С верхн}} = F'_{c\text{С}} + F''_{c\text{С}} + F'''_{c\text{С}} = 0{,}11 + 1{,}44q + 1{,}23q + 0{,}44 = (2{,}67q + 0{,}55) \text{ т};$$

$$F_{c\text{С верх}} \le F_{\text{д}}; \quad 0{,}55 + 2{,}67q \le 64; \quad q_{max} \ge 23{,}8 \text{ т/м}^2.$$

При $p_{\text{роб}} = 16$ МПа = 160 кг/см^2 робоче зусилля домкрату дорівнюватиме:

$$F_{\text{роб}} = p_{\text{роб}} S_{\text{д}} = 160\cdot 200 = 32000 \text{ кг} = 32 \text{ т};$$

$$0{,}55 + 2{,}67q \le 32; \; q_{\text{роб}} \le 11{,}8 \text{ т/м}^2.$$

При нормальному гірському тиску $q_{\text{н}} = 2$ т/м^2 матимемо:

- величина зусилля гідродомкрату – $2{,}67\cdot 2 + 0{,}55 = 5{,}9$ т;

- тиск в гідросистемі – $p_{\text{н}} = 5900 / 200 = 29{,}5$ кг/см^2.

Верхня секція *А* (див. рис. 3.2). Схема навантажень, що діють на цю секцію, представлена на рис. 3.6.

$$F'_{cA} = 0;$$

$$F''_{cA} = \frac{1}{2}P_a f = \frac{1}{2}\cdot 6{,}0q\cdot 0{,}6 = 1{,}8q \text{ т};$$

$$P_1 = \frac{1}{2}(P_c + 2P_b \sin 45^o) = \frac{1}{2}(4{,}8q + 2 \cdot 3{,}4q \cdot 0{,}7) = 4{,}78q \text{ т.}$$

$$P_2 = \frac{1}{2}(Q_a + P_a) = \frac{1}{2}(1{,}6 + 6q) = (0{,}8 + 3q) \text{ т;}$$

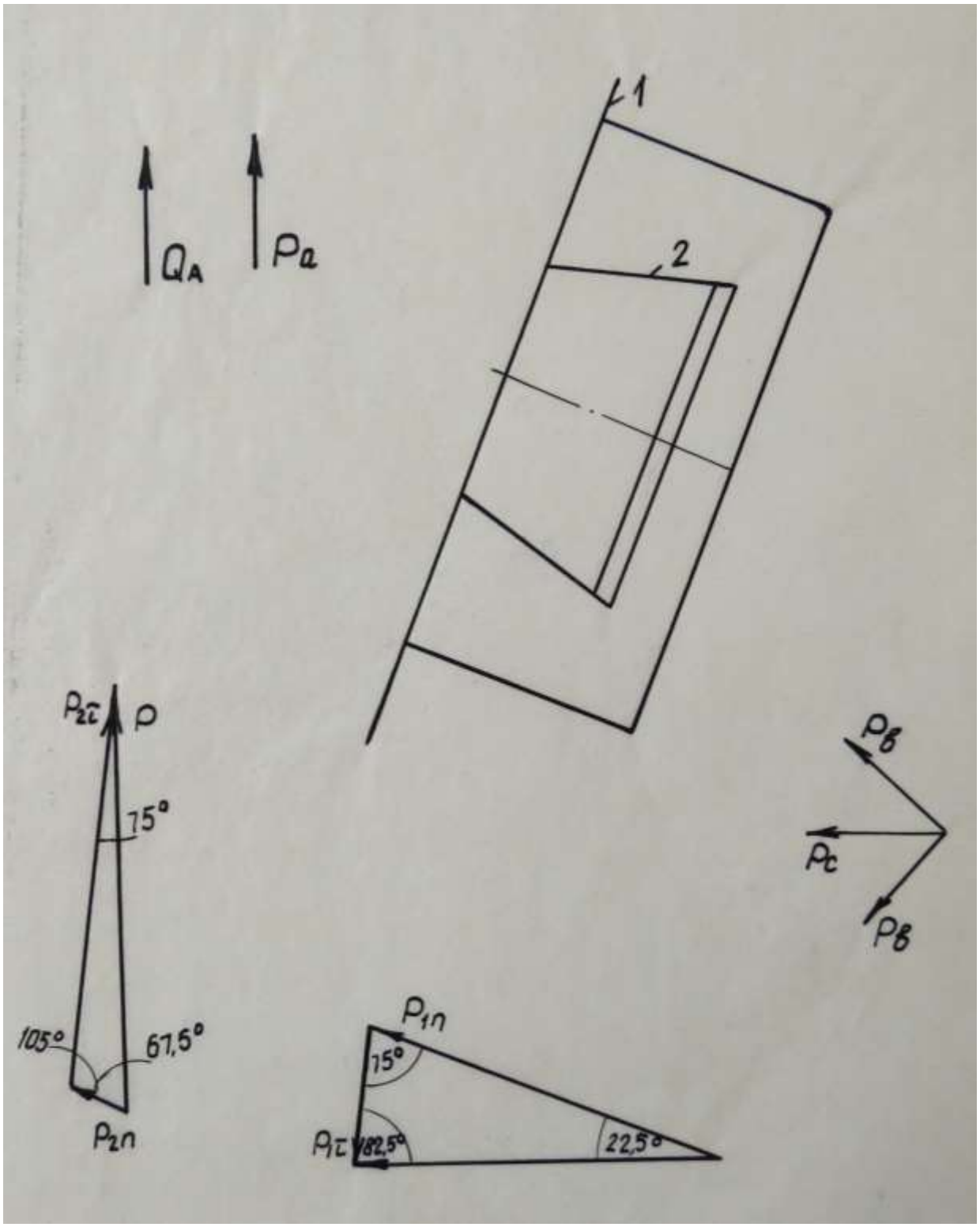


Рисунок 3.6 – Схема навантажень, що діють на верхню секцію *А*

$$P_{1\tau} = \frac{P_1 \sin 22{,}5^o}{\sin 75^o} = \frac{4{,}78q \cdot 0{,}38}{0{,}97} = 1{,}87q \text{ т};$$

$$P_{1n} = \frac{P_1 \sin 82{,}5^o}{\sin 75^o} = \frac{4{,}78q \cdot 0{,}99}{0{,}97} = 4{,}88q \text{ т};$$

$$P_{2\tau} = \frac{P_2 \sin 67{,}5^o}{\sin 105^o} = \frac{(0{,}8+3{,}0q) \cdot 0{,}92}{0{,}97} = (0{,}76 + 2{,}84q) \text{ т};$$

$$P_{2n} = \frac{P_2 \sin 7{,}5^o}{\sin 105^o} = \frac{(0{,}8+3{,}0q) \cdot 0{,}13}{0{,}97} = (0{,}1 + 0{,}4q) \text{ т};$$

$$P_n = P_{1n} + P_{2n} = 4{,}88q + 0{,}1 + 0{,}4q = (5{,}28q + 0{,}1) \text{ т};$$

$$P_\tau = P_{2\tau} - P_{1\tau} = 0{,}76 + 2{,}84q - 1{,}87q = (0{,}97q + 0{,}76) \text{ т};$$

$$F'''_{cA} = P_{n\,f_1} + P_{\tau f_2} = (5{,}28q + 0{,}1) \cdot 0{,}2 + (0{,}97q + 0{,}76) \cdot 0{,}15 =$$

$$= (1{,}2q + 0{,}13) \text{ т};$$

$$F_{cA} = F''_{cA} + F'''_{cA} = 1{,}8q + 1{,}2q + 0{,}13 = (3{,}0q + 0{,}13) \text{ т};$$

$$F_{cA} \le F_д; \quad 0{,}13 + 3{,}0q \le 64; \quad q_{max} \le 21{,}3 \text{ т/м}^2.$$

При $p_{роб}$ = 16 МПа = 160 кг/см^2 робоче зусилля домкрату дорівнюватиме:

$$F_{роб} = p_{роб} S_д = 160 \cdot 200 = 32000 \text{ кг} = 32 \text{ т}; \; 0{,}13 + 3{,}0q \le 32.$$

При нормальному гірському тиску $q_н$ = 2 т/м^2 матимемо:

- величина зусилля гідродомкрату – 3,0·2 + 0,13 = 6,13 т;
- тиск в гідросистемі – $p_н$ = 6130 / 200 = 30,7 кг/см^2.

Нижня приводна секція *E* (див. рис. 3.2).

З попереднього розрахунку відомі сили опору переміщенню секції по клинових напрямних. Знайдемо силу тертя секції відносно гірничої маси:

$$F'_{cE} = \frac{1}{2} Q_2 \sin 45^o f = \frac{1}{2} \cdot 2{,}67 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}6 = 0{,}56 \text{ т};$$

$$F''_{cE} = \frac{1}{2} P_b f = \frac{1}{2} \cdot 3{,}4q \cdot 0{,}6 = 1{,}02q \text{ т}.$$

Спочатку визначимо силу опору переміщенню секції для нижнього гідродомкрата:

$$F_{cE\ нижн} = F'_{cE} + F''_{cE} + F'''_{cE} = 0{,}56 + 1{,}02q + 1{,}14q + 0{,}67 = (2{,}16q + 1{,}23) \text{ т}.$$

Під час підтягування нижньої приводної секції гідродомкрат може розвити максимальне зусилля:

$$F'_{д} = P_{max}S_{ш} = 320 \cdot 136{,}8 = 64000 \text{ кг} \approx 43{,}8 \text{ т},$$

де P_{max} = 32 МПа = 320 кг/см^2 – максимальний тиск і гідросистемі, а площа штоку домкрата $S_{ш}$ дорівнює:

$$S_{ш} = \frac{\pi D_{ш}^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 13{,}2^2}{4} = 136{,}8 \text{ см}^2.$$

$$F_{cE \text{ нижн}} \le F'_{д}; \quad 1{,}23 + 2{,}16q \le 43{,}8; \quad q_{max} \le 19{,}7 \text{ т/м}^2.$$

При $p_{роб}$ = 16 МПа = 160 кг/см^2 робоче зусилля домкрату дорівнюватиме:

$$F'_{роб} = 160 \cdot 136{,}8 = 21888 \text{ кг} \approx 21{,}9 \text{ т}; \; 1{,}23 + 2{,}16q \le 21{,}9.$$

При нормальному гірському тиску $q_{н}$ = 2 т/м^2 матимемо:

- величина зусилля гідродомкрату – 2,16·2 + 1,23 = 5,6 т;
- тиск в гідросистемі – $p_{н}$ = 5600 / 136,8 = 40,9 кг/см^2.

Для верхнього гідродомкрата отримаємо наступні значення:

$$F_{cE \text{ верхн}} = F'_{cE} + F''_{cE} + F'''_{cC \text{ нижн}} = 0{,}56 + 1{,}02q + 1{,}2q + 0{,}7 = (2{,}22q + 1{,}26) \text{ т}.$$

$$F_{cE \text{ верхн}} \le F'_{д}; \quad 1{,}26 + 2{,}22q \le 43{,}8; \quad q_{max} \le 19{,}2 \text{ т/м}^2.$$

При нормальному гірському тиску $q_{н}$ = 2 т/м^2 матимемо:

- величина зусилля гідродомкрату – 2,22·2 + 1,26 = 5,7 т;
- тиск в гідросистемі – $p_{н}$ = 5700 / 136,8 = 41,7 кг/см^2.

Верхня приводна секція *В* (див. рис. 3.2).

Для нижнього гідродомкрата маємо:

$$F'_{cВ} = 0;$$

$$F''_{cВ} = \frac{1}{2} P_b f = \frac{1}{2} \cdot 3{,}4q \cdot 0{,}6 = 1{,}02q \text{ т};$$

$$F_{cВ \text{ нижн}} = F'_{cВ} + F'''_{cC \text{ верхн}} = 0{,}44 + 1{,}02q + 1{,}23q = (2{,}25q + 0{,}44) \text{ т}.$$

$$F_{cВ \text{ нижн}} \le F'_{д}; \quad 0{,}44 + 2{,}25q \le 43{,}8; \quad q_{max} \le 19{,}3 \text{ т/м}^2.$$

При нормальному гірському тиску $q_{н}$ = 2 т/м^2 матимемо:

- величина зусилля гідродомкрату – 2,25·2 + 0,44 = 4,94 т;
- тиск в гідросистемі – $p_{н}$ = 4940 / 136,8 = 36,1 кг/см^2.

Для верхнього гідродомкрата маємо:

$$F_{cВ \text{ верхн}} = F'_{cВ} + F'''_{cА} = 1{,}2q + 1{,}02q + 0{,}13 = (2{,}22q + 0{,}13) \text{ т}.$$

$$F_{c\text{В верхн}} \le F'_{\text{д}}; \quad 0{,}13 + 2{,}22q \le 43{,}8; \quad q_{max} \le 19{,}7 \text{ т/м}^2.$$

При нормальному гірському тиску $q_{\text{н}}$ = 2 т/м^2 матимемо:

- величина зусилля гідродомкрату – 2,22·2 + 0,13 = 4,57 т;

- тиск в гідросистемі – $p_{\text{н}}$ = 4570 / 136,8 = 33,5 кг/см^2.

Отримані в результаті здійснених в п. 3.1.1.3 розрахунків зводимо в табл. 3.1. Вони підтверджують можливість переміщення оболонки під час проходки гірничих виробок з гірським тиском до 15 т/м^2.

3.1.2 Визначення зусилля переміщення перевантажувача

Величину зусилля для переміщення перевантажувача можна знайти за допомогою наступної формули:

$$F = \frac{P}{n} \cdot \frac{(2k+df)\cdot m}{D} = \frac{20000}{54} \cdot \frac{(2\cdot 0{,}005+3\cdot 0{,}2)\cdot 1{,}3}{11{,}5} = 1400 \text{ кг},$$

де P = 20000 кг – вага перевантажувача з вантажем (потягом вагонеток та елементами кріплення); n = 54 – кількість коліс, на яких переміщується перевантажувач; k = 0,005 – коефіцієнт тертя кочення; d = 3 см – діаметр валу колеса; f = 0,2 – коефіцієнт тертя ковзання; D = 11,5 см – діаметр колеса; m = 1,3 – коефіцієнт нерівномірності навантаження на колесо платформи перевантажувача.

3.1.3 Визначення геометричних характеристик кріплення гідроциліндрів повороту опори відносно осі каретки

Схема кріплення гідроциліндрів зображена на рис. 3.7. На ній відзначено: AC = 400 мм, CO = 460 мм – координати кріплення гідроциліндра відносно осі каретки; R = 230 мм – радіус руху точки кріплення гідроциліндра; AB_1 = 465 мм – довжина гідроциліндра із втягненим штоком; AB_3 = 665 мм – довжина гідроциліндра з висунутим штоком.

З трикутника AOC знаходимо величини AO та кута α:

$$AO = \sqrt{AC^2 + CO^2} = \sqrt{400^2 + 460^2} = 609{,}6 \text{ мм};$$

$$tan\,\alpha = \frac{AC}{CO} = \frac{400}{460} = 0{,}8695;\ \alpha = 41^{o}.$$

З трикутника AOB_1 знаходимо величину кута β:

$$cos\frac{\beta}{2} = \sqrt{\frac{P_1(P_1 - AB_1)}{R \cdot AO}} = \sqrt{\frac{652{,}3(652{,}3-465)}{230 \cdot 609{,}6}} = 0{,}9335;\ \frac{\beta}{2} = 21^{o};\ \beta = 42^{o},$$

де $P_1 = \frac{1}{2}(AB_1 + B_1O + AO) = \frac{465+230+609{,}6}{2} = 652{,}3$ мм.

З трикутника AOB_3 знаходимо величину кута γ:

$$cos\frac{\gamma}{2} = \sqrt{\frac{P_2(P_2 - AB_3)}{R \cdot AO}} = \sqrt{\frac{752{,}3(752{,}3-665)}{230 \cdot 609{,}6}} = 0{,}6844;\ \frac{\gamma}{2} = 46^{o}50';\ \beta = 93^{o}40',$$

де $P_2 = \frac{1}{2}(AB_3 + B_3O + AO) = \frac{665+230+609{,}6}{2} = 752{,}3$ мм.

Визначимо кут повороту платформи відносно осі каретки:

$$\tau = \frac{\gamma - \beta}{2} = \frac{93^{O}40' - 42^{O}}{2} = 25^{o}50'.$$

Координати кріплення штоків гідроциліндрів до платформи відносно осі каретки:

$$GB_2 = R\,sin\,\angle GOB_2 = 230 \cdot 0{,}3228 = 74{,}2 \text{ мм};$$

$$\angle GOB_2 = \tau - \angle B_1OG = 25^{o}50' - 7^{o} = 18^{o}50';$$

$$\angle B_1OG = 90^{o} - (\alpha + \beta) = 90^{o} - (41^{o} + 42^{o}) = 7^{o}.$$

Для визначення координатів кріплення гідроциклонів відносно осі опори потрібно спочатку з трикутника OFH знайти кут θ:

$$tan\,\theta = \frac{FH}{HO} = \frac{57}{2980} = 0{,}01913;\ \theta = 1^{o}6';$$

$$OD = AO\,cos(\alpha - \theta) = 609{,}6 \cdot cos(41^{O} - 1^{O}6') = 609{,}6 \cdot 0{,}7672 = 467 \text{ мм};$$

$$AD = AO\,sin(\alpha - \theta) = 609{,}6 \cdot sin(41^{O} - 1^{O}6') = 609{,}6 \cdot 0{,}6414 = 391 \text{ мм};$$

$$OE = AO\,cos(\alpha + \theta) = 609{,}6 \cdot cos(41^{O} + 1^{O}6') = 609{,}6 \cdot 0{,}7420 = 452 \text{ мм};$$

$$A_2E = AO\,sin(\alpha + \theta) = 609{,}6 \cdot sin(41^{O} + 1^{O}6') = 609{,}6 \cdot 0{,}6704 = 409 \text{ мм}.$$

На опорі для кріплення гідроциліндрів мають бути встановлені вуха A і A_2 з наступними координатами відносно осі опори:

OE = 452 мм; OD = 467 мм; A_2E = 409 мм; AD = 391 мм.

3.2 Аналіз конструктивної досконалості виробу

Рівень якості технічного об'єкту формується ступенем його відповідності цілому комплексу вимог, які ставляться перед ним під час його створення і повинні бути виконані в процесі проектування конструкції та виготовлення її в металі. Розглянемо, як конструкція щитового прохідницького комплексу ЩПК забезпечує практичну реалізацію цих вимог.

3.2.1 Забезпечення технічних вимог

Установка ЩПК в цілому та її складальні одиниці і деталі повністю відповідає вимогам технічних умов на виріб [15] та комплекту конструкторської документації ЩПК.00.00.000.

Матеріали, використані для виготовлення деталей комплексу, задовольняють вимогам відповідних стандартів, що підтверджується сертифікатами постачальників та даними випробувань заводський лабораторій.

Покупні деталі, вузли та вироби, що використовуються для його комплектації, відповідають кресленням і технічним умовам підприємств-виготовлювачів, а стандартизовані вироби – вимогам відповідних стандартів.

Особливо відповідальні вузли комплексу, наприклад, гідравлічне обладнання (гідроциліндри, гідродомкрати, трубопроводи та рукави високого тиску), а також редуктори перед збиранням установки проходять випробування на стендах підприємства-виготовлювача (в першу чергу на можливі витоки масла) та приймаються відділеннями технічного контролю.

Усі різьбові з'єднання складальних одиниць комплексу затягнені і застопорені згідно з вимогами технічної документації. Внутрішні порожнини вузлів

виробу надійно захищені ущільненнями від потрапляння туди бруду, вологи, стружки, піску, окалини тощо і покриті маслостійкою фарбою. Отвори в гідросистемі закриті технологічними пробками.

Кінці монтажних дротів та кабелів електрообладнання машини постачені маркуванням, що відповідає монтажним схемам і кабельним журналам. Усі елементи схем мають позначення,прийняті в електричних схемах.

З огляду на важкі умови експлуатації комплексу у вологому та запиленому середовищі підземних виробок зовнішні та внутрішні покриття поверхонь вузлів і деталей виробу відповідають усім вимогам технічної документації. Зокрема, зовнішні поверхні комплексу ретельно заґрунтовані та пофарбовані емалями за ДСТУ 6631. Антикорозійні покриття та фарбування запасних частин і приладдя комплексу здійснюються так само, як і деталей, призначених для його комплектації.

Важливими заходами, що забезпечують високий рівень якості виробу, є обов'язкові випробування конструкції, попередні та приймальні. Вони дають можливість вчасно виявити приховані недоліки конструкції, усунути несправності, що з'явилися в результаті похибок проектування та виготовлення машини, ушкоджень під час її транспортування, зберігання і монтажу. Наприклад, в процесі обкатування комплексу в режимі холостого ходу перевіряється правильність взаємодії його складальних одиниць і деталей. Випробування під навантаженням дають змогу оцінити роботу вузлів в реальних умовах експлуатації (або, принаймні, максимально наближених до них). Під час останніх контролюються температури корпусів редукторів, працездатність покупної та уніфікованої гідроапаратури, можливі витоки масла тощо. Уся ці інформація дозволяє зробити правильні висновки щодо готовності виробу до використання його за призначенням і вчасно внести необхідні корективи в його конструкцію.

3.2.2 Забезпечення вимог маркування, пакування, транспортування та зберігання

Вимоги до маркування та пакування установки, викладені вище, в п. 2.4

роботи, забезпечують комплектність та збереженість виробу під час перевезення його залізничним або автомобільним транспортом з дотриманням усіх норм і правил, прийнятих у цих галузях. А ретельне виконання рекомендацій технічної документації щодо консервації, а також термінів та умов зберігання обладнання комплексу гарантує підтримку його працездатного стану на протязі усього терміну вимушеного простою.

3.2.3 Забезпечення експлуатаційних вимог

Основні експлуатаційні параметри та розміри комплексу відповідають вказаним в табл. 2.1 даної роботи. Проте, підтримка їхнього рівня протягом тривалої експлуатації у важких шахтних умовах вимагає суворого дотримання усіх вимог інструкції з експлуатації обладнання [17].

Це стосується операцій уведення комплексу в експлуатацію, монтажу, регулювання, використання за призначенням та технічного обслуговування механізмів і вузлів установки.

3.2.4 Забезпечення вимог безпеки

Комплекс у зборі цілком відповідає вимогам і нормам безпеки згідно з «Правилами безпеки під час розробки родовищ рудних та нерудних корисних копалин підземним способом» [21], а також п. 5.7 даної роботи.

Рівень звуку під час роботи комплексу не перевищує 85 дБА згідно з вимогами ДСТУ 12.1.003, а запиленість повітря на робочому місці – 0,3 мг/м^3 (за вмістом MgO_2) за ДСТУ 12.1.005.

Вібрація (рівень віброшвидкості) при роботі комплексу не більше 0,45 см/с на рукоятках керування (СН626) і 0,2 см/с на робочому місці (СН245). Освітленість на робочих місцях відповідає нормам (не менше 10 лк).

Безпечність роботи на механізмах комплексу досягається шляхом дотримання вимог інструкції з експлуатації установки [17], а також наявністю в його конструкції наступних технічних рішень:

- засобів очищення стрічок, барабанів та роликів від налиплої гірничої ма-

си;

- вогнетривких стрічок в конвеєрі та перевантажувачі;

- справного огородження, що дозволяє монтувати нижні і бічні секції оболонки щита під час роботи конвеєра, а також встановлювати з нього верхні секції кріплення;

- козирків позаду оболонки для безпечного ведення кріпильних робіт;

- пересувної оболонки, що підтримує привибійний простір і дає можливість здійснювати кріпильні роботи на відстані від нього;

- апаратів, що подають звуковий сигнал при пуску стрічок конвеєра та перевантажувача, роботі укладальника кріплення та обміні потягів вагонеток;

- світлової сигналізації під час обміну потягів вагонеток;

- аварійного кінцевого вимикача на приводній головці конвеєра перевантажувача, зблокованого таким чином, що при відключенні останнього відключається й шнек;

- запобіжного щитка кріплення поверхні забою;

- гідрозамків на циліндрах підйому стріли, укладальника кріплення та запобіжного щитка.

Потрібно пам’ятати, що експлуатація комплексу в шахтах, небезпечних у відношення газу і пилу, не дозволяється.

3.2.5 Забезпечення гарантійних зобов’язань виробника

Підприємство-виготовлювач гарантує відповідність комплексу вимогам технічних умов [15] при дотриманні споживачем усіх вимог експлуатації, транспортування та зберігання, викладених в [15,17].

Термін гарантії – 12 місяців від дня уведення комплексу в експлуатацію, але не більше 18 місяців від дня отримання його споживачем. Протягом цього часу підприємство-виготовлювач зобов’язано безоплатно замінювати або ремонтувати складові частини чи деталі, що вийшли з ладу, в разі, якщо споживачем буде виявлена невідповідність вимогам технічних умов [15] і якщо він не допустить жодних порушень умов зберігання, транспортування по шахтним виробкам та монтажу обладнання комплексу, викладених в [15,17], а також використання

комплекту запасних частин, що поставляються разом зі щитовим прохідницьким комплексом.

Термін служби комплексу до списання – 5,2 років.

Середній ресурс до першого капітального ремонту – 3000 машиногодин.

Терміни гарантій і тривалості служби покупного та комплектувального обладнання встановлюються нормативно-технічною документацією на ці вироби.

3.3 Загальна оцінка технічного рівня прохідницького комплексу

Проведений в роботі аналіз конструктивних особливостей щитового прохідницького комплексу ЩПК дозволив оцінити високі техніко-економічні показники подібного обладнання на фоні інших зразків прохідницької техніки для марганцевих шахт. Наприклад, процес видобутку руди за допомогою комплексу ЩПК дає можливість знизити собівартість 1 т руди на 5% у порівнянні з комбайнами типу КДР за рахунок більш раціональної організації робіт у привибійній зоні та суміщення у часі декількох прохідницьких операцій.

Комплекс забезпечує високій рівень механізації практично усіх робіт прохідницького циклу, значне покращення санітарно-гігієнічних умов праці обслуговуючого персоналу.

Утім, конструкція комплексу не вільна від певних недоліків.

На наш погляд, надлишкова складність самого щита з великою кількістю кінематичних ланок, що працюють у важких умовах марганцевих шахт, негативно позначається на його надійності. Внутрішній обсяг щита містить дуже багато громіздкого і не завжди безпечного обладнання, а це заважає процесам керування механізмами комплексу та секціями оболонки. Є певні зауваження до точності дотримання напрямку проходки виробки, порядку налаштування тисків гідравлічного обладнання, складності роботи під час підвищення значень гірського тиску та зустріч з карбонатними включеннями в гірському масиві тощо.

Але, незважаючи на перераховані зауваження, слід визнати, що вони не є визначальними для справедливої оцінки розглянутої конструкції. Комплекс

ЩПК відрізняється суттєвими перевагами, що, безумовно, роблять доцільним його використання для прохідницьких (а, за необхідності, очисних робіт) в умовах марганцевих шахт Нікопольського басейну та схожих родовищ.

Тому можна із впевненістю констатувати достатньо високий технічний рівень щитового прохідницького комплексу ЩПК.

ВИСНОВКИ ПО ЧАСТИНІ І

В першій частині представленої бакалаврської роботи розглянуто особливості створення комплексів технологічного обладнання для механізації процесів розробки корисних копалин та вимоги, що ставляться до їхніх окремих компонентів.

Для умов проходки підземних горизонтальних гірничих виробок у слабких та обводнених породах родовищ типу Нікопольського марганцевого басейну найкраще підходять комплекси щитового типу, які забезпечують надійний захист гірників та прохідницького обладнання від дії гірського тиску, механізацію усіх операцій прохідницького циклу та високу ефективність роботи за рахунок часткового їхнього суміщення у часі.

Аналіз конструкції щитового прохідницького комплексу ЩПК, розробленого в криворізькому інституті ВНДПІрудмаш, показав, що незважаючи на окремі недоліки установки, вона відрізняється достатньо високим технічним рівнем та безперечною експлуатаційною ефективністю.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
«КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ
Кафедра гірничих машин і обладнання

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної (бакалаврської) роботи

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Тема роботи:

Аналіз конструкції та організація процесу експлуатації щитового прохідницького комплексу ЩПК

Частина ІІ

Організація процесу експлуатації щитового прохідницького комплексу ЩПК

РЕФЕРАТ

Аналіз конструкції та організація процесу експлуатації щитового прохідницького комплексу ЩПК. Частина ІІ. Організація процесу експлуатації щитового прохідницького комплексу ЩПК. Паламарюк Сергій Миколайович. Криворізький національний університет, факультет механічної інженерії та транспорту, кафедра гірничих машин і обладнання, група ЗГМБ-22-1.– Кривий Ріг: КНУ, 2026.
Загальний обсяг роботи: сторінок – 114, ілюстр. – 17, табл. – 9, література – 25; креслень – 8.

В другій частині бакалаврської роботи запропоновані результати розробки заходів експлуатації щитового прохідницького комплексу ЩПК, що забезпечують надійність та довговічність обладнання протягом усього його життєвого циклу.

Ключові слова: обладнання для механізації процесу проходки горизонтальних підземних гірничих виробок в марганцевих шахтах, заходи експлуатації щитового прохідницького комплексу ЩПК

4 ПОРЯДОК ТРАНСПОРТУВАННЯ, ВИПРОБУВАНЬ ТА ЗБЕРІГАННЯ КОМПЛЕКСУ ЩПК

Поняття експлуатації техніки охоплює весь її життєвий цикл – від створення в науково-дослідних та проектно-конструкторських закладах і виготовлення на заводах галузевого машинобудування до списання в кінці життєвого шляху через фізичне та моральне старіння. Протягом цього циклу технічний виріб проходить наступні етапи:

- транспортування від заводу-виготовлювача до підприємства-споживача;
- тимчасового зберігання перед практичним застосуванням;
- різного роду випробування виробу (попередні, приймальні, періодичні тощо);
- використання за призначенням (монтаж, налаштування, підготовка до роботи, робота виробу, регулювання параметрів);
- технічне обслуговування та ремонти;
- списання та утилізація.

Усі етапи життєвого циклу машини мають бути сплановані належним раціональним чином для створення найсприятливіших умов для експлуатації техніки, які забезпечуватимуть високий рівень її працездатності та тривалу безвідмовну роботу.

4.1 Правила транспортування виробу

Транспортування складальних частин щитового прохідницького комплексу ЩПК може здійснюватися автомобільним чи залізничним транспортом [15,17]. Для цього він розбирається на такі основні частини:

- секції оболонки – 8 шт.;
- стрілу, каретку та опору в зборі;
- огородження;
- гідрообладнання (запаковане в шухляду);

- електрообладнання (запаковане в шухляду);

- платформи перевантажувача та розминника – 23 шт.;

- козирки – 5 шт.;

- кінцеву головку;

- секції розвантажувального конвеєра – 7 шт.;

- перехідну секцію;

- пускач ПМВІ-23М;

- з'єднувальні деталі, комплекти запасних частин та інструментів (запаковані в шухляди);

- комплект технічної документації (вкладений в шухляду з електрообладнанням).

Завантаження, розкріплення та перевезення складальних одиниць виробу мають відбуватися згідно з нормами і вимогами діючих на відповідному виді транспорту умов транспортування і кріплення вантажів, із дотриманням необхідних запобіжних заходів, що виключають можливість ушкоджень обладнання, а також порушень фарбування, упаковки та консервації. Для розкріплення вантажних місць потрібно використовувати розтяжки з металевого дроту.

Для завантаження і розвантаження основних частин комплексу потрібно застосовувати кран вантажопідйомністю не менше 5 тонн. Для завантаження секцій оболонки слід використовувати монтажні пристосування, що входять в комплект приладдя виробу.

Кількість вантажних місць, які мають бути розташовані в одній транспортній одиниці, визначається її вантажопідйомністю.

Після завантаження виробу, запасних частин до нього та інструменту на транспортний засіб підприємство-виготовлювач перевіряє комплектність вантажу згідно з товаросупроводжувальною документацією.

Під час приймання комплексу підприємством-споживачем останній повинен перевірити комплектність поставки, цілісність консервації, а також наявність можливих ушкоджень, отриманих в процесі транспортування обладнання. В разі виявлення недоліків складається відповідний акт, який відправляється підприєм-

ству-виготовлювачу.

Перед спуском прохідницького щита в шахту здійснюють розконсервацію приводів стріли, гідрообладнання, перевантажувача та маневрової лебідки, перевіряють наявність ушкоджень, чіткість надписів на пультах керування, наявність змащення. В разі виявлення ушкоджень їх усувають. Після цього перевіряють роботу цих механізмів в режимі холостого ходу. Тривалість випробування на холостому ходу – 1-2 години. При наявності серйозних несправностей викликають представника заводу-виготовлювача і складають акт у встановленому порядку.

4.2 Порядок зберігання комплексу

Якщо використання комплексу за призначенням не планується найближчим часом, його відправляють на тимчасове зберігання.

Зберігання складових частин комплексу має відбуватися в законсервованому вигляді в місці, захищеному від атмосферних впливів (під навісом). Гідро- та електрообладнання, а також запасні частини слід зберігати запакованими.

Для забезпечення цілісності та неушкодженості комплексу протягом тривалого зберігання (більше терміну гарантії – 1 року) споживач повинен періодично, але не рідше одного разу за 6 місяців здійснювати повну перевірку складових частин комплексу, контролювати стан консервації та поновляти її в міру необхідності (наприклад, у випадках порушення режиму зберігання, потрапляння вологи, ушкодження зовнішніх покрить під час ненормального режиму розвантаження тощо). Повторна консервація виконується згідно з вимогами ОСТ 24. 098.02 та ДСТУ 13168 для жорстких умов. При цьому усі необроблені місця слід покрити консерваційним мастилом з урахуванням вказівок карти змащення комплексу (див. нижче, в розділі 6).

4.3 Випробування комплексу

Виготовлені екземпляри щитового прохідницького комплексу ЩПК пови-

нні пройти попередні (заводські) та приймальні (міжвідомчі) випробування для підтвердження якості виробу та відповідності його існуючим експлуатаційним вимогам [18,19].

4.3.1 Порядок попередніх випробувань

Метою попередніх (заводських) випробувань комплексу ЩПК є:

- перевірка відповідності щитового прохідницького комплексу в цілому та його складальних одиниць зокрема вимогам технічного завдання на виріб, конструкторської документації та діючих стандартів;

- перевірка комплектності виробу;

- перевірка відповідності установки вимогам правил техніки безпеки;

- перевірка зручності його обслуговування і ремонту;

- перевірка відповідності виробу вимогам ергономіки;

- перевірка відповідності санітарно-гігієнічних параметрів виробу діючим нормам і стандартам;

- перевірка працездатності комплексу та встановлення можливості його подання на приймальні (міжвідомчі) випробування.

Створена для проведення випробувань комісія перевіряє зручність монтажу машин і механізмів комплексу та ефективність їхньої взаємодії.

Під час випробувань проводяться наступні вимірювання:

- геометричних розмірів оболонки та габаритних розмірів перевантажувача і розминника;

- швидкостей і величин переміщень секцій оболонки, стріли, опори, укладальника кріплення та запобіжного щитка;

- упорних тисків в гідросистемі під час переміщень секцій оболонки, стріли, опори, укладальника кріплення та запобіжного щитка;

- зусиль в упорах під час переміщення нижньої секції оболонки;

- швидкостей рухів стрічок конвеєрів стріли та перевантажувача;

- напруг в силових ланцюгах і ланцюгах керування;

- споживаних потужностей електродвигунів стріли, маслонасосів, а також

приводу перевантажувача (як в холостому режимі, так і разі упорного тиску в гідросистемі оболонки;

- мас складальних одиниць комплексу (під час монтажу);

- півнів шуму на робочих місцях (біля пультів керування та в зоні роботи укладальника кріплення);

- вібрацій на рукоятках керування і підніжці машиніста;

- освітленості на робочих місцях (машиніста, кріпильників та стрічкового).

Комісією визначається наступні фактори:

- комплектність виготовлення комплексу;

- зручність огляду та обслуговування машин і механізмів комплексу;

- зручність керування машинами та механізмами комплексу;

- ремонтопридатність машин і механізмів комплексу;

- раціональність компонування, гармонічність конструкції, кольорові рішення виробу;

- відповідність комплексу вимогам правил техніки безпеки та санітарно-гігієнічним вимогам;

- можливість представлення комплексу до здійснення приймальних випробувань.

Перед проведенням випробувань здійснюється налаштування і регулювання гідравлічної та електричної частин комплексу, укладальника кріплення, механізмів обміну вагонеток, перекривача, запобіжного щитка, пристрою блокування переміщення стріли. Орієнтовна тривалість цих операцій – 60 чол.·днів.

Під час монтажу, проведення попередніх випробувань та відправки щитового прохідницького комплексу на приймальні випробування необхідно дотримуватися правил безпеки, викладених в [17,21].

4.3.2 Порядок приймальних випробувань

В процесі монтажу комплексу і проведення приймальних випробувань має бути перевірено та зафіксовано наступне:

- відповідність якості монтажу та комплектності виробу вимогам робочих

креслень і нормативних документів;

- час і трудомісткість операцій монтажу і демонтажу комплексу;

- зручність операцій збирання-розбирання оболонки (щита) в монтажній камері та доцільні розміри і форма камери;

- зручність керування, обслуговування, догляду та ремонту виробу;

- надійність підтримки привибійного простору;

- можливість суміщення операцій відбивання і навантаження гірничої маси з кріпленням виробки;

- оптимальну послідовність переміщення секцій оболонки при різних величинах гірського тиску;

- відповідність головних параметрів комплексу вимогам технологічного процесу ведення прохідницьких робіт;

- працездатність комплексу в цілому та його окремих складальних одиниць зокрема;

- оптимальні режими роботи окремих вузлів комплексу;

- конструкційні та експлуатаційні недоліки виробу з подальшим їхнім усуненням в ході випробувань;

- технічну та експлуатаційну продуктивність комплексу (змінну, добову, місячну);

- потужність, споживану двигунами комплексу;

- величину зусиль (за даними манометра) переміщення секцій оболонки, відбійно-навантажувального органу, механізму підтримки поверхні забою;

- конструктивну міцність деталей та складальних одиниць виробу;

- відповідність конструкції правилам безпеки та промислової санітарії;

- керованість оболонки;

- наявність, достатність та надійність механізмів блокування, заземлювальних та огороджувальних пристроїв, звукових та світлових сигнальних приладів.

За результатами проведених приймальних випробувань мають бути сформовані оцінки:

- економічної ефективності виробу;

- трудомісткості його монтажних і демонтажних робіт;

- експлуатаційної надійності окремих деталей і вузлів, а також комплексу в цілому;

- витрат енергії механізмами комплексу в розрахунку на 1 погонний метр пройденої виробки;

- комплексу загалом з точки зору експлуатаційних та техніко-економічних переваг і недоліків у порівнянні з існуючими способами і засобами проходки в аналогічних гірничо-геологічних умовах з метою уточнення області ефективного використання виробу.

Випробування проводяться в реальних умовах експлуатації – в шахтах Нікопольського марганцевого басейну. Обсяг приймальних випробувань - проходка 300 погонних метрів виробки. Під час випробувань здійснюються хронометражні спостереження за усіма операціями робочого прохідницького циклу. Обсяг хронометражних спостережень – не менше 20-30 робочих змін нормальної роботи комплексу.

5 ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСУ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ

5.1 Загальні зауваження

Тривала та безаварійна робота комплексу можлива лише за умови суворого дотримання вимог інструкції з експлуатації виробу [17]. Повсякденний нагляд та догляд за машинами і механізмами комплексу є головним обов'язком машиністів прохідницького щита.

Рекомендується закріпити щит за комплексною прохідницькою бригадою на чолі з досвідченим машиністом. Усі машиністи прохідницького комплексу мають бути ознайомлені з будовою машин і механізмів комплексу та вимогами інструкції з його експлуатації [17], а решта членів бригади – з організацією прохідницьких робіт та правилами безпеки, які викладені в інструкції.

На дільниці експлуатації прохідницького щита потрібно завести журнал прийому-здачі зміни машиністами, в якому слід записувати усі негаразди в роботі машин комплексу, загальний стан обладнання в зміні та вжиті заходи щодо усунення несправностей.

Облік виконаних комплексом робіт ведеться гірничим майстром в спеціальному «Журналі спостережень за роботою і ремонтом гірничих машин і обладнання». В ньому ж механіком дільниці відмічаються особливі зауваження щодо експлуатації та аварійних випадків, відомості про змінення конструкції та ремонти машин комплексу, пропозиції щодо покращення його конструкції та технології ведення прохідницьких робіт, результати інспекторських перевірок тощо. Форма журналу має відповідати вимогам ОСТ 24.080.02.

5.2 Монтаж, пуск, регулювання та обкатування виробу

5.2.1 Підготовка виробу до монтажу

Перед спуском складальних одиниць комплексу в шахту необхідно переобладнати чотири вантажні платформи у спеціальні візки за проектом інституту

ВНДПрудмаш (для перевезення чотирьох приводних секцій) та підготувати дванадцять вантажних платформ. (для перевезення решти обладнання комплексу). Усі складальні одиниці комплексу вантажаться за допомогою крану на візки і платформи та надійно закріплюються.

Методи і порядок спуску комплексу в шахту та транспортування його підземними виробками до місця монтажу встановлюються керівництвом шахти.

Рекомендується орієнтувати секції оболонки, виконавчий орган, огородження, секції розвантажувального конвеєра на транспортних засобах таким чином, щоб виключити необхідність їхніх розворотів під час монтажу.

Доцільним є наступний порядок транспортування складальних одиниць обладнання:

- нижня секція (ЩПС.11.01.000);
- дві приводні секції (ЩПС.11.05.000, ЩПС.11.06.000);
- електрична секція (ЩПС.11.02.000);
- гідравлічна секція (ЩПС.11.04.000);
- дві приводні секції (ЩПС.11.07.000, ЩПС.11.08.000);
- верхня секція (ЩПС.11.03.000);
- щит (ЩПС.17.00.000);
- козирки (ЩПС.11.00.010, ЩПС.11.00.020, ЩПС.11.00.030, ЩПС.11.00.040);
- електрообладнання (ЩПК.19.00.000);
- гідрообладнання (ЩПС.16.00.000);
- опора (ЩПС.14.00.000);
- стріла (ЩПС.12.00.000);
- каретка (ЩПС.13.00.000);
- огородження (ЩПС.15.00.000);
- кінцева головка розвантажувального конвеєра (ПЩ.01.40.000);
- секція розвантажувального конвеєра (ПЩ.01.20.000);
- перехідна секція розвантажувального конвеєра (ПЩ.01.30.000);
- привод розвантажувального конвеєра (ПЩ.01.10.000);

- пускач ПМВІ-23М;

- шість секцій розвантажувального конвеєра (ПЩ.01.20.000).

5.2.2 Вимоги до місця монтажу

Для монтажу прохідницького щита повинна бути побудована камера згідно з проектом, розробленим на руднику. Камера має бути добре освітлена та обладнана розбірними помостами для зручності монтажу верхніх секцій щита та козирків.

До камери мають бути підведені:

- конвеєр (перевантажувач);

- система вентиляції;

- система водовідливу, що забезпечує осушення дільниці;

- мережа електропостачання з напругою 380 В.

Перед монтажем перевіряються розміри камери, відстань від надрудних порід до рівня підошви камери (має бути в межах 3,5-3,6 м), а також відповідність орієнтації передньої частини камери з напрямком майбутньої виробки.

5.2.3 Порядок монтажу

Безпосередньо перед монтажем здійснюють огляд усіх складальних одиниць комплексу і в разі наявності ушкоджень, що виникли в результаті транспортування, усувають їх.

Для здійснення монтажу потрібно мати дві талі вантажопідйомністю не менше 2 тонн для збирання секцій оболонки та дві ручні лебідки для підтягування складальних одиниць комплексу до місця монтажу. Місця установки талів в камері вказані на монтажному кресленні.

5.2.3.1 Технологічна послідовність та спосіб монтажу

Нижню секцію оболонки встановлюють посередині камери на двох балках із спецпрофілю СВП27 довжиною не менше 4,5 м.

На ній за допомогою двох талів встановлюють праву нижню приводну сек-

цію зі зміщенням назад на 0,5 м та два повзуна, які надійно закріплюються гайками. Талі після цього знімають.

Аналогічним чином способом нарощування послідовно встановлюють ліву приводну секцію, електричну секцію, гідравлічну секцію, праву верхню приводну секцію, ліву верхню приводну секцію і, нарешті, верхню секцію.

Під час збирання секцій напрямні та повзуни змащують солідолом. Після цього усі гайки повзунів затягують до усунення перекосів у з'єднаннях секцій та отримання заданої форми оболонки.

Потім встановлюють гідродомкрати, щиток, козирок, електрообладнання, гідрообладнання, кришки люків в нижніх секціях, опору, каретку, стрілу та огородження з укладальником кріплення. Під'єднують рукави гідросистеми, здійснюють розведення кабелів силових ланцюгів та ланцюгів керування.

Розвантажувальний конвеєр збирають у вкороченому варіанті (довжиною 9,1 м) у складі кінцевої головки, секції, перехідної секції, секції, приводної головки. Після проходки 40 м виробки розвантажувальний конвеєр збирають повністю.

5.2.3.2 Перевірка правильності монтажу

В процесі монтажу контролюють:

- правильність установки оболонки кріплення за потрібним напрямком проходки виробки. Перевірка здійснюється маркшейдерською службою. В разі необхідності за допомогою талі роблять розвороти оболонки;
- правильність форми оболонки;
- відхилення вертикальної осі оболонки;
- відповідність гідравлічного та електричного розведень документації;
- наявність огороджень та заземлень;
- роботу водовідливу, вентиляції та пиловідсмоктування.

5.2.4 Налаштування та монтажні випробування

В маслобак через заливну горловину заливають масло індустріальне І-30-

А ДСТУ 20799 у кількості 90 л.

Вмикають штрековий пускач і кнопку загального пуску на огородженні.

Гідравлічну систему шляхом почергового вмикання усіх гідроциліндрів прокачують протягом робочої зміни до повного видалення повітря. Паралельно з цим періодично доливають у маслобак порціями ще 100 л масла (контроль рівня масла за масловказівником).

Заливають масло в усі редуктори.

За манометрами контролюють максимальний робочий тиск (упорний; запобіжний клапан працює на злив), який має біти наступним:

- для гідродомкратів переміщення секцій кріплення – 16±0,3 МПа;

- для решти гідроциліндрів – 14±0,3 МПа.

Перевіряють відповідність рухів усіх органів комплексу заданим в проекті, а також надписам на пультах керування.

Перевіряють роботу усіх очисних пристроїв.

При виявленні відхилень від проекту здійснюють регулювання та налаштування відповідних механізмів.

5.2.5 Пускові випробування

Для запуску комплексу слід подати напругу шляхом вмикання штрекового пускача та натискання кнопки загального пуску на огородженні. Потім потрібно увімкнути один з маслонасосів кнопкою «пуск», а рукоятками гідророзподільників, що знаходяться на каретці і гідравлічній секції, здійснити необхідні переміщення механізмів та вузлів комплексу. Вмикання і вимикання шнеку виконавчого органу та перевантажувача слід робити кнопками «пуск» і «стоп», що знаходяться на огородженні. Там же розташована кнопка «загальний стоп».

Уздовж розвантажувального конвеєра прокладений тросик, пов'язаний з кнопкою «стоп», для зупинки обертання шнеку виконавчого органу та розвантажувального конвеєра.

Керування звуковою сигналізацією розташовано на огородженні.

Огляд і перевірку несправностей складальних одиниць комплексу роблять

згідно вказівок, приведених в п.п. 5.2.3.2, 5.2.4, 5.7, а випробування – п. 5.2.4.

5.2.6 Регулювання робочих параметрів

Регулюванню підлягають:

- робочий тиск в гідросистемі секцій оболонки – регулювання запобіжними клапанами МКП-12-02 на робочий тиск 16 МПа, контроль манометрами МТП 100/1-600х2,5;

- робочий тиск в гідросистемі виконавчого органу – регулювання запобіжним клапаном МКП-12-01 на робочий тиск 14 МПа, контроль манометрами МТП 100/1-600х2,5;

- затягування повзунів корончастими гайками – забезпечення зазору 0,5 мм за рахунок установки прокладок;

- регулювання натягів стрічок конвеєра стріли та розвантажувального конвеєра натяжними гвинтами до усунення пробуксовки.

5.2.7 Комплексне випробування

Після регулювання перевіряють за допомогою манометрів тиск в гідросистемах на холостому ходу та його відповідність даним, приведеним в таблиці Додатку 4 інструкції з експлуатації [17].

5.2.8 Обкатування комплексу

Обкатку механізмів комплексу проводять в режимі холостого ходу протягом 1-1,5 годин. При цьому перевіряють правильність взаємодії складових частин установки. Не повинно бути ненормального шуму в зубчастих передачах, витоків масла через ущільнення редукторів, нагріву масла вище 45-50 ^{o}С, нагріву стрічок конвеєра стріли та розвантажувального конвеєра.

Після обкатування комплекс переміщують в камері впритул до груди забою здають комплекс членам приймальної комісії, серед яких мають бути представники розробника машини, підприємства-споживача та Державного гірничого технічного нагляду.

5.3 Підготовка до роботи

Перед початком роботи виконують наступні операції:

- виріб заправляють маслом та іншими мастильними матеріалами згідно з правилами, викладеними в п.п. 5.2.5, 6.4;

- перевіряють орієнтацію оболонки комплексу та порядок коректування її руху згідно з вимогами п.п. 5.2.3.2 та правилами, викладеними далі у цьому розділі;

- готують комплекс до вмикання та перевірки його роботи, а також регулюють його параметри (п.п. 5.2.4, 5.2.5, 5.2.6).

Початкові положення рукояток керування гідророзподільниками мають бути нейтральними.

5.4 Порядок роботи

5.4.1 Склад обслуговуючого персоналу

Прохідницька бригада складається з наступних робітників:

- бригадир (машиніст щита) – гірник VI розряду;

- три (варіант використання перевантажувача з вагонетками) або два (варіант використання розвантажувального і штрекового конвеєрів) кріпильника (доставка візків з кріпильним матеріалом до розминовки здійснюється по напрямних прогонах штрекового конвеєра) – гірники V розряду.

Крім них, для обслуговування комплексу призначається черговий електрослюсар з комплектом необхідних інструментів.

5.4.2 Режими роботи комплексу

Передбачені наступні режими роботи комплексу:

- переміщення в межах монтажної камери та вихід щита з неї;

- робота з укороченим розвантажувальним конвеєром;

- робота з нормальним розвантажувальним конвеєром;

- спорудження демонтажної камери та вхід щита до неї.

Перед початком робіт у будь-якому режимі необхідно переконатися в повній безпечності їхнього проведення.

5.4.2.1 Переміщення комплексу в камері

Переміщення комплексу в камері представляє собою почергове пересування нижньої секції з розвантажувальним конвеєром та усіх інших секцій оболонки разом на один крок (0,5 м). Переміщення нижньої секції з розвантажувальним конвеєром здійснюють за допомогою установки двох упорів (дерев'яних стояків діаметром не менше 240 мм), які розміщують між нижніми приводними секціями та кріпленням камери.

Операції повторюють аж до підходу до тимчасового запобіжного кріплення забою. Після цього запобіжне кріплення розбирають і починають відбивання та навантаження гірничої маси на конвеєр (перевантажувач).

Пересування оболонки роблять після проходки кожних 0,5 м виробки шляхом почергового переміщення секцій. В процесі пересування нижньої секції продовжують ставити упори аж до повного входу оболонки в масив.

Далі під останнім кільцем камери ставлять опірне кільце з поперечним перетином в світлі 3,0 м^2, що складається з трьох сегментів постійного кріплення штреку. Сегменти внутрішнього кільця приварюють до сегментів зовнішнього кільця. Під козирками ставлять оклад постійного кріплення штреку.

5.4.2.2 Робота з укороченим перевантажувачем

Машиніст комплексу здійснює відбивання і навантаження гірничої маси на конвеєр (перевантажувач). Відбивання починається з верхньої частини забою. Для підтримки покрівлі щиток встановлюють в положення підтримки верхньої частини тупика.

Даля відбивають решту площі забою і здійснюють почергове переміщення секцій та розвантажувального конвеєра. Переміщення секцій необхідно робити у наступній послідовності: спочатку нижньої секції разом з розвантажувальним

конвеєром; потім правої і лівої нижніх вузьких секцій; далі правої і лівої бічних секцій; потім правої і лівої верхніх вузьких секцій; нарешті, верхньої секції.

За необхідності машиніст щита може коректувати рух оболонки нагору, вниз і в бічних напрямках шляхом зміщення перетину виробки під час відбивання в потрібний бік та за допомогою упору бічної секції в нерозібраний бік виробки.

Кріпильники здійснюють розвантаження кріпильних матеріалів і під захистом козирків встановлюють елементи постійного кріплення виробки.

Під час переміщення секції оболонки і розвантажувального конвеєра в процесі підйому верхнього сегменту кріплення усі інші роботи припиняють, а перед початком цих операцій подають звуковий сигнал. Бригадир перевіряє правильність установки окладу та слідкує за дотриманням напрямку проходки виробки згідно із вказівками маркшейдера, а також за виконанням правил безпеки усіма членами бригади.

Режим роботи з укороченим конвеєром закінчується після проходки 40 м виробки.

5.4.2.3 Робота з нормальним розвантажувальним конвеєрам

Далі порядок ведення прохідницьких робіт та виконання функцій членів бригади залишається аналогічним описаному вище.

5.4.2.4 Спорудження демонтажної камери

Роботи, пов’язані з проходкою і кріпленням демонтажної камери, здійснюють за спеціально розробленим на руднику проектом, паспортом кріплення та планом організації робіт.

Операції входу в камеру та демонтажу щита аналогічні викладеним в п.п. 5.2.3, 5.4.2.1, але в порядку, протилежному останньому.

5.4.3 Порядок спостереження за виробом та обов’язки членів бригади

Під час роботи комплексу машиніст зобов’язаний:

- суворо дотримуватися вимог безпеки та інструкції з експлуатації [17], а також правил керування прохідницьким щитом;

- слідкувати за справністю прохідницького щита та негайно припиняти роботу в разі виявлення несправностей;

- слідкувати за дотриманням порядку розробки забою, паспорта кріплення та порядку організації робіт бригади;

- не допускати защемлення живильних кабелів;

- не допускати защемлення рукавів гідравлічних з'єднань;

- слідкувати за справністю електричної частини комплексу та його гідрообладнання;

- не допускати витоків масла з гідравлічної системи та редукторів;

- щозмінно перевіряти рівні масла за допомогою масловказівників та чіткість дії органів керування;

- своєчасно замінювати фільтрувальні елементи у фільтрах;

- вимикати штрековий пускач наприкінці зміни.

Кріпильники зобов'язані:

- встановлювати оклади постійного кріплення виробки та здійснювати розвантаження кріпильних матеріалів;

-- суворо дотримуватися правил техніки безпеки та вимог інструкції з експлуатації [17] і паспорту кріплення виробки;

- негайно припиняти усі роботи після звукового сигналу.

Після закінчення зміни бригадир повинен:

- залишити тупик забою у безпечному стан;

- виконавчий орган опустити на грунт або на шпалу. У піднятому положенні його потрібно зафіксувати за допомогою спеціального фіксатора;

- встановити оклад кріплення під висунутими козирками;

- зняти напругу з комплексу;

- здійснити загальний огляд обладнання. Про всі виявлені несправності доповісти гірничому майстру.

В разі здійснення навчання обслуговуючого персоналу на ньому зобов'яза-

ні бути присутніми представники технічного нагляду шахти та проектної організації. Експлуатація комплексу в період навчання здійснюється спочатку в режимі послідовного виконання усіх операцій прохідницького циклу, а пізніше – з переходом на режим суміщення відбивання і навантаження з кріпленням виробки.

5.5 Перевірка технічного стану установки

Порядок перевірки технічного стану прохідницького комплексу приведений в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Порядок перевірки технічного стану комплексу

Що перевіряється, якими інструментами, приладами та обладнанням. Методика перевірки	Технічні вимоги
Зовнішній огляд	
1. Заземлення загальне і місцеве	Цілісність сполучень і ланцюгів
2. Стрічки конвеєрів	Не допускаються: сильний знос бортів, стирання обкладинок, пориви і задирки стиків
3. Шнек. Наявність усіх зубків і канатів та їхнього кріплення	Відсутні елементи потрібно встановити, а зношені – замінити. Зубки закріпити
4. Засоби очищення стрічок	Наявність засобів
5. Електричні кабелі	Замінити при порушенні ізоляції
6. Наявність масла в баку за масловказівником	Додати до верхнього рівня масловказівника
7. Наявність змащення	Додавати згідно з картою змащення

Продовження таблиці 5.1

Випробування на холостому ходу	
1. Стрічки конвеєрів. Правильність ходу, достатність натягу	При бічному сході стрічки і торкання металоконструкцій відрегулювати хід стрічки В разі пробуксовки збільшити натяг
2. Редуктори стріли, розвантажувального конвеєра, лебідок	При ненормальному шумі і нагріві експлуатація заборонена
3. Гідрообладнання	
Тиск в системах. Перевіряється манометрами, регулюється запобіжним клапаном	Максимальний робочий (упорний) тиск, МПа: - гідросистема переміщення секцій – 16; - гідросистема виконавчого органу – 14; - укладальника кріплення – 8-10
Рукава і трубопроводи	Замінити за наявності ушкоджень
Сполучення гідророзподільників з плитами Гідрозамки гідроциліндрів підйому стріли та упору запобіжного щитка	Підтягнути кріплення за наявності витоків масла При мимовільному опусканні експлуатація забороняється. Усунути несправності
Чіткість роботи гідророзподільників. Відповідність рухів надписам	Усунути несправність
4. Електрична частина	
Чіткість спрацьовування усіх пускачів. Відповідність рухів надписам	При несправній електричній системі роботи припиняються до усунення несправностей
Чіткість дії блокувальних пристроїв	При порушеннях дії блокувальних пристроїв роботи припиняються до усунення несправностей

Продовження таблиці 5.1	
Опір ізоляції (заміри мегометром 500 В): - для двигунів – 0,5 МОм; - для силових кабелів – 50 МОм	При менших опорах експлуатація забороняється

5.6 Характерні несправності обладнання та методи їхнього усунення

Перелік найчастіших несправностей комплексу, ймовірних причин їхнього виникнення та рекомендованих методів усунення приведені в табл. 5.2.

Для заміни деталей, що вийшли з ладу або зносилися, та складальних одиниць слід використовувати комплект ЗІП, який поставляється разом з комплексом.

5.7 Основні правила безпеки під час експлуатації комплексу

Керувати машинами і механізмами комплексу дозволяється лише особам, що пройшли курс спеціального навчання, склали іспит та отримали посвідчення на право керування машинами комплексу. Працювати без посвідчення дозволяється виключно під час навчання в присутності особи, відповідальної за роботу учня і за дотримання правил безпеки та справності обладнання.

Машиністи та електрослюсарі, які здійснюють монтаж і демонтаж комплексу, технічне обслуговування, пуск, регулювання та обкатування машин комплексу, повинні добре знати їхню конструкцію та в усіх випадках дотримуватися вимог інструкції з її експлуатації [17]. Монтаж і демонтаж комплексу має ждійснюватися в спеціальних камерах згідно з вказівками, викладеними в п. 5.2.

Під час монтажу, демонтажу і ремонтів дозволяється користуватися лише справними підйомними засобами вантажопідйомністю не менше ваги складальних одиниць комплексу, що піднімаються. Дуже важливо надійно стропувати ці

вузли для виключення можливості їхнього мимовільного переміщення. Для цього потрібно використовувати спеціальні петлі та монтажні пристосування.

Забороняється застосовувати комплекс в наступних умовах експлуатації:

- в шахтах, небезпечних відносно газу і пилу;

- при падінні напруги в силовій мережі нижче 340 В;

- при несправній пусковій та керуючій апаратурі;

- при непрацюючій системі загальношахтної вентиляції та відключеній системі сухого пилопригнічення;

- при неприпустимому шумі механізмів комплексу;

- при незатягнутих болтових з'єднаннях;

- без надійного місцевого заземлення штрекового пускача провідником перетином 50 мм^2 зі сталі або 25 мм^2 з міді;

- при несправній звуковій сигналізації;

- при знятих огородженнях та порушеннях їхнього блокування.

Під час переміщення секцій оболонки забороняється:

- знаходження людей перед кріпленням і позаду нього ближче, ніж на відстані 1,5 м;

- знаходження сторонніх осіб всередині оболонки;

- здійснювати відбивання і навантаження гірничої маси, установку постійного кріплення, настилання постелі, нарощування штрекового конвеєра;

- виконувати будь-які ремонтні та змащувальні роботи, а також очищення вузлів і деталей комплексу від гірничої маси і бруду.

Під час роботи виконавчого органу та розвантажувального конвеєра забороняється:

- знаходження людей в зоні дії виконавчого органу, під перевантажувачем, а також перед потягом вагонеток у місця їхнього завантаження;

- очищати барабан і ролики, регулювати хід стрічки;

- виконувати будь-які ремонтні та змащувальні роботи;

- здійснювати підйом верхнього сегменту постійного кріплення;

- доливати масло в маслобак та регулювати апаратуру гідрообладнання

оболонки;

- робити відбивання і навантаження гірничої маси, а також установку постійного кріплення при знятому огородженні.

Забороняються огляди, ремонтні роботи, прибирання просипу під стрілою без попереднього стопоріння виконавчого органу у піднятому положенні за допомогою спеціального фіксатора.

Під час експлуатації комплексу необхідно:

- надійно заземлювати його електродвигуни через заземлювальні жили гнучких кабелів;

- не допускати защемлення живильних кабелів та кабелів керування рухомими елементами оболонки;

- щозмінно перевіряти ланцюги заземлень та стан живильного кабелю;

- підвішувати живильний кабель до кріплення виробки таким чином, щоб в нього був необхідний напуск для здійснення переміщень комплексу;

- своєчасно усувати виявлені несправності;

- вимикати штрековий пускач наприкінці зміни, під час оглядів обладнання, ремонтів і змащення;

- вимикати штрековий пускач на періоди відсутності машиніста;

- спрямовувати на виконання ремонтних робіт не менше двох робітників;

- здійснювати кріплення виробки постійним кріпленням згідно із затвердженим паспортом кріплення;

- під час збирання та розбирання деталей і складальних одиниць верхніх секцій оболонки будувати надійні помости (в тому числі і в процесі їхнього монтажу.

При виконанні зварювальних робіт має бути знята напруга шляхом вимикання штрекового пускача. Крім того, при цьому потрібно вдатися до усіх заходів протипожежної безпеки. Зварювальні роботи повинні виконуватися у присутності особи технічного нагляду, відповідальної за їхнє проведення.

В усіх інших випадках слід користуватися «Правилами безпеки під час розробки родовищ рудних та нерудних корисних копалин підземним способом»

[21], а також інструкціями, діючими на підприємстві, що здійснює процес експлуатації прохідницького щита.

5.8 Розрахунки продуктивності комплексу

5.8.1 Обгрунтування технічної продуктивності механізмів комплексу

Величини технічної продуктивності окремих механізмів комплексі відомі з табл. 2.1, а саме:

- шнекового виконавчого органу по відбиванню гірничої маси – 102 т/год.;
- шнекового виконавчого органу по її навантаженню – 122 т/год.;
- конвеєра стріли – 183 т/год.

Технічну продуктивність конвеєра перевантажувача по породі можна підрахувати за допомогою наступної формули:

$$Q_{\text{тех п}} = 325B^2Cv_{\text{к}}\gamma'_{\text{ср}} = 325 \cdot 0{,}65^2 \cdot 0{,}85 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}3 \approx 160 \text{ т/год.}$$

де B = 0,65 м – ширина стрічки; C = 0,85 – коефіцієнт, що враховує осипання матеріалу зі стрічки при куті нахилу конвеєра до 20°; $v_{\text{к}}$ = 1,1 м/с – швидкість руху стрічки; $\gamma_{\text{ср}}$' = 1,3 т/м^3 – об'ємна вага породи у розпушеному стані.

Візьмемо для подальшого розрахунку менші показники. Приймемо наступні величини технічної продуктивності комплексу по відбиванню і навантаженню:

- окисної марганцевої руди і породи: $Q_{\text{тех1}}$ = 100 т/год.;
- карбонатної марганцевої руди: $Q_{\text{тех2}} = kQ_{\text{тех о}} = 0{,}3 \cdot 100 = 30$ т/год.,

де k = 0,3 – коефіцієнт зниження продуктивності за результатами випробувань.

5.8.2 Вихідні дані для визначення експлуатаційної продуктивності

Розглядаємо варіант експлуатації з перевантажником та обмінними вагонетками. В ньому, як було зазначено вище, в п. 5.4.1, задіяна прохідницька бригада, що складається з чотирьох гірників – бригадира-машиніста (гірник VI розряду) та трьох його помічників-кріпильників (гірники V розряду).

Режим роботи щитового прохідницького комплексу (кількість робочих днів на рік без урахування витрат часу на демонтаж-монтаж обладнання при переході на нову виробку):

$$A_р = 365 – (104 + 8 + 10) = 243 \text{ дні},$$

де 365 – число днів в році; 104 – вихідні дні; 8 – святкові дні; 10 – дні, зарезервовані на капітальний ремонт комплексу.

Решта вихідних даних для розрахунку:

- кількість робочих змін на добу – $K_{зм} = 3$;
- тривалість робочої зміни, год. – 6,0 (7,2);
- об'ємна вага руди, т/м^3 – 2,0;
- об'ємна вага породи, т/м^3 – 1,85;
- середня довжина виробки, що проходиться, м – $L = 600$;
- технічні продуктивності комплексу по породах та різних рудах – див. вище, в п. 5.8.1.

5.8.3 Розрахунок експлуатаційної продуктивності комплексу

Норматив часу на відбивання та навантаження гірничої маси відбійно-навантажувальним органом комплексу:

$$H_ч = \frac{H'_ч A'_{тех}}{Q_{тех}}, \text{ чол.·хв./м}^3,$$

де $H_ч$' = 6,0 чол.·хв./м^3 – елементарний норматив часу на відбивання та навантаження гірничої маси комбайном МБЛД; $A_{тех}$' = 60 т/год. – технічна продуктивність комбайну МБЛД.

Тоді маємо:

- для порід та окисних руд – $H_{ч1} = \frac{6{,}0 \cdot 60}{100} = 3{,}6$ чол.·хв./м^3;
- для карбонатних руд – $H_{ч2} = \frac{6{,}0 \cdot 60}{30} = 12{,}0$ чол.·хв./м^3.

Ці витрати часу (в чол.·хв./м^3) є основними ($T_о$). Крім того, обов'язково слід враховувати:

- допоміжні витрати часу $T_д$ (чол.·хв./м^3) на оббирання забою та надання йому потрібних розмірів і форми (0,88) і на маневри виконавчого органу (0,7). Разом вони складуть: $T_д$ = 1,58 чол.·хв./м^3. Сума основних і допоміжних витрат часу утворює оперативний час $T_{оп} = T_о + T_д$;

- регламентовані перерви на відпочинок $K_в$ (8% від $T_{оп}$) та особисті потреби робітників $T_{ос}$ (10 хв. на одну людину);

- підготовчо-заключний час $T_{пз}$ (30 хвилин за зміну).

Тоді норма виробітку на відбивання та навантаження гірничої маси складе:

$$H_в = \frac{T_{зм} - T_{пз} - T_{ос}}{(T_о + T_д) \cdot K_в}, \text{ м}^3\text{/зміну},$$

де $T_{зм}$ = 360 хв. – тривалість робочої зміни (6,0 год.), на яку розраховується норма

Для порід та окисних руд вона становитиме:

$$H_{в1} = \frac{360-30-10}{(3{,}6+1{,}58)\cdot 1{,}08} = 57{,}0 \text{ м}^3\text{/зміну},$$

а для карбонатних руд:

$$H_{в2} = \frac{360-30-10}{(12{,}0+1{,}58)\cdot 1{,}08} \approx 21{,}0 \text{ м}^3\text{/зміну}.$$

Норми виробітку в тоннах складуть:

- для окисної руди – $H_{в1}$' = 57,0·2,0 ≈ 110 т/зміну;

- для карбонатної руди – $H_{в2}$' = 21,0·2,0 ≈ 40 т/зміну;

- для породи – $H_{в1}$'' = 57,0·185 ≈ 100 т/зміну.

Норми часу на відбивання та навантаження 1 тонни:

- окисної руди – $H_{вр_1} = \frac{360}{110} = 3{,}3$ чол.·хв./т;

- карбонатної руди – $H_{вр_2} = \frac{360}{40} = 9{,}0$ чол.·хв./т;

- породи – $H_{вр_3} = \frac{360}{100} = 3{,}6$ чол.·хв./т.

В табл. 5.3 приведені результати розрахунку комплексної норми виробітку на проходку гірничої виробки з використанням прохідницького комплексі ЩПК

(потужність пласта – 2 м, діаметр виробки в проходці – 3,5 м, кріплення – СВП-27, затяжка – дерев'яна).

Число бригадозмін:

- для окисної руди – $З_{б_1} = \frac{371,5}{60 \cdot 6,0 \cdot 4} \approx 0,26$;

- для карбонатної руди – $З_{б_2} = \frac{504,9}{60 \cdot 6,0 \cdot 4} \approx 0,35$,

де 6,0 – число годин у зміні; 4 – кількість робітників в бригаді.

Норма змінного виробітку однією бригадою (для зміни тривалістю 6,0 годин):

- для окисної руди – $H_{б_1}^{6,0} = \frac{1}{0,26} \approx 3,8$ м/зміну;

- для карбонатної руди – $H_{б_2}^{6,0} = \frac{1}{0,35} \approx 2,8$ м/зміну.

Норма змінного виробітку однією бригадою (для зміни тривалістю 7,2 години):

- для окисної руди – $H_{б_1}^{7,2} = \frac{3,8 \cdot 7,2}{6,0} \approx 4,5$ м/зміну;

- для карбонатної руди – $H_{б_2}^{7,2} = \frac{2,8 \cdot 7,2}{6,0} \approx 3,3$ м/зміну.

Те саме з урахуванням постійного виділення води з грунту виробки:

- для окисної руди – $H_1 = 4,5 \cdot 0,9 \approx 4,0$ м/зміну;

- для карбонатної руди – $H_2 = 3,3 \cdot 0,9 \approx 2,9$ м/зміну,

де 0,9 – коефіцієнт, що враховує обводненість виробки.

5.8.4 Розрахунок річного обсягу робіт комплексу

Час проходки виробки:

$$K_{\text{п}} = \frac{L}{HK_{\text{зм}}}, \text{ днів.}$$

Тоді маємо:

- для окисної руди – $K_{\text{п1}} = \frac{600}{4,0 \cdot 3} = 50$ днів;

- для карбонатної руди – $K_{\text{п2}} = \frac{600}{2,9 \cdot 3} = 69$ днів.

Кількість пройдених за рік виробок:

$$N = \frac{A_{\text{р}}}{K_{\text{п}} + K_{\text{пм}}}, \text{ шт.},$$

де $K_{\text{пм}}$ = 10 днів – число днів на демонтаж-монтаж комплексу для проходки нової виробки.

Маємо:

- для окисної руди – $N_1 = \frac{243}{50+10} \approx 4{,}0$ шт.,

- для карбонатної руди – $N_2 = \frac{243}{69+10} \approx 3{,}0$ шт.

Час роботи комплексу за рік на проходці виробок:

$$K_{\text{р}} = A_{\text{р}} - NK_{\text{ пм}}, \text{ днів.}$$

Маємо:

- для окисної руди – $K_{\text{р1}} = 243 - 4{,}0 \cdot 10 = 203$ дня;

- для карбонатної руди – $K_{\text{р2}} = 243 - 3{,}0 \cdot 10 = 213$ днів.

Річний обсяг робіт:

$$\text{П} = HK_{\text{р}}K_{\text{зм}}, \text{ погонних метрів.}$$

Маємо:

- для окисної руди – $\text{П}_1 = 4{,}0 \cdot 203 \cdot 3 \approx 2400$ погонних метрів;

- для карбонатної руди – $\text{П}_2 = 2{,}9 \cdot 213 \cdot 3 \approx 1800$ погонних метрів.

5.9 Кінематичний розрахунок роботи комплексу

Кінематична схема щитового прохідницького комплексу показана на рис. 5.1, а перелік використаних в конструкції підшипників приведений в табл. 5.4.

5.9.1 Виконавчий орган (стріла)

Швидкість обертання шнеку – 67,7 об/хв.

Лінійна швидкість лез зубків шнеку – 3,19 м/с.

Швидкість руху стрічки – 1,96 м/с.

Таблиця 5.4 – Підшипники кінематичної схеми комплексу ЩПК (рис. 5.1)

Позначення на схемі рис. 5.1	Найменування	Кількість
9	Підшипник 8112 ДСТУ 6874	1
10	Підшипник 3518 ДСТУ 5721	2
11	Підшипник 3618 ДСТУ 5721	2
12	Підшипник 218 ДСТУ 8338	2
13	Підшипник 3622 ДСТУ 5721	1
14	Підшипник 3424 ДСТУ 5721	1
15	Підшипник 304К ДСТУ 8338	4
16	Підшипник 206К ДСТУ 8338	2
19	Підшипник 1216 ДСТУ 5720	2
20	Підшипник 204 ДСТУ 8338	152
21	Підшипник 308 ДСТУ 8338	2

5.9.2 Гідрообладнання

Кожен з двох насосів НА 16/320 приводиться до руху електродвигуном типу 4А132М, N = 11 кВт, n = 1460 об/хв.

Під час переміщення секцій оболонки працюють обидва насоси із сумарною продуктивністю $2Q$ = 40 л/хв.

Під час переміщення стріли, опори та укладальника кріплення працює лише один насос з продуктивністю Q = 20 л/хв.

Переміщення запобіжного щитка можуть здійснюватися як роботою одного насосу, так і двох одночасно.

Час переміщення приводної секції оболонки:

$$t_1 = \frac{n_1\pi\left(D_1^2 - d_1^2\right)}{4 \cdot 2Q} l_1 = \frac{2 \cdot 3{,}14\left(1{,}6^2 - 0{,}9^2\right)}{4 \cdot 2 \cdot 20} \cdot 5 = 0{,}344 \text{ хв.},$$

де n_1 = 2 – кількість гідродомкратів, що переміщають секцію; D_1 = 160 мм – діаметр поршня гідродомкрата; d_1 = 90 мм – діаметр штока гідродомкрата; l_1 = 500 мм – хід поршня гідродомкрата.

Швидкість переміщення приводної секції оболонки:

$$v_1 = \frac{l_1}{t_1} = \frac{0{,}5}{0{,}344} = 1{,}45 \text{ м/хв.}$$

Час переміщення решти секцій оболонки:

$$t_2 = \frac{n_1 \pi D_1^2}{4 \cdot 2Q} l_1 = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 1{,}6^2}{4 \cdot 2 \cdot 20} \cdot 5 = 0{,}5 \text{ хв.}$$

Швидкість переміщення решти секцій оболонки:

$$v_2 = \frac{l_1}{t_2} = \frac{0{,}5}{0{,}5} = 1{,}0 \text{ м/хв.}$$

Час підйому стріли:

$$t_3 = \frac{\pi D_2^2}{4Q} l_2 = \frac{3{,}14 \cdot 1{,}25^2}{4 \cdot 20} \cdot 5 = 0{,}307 \text{ хв.},$$

де D_2 = 125 мм – діаметр поршня гідроциліндра підйому стріли; l_2 = 500 мм – хід поршня гідроциліндра.

Середня швидкість підйому стріли (по осі шнеку):

$$v_3 = \frac{L_1}{t_3} = \frac{2{,}76}{0{,}307} = 9{,}0 \text{ м/хв.},$$

де L_1 = 2760 мм – висота підйому шнека.

Час повороту стріли:

$$t_4 = \frac{\pi D_3^2 + \pi\left(D_3^2 - d_3^2\right)}{4Q} l_3 = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}8^2 + 3{,}14\left(0{,}8^2 - 0{,}45^2\right)}{4 \cdot 20} \cdot 2 = 0{,}085 \text{ хв.},$$

де D_3 = 80 мм – діаметр поршня гідроциліндра повороту стріли; d_3 = 45 мм – діаметр штока гідроциліндра повороту стріли; l_3 = 200 мм – хід поршня гідроциліндра.

Середня швидкість повороту стріли (по осі шнеку):

$$v_4 = \frac{L_2}{t_4} = \frac{2{,}6}{0{,}085} \approx 30 \text{ м/хв.},$$

де L_2 = 2600 мм – висота повороту шнека в горизонтальній площині.

Необхідна установка дроселя.

Час переміщення опори вперед:

$$t_5 = \frac{n_2 \pi D_4^2}{4Q} l_4 = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}8^2}{4 \cdot 20} \cdot 6{,}3 = 0{,}317 \text{ хв.},$$

де D_4 = 80 мм – діаметр поршня гідроциліндра висування опори; l_4 = 630 мм – хід поршня гідроциліндра.

Швидкість переміщення опори вперед:

$$v_5 = \frac{l_4}{t_5} = \frac{0{,}63}{0{,}317} = 2{,}0 \text{ м/хв.},$$

Час переміщення опори назад:

$$t_6 = \frac{n_2 \pi \left(D_4^2 - d_4^2\right)}{4Q} l_4 = \frac{2 \cdot 3{,}14 \left(0{,}8^2 - 0{,}45^2\right)}{4 \cdot 20} \cdot 6{,}3 = 0{,}216 \text{ хв.},$$

де d_4 = 45 мм – діаметр штока гідроциліндра висування опори.

Швидкість переміщення опори назад:

$$v_6 = \frac{l_4}{t_6} = \frac{0{,}63}{0{,}216} = 2{,}9 \text{ м/хв.}$$

Час підйому укладальника кріплення:

$$t_7 = \frac{n_3 \pi D_5^2}{4Q} l_5 = \frac{4 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}8^2}{4 \cdot 20} \cdot 8{,}0 = 0{,}8 \text{ хв.},$$

де D_5 = 80 мм – діаметр поршня гідроциліндра підйому укладальника кріплення; l_5 = 800 мм – хід поршня гідроциліндра; n_3 = 4 шт. – кількість гідроциліндрів.

Швидкість підйому укладальника кріплення:

$$v_7 = \frac{2l_5}{t_7} = \frac{2 \cdot 0{,}8}{0{,}8} = 2{,}0 \text{ м/хв.}$$

Швидкість переміщення запобіжного щитка при вмиканні одного насосу

дорівнює швидкості переміщення опори:

- вперед – $v_8 = v_5 = 2{,}0$ м/хв.;

- назад – $v_9 = v_6 = 2{,}9$ м/хв.

В разі вмикання двох насосів відповідно:

- вперед – $v_8^{'} = 2 \cdot 2{,}0 = 4{,}0$ м/хв.;

- назад – $v_9^{'} = 2 \cdot 2{,}9 = 5{,}8$ м/хв.

5.9.3 Перевантажувач

Швидкість руху стрічки – 1,1 м/с.

Швидкість переміщення платформ дорівнює швидкості переміщення нижньої секції оболонки – $v_п = 1{,}0$ м/с.

Швидкість обертання котків опор:

$$n = \frac{v_п}{\pi d} = \frac{1{,}0}{3{,}14 \cdot 0{,}12} \approx 2{,}7 \text{ об/хв.},$$

де $d = 0{,}12$ м – діаметр котків.

5.9.4 Розминник та маневрові лебідки

Швидкість переміщення платформ розминника аналогічна швидкості переміщення платформ перевантажувача – 1,0 м/с.

Для переміщення потягів вагонеток встановлено дві лебідки ЛВД 11.

Середня швидкість руху канату та, відповідно, руху потягу згідно з паспортними даними – 0,25 м/с.

6 ПРАВИЛА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ЩПК

Для забезпечення високого рівня надійності та довговічності гірничого обладнання, що експлуатується в надзвичайно важких умовах підземних рудовидобувних підприємств, в тому числі розглянутого в даній роботі щитового прохідницького комплексу, дуже важливим є виконання регулярних заходів технічного обслуговування і ремонту. Лише ретельне дотримання усіх рекомендацій, викладених в інструкції з експлуатації установки [17] та у відповідних джерелах науково-технічної інформації [22-25], гарантує тривалу безвідмовну роботу техніки.

6.1 Види і періодичність технічного обслуговування

У початковій стадії експлуатації комплексу, якщо в цьому є необхідність, проводять доводочні роботи з метою забезпечення нормального функціонування установки в умовах конкретного підземного підприємства.

Далі, під час нормальної експлуатації виробу здійснюються наступні заходи технічного обслуговування:

- щозмінні огляди;
- поточні ремонти;
- середні ремонти;
- капітальний ремонт.

Щозмінний огляд обладнання включає наступні заходи:

- до початку роботи бригадир повинен довідатися про технічну готовність комплексу, про всі неполадки, що трапилися в попередній зміні, та про вжиті заходи щодо їхнього усунення;

- в забої бригадир зобов’язаний в першу чергу переконатися у безпеці проведення оглядових робіт;

- технічна готовність комплексу визначається шляхом зовнішнього огляду та випробування в режимі холостого ходу. В разі виявлення дрібних несправностей вони мають бути негайно усунені;

- усі роботи з технічного огляду мають проводитися за умови суворого дотримання правил безпеки, викладених вище, в п. 5.7.

Поточні ремонти проводяться в міру виникнення несправностей. Під час здійснення поточного ремонту виконуються наступні роботи:

- заміна гідроапаратури, електродвигунів, гідроциліндрів, рукавів, ущільнень, шестірень, підшипників, втулок, конвеєрних стрічок, відбортовок, кабелів, електроапаратури, роликів, скребків, котків опор;

- усунення витоків масла через сполучення;

- усунення обривів в електричних ланцюгах.

Після кожного поточного ремонту проводять обкатування та налаштування ремонтованих механізмів.

Середні ремонти роблять під час демонтажу комплексу в демонтажній або монтажній камерах, тобто після чи до початку проходки виробки (через 406 місяців роботи).

Під час середнього ремонту виконують роботи, що вимагають повного розбирання окремих складальних одиниць комплексу.

Капітальний ремонт здійснюється за необхідності після 12 місяців роботи комплексу.

6.2 Забезпечення заходів технічного обслуговування

Щозмінний огляд здійснюється бригадиром та членами бригади за його вказівками. При цьому використовуються комплект інструментів та вимірювальної апаратури, що входить до складу комплексу.

В роботах поточного ремонту, крім членів бригади, приймає участь черговий електрослюсар, а також, за необхідності, зварювальник. При його виконання застосовують також вантажопідйомні засоби (наприклад, таль вантажопідйомністю не менше 3 тонн).

Середній ремонт виконується бригадою електрослюсарів під керівництвом механіка дільниці.

6.3 Порядок технічного обслуговування

Щозмінний огляд виконується згідно із вказівками, викладеними в п. 5.5.

Під час поточних ремонтів ремонтують деталі в залежності від ступеню їхнього зносу або ушкодження. Далі приводяться рекомендації щодо виконання цих робіт:

- зубчасті колеса і шестірні вважаються придатними для подальшої роботи, якщо робоча поверхня зубів чиста і не має помітних дефектів, а знос не перевищує 0,1 модуля;

- в кулькових підшипниках люфт не повинен перевищувати 0,3 мм;

- усі шпонкові з'єднання мають бути ретельно підігнані;

- виправлення термічно оброблених деталей методами електрозварювання не допускаються;

- дрібні несправності, що виникають під час роботи, бригада обслуговування комплексу під керівництвом машиніста повинна ліквідовувати самостійно;

- більш складні несправності усуває черговий електрослюсар, про що повідомляється механік дільниці;

- ремонт електрообладнання, редукторів та гідроциліндрів (за виключенням дрібних несправностей) робиться лише в умовах ремонтно-механічних майстерень або рудоремонтних заводів;

- в разі ремонту гідравлічних рукавів їхнє запакування має здійснюватися в ремонтно-механічній майстерні;

- ремонтовані та заново виготовлені сталеві трубопроводи перед установкою потрібно очистити від окалини і піску, протравити в 10% розчині соляної кислоти та обсушити стисненим повітрям;

- заміна деталей та складальних одиниць, що вийшли з ладу, має відбуватися згідно з кресленнями з використанням комплекту запасних частин. В разі відсутності вони замовляються в ремонтних майстернях або цехах;

- під час виконання ремонтів необхідно виключити можливість потрапляння бруду в редуктори, маслобак та вузли і деталі гідроапаратури.

Порядок технічного обслуговування при виконанні середніх та капітального ремонтів, норми витрат запасних частин та зміст робіт визначаються на стадіях приймальних випробувань та коректування конструкторської документації комплексу для промислового виробництва.

6.4 Правила змащення обладнання комплексу

Робота машин і механізмів комплексу без належного змащення неприпустима, тому що це призведе до швидкого зносу деталей та виходу їх з ладу.

Змащення обладнання прохідницького щита слід виконувати згідно зі схемою (рис. 6.1) та картою (табл. 6.1) змащення, в яких вказані точки змащення, марки мастильних матеріалів, способи їхнього нанесення та періодичність процедур змащення.

Змащення електродвигунів та редуктора приводу розвантажувального конвеєра слід здійснювати за картами змащення заводів-виготовлювачів.

Після перших двох місяців роботи комплексу в шахті потрібно зробити повну заміну масла.

Заливати масло потрібно до верхніх рівнів масловказівників, а зливати відпрацьоване масло – через закриті пробками отвори, розташовані в нижніх частинах корпусів і редукторів. Забороняється використовувати вживане масло, якщо воно належним чином не очищене та не відфільтроване.

Змащення напрямних секцій оболонки консистентним мастилом здійснюється під час монтажів, а поповнення мастила робиться через вікна в приводних секціях, що закриті кришками і призначені для монтажу повзунів.

Барабани і ролики конвеєрів також змащуються консистентним мастилом під час їхнього монтажу. Поповнення змащення робиться за необхідністю в періоди ремонтів.

ВИСНОВКИ ПО ЧАСТИНІ ІІ

В трьох розділах другої частини роботи поетапно розглянуто стадії життєвого циклу прохідницького комплексу щитового типу ЩПК та запропоновано методи і заходи раціональної організації процесів транспортування і зберігання установки, підготовки до використання за призначенням і порядку експлуатації, технічного обслуговування та ремонтів.

Ретельне виконання усіх рекомендацій, викладених в технічній документації та установку, зокрема в інструкції з її експлуатації, є запорукою забезпечення високого рівня технічної готовності механізмів комплексу до виконання своїх виробничих функцій, надійності та довговічності його основних конструктивних елементів.

Крім того, виконано розрахунки продуктивності комплексу та очікуваних річних обсягів його роботи.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

Проведений в роботі аналіз конструктивних особливостей щитового прохідницького комплексу ЩПК дозволив достатньо високо оцінити техніко-економічні показники подібного обладнання на фоні інших зразків прохідницької техніки для марганцевих шахт. Незважаючи на певні недоліки комплексу, відмічені в роботі, він забезпечує високій рівень механізації практично усіх робіт прохідницького циклу та суттєве покращення санітарно-гігієнічних умов праці обслуговуючого персоналу. Використання комплексу ЩПК в умовах марганцевих шахт Нікопольського басейну дає можливість знизити собівартість виймання 1 т руди на 5% у порівнянні з комбайнами типу КДР за рахунок більш раціональної організації робіт у привибійній зоні та суміщення у часі декількох прохідницьких операцій.

В роботі розроблено заходи організації процесів експлуатації комплексу, спрямовані на забезпечення високого рівня надійності його обладнання та підтримку працездатності протягом усього терміну служби.

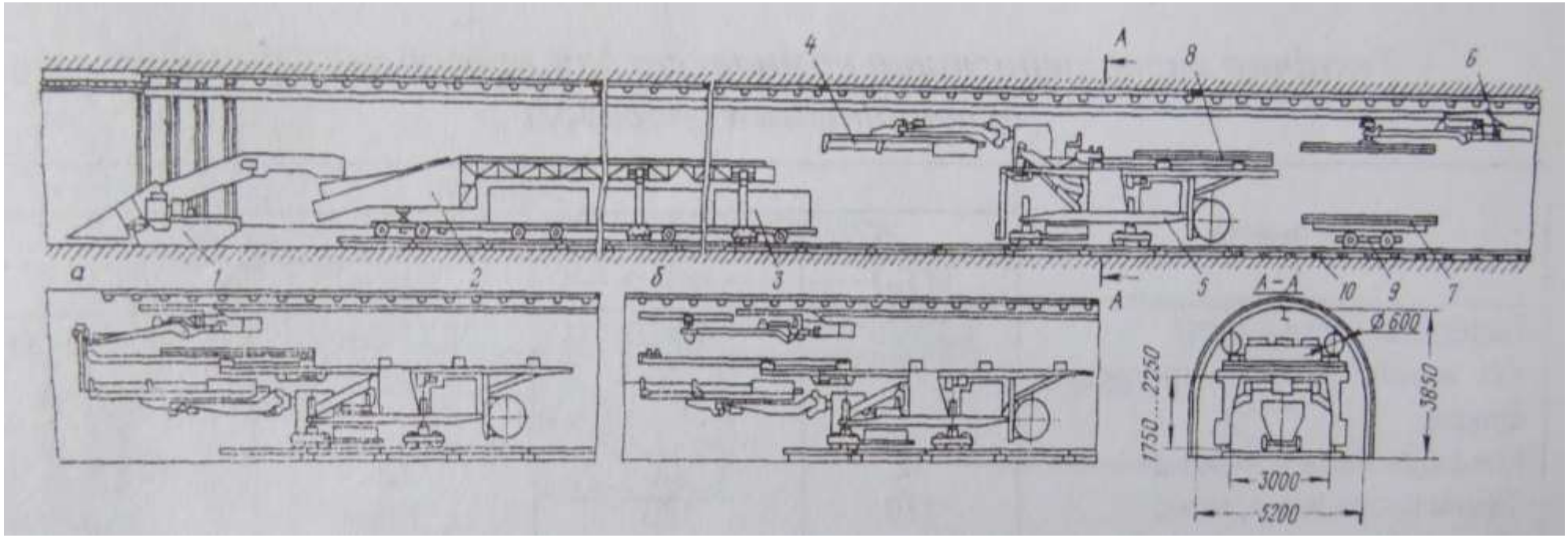


Рисунок 1.1 – Схема прохідницького комплексу КГВ-1 для проведення горизонтальних виробок буропідривним методом:
а – операція будування постійного кріплення; *б* – операція оббурювання забою;
1 – навантажувальна машина 2ПНБ-2; 2 – перевантажувач (на базі установки УПЛ-2М); 3 – вагонетка УВГ-3,3;
4 – бурильна машина; 5 – портальна бурильна установка; 6 – кріпильний пристрій; 7 – монтажний візок;
8 – елемент аркового металевого кріплення; 9 – кріпильний поміст; 10 – тимчасова рейкова колія

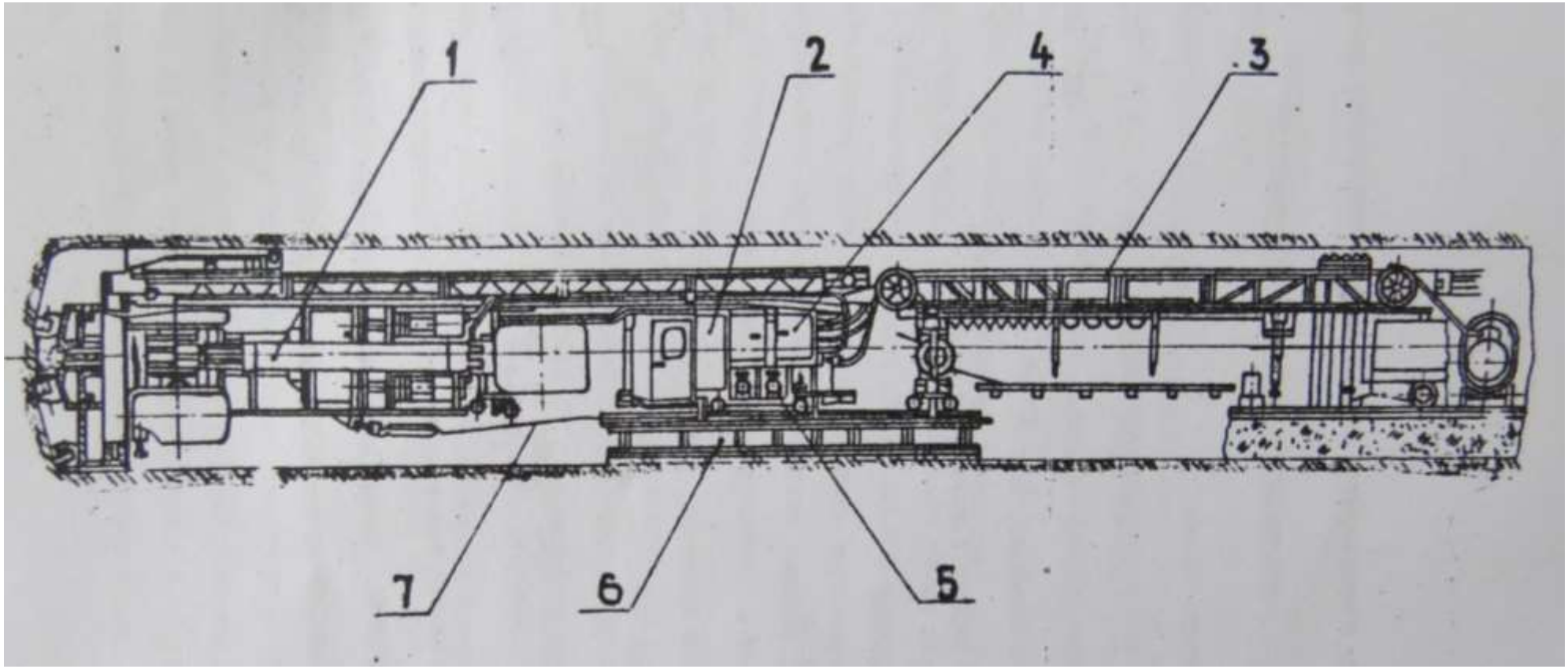


Рисунок 1.4 – Комбайн КГК-3750 для проходки горизонтальних гірничих виробок буровим способом:
1 – бурильна машина; 2 – блок живлення; 3 – блок допоміжних механізмів; 4 – електрообладнання;
5 – гідрообладнання; 6 – полозки; 7 – буксир

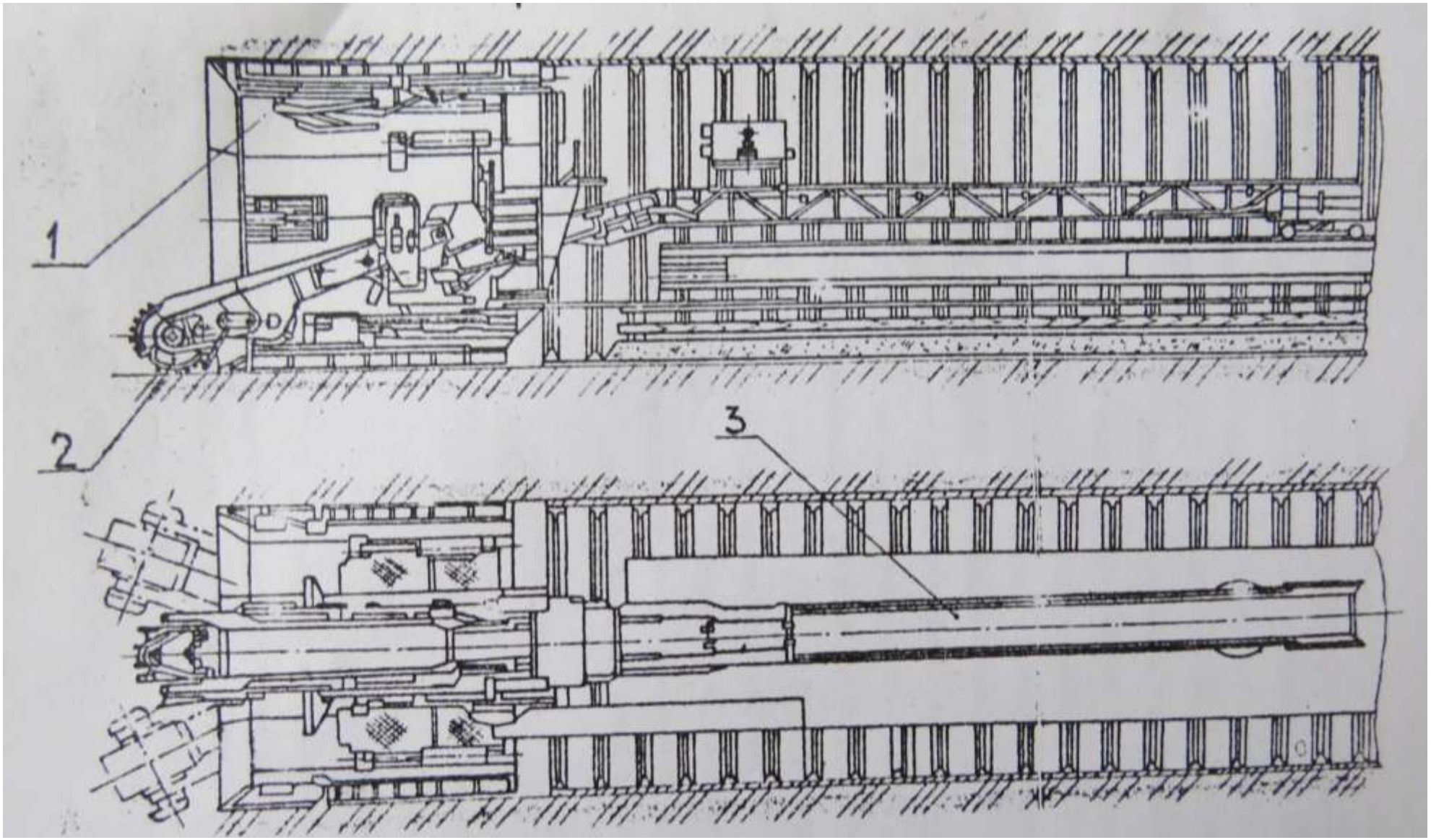


Рисунок 1.6 – Щитовий прохідницький комплекс КПЩ-3,5:
1 – щит секційний; 2 – стріла з відбійно-навантажувальним органом; 3 – конвеєр розвантажувальний

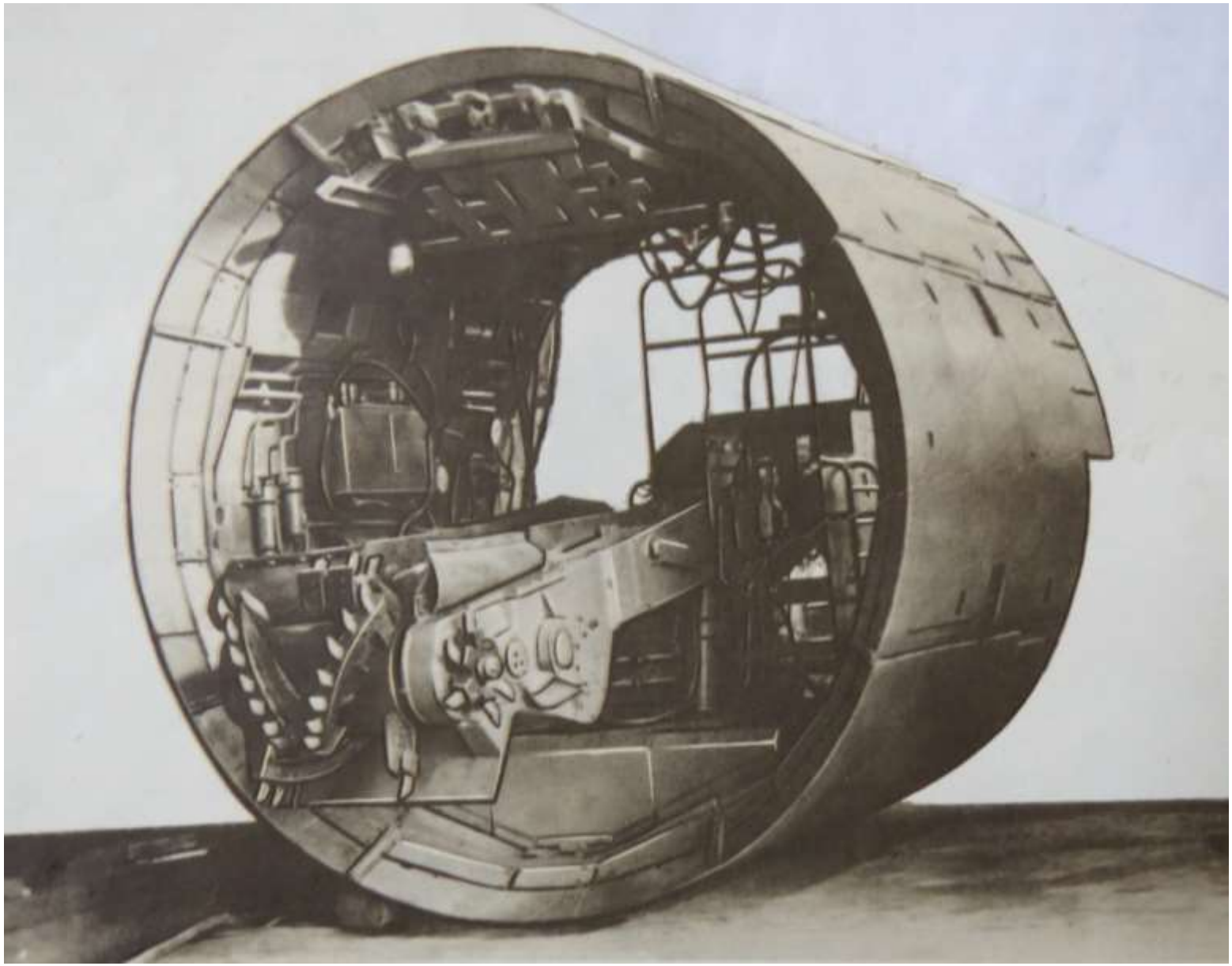


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд щита прохідницького секційного ЩПС щитового прохідницького комплексу ЩПК

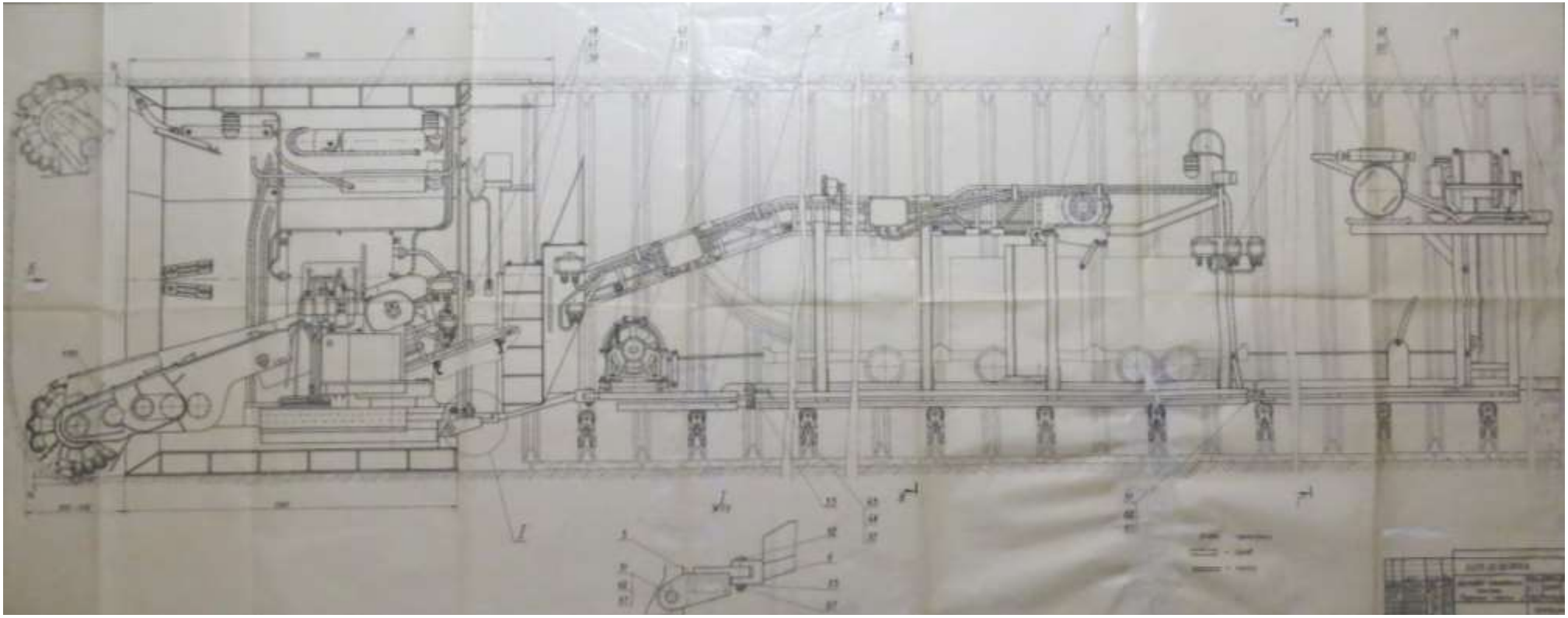


Рисунок 2.2 – Конструктивна схема щитового прохідницького комплексу ЩПК

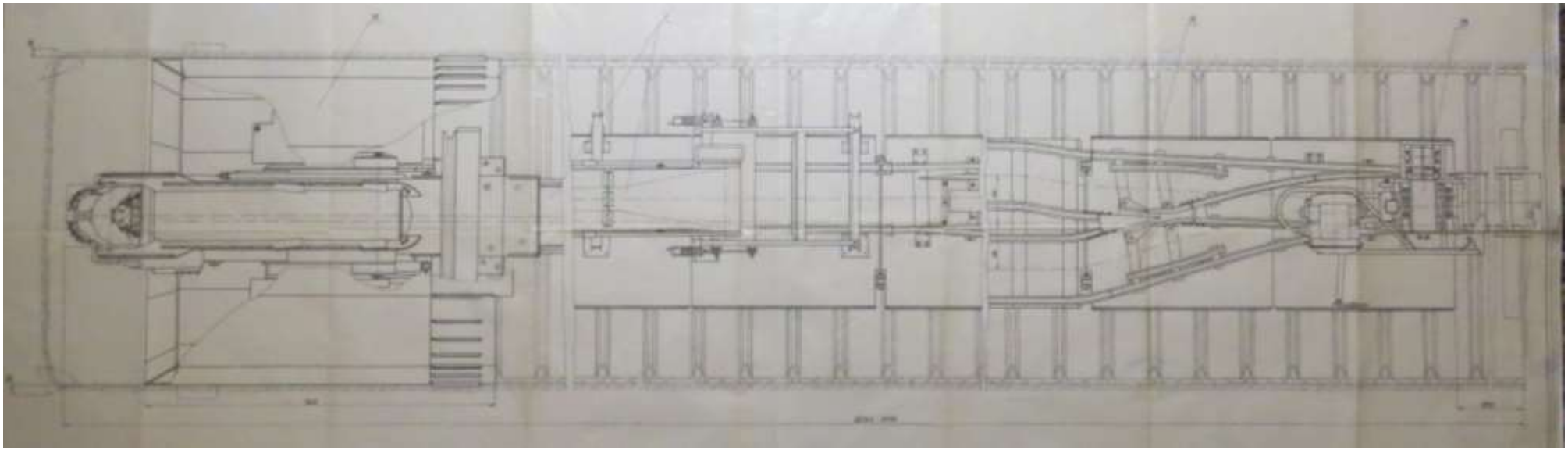


Рисунок 2.2 – Конструктивна схема щитового прохідницького комплексу ЩПК. Продовження

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків зусиль, що діють на секції оболонки прохідницького щита

Секції	q_{max} (при p = 32 МПа = = 320 кг/см^2)		$q_{роб}$ (при р = 16 МПа = = 160 кг/см^2)		$p_н$ (при q = 2 т/м^2)	
	верхній домкрат	нижній домкрат	верхній домкрат	нижній домкрат	верхній домкрат	нижній домкрат
Верхня А	-	21,3	-	10,6	-	30,7
Приводна верхня В	19,7	19,3	9,8	9,5	33,5	36,1
Бічна С	23,8	23,9	11,8	11,8	29,5	30,5
Приводна нижня Е	19,2	19,7	9,3	9,6	41,7	40,9
Нижня Д	19,9	-	9,0	-	57,0	-

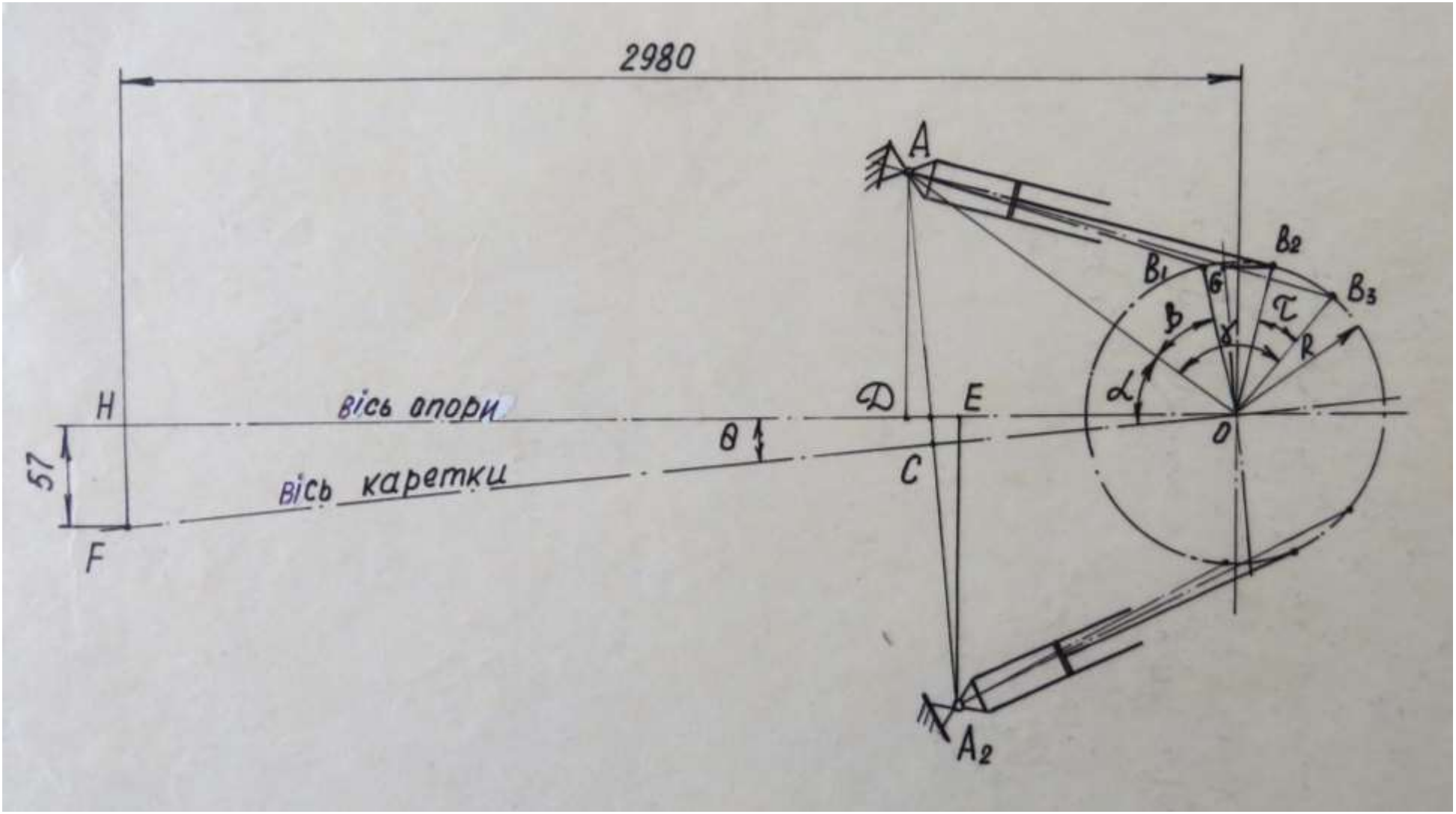


Рисунок 3.7 – Схема кріплення гідроциліндрів повороту опори відносно осі каретки

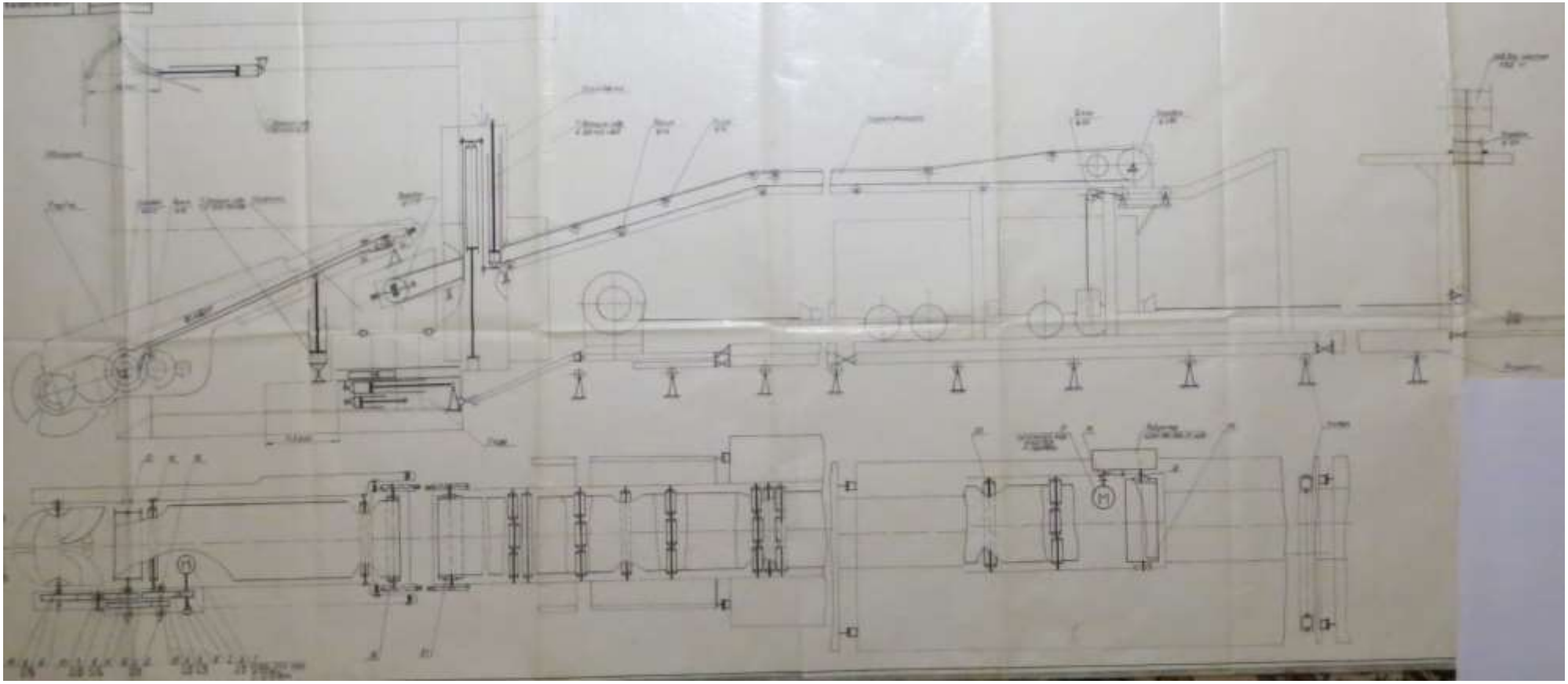


Рисунок 5.1 – Кінематична схема щитового прохідницького комплексу ЩПК:
1, 17, 22 – електродвигуни; 2-8 – зубчасті колеса; 9-16, 19-21 – підшипники (див. табл. 5.4); 18, 23 – муфти

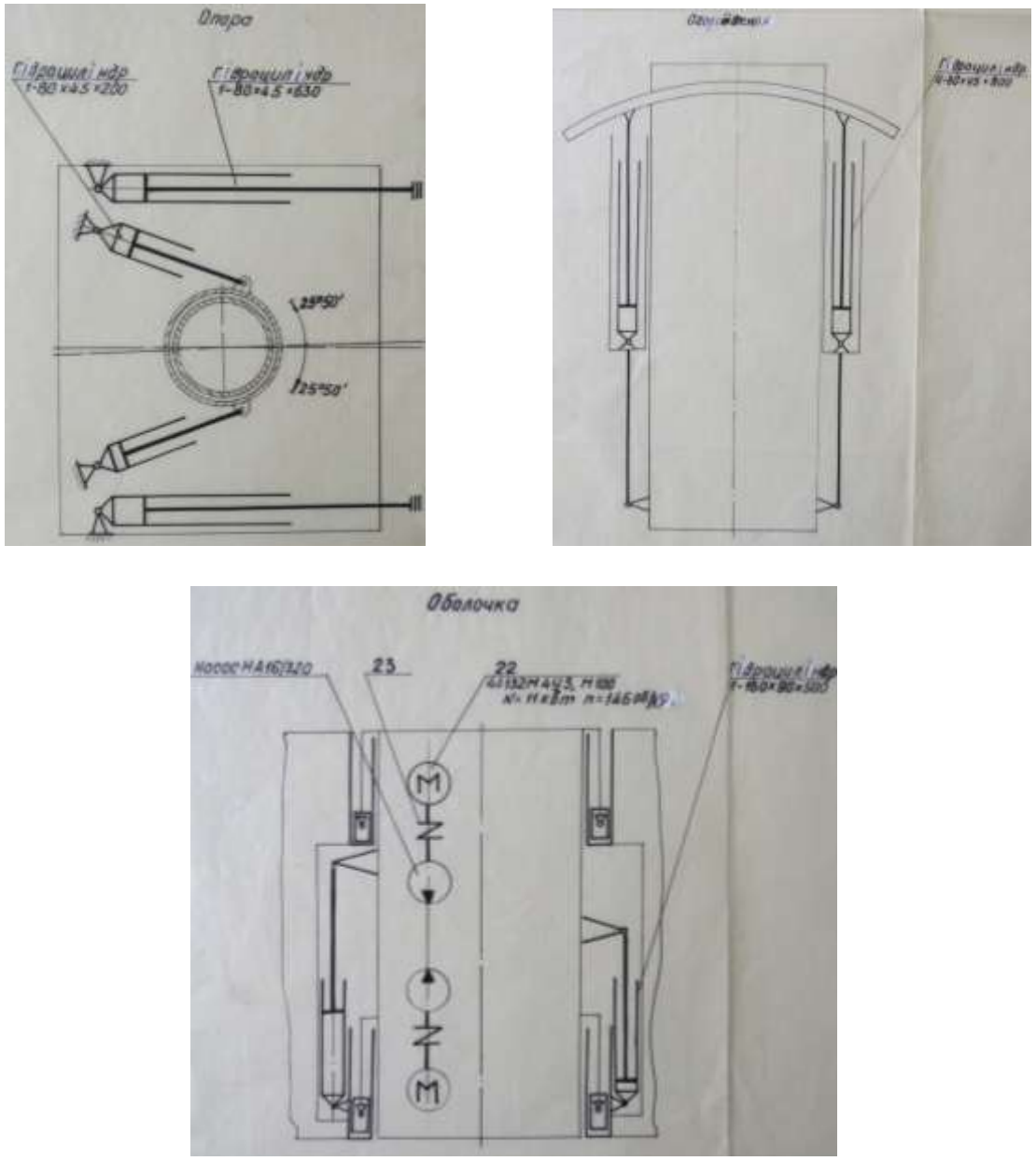


Рисунок 5.1 – Кінематична схема щитового прохідницького комплексу ЩПК. Продовження

Таблиця 5.2 – Характерні несправності обладнання щитового прохідницького комплексу ЩПК, ймовірні причини їхнього виникнення та рекомендовані способи усунення

Найменування несправності, її зовнішній прояв та додаткові ознаки	Ймовірна причина виникнення несправності	Рекомендований метод усунення несправності
1. При вмиканні кнопки «загальний пуск» освітлення комплексу не вмикається	- не увімкнений роз'єднувач штрекового пускача	- увімкнути роз'єднувач
	- згоріла плавка вставка запобіжника	- замінити запобіжник
	- згоріла обмотка трансформатора	- замінити трансформатор
	- немає контакту в блокувальних вимикачах	- відновити контакт
	Немає напруги у живильній мережі	Усунути причину несправності
2. Під час вмикання будь-якого електродвигуна або подачі напруги на комплекс спрацьовує реле витоків	Погана ізоляція або пробій в обмотках електродвигуна чи в кабелі	Замінити електродвигун чи кабель
3. При натисканні кнопки «пуск» електродвигун не вмикається	- несправна кнопка	- замінити кнопку
	- заїдання пускача	- усунути несправність
	- обрив в ланцюзі керування	- усунути несправність
	- згоріла плавка вставка запобіжника	- замінити запобіжник
	- згоріла котушка пускача	- замінити котушку
4. Електродвигун швидко нагрівається	- перевантаження двигуна	- відрегулювати навантаження
	- погане охолодження двигуна	- відремонтувати вентилятор

Продовження таблиці 5.2

	- низька напруга - виткове замикання або обрив фази	- перевірити напругу в мережі - замінити двигун
5. Ненормальний шум і нагрів редуктора	- неправильне зачеплення зубчастих передач - недостатня кількість масла - забруднене масло - механічні ушкодження шпонок, підшипників, зубів	- перевірити і відрегулювати або встановити нові - додати масло в редуктор - промити редуктор, замінити масло - замінити ушкоджені деталі
6. Масло витікає з редуктора	Ушкодження ущільнення	Замінити ущільнення
7. Утруднений поворот каретки	- неправильно відрегульований підшипник опорного кола - заштибування підшипника - відсутність змащення	- відрегулювати підшипник - очистити і змастити підшипник - додати мастило
8. При вмиканні маслонасосу немає тиску в гідросистемі	- в маслобаку немає або недостатньо масла - несправний маслонасос - несправний запобіжний клапан	- перевірити рівень масло і долити - замінити маслонасос - замінити запобіжний клапан
9. Рухи штоків гідроциліндрів	- неправильно відрегульований	- відрегулювати клапан за допомогою

Продовження таблиці 5.2

відбуваються повільно, не розвиваючи достатніх зусиль	запобіжний клапан - забруднений фільтр або трубопровід - в гідросистему потрапило повітря - вийшли з ладу манжети на поршнях гідроциліндрів - заклинило секції оболонки за рахунок проходки меншого перетину	манометра - замінити фільтрувальний елемент, прочистити трубопровід - прокачати гідросистему - зняти гідроциліндри, замінити манжети - розширити забій перед оболонкою. Підняти тиск. Пройти дільницю заклинення. Відрегулювати номінальний тиск
10. Гідроциліндр в процесі роботи нагрівається	- зносилися манжети - зігнувся шток	- замінити манжети - замінити гідроциліндр
11. Ролики конвеєрів та опор не обертаються	- відсутність змащення - зігнуті осі - ушкоджені підшипники	Замінити ролики

Таблиця 5.3 – Результати розрахунку комплексної норми виробітку на проходку гірничої виробки з використанням прохідницького комплексі ЩПК

Найменування операцій	Одиниці вимірювання	Обсяг робіт на 1 м виробки	Норма часу, чол.·хв.		Витрати праці на 1 м виробки, чол.·хв.		Примітки
			окисна руда	карбонатна руда	окисна руда	карбонатна руда	
Відбивання та навантаження руди	т	11,7	3,3	9,0	38,6	105,3	розрах.
Відбивання та навантаження породи	т	7,2	3,6	3,6	25,9	25,9	розрах.
Установка металокріплення	рама	2	91,6	91,6	183,2	183,2	-
Пересування секцій та установка щита	кількість пересувань	2	8,0	8,0	16,0	16,0	-
Настилання тимчасового шляху	м	1	18,3	18,3	18,3	18,3	30-7б
Обмін потягів завантажених і порожніх вагонеток	потяг	2	10,0	10,0	20,0	20,0	прийнято
Завантаження вагонеток	шт.	20	-	-	64,5	131,2	прийнято
Установка опор з котками	шт.	1	5	5	5	5	прийнято
Разом:					**371,5**	**504,9**	

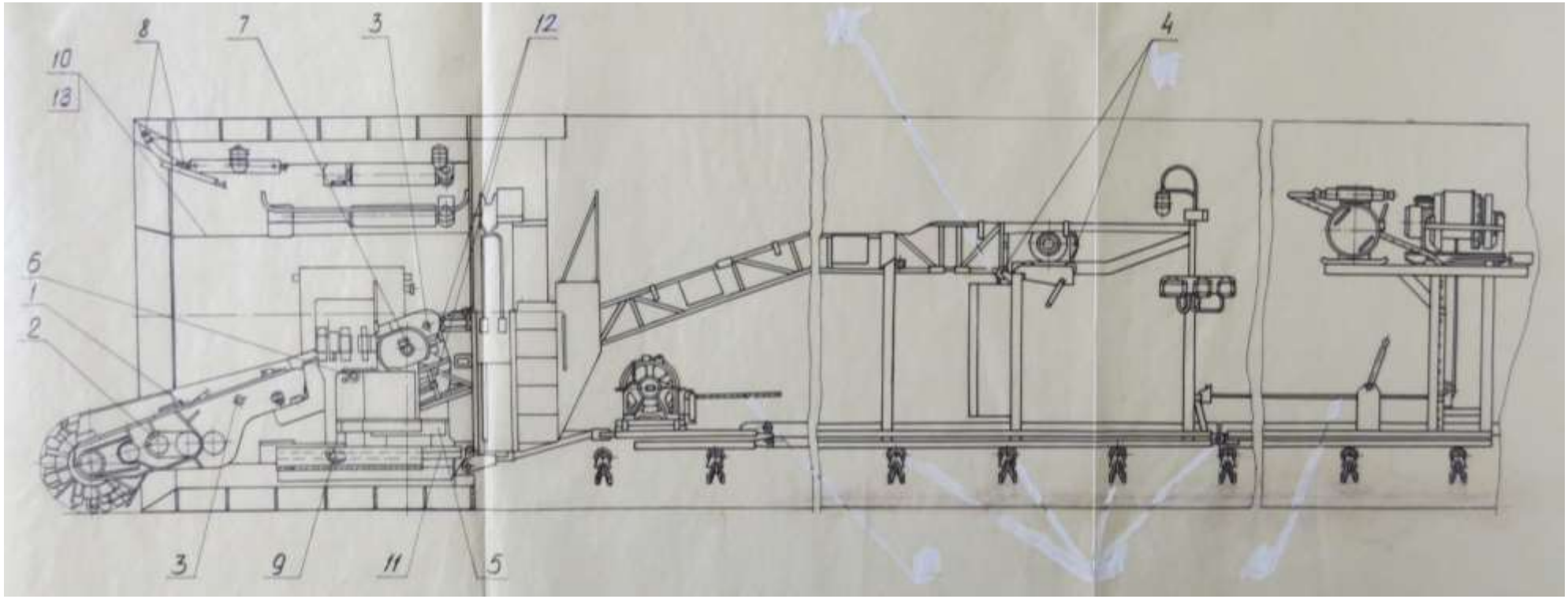


Рисунок 6.1 – Схема змащення щитового прохідницького комплексу ЩПК:
1 – редуктор стріли; 2 – підшипники редуктора стріли та шнеку; 3 – підшипники барабанів та підтримувальних роликів конвеєра стріли; 4 – підшипники барабанів та підтримувальних роликів розвантажувального конвеєра; 5 – підшипники опорно-поворотного кола; 6 – палець кріплення штоку циліндра підйому стріли; 7 – пальці кріплення стріли до каретки; 8 – пальці кріплення циліндрів запобіжного щитка та його важелів; 9 – осі кріплення циліндрів повороту каретки; 10 – напрямні приводних секцій оболонки; 11 – напрямні для опори в нижній секції оболонки; 12 – натяжні гвинти конвеєрів; 13 – площини стиків секцій

Таблиця 6.1 – Карта змащення щитового прохідницького комплексу ЩПК

Найменування виробу (механізму) та його позначення на схемі змащення (див. рис. 6.1)	Найменування мастильних матеріалів		Кількість точок змащення	Спосіб нанесення мастильних матеріалів	Періодичність перевірки та заміни мастила
	експлуатаційних	консерваційних			
1. Редуктор стріли	Масло індустріальне І-30А ДСТУ 20799	Робоче мастило	1	Наливом	Щоденно контролювати і поповнювати за необхідності
2. Підшипники редуктора стріли та шнеку	Мастило 1-13 жирове ДСТУ 1631	Те саме	8	Набивкою	Раз на місяць
3. Підшипники барабанів та підтримувальних роликів конвеєра стріли	Те саме	Те саме	7	Те саме	Те саме
4. Підшипники барабанів та підтримувальних роликів розвантажувального конвеєра	Те саме	Те саме	146	Те саме	Під час монтажу
5. Підшипники опорно-поворотного кола	Мастило ЦІАТИМ-221 ДСТУ 9433	Те саме	1	Шприцом	Раз на місяць

Продовження таблиці 6.1

6. Палець кріплення штоку циліндра підйому стріли	Мастило 1-13 жирове ДСТУ 1631	Робоче мастило	1	Шприцом	Раз на два тижні
7. Пальці кріплення стріли до каретки	Те саме	Те саме	2	Те саме	Те саме
8. Пальці кріплення циліндрів запобіжного щитка та його важелів	Те саме	Те саме	6	Набивкою	Раз на місяць
9. Осі кріплення циліндрів повороту каретки	Те саме	Те саме	4	Те саме	Те саме
10. Напрямні приводних секцій оболонки	Те саме	Те саме	16	Те саме	Під час монтажу Раз на місяць поповнювати
11. Напрямні для опори в нижній секції оболонки	Те саме	Те саме	4	Те саме	Раз на два тижні
12. Натяжні гвинти конвеєрів	Те саме	Те саме	6	Те саме	Раз на місяць
13. Площини стиків секцій	Те саме	Те саме	8	Змастити	Під час монтажу

Инв № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КНУ.РБ.133.26.124с.03,04

Лист регистрации изменений

Изм	новых				Всего листов (страниц) в	№ документа	Входящий номер сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	изъятых					