

Довгору́к Ігор Оле́гович

Магістерська робота

**Дослідження та обґрунтування вихідних вимог
до навантажувальної машини з електричним приводом
для проходки гірничорозвідувальних виробок
особливо малого перетину**

Керівник

проф., к.т.н. Горбачов Ю.Г.

ВСТУП

Проходка виробок – один з найголовніших технологічних процесів, що здійснюються під час підземної розробки твердих корисних копалин. Гірничі виробки потрібні для розкриття родовища, підготовки покладів до очисного виймання, транспортування видобутої гірничої маси, доставки до робочих місць необхідного обладнання, пристосувань, інструменту, паливно-мастильних, вибухових та інших матеріалів, елементів кріплення, забезпечення процесу провітрювання шахтного поля тощо [1-3].

Процеси проходки як горизонтальних, так і висхідних виробок ведуться, як правило, у міцних гірничих породах. Тому перші з них здійснюються, у переважній більшості випадків, за допомогою буропідривного способу. Висхідні виробки, з огляду на незручність, значну трудомісткість та небезпеку робіт у вертикальному напрямку в умовах дуже обмеженого поперечного перетину виробок, останнім часом намагаються будувати методом буріння на повний перетин робочими органами шарошкового типу.

Буропідривна проходка виконується шляхом послідовного виконання операцій прохідницького циклу, до якого входять буріння шпурів, зарядка їх вибухівкою, підривання шпурів, провітрювання забою та приведення його у безпечний стан, навантаження та вивезення відбитої гірничої маси, зведення кріплення покрівлі та боків цієї ділянки виробки. Далі цикл повторюється [4-8].

Для механізації усіх перерахованих операцій провідними гравцями на ринку гірничої техніки розроблюються та виготовляються спеціалізовані та універсальні машини, які забезпечують високопродуктивне та ефективне виконання прохідницького циклу з максимальним рівнем безпеки для гірників та мінімально можливими обсягами ручної праці [9-16].

Але проходка підземних виробок ускладнюється умовами експлуатації і тими обмеженнями, які вони накладають на механічне обладнання для їхнього здійснення. Перш за все це стиснені розміри поперечних перетинів виробок, в яких мають працювати згадані машини. Під час виконання своїх робочих операцій ос-

танні повинні маневрувати та водночас забезпечувати необхідні зазори між собою і стінками та покрівлею виробки, що регламентуються правилами підземних робіт та вимогами безпеки. Якщо у виробках великих поперечних перетинів такі проблеми вирішуються без особливих труднощів, то у випадку малих та особливо малих перетинів використання механізованого обладнання, у першу чергу самохідного, вельми проблематично.

У той же час, багато підземних виробок мають малі поперечні перетини, наприклад, в системах розробки руд з підповерховим обваленням гірничої маси (6-8 м²). Ще меншими перетинами (5-6 м²) відрізняються розвідувальні виробки, обсяг яких у сучасній гірничій промисловості дуже значний. Тому проблема створення високоефективних конструкцій гірничої техніки, здатних працювати в таких екстремальних умовах експлуатації, є важливою науково-технічною проблемою. З огляду на це, актуальність теми представленої магістерської роботи, присвяченої деяким аспектам розробки навантажувальної машини з електричним приводом для проходки гірничорозвідувальних виробок особливо малого перетину, не викликає жодних сумнівів.

Об'єкт дослідження – технологічний процес навантаження гірничої маси в умовах гірничорозвідувальних виробок особливо малого перетину.

Предмет дослідження – малогабаритна навантажувальна машини з електричним приводом для роботи у виробках особливо малого перетину.

Наукове положення – використання пропонованої навантажувальної машини дозволить скоротити час прохідницького циклу на 16,6% та підвищити продуктивність прохідницького комплексу на 57% за рахунок використання електричного приводу навантажувальної машини та збільшення величини фронту захвату гірничої маси з 2660 до 2900 мм у порівнянні з базовим варіантом.

1 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ

1.1 Технологічні аспекти процесу буропідривної проходки горизонтальних підземних гірничих виробок

Буропідрильний спосіб будівництва горизонтальних і слабо похилих підземних гірничих виробок використовується у випадках, коли проходку необхідно вести у міцних гірничих породах. Для рудних родовищ корисних копалин така ситуація є переважною.

Проходка при цьому здійснюється шляхом багаторазового виконання у суворій послідовності низки основних і допоміжних технологічних операцій, які утворюють так називаний прохідницький цикл робіт. Кожний такий цикл просуває підземну виробку, що будується, на певний крок. На рис. 1.1 показані технологічні операції, що входять до складу прохідницького циклу буропідривного проведення горизонтальних підземних виробок [8].



Рисунок 1.1 – Технологічні операції, що входять до складу прохідницького циклу буропідривного проведення горизонтальних підземних виробок

Розглянемо докладно операції прохідницького циклу під час буропідривної проходки горизонтальних підземних виробок та можливі засоби їхнього виконання [15].

Першою операцією прохідницького циклу є *буріння шпурів*. У погрудді забою виробки розмічаються місця розташування майбутніх шпурів, кількість яких на поверхні забою та відстані між ними залежать від фізико-механічних властивостей гірничої породи (міцності, буримості, тріщинуватості). Діаметр прохідницьких шпурів може коливатися від 32 до 65 (85) мм, довжина (глибина) – від 2 до 5 м. Загальний внутрішній об'єм шпурів визначатиме кількість вибухівки, яка може розміститися в них. Від вказаних параметрів (кількості та діаметру шпурів, відстані між ними, кількості вибухівки) буде залежати ступінь подрібнення гірничого масиву в результаті вибуху. Рациональна величина цього подрібнення повинна забезпечити оптимальні розміри шматків гірничої маси, тобто такі, які будуть найзручнішими для перевезення наявними засобами внутрішньошахтного транспорту. Недостатня ступінь подрібнення стає причиною наявності у відбитій гірничій масі певного відсотку шматків з надмірними розмірами (негабаритів). Їх потрібно піддавати повторному дробленню механічним або вибуховим способами, що вимагає додаткових витрат робочого часу, енергії, вибухівки тощо. Надмірне ж подрібнення потребуватиме більших обсягів буріння та витрат вибухових речовин.

Буріння прохідницьких шпурів може здійснюватися за допомогою різноманітного бурильного обладнання ручного, переносного та мобільного типів, поставленого виконавчими пневматичними або гідравлічними бурильними головками обертальних, ударних та комбінованих конструкцій. Це можуть бути перфоратори ручного та колонкового типів, самохідні шахтні бурильні установки на колісно-рейкових, гусеничних та пневмоколісних ходових частинах.

Наступна операція прохідницького циклу – *зарядка шпурів вибуховими речовинами та підривання забою*. Для зарядки використовуються спеціальні патрони, що закладаються у шпури, але в більшості випадків – заздалегідь підготовлена промислова гранульована вибухівка. Для примусової подачі останньої в шпури

застосовуються ручні, переносні та мобільні зарядні машини пневматичного типу. Вони працюють за принципом періодичного нагнітання вибухівки під дією стисненого повітря або безперервного ежекторного захоплення її потоком того ж повітря. Далі шпури комутуються у підривну мережу і за допомогою спеціального обладнання підриваються вогневим, електричним або комбінованим способами.

Після вибуху у забої утворюється значна кількість пилу і вибухових газів. Оскільки він представляє собою тупикову виробку, в якій природна вентиляція відсутня, потрібно вдаватися заходів для приведення його у безпечний стан для здійснення наступних операцій прохідницького циклу. Для цього проводяться наступні операції:

- *примусової вентиляції забою* за допомогою пневматичних ежекторів та вентиляторів місцевого провітрювання з електро- і пневмоприводом. Таке обладнання може працювати нагнітальним, всмоктувальним або комбінованими способами;

- *прибирання заколів* (шматків гірничої маси, які зависли на стінках і покрівлі виробки після вибуху і можуть у будь-яку мить впасти на гірників та обладнання у забою) та *руйнування негабаритів*. Для цього використовуються спеціальні пристрої пневматичного типу;

- *здійснення місцевого водовідливу* (у разі зустрічі з водоносним шаром в результаті вибуху) за допомогою забійних насосів.

Наступна операція – *прибирання відбитої вибухом гірничої маси*. Це один з найбільш трудомістких робочих процесів прохідницького циклу, на який припадає до 40-50% загального часу його тривалості. Для вивезення породи із забою користуються доставковим, навантажувальним і навантажувально-транспортним обладнанням. Це скреперні лебідки, машини для завантаження транспортних засобів (конвеєрів різних типів, вагонів електровозної відкатки, шахтних самохідних вагонів, підземних автосамоскидів), комбіновані навантажувально-транспортні машини, що виконують обидві функції - навантаження і транспортування гірничої маси.

В залежності від міцності навколишнього гірського масиву та його спромо-

жності опиратися дії гірського тиску нову пройдену ділянку виробки потрібно захистити елементами кріплення. Для цього виконують операцію *кріплення виробки* тим чи іншим типом кріплення – арковим, анкерним (штанговим), залізобетонним, набризк-бетонним тощо. У будь-якому випадку кріплення представляє собою штучну інженерну споруду, яка має сприймати зовнішні навантаження і зберігати протягом часу, необхідного для експлуатації виробки, її конфігурацію та внутрішні габарити. Кріплення не повинно заважати проведенню робочих операцій у виробці та нормальному руху вентиляційних потоків повітря, має бути максимально компактною та безпечною у пожежному відношенні.

Механізація операцій зведення кріплення здійснюється за допомогою різноманітного обладнання, що забезпечує підвищення продуктивності та рівня безпеки процесу проходки, а також зменшення обсягів ручної праці.

На цьому основні операції прохідницького циклу закінчуються і він повторюється знову стільки разів, скільки потрібно для проходки усієї виробки.

Проте, окрім основних, для отримання можливості повноцінної експлуатації пройденної виробки виконуються також необхідні *допоміжні операції*, а саме:

- нарощування трубопроводів живлення робочих ділянок рудника водою та стисненим повітрям, а також шахтної вентиляції;
- нарощування кабелів електропостачання;
- прокладання рейкових колій;
- проходка водовідливних каналів тощо.

1.2 Огляд механічного обладнання для навантаження гірничої маси під час здійснення прохідницьких робіт

Шахтні навантажувальні машини, що використовуються під час буропідривної проходки підземних гірничих виробок, можуть бути класифіковані у наступний спосіб (табл. 1.1) [8,9,14,16]:

- за характером процесу захоплення гірничої маси зі штабелю на підшві забою: нижнього захоплення (черпання); бічного захоплення (нагортання); верхньо-

го захоплення (стругання);

- за типом робочого органу: ковшові; барабанно-лопатеві; з парними нагортальними лапами; гребкові; гребково-роторні;

- за конструктивним виконанням ходової частини: колісно-рейкові; гусеничні; пневмошинні;

- за способом передачі вантажу у транспортні засоби: з прямим навантаженням робочим органом машини; зі ступінчастим навантаженням через проміжний перевантажувальний конвеєр;

- за родом використаної енергії: пневматичні; електричні; електрогідравлічні; дизельні.

Найбільш розповсюдженими у вітчизняній гірничорудній промисловості є наступні конструкції:

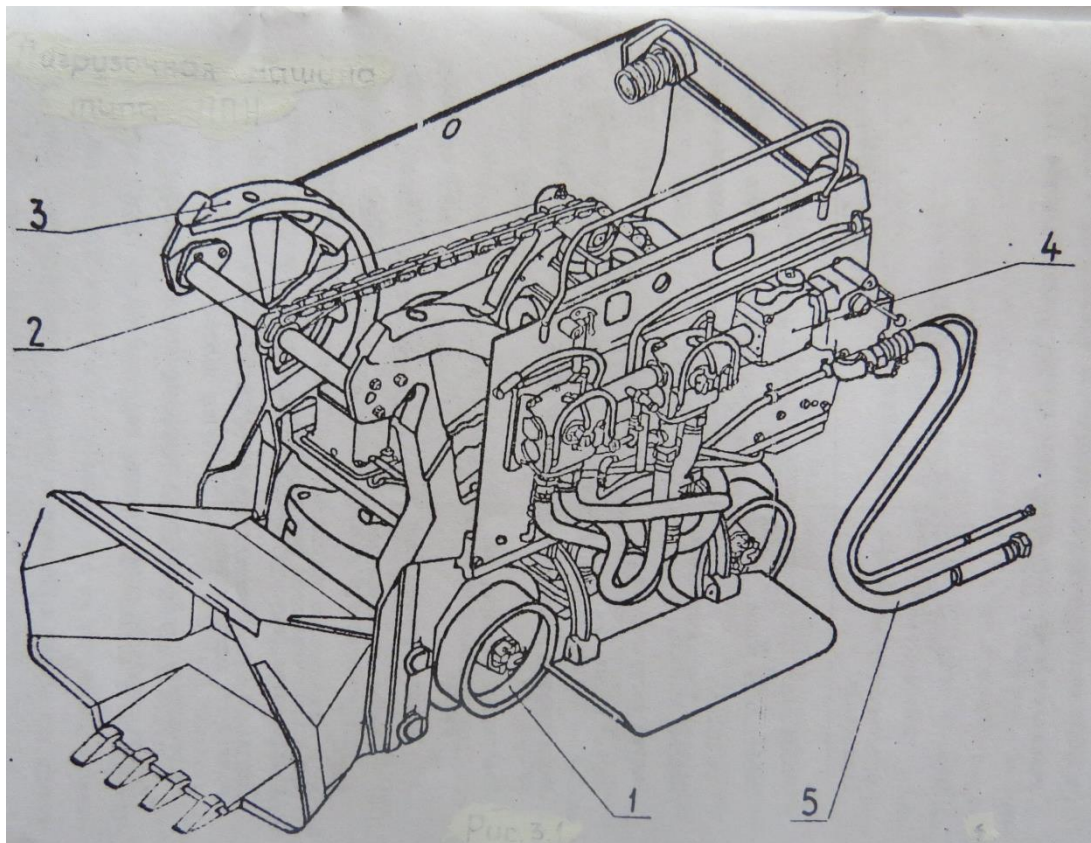
- ковшові періодичної дії з прямим навантаженням гірничої маси, колісно-рейковою або гусеничною ходовою частиною та пневматичним або електричним приводом;

- з бічними нагортальними лапами безупинної дії зі ступінчастим навантаженням гірничої маси, гусеничною ходовою частиною та електричним приводом;

- гребкового типу безупинної дії зі ступінчастим навантаженням гірничої маси, колісно-рейковою ходовою частиною та електрогідравлічним приводом.

Типовими представниками першої групи є машини ППН розробки інституту ВНДПрудмаш (м. Кривий Ріг). На рис. 1.2 приведені принципова схема навантажувальної машини типу ППН на колісно-рейковому ході (рис. 1.2а) та загальний вигляд моделі ППН-3А (рис. 1.2б) [14,17].

Оскільки навантажувальна машина, що досліджується у даній роботі, створена на базі саме цього класу обладнання, доцільно приділити аналізу його конструктивного виконання додаткову увагу. До складу машини ППН входять механізм пересування 1 (на рис. 1.2 представлений конструктивний варіант на колісно-рейковому ході), механізм підйому робочого органу 2, робочий орган у вигляді ковшу 3 на двох кулісних рукоятках, що перекочуються, пульт керування 4, система пневмокомунікацій і зрошення 5 та механізм повороту.



а



б

Рисунок 1.2 – Ковшові навантажувальні машини типу ППН
на колісно-рейковому ході:

а – принципова схема (1 – механізм пересування; 2 – механізм підйому ковша;
3 – робочий орган (ківш); 4 – пульт керування; 5 – система пневмокомунікацій
та зрошення); *б* – загальний вигляд моделі ППН-3А

Механізм пересування створює напірне зусилля під час впровадження ковшу в штабель гірничої маси, а також забезпечує маневрування машини у межах 20-30 м в місцях навантаження. До його складу входять два пневматичних двигуна, трьохступінчастий циліндричний редуктор та дві пари ходових коліс.

Механізм повороту служить для розвертання плити, на якій змонтований робочий орган, відносно ходової частини з метою розширення фронту навантаження на кут 37° в обидва боки відносно поздовжньої осі машини для черпання гірничої маси з боків виробки. Повертання плити у початкове центральне положення здійснюється автоматично при підйомі ковшу нагору. З обох боків поворотної платформи передбачені напрямні, по яких перекочуються кулісні рукоятки робочого органу.

Механізм підйому, закріплений на поворотній платформі, служить для заповнення ковшу, підйому його у завантаженому стані, розвантаження та повертання у початкове положення.

Бічні щити платформи захищають машиніста від рухомих частин машини і несуть на собі пульт керування установкою та амортизатори для пом'якшення ударів кулісних рукояток по траверсі платформи в момент розвантаження ковшу.

Принцип роботи навантажувальної машини типу ППН наступний. Установка з причепленою до неї вагонеткою під'їжджає до штабелю відбитої гірничої маси на відстань 1,0-1,5 м. Ківш опускається на підшву виробки. Під дією напору, що створюється рухом машини, він впроваджується у породу. Після заповнення ковшу вмикають механізм підйому. Ківш піднімається і в процесі закидання назад за допомогою кулісних рукояток розвантажує матеріал у вагонетку. Після цього механізм підйому перемикають на зворотний хід, внаслідок чого ківш під дією власної ваги опускається у початкове положення.

В табл. 1.2 приведені технічні характеристики навантажувальних машин типу ППН [17-19].

Навантажувальні машини безупинної дії з бічним захватом гірничої маси парними нагортальними лапами використовуються у підземних виробках з поперечним перетином не менше 12 м^2 та кутом нахилу до 10° для навантаження гір-

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики навантажувальних машин типу ППН

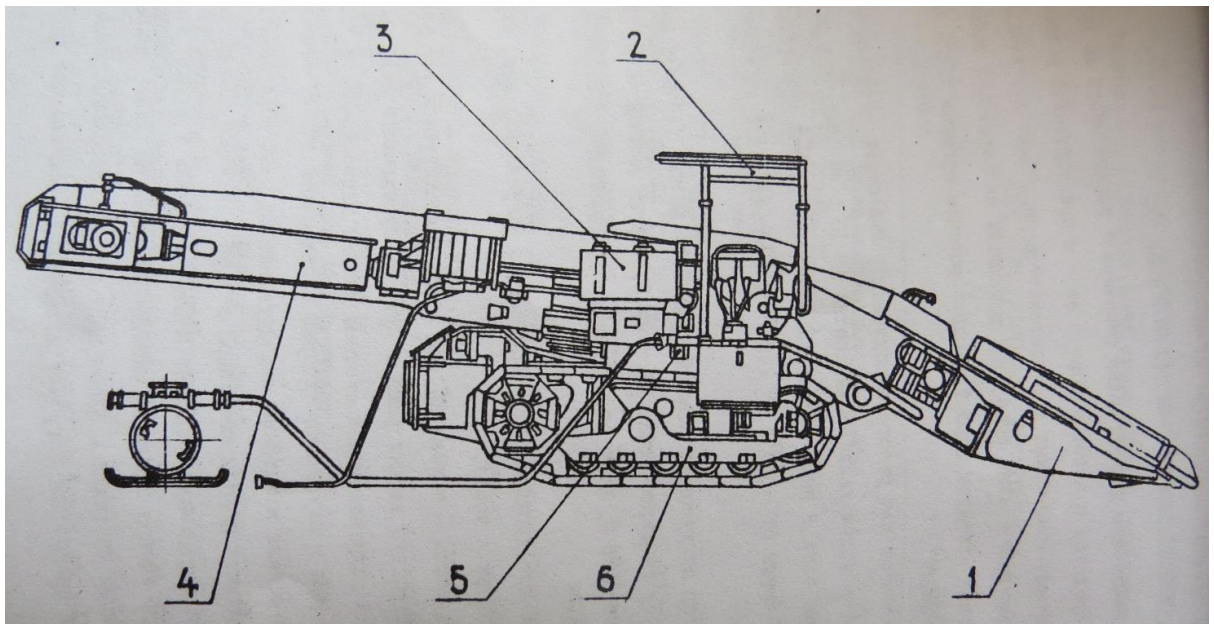
Показники	Модель		
	ППН1А	ППН3А	ППН3Б
Технічна продуктивність, м ³ /хв.	1,32	1,75	2,0
Місткість ковшу, м ³	0,26	0,55	0,6
Ширина захвату (фронту навантаження), мм	2660	3200	3600
Висота завантаження, мм	1300	1650	1650
Ширина колії, мм	600; 750; 900	600; 750; 900	600; 750; 900
Максимальний розмір шматків завантаженого матеріалу, мм	300	600	600
Встановлена потужність, кВт	17,6	35,3	35,3
Витрата стисненого повітря, м ³ /с	0,17	0,4	0,4
Габаритні розміри, мм:			
довжина	2250	3200	3200
ширина	1150	1500	1500
висота транспортна	1500	1800	1800
висота максимальна (з піднятим ковшем)	2250	2800	2800
Маса, кг	3500	6800	6700

ничої маси на транспортні засоби з висотою бортів до 2 м. Конструкції машин розроблені в інституті ВНДПрудмаш (м. Кривий Ріг). На рис. 1.3 в якості прикладу такої конструкції показані принципова схема та загальний вигляд машини моделі ПНБЗД2 [17,18].

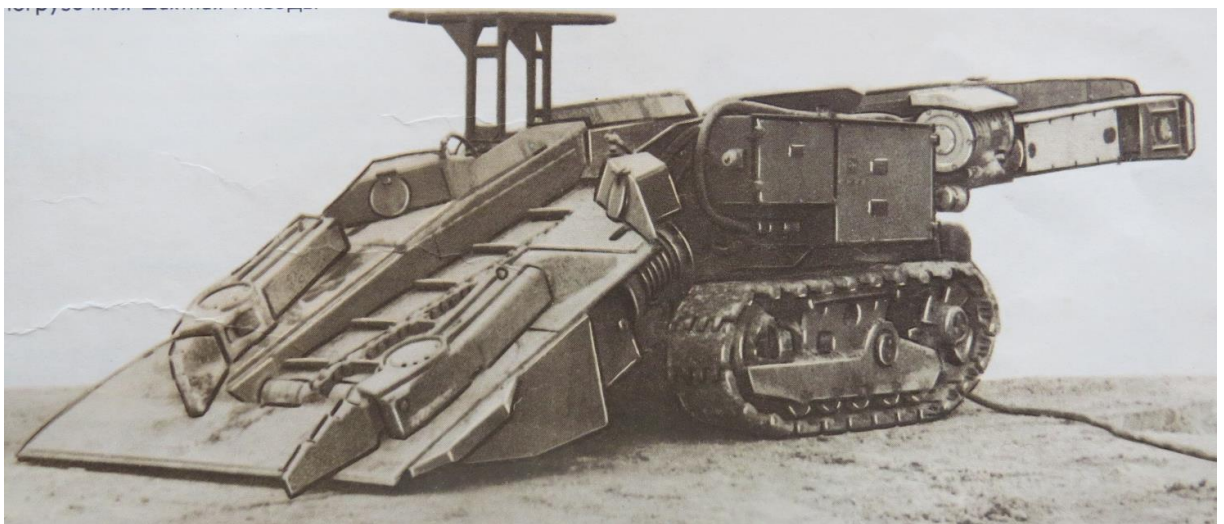
До складу навантажувальної машини входять забірна частина 1, козирок 2, гідравлічна система 3, стріла конвеєра 4, кабельний кронштейн 5, ходова частина 6, електрична система та система зрошення.

Забірна частина складається з нагортальних лап, скребкового конвеєра та носка.

Ходова частина у складі рами і приводів гусеничного ходу служить для переміщення машини та виконує роль підстави, на якій монтуються усі вузли установки.



а



б

Рисунок 1.3 – Навантажувальна машина ПНБЗД2:

а – принципова схема (1 – забірна частина; 2 – козирок; 3 – гідравлічна система; 4 – стріла конвеєра; 5 – кабельний кронштейн; 6 – ходова частина);
б – загальний вигляд

Гідравлічна система містить маслостанцію та гідроциліндри підйому та опускання забірної частини, змінення кута нахилу стріли конвеєра відносно опорної поверхні гусениць, а також повороту стріли конвеєра у горизонтальній площині.

На машині також встановлені: сім електродвигунів (два для приводу забір-

ної частини, два для приводу розвантажувального конвеєра, два для приводу ходової частини та один для приводу маслonaсоса), шафа електроживлення, магнітна станція, освітлювальне обладнання.

Під час роботи машина подається до штабеля гірничої маси і впроваджується в нього носком забірної частини. Нагортальні лапи захоплюють матеріал і переміщують його на скребковий конвеєр. Останній здійснює розвантаження матеріалу у вагони чи інші транспортні засоби. В міру прибирання породи машина переміщується уздовж забою і здійснює процес навантаження по усьому його фронту. Керування машиною – місцеве та дистанційне.

В табл. 1.3 приведені технічні характеристики навантажувальних машин типу ПНБ [17,18].

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики навантажувальних машин типу ПНБ

Показники	Модель	
	ПНБ3Д2	ПНБ4Д
Технічна продуктивність, м ³ /хв.	5,8	8,0
Максимальний розмір шматків завантаженого матеріалу, мм	800	800
Величина переміщення носка забірної частини, мм:		
вище рівня гусениць	550	500
нижче рівня гусениць	425	400
Встановлена потужність, кВт	153/136	264/227
Дорожній просвіт (кліренс), мм	200	145
Швидкість пересування, м/хв.:		
робоча	10	10
маневрова	20	20
Кут повороту стріли конвеєра у горизонтальній площині в обидва боки, град.	±30	±35
Габаритні розміри, мм:		
довжина	9200	10000
ширина	2700	2780
висота в транспортному положенні	1900	1900
Маса, кг	27000	36000

Нарешті, на рис. 1.4 представлена принципова схема навантажувальної машини МПГЗ гребкового типу з верхнім захопленням гірничої маси, призначеної для завантаження транспортних засобів з висотою бортів не більше 1550 мм від рівня головок рейок (розробка того ж інституту ВНДПрудмаш) [17].

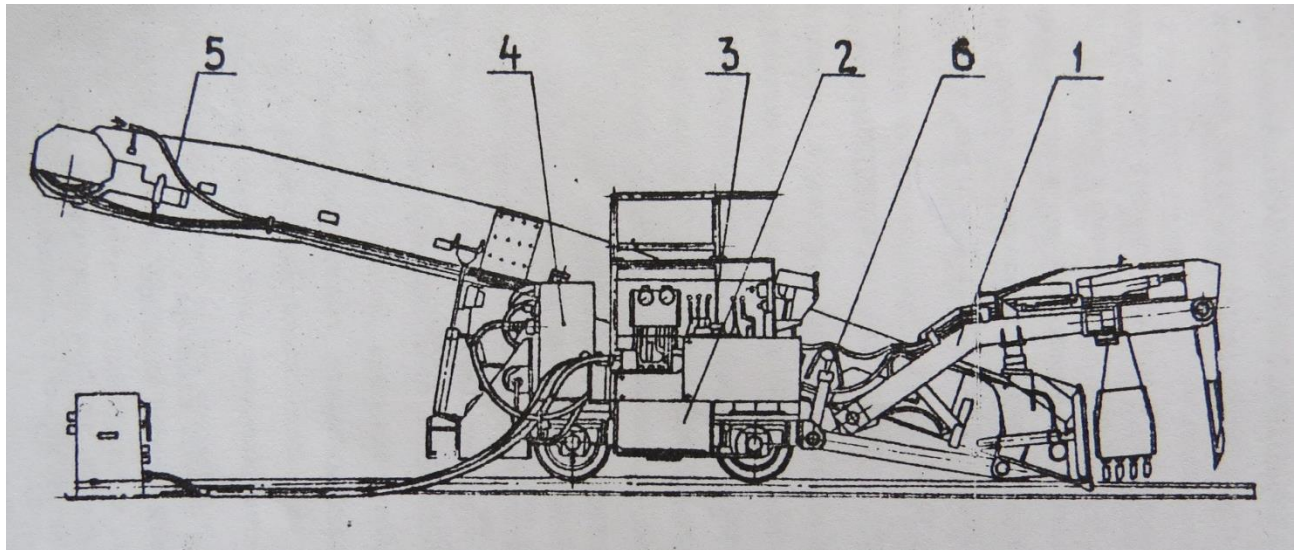


Рисунок 1.4 – Навантажувальна машина МПГЗ;

1 – навантажувальне обладнання; 2 – ходовий пристрій; 3 – гідравлічна частина; 4 – електрична частина; 5 – конвеєр; 6 – підвіска навантажувального обладнання

Машина має електрогідравлічний привод і має два можливі конструктивні виконання:

- з основною стрілою конвеєра – для завантаження гірничої маси у прохідницькі вагони з донним конвеєром типу ВПК;
- з подовженою стрілою конвеєра – для завантаження шахтних вагонеток з глухим кузовом місткістю до $4,5 \text{ м}^3$.

До складу машини (див. рис. 1.4) входять наступні основні частини:

- навантажувальне обладнання 1 у складі робочого механізму з робочими органами-гребками та сукупності конструктивних елементів для переміщення цих робочих органів та прийому (забору) захопленої гребками гірничої маси;
- скребковий конвеєр 5, що складається з рами, скребкового ланцюга, приводу та натяжного пристрою;

- відвали, виконані у вигляді щитів з ребрами жорсткості, шарнірно з'єднаних з рамою конвеєра;

- ходовий пристрій 2 колісно-рейкового типу, що складається з рами, високомоментного радіально-поршневого гідромотору, ланцюгової передачі, передньої та задньої колісних пар. Ходовий пристрій забезпечує пересування машини, створення напірного зусилля, необхідного для виконання навантажувальних робіт та зачищення підшви виробки. Конструкція одночасно виконує роль підстави, на якій монтується решта складальних одиниць: навантажувальне обладнання, підвіска, гідравлічна та електрична частини;

- підвіска 6 навантажувального обладнання у складі гідроциліндрів і тяги;

- гідравлічна частина 3, яка складається з електронасосного агрегату, роздільника потоку, розподільної та запобіжної апаратури, гідромоторів, гідроциліндрів, масловіддільника, фільтрів та маслобаку;

- електрична частина 4.

Використання навантажувальної машини МПГЗ забезпечує підвищення технічної продуктивності в 1,2-1,5 разів у порівнянні з машинами типу ППНЗ, можливість роботи на більш економічному виді енергії – електричній, суттєвого зростання ресурсу до першого капітального ремонту, покращення санітарних умов праці.

В табл. 1.4 приведена технічна характеристика навантажувальної машини МПГЗ [17].

Висновки:

- буропідрильний спосіб залишається домінуючим під час проходки горизонтальних та слабо похилих підземних гірничих виробок у міцних породах вітчизняних рудників. З огляду на це, з урахуванням циклічного характеру процесу задачі підвищення його ефективності не втрачає своєї актуальності і потребує створення і впровадження нових засобів механізації операцій прохідницького циклу, що характеризуються високим рівнем продуктивності і забезпечують максимальне зниження частки ручної праці під час експлуатації;

Таблиця 1.4 – Технічна характеристика навантажувальної машини МПГЗ

Показники	Значення
Технічна продуктивність, м ³ /хв.	3,15
Ширина захвату, мм	4000
Дальність захвату (за межами рейок), мм	3150
Дальність завантаження, мм:	
з основною стрілою конвеєра	2650
з подовженою стрілою конвеєра	3750
Висота завантаження, мм	1600
Ширина колії, мм	750
Ширина конвеєра, мм	705
Встановлена потужність, кВт	55
Габаритні розміри, мм:	
в робочому положенні:	
ширина	1825
висота	2800
в транспортному положенні:	
ширина	1500
висота	1800
Маса, кг:	
з основною стрілою конвеєра	14200
з подовженою стрілою конвеєра	14500

- однією з найбільш трудомістких робочих операцій прохідницького циклу, на яку припадає до 40-50% загального часу його тривалості, є прибирання відбитої вибухом гірничої маси і навантаження її у транспортні засоби. Для її виконання застосовується механічне обладнання різного ступеню досконалості конструкції та організації процесу роботи, у тому числі навантажувальні машини, в розробку яких помітний вклад зробив криворізький інститут ВНДПрудмаш. Одним з найвідоміших типів такого обладнання є установки ковшового типу ППН з нижнім захватом гірничої маси. Вони добре зарекомендували себе у важких умовах підземних рудників під час роботи з крупношматковою високоабразивною гірничою масою;

- одним з можливих шляхів подальшого удосконалення конструкцій ковшових навантажувальних машин представляється створення установок для роботи у виробках малого та особливо малого перетину, наприклад, під час проходки гірничорозвідувальних підземних виробок.

1.3 Мета і задачі дослідження

Мета роботи – обґрунтування вихідних вимог до навантажувальної машини з електричним приводом для проходки гірничорозвідувальних виробок особливо малого перетину.

Здійснений в процесі виконання роботи аналіз існуючих технологічних процесів проведення підземних гірничих виробок різними способами, характерних рис буропідривної проходки горизонтальних виробок та обладнання для механізації цих процесів дозволив сформулювати задачі, які потрібно вирішити для досягнення поставленої мети:

- вибрати методи теоретичних та експериментальних досліджень;
- проаналізувати існуючий стан проходки гірничорозвідувальних виробок малих та особливо малих перетинів та обґрунтувати склад і схему роботи прохідницького комплексу;
- проаналізувати вимоги, що ставляться до навантажувальних машин прохідницьких комплексів, призначених для прибирання відбитої гірничої маси та завантаження її у транспортні засоби;
- обґрунтувати вихідні вимоги до компактної навантажувальної машини з електричним приводом, що має замінити аналогічну конструкцію з пневматичним приводом;
- обґрунтувати очікувані показники призначення та надійності навантажувальної машини;
- проаналізувати рівень експлуатаційної ефективності прохідницького комплексу з пропонованою навантажувальною машиною шляхом порівняння його продуктивності та річного обсягу робіт з базовим обладнанням;

- запропонувати основні конструктивні рішення машини;
- розрахувати окремі робочі та конструктивні параметри установки;
- запропонувати схеми організації робіт під час проходки виробок малого перетину.

Об'єкт дослідження – технологічний процес буропідривної проходки горизонтальних підземних гірничорозвідувальних виробок.

Предмет дослідження – навантажувальна машина з електроприводом у складі прохідницького комплексу обладнання для буропідривної проходки горизонтальних виробок малих та особливо малих перетинів.

Наукове положення – використання запропонованої навантажувальної машини дозволить скоротити час прохідницького циклу на 16,6% та підвищити продуктивність прохідницького комплексу на 57% за рахунок використання електричного приводу навантажувальної машини та збільшення величини фронту захвату гірничої маси з 2660 до 2900 мм у порівнянні з базовим варіантом.

2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Створення нової техніки – складний та багатоетапний творчий процес, під час якого відбувається поступове перевтілення початкового замислу, продиктованого потребами промисловості, в машину, що повинна забезпечити виконання усіх вимог її замовників, дослідників, конструкторів, машинобудівників та виробників [11].

Одним з найважливіших етапів цього процесу є стадія науково-дослідницьких робіт, протягом яких на підставі первинного замовлення у вигляді технічного завдання та глибокого ретроспективного аналізу світового досвіду розвитку галузевого машинобудування у цілому та конкретного типу обладнання зокрема досліджуються, обґрунтовуються та розробляються вихідні вимоги до майбутньої машини, що повинна замінити застарілі зразки техніки та суттєво підвищити ефективність виконання тих чи інших технологічних процесів, які вона має механізувати.

Такі дослідження називаються прикладними, адже вони, на відміну від фундаментальних, спрямовані на застосування нових теоретичних знань та накопиченого практичного досвіду з метою удосконалення існуючих способів і засобів виробництва у даній галузі. Під час виконання подібних робіт використовуються різноманітні методи дослідження: теоретичні, експериментальні, комбіновані, спеціальні.

Перш за все, це загальновідомі та найбільш застосовувані універсальні методи дослідження, такі, як аналіз і синтез, дедукція та індукція, абстрагування та конкретизація, аналогія та моделювання тощо.

Під час виконання представленої магістерської роботи, у першу чергу широко використовувався аналітичний метод, а саме: для дослідження сучасних способів проходки підземних гірничих виробок, їх порівняльного аналізу з точки зору досягнення найкращих техніко-економічних показників, вибору раціональних засобів механізації цих робіт (у тому числі розвідувальних, які відрізняються малими та особливо малими площами поперечних перетинів), оцінки вимог до про-

хідницької техніки, зокрема машини для навантаження відбитої вибухом гірничої маси.

Синтетичний метод дослідження дав змогу сформулювати та обґрунтувати раціональні вихідні вимоги для створення такої установки, що забезпечуватиме суттєві переваги над існуючим обладнанням. Для оцінки цих переваг був застосований метод порівняльного аналізу показників призначення та надійності базового і пропонованого прохідницьких комплексів, а розрахунок їхніх річних обсягів робіт дозволив довести експлуатаційну ефективність використання компактної навантажувальної машини з електричним приводом.

З ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ВИХІДНИХ ВИМОГ ДО СТВОРЮВАНОЇ НАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ МАШИНИ МПЕ1

3.1 Обґрунтування складу та умов експлуатації комплексу для проходки гірничорозвідувальних виробок малого та особливо малого перетину

Підземна розробка твердих корисних копалин здійснюється на підставі інформації про умови залягання, фізико-механічні властивості та якість покладів (вміст корисних компонентів та шкідливих домішок), отриманої під час розвідувальних робіт. Ці роботи виконуються як на попередній стадії гірничих робіт (геологорозвідувальні), так і паралельно з розробкою родовища (експлуатаційна розвідка) у тих його частинах (поверхах, блоках), які готуються до введення в експлуатацію. Експлуатаційна розвідка переслідує мету уточнення даних геологічного аналізу, виявлення меж видобутку, оцінки можливих величин втрат та збіднення корисної копалини. Для цього проводяться виробки, буряться свердловини, відбираються проби гірничих порід для аналізу [8].

З метою мінімізації витрат коштів, матеріалів, кріплення, енергії та робочого часу розвідувальні виробки намагаються робити якнайменшого поперечного перетину, достатнього для цілей розвідки, але все ж такого, що дозволяє використовувати компактне обладнання для механізації прохідницьких робіт та забезпечує нормальну роботу гірників. Для таких умов пропонується зупинитися на виробках ПС-5,4 прямокутно-склепінчастої та Т-6,1 трапецієподібної форми (з поперечними перетинами відповідно 5,4 і 6,1 м²) за ДСТУ 22940 з мінімальним радіусом заокруглення рейкового шляху (по його осі) 6 м [20].

Для проходки таких горизонтальних виробок малого та особливо малого перетину (штолень, штреків, розсічок), прямолінійних або криволінійних у плані, в шахтах, безпечних у відношенні вибухів газу чи пилу, потрібно мати комплекс механічного обладнання у складі малогабаритних машин для буріння прохідницьких шпурів, навантаження та транспортування підірваної гірничої маси.

До складу комплексу входитимуть наступні машини:

- електрогідравлічна бурильна установка УБШ218;
- машина навантажувальна електрична (назвемо її МПЕ1);
- електровоз 4,5 АРП-2М;
- вагонетки УВО-0,8 (10 шт.).

Такий комплекс повинен забезпечити вирішення наступних техніко-економічних задач:

- підвищення технічного рівня гірничопрохідницьких робіт під час розвідування корисних копалин підземним способом;
- зниження енергетичних витрат;
- зниження витрат ручної праці;
- покращення умов праці тощо.

Комплекс розрахований на використання в умовах гірничих масивів з коефіцієнтом міцності $f = 8-20$ за шкалою проф. М.М. Протод'яконова. Транспортні засоби (вагонетки УВО-0,8) повинні мати висоту бортів відносно рівня головок рейок не більше 1250 мм.

3.2 Аналіз вимог до конструкції навантажувальної машини прохідницького комплексу

3.2.1 Призначення та галузь використання установки

Умови експлуатації машини, що призначена для завантаження підірваної гірничої маси у транспортні засоби під час проходки горизонтальних гірничорозвідувальних виробок малого та особливо малого поперечного перетину, є наступними:

- за кліматичним виконанням та категорією розміщення – У5 за ДСТУ 15150;
- за виконанням електричної частини – РН2;
- ухил виробок – згідно з вимогами [21].

Характеристика гірничої маси, що навантажується машиною:

- розмір шматків (не більше) – 300 мм;

- Порядок розміщення навантажувальної машини у виробках типів ПС-5,4 та Т-6,1 за ДСТУ 22940 показаний на рис. 3.1 і 3.2 відповідно [22].

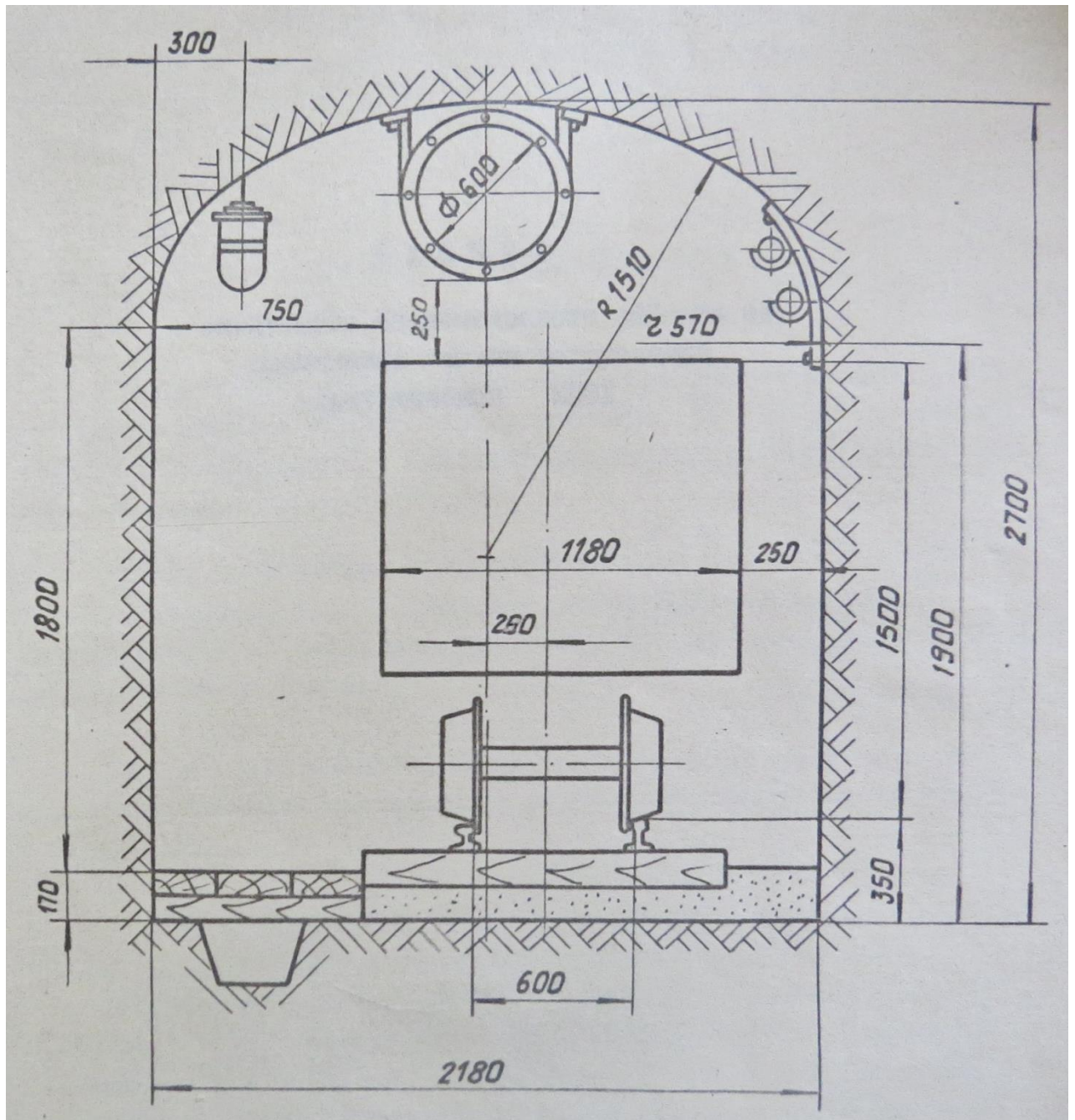


Рисунок 3.1 – Розташування навантажувальної машини МПЕ1 у виробі прямокутно-склепінчастої форми ПС-5,4 за ДСТУ 22940

3.2.2 Технічні вимоги до навантажувальної машини

Досліджувана в роботі навантажувальна машина МПЕ1 має бути виконана у вигляді установки прямого навантаження з нижнім захватом гірничої маси (типу ППН). З огляду на необхідність забезпечення мінімально можливих габаритів машини, в якості базової конструкції для її розробки бажано використати найменшу модель параметричного ряду машин ППН – конструкцію першого його типорозміру ППН1А.

Машина МПЕ1 має складатися з наступних основних частин:

- робочого органу;
- ходової частини;
- поворотної платформи;
- приводу робочого органу;
- маслостанції;
- електричної частини;
- гідравлічної частини.

Робочий орган машини МПЕ1 повинен бути ковшового типу та взаємозамінним з робочим органом навантажувальної машини ППН1А.

Ходова частина установки має бути колісно-рейкової конструкції та забезпечувати можливості:

- пересування машини вперед і назад власним ходом;
- передачі крутного моменту на обидві колісні пари;
- транспортування машини на буксирі електровозу;
- відключення гідромотору від редуктора під час буксирування установки.
- змінення ширини рейкової колії. Ходова частина повинна мати три конструктивні виконання з шириною колії 600, 750 та 900 мм.

Електрична частина машини повинна передбачати:

- живлення короткозамкненого електродвигуна установки потужністю 18,5 кВт від трьохфазної мережі змінного струму з ізольованою нейтраллю. Номінальна напруга живильної мережі – 380 В, частота – 50 Гц. Коливання напруги на працюючій машині не повинні виходити за межі діапазону від 85 до 110% від номі-

нального значення, а зниження її під час запуску двигуна – не більше 25% від номінальної;

- приєднання до мережі за допомогою магнітного пускача, що подає напругу на машину;

- сполучення між пускачем і машиною за допомогою гнучкого кабелю, під'єданого до машини штепсельним пристроєм, встановленим на машині. Для розміщення кабелю має бути передбачений кабельний накопичувач ємністю до 100 м. Розміщення кабелю у призабійній зоні не повинно перешкоджати проведенню підривних робіт та обміну вагонеток, при цьому має бути виключена можливість ушкодження його рухомою машиною;

- керування магнітним пускачем, двигуном маслостанції, подачею звукового сигналу органами керування, розташованими на установці;

- нульовий захист;

- трудомісткість підготовчо-заключних операцій, пов'язаних з підключенням машини, не більше 30 хвилин.

Гідравлічна частина установки повинна забезпечувати:

- керування ходовою частиною, приводом робочого органу та поворотом платформи;

- автоматичне центрування поворотної платформи одночасно з підйомом робочого органу;

- утримання порожнього і завантаженого ковшу у піднятому положенні;

- гальмування ходової частини;

- візуальний контроль рівня масла у масляному баку;

- обмеження зусилля викидання ковшу за умовами стійкості машини;

- фільтрацію масла від механічних домішок під час заправки і роботи;

- запобігання зливу масла з гідробаку під час технічного обслуговування та ремонту гідравлічної системи;

- можливість періодичного контролю тиску в системах гідроприводу.

Закачування масла у бак повинно здійснюватися за допомогою ручного насоса, що поставляється разом з машиною.

3.2.3 Експлуатаційні вимоги

Режим роботи машини – трьохзмінний з тривалістю зміни 6-7 годин.

Керування машиною має виконуватися одним машиністом з робочого місця, що розташовується на відкидній підніжці з лівого (по ходу) боку машини та забезпечує хороший огляд усього фронту навантаження гірничої маси.

Конструкція пульта керування повинна передбачати повертання рукояток у нейтральне положення після припинення впливу на них з боку оператора, а також їхнє блокування від мимовільного вмикання приводу робочого органу та ходової частини.

На машині має бути передбачений контроль перегріву масла в гідросистемі з відключенням двигуна маслостанції у такому випадку.

Машина має бути обладнана звуковим сигналом для повідомлення про початок робіт з навантаження гірничої маси, фарою для освітлення зони черпання матеріалу та засобами пилопригнічення, заблокованими з приводом робочого органу. Блокувальний пристрій повинен забезпечувати подачу води до цих засобів при вмиканні приводу робочого органу «на підйом».

Конструкції робочого органу та машини в цілому повинні забезпечувати прибирання породи із забою без використання ручної праці, пов'язаної з кайлуванням та перекиданням породи до машини.

У разі аварійного відключення електроенергії ківш повинен опускатися з верхнього положення на підшву виробки.

Кожна машина має бути постачена індивідуальним комплектом запасних частин та інструменту. Номенклатура та кількість запасних частин в ньому повинні забезпечити працездатність машини протягом гарантійного терміну її експлуатації, а інструмент – монтаж і демонтаж основних складальних одиниць установки під час її технічного обслуговування.

Машина повинна піддаватися щозмінному технічному обслуговуванню, поточним та капітальним ремонтам. Порядок обслуговування визначається експлуатаційною документацією на машину, конструкція якої має забезпечувати вільний доступ до складальних одиниць та агрегатів установки.

3.2.4 Вимоги до безпеки та охорони здоров'я

Загальні вимоги безпеки для навантажувальної машини МПЕ1 повинні відповідати вимогам [21], гігієнічні вимоги – ДСТУ 12.2.106, вимоги безпеки гідроприводу – ДСТУ 12.2.040.

Еквівалентний рівень звуку на робочому місці машиніста має відповідати вимогам ДСТУ 12.1.003 і не перевищувати 80 дБА. Для захисту органів слуху передбачається використання індивідуальних засобів за ДСТУ 12.4.051.

Величина вібрації (загальної і локальної) на робочому місці повинна відповідати вимогам ДСТУ 12.1.012 та СН 3044.

Концентрація шкідливих речовин (пилу із вмістом кремнію) у повітрі робочої зони під час роботи машини має відповідати вимогам ДСТУ 12.1.005 і не перевищувати 2 мг/м³.

Освітленість зони черпання машини повинна бути забезпечена на рівні вимог [21], що ставляться до забоїв підготовчих виробок.

Нанесення надписів, знаків безпеки та сигнального фарбування – за ДСТУ 12.4.026.

Ергономічні вимоги до робочого місця та органів керування – за ДСТУ 12.2.106.

3.2.5 Вимоги до маркування, упаковки, транспортування та зберігання

На видному місці машини має бути закріплена табличка, виконана за ДСТУ 12971 згідно з вимогами ДСТУ 12969, що містить:

- товарний знак або найменування підприємства-виготовлювача;
- умовне позначення машини;
- порядковий номер виробу за системою нумерації підприємства-виготовлювача;
- рік і місяць випуску;
- позначення технічних умов.

Спосіб нанесення маркування повинен забезпечити чіткість надписів протягом усього терміну служби виробу.

Транспортне маркування вантажів повинно здійснюватися згідно з ДСТУ 14192.

Категорія упаковки машини – КУ-0 за ДСТУ 23170.

Запасні частини, інструмент та приладдя мають бути запаковані згідно з вимогами РД 24.070.39 у шухляди, виконані згідно з ДСТУ 2991. Тип шухляд – III-2, категорія упаковки – КУ-12 за ДСТУ 23170.

Технічна та товаросупроводжувальна документація на машину пакується в пакет з поліетиленової плівки за ДСТУ 10354 або з двошарового паперу за ДСТУ 8828 та укладається у шухляду із ЗІП.

Умови транспортування машини:

- у частині впливу механічних факторів – Ж за ДСТУ 23170;
- у частині впливу кліматичних факторів – 8 (ОЖЗ) за ДСТУ 15150.

Умови зберігання машини – 8 (ОЖЗ) за ДСТУ 15150.

Машина, запасні частини, інструмент та приладдя мають бути законсервовані згідно з ДСТУ 9.014. Група виробів – II-1, варіант тимчасового захисту – ВЗ-4, варіант внутрішньої упаковки – ВУ-0, термін захисту без повторної консервації для зазначених вище умов зберігання – 1 рік.

3.3 Очікувані показники призначення та надійності машини МПЕ1

Очікувані показники призначення та надійності машини МПЕ1 приведені в табл. 3.1.

3.4 Обґрунтування експлуатаційної ефективності прохідницького комплексу з навантажувальною машиною МПЕ1

Пропонований склад прохідницького комплексу приведений вище у п. 3.1. Оцінку очікуваної експлуатаційної ефективності зазначеного обладнання зробимо шляхом його порівняльного аналізу з базовим варіантом, до складу якого входять наступне серійне устаткування [22]:

Таблиця 3.1 – Очікувані показники призначення та надійності машини МПЕ1

Показники	Значення
1 Показники призначення	
1.1 Продуктивність технічна, м ³ /хв., не менше	1,32
1.2 Місткість ковшу, м ³ , не менше	0,26
1.3 Ширина захвату, мм, не менше	2900
1.4 Висота завантаження, мм, не менше	1300
1.5 Швидкість пересування, км/год.	3,4
1.6 Потужність приводу, кВт	54
1.7 Габаритні розміри у транспортному положенні, мм, не більше:	
довжина	2370
ширина	1180
висота	1500
1.8 Максимальна висота під час розвантаження ковшу, мм, не більше	2250
1.9 Маса, т, не більше	3,8
2 Показники надійності	
2.1 80%-ий ресурс до капітального ремонту, м ³ , не менше	5400
2.2 80%-ве напрацювання на відмову, м ³ (год.), не менше	285 (18)
3 Показники економного використання матеріалів та енергії	
3.1 Питома маса, т·м ⁻³ ·хв., не більше	2,9
3.2 Питома витрата електроенергії, кВт·год·м ⁻³ , не більше	0,68
4 Ергономічні показники	
4.1 Еквівалентний рівень звуку на робочому місці, дБА, не більше	80
4.2 Концентрація шкідливих речовин (пилу із вмістом кремнію) у повітрі робочої зони, мг/м ³ , не більше	2

- бурильна установка ЛКР-У;
- навантажувальна машина ППН1А;
- електровоз 4,5 АРП-2М;
- вагонетки УВО-0,8 (10 шт.);
- компресор 305ВП-30/8.

Обидва комплекси використовують перекидач ОВ для розвантаження вагонеток.

3.4.1 Вихідні дані для розрахунку

В табл. 3.2 приводяться порівняльні технічні характеристики навантажувальних машин, що використовуються в базовому та новому (пропонованому) варіантах прохідницьких комплексів, а в табл. 3.3 – основні умови застосування обладнання (для виробок типу ПС-5,4) [22].

Таблиця 3.2 - Порівняльні технічні характеристики навантажувальних машин комплексів

Найменування показників	Умовне позначення	Одиниця виміру	Варіанти прохідницького комплексу	
			базовий (з машиною ППН1А)	новий (з машиною МПЕ1)
Технічна продуктивність	A_T	м ³ /хв.	1,32	1.32
Ширина захвату	-	мм	2660	2900
Привод	-	-	пневматичний	електрогідравлічний
Питома витрата електроенергії	q_e	кВт·год./м ³	-	0,68
Питома витрата стисненого повітря	$q_{ст}$	м ³ /хв.	24,0	-
Повний термін служби	T_c	років	4,5	4,5

Таблиця 3.3 – Основні умови застосування обладнання

Найменування показників	Умовне позначення	Одиниця виміру	Значення показників
Кількість робочих днів у році	N_p	днів	305
Кількість робочих змін у добі	$n_{зм}$	змін	3
Коефіцієнт використання обладнання за робочим часом (з урахуванням режиму роботи обладнання та витрат часу на планово-попереджувальні ремонти, перекидання машин на інші робочі ділянки, регламентовані перерви тощо)	$K_{вик}$		0,74
Перетин гірничорозвідувальних виробок	S	м ²	5,4
Коефіцієнт розпушення гірничої маси	K_p		1,6
Тривалість робочої зміни	$T_{зм}$	год.	6
Норматив часу на підготовчо-заклучні операції, що припадають на зміну	$t_{пз}$	хв.	26,2
Норматив часу на особисті потреби робітників	$t_{оп}$	хв.	10
Норматив часу на відпочинок робітників від оперативного часу роботи	α_b	%	10
Коефіцієнт використання технічної продуктивності машини	K_b		0,5
Питомі витрати часу на виконання допоміжних операцій під час навантаження гірничої маси	t_d	хв./м ³	7,83
Склад ланки робочих-прохідників на навантаженні гірничої маси			V розр. – 1 IV розр. – 1

3.4.2 Розрахунки річних обсягів робіт

3.4.2.1 Організація робіт

Проходка горизонтальних геологорозвідувальних виробок з площею поперечного перетину 5,4 м² здійснюється ланкою прохідників, що виконують опера-

ції буріння, зарядки та підривання шпурів, провітрювання забою, навантаження породи та кріплення.

3.4.2.2 Розрахунок тривалості прохідницького циклу

Норма часу на буріння шпурів:

Базовий варіант

$$H_{\text{ч1}} = \frac{T_{\text{зм}}(t_{\text{о1}} + t_{\text{д1}})K_{\text{с}}l_1n\left(1 + \frac{t_{\text{оп}}}{100}\right) + t_{\text{пзз}}}{60T_{\text{зм}} - (t_{\text{пз}} + t_{\text{оп}})l_1nm} =$$

$$= \frac{6(7,58 + 1,6) \cdot 1,03 \cdot 1,8 \cdot 19\left(1 + \frac{10}{100}\right) + 30}{60 \cdot 6 - (26,2 + 10) \cdot 1,8 \cdot 19 \cdot 2} = 0,1 \text{ чол.} \cdot \text{год.} / \text{м. шпуру},$$

де $t_{\text{о1}} = 7,58$ чол.·хв. – сумарний норматив часу на основні операції, що припадають на 1 м шпуру; $t_{\text{д1}} = 1,6$ чол.·хв. – сумарний норматив часу на допоміжні операції; $l_1 = 1,8$ м – глибина буріння шпурів; $n = 19$ – кількість шпурів на забій; $K_{\text{с}} = 1,03$ – коефіцієнт суміщення часу зайнятості робітника на одній з бурильних машин із зупинкою другої машини; $\alpha_{\text{в}} = 10\%$ – норматив часу на відпочинок від оперативного часу; $t_{\text{пз}} = 26,2$ хв. – сумарний норматив часу на підготовчо-заклучні операції; $t_{\text{оп}} = 10$ хв. – норматив часу на особисті потреби; $t_{\text{пзз}} = 30$ хв. – тривалість підготовчо-заклучних операцій, що припадають на цикл проходки забою; $m = 2$ шт. – кількість бурильних машин на установці ЛКР-У.

Новий варіант

Норма часу на буріння шпурів бурильною установкою УБШ218 складає 0,03 чол.·год./м.шпуру [22].

Норма часу на навантаження гірничої маси:

Базовий варіант

Змінна продуктивність:

$$A_{\text{зм1}} = \frac{60T_{\text{зм}} - t_{\text{пз}} - t_{\text{оп}}}{\left(\frac{1}{A_{\text{т1}}K_{\text{в}}} + t_{\text{д1}}\right)\left(1 + \frac{K_{\text{о}}}{100}\right)} = \frac{60 \cdot 6 - 26 - 10}{\left(\frac{1}{1,32 \cdot 0,5} + 4,77\right)\left(1 + \frac{0}{100}\right)} = 51,5 \text{ м}^3,$$

де $t_{д1}$ – питомі витрати часу на виконання допоміжних операцій під час навантаження гірничої маси з урахуванням скорочення допоміжних операцій з підкидання гірничої маси з боків виробки до ковшу (у порівнянні з машиною ППН1):

$$t_{д1} = \frac{t'_д - t'_{дк}}{K_p} = \frac{7,83 - 0,2}{1,6} = 4,77 \text{ хв./м}^3,$$

де $t'_{дк} = 0,2 \text{ хв./м}^3$ у цілику – скорочення витрат часу на підкидання гірничої маси з боків виробки до ковшу.

Тоді величина норми часу на навантаження складатиме:

$$H_{чн1} = \frac{T_{зм}}{A_{зм1}} = \frac{6}{51,5} = 0,12 \text{ ланка} \cdot \text{год./м}^3 = 0,24 \text{ чел. год./м}^3.$$

Новий варіант

Змінна продуктивність:

$$A_{зм2} = \frac{60T_{зм} - t_{пз} - t_{оп}}{\left(\frac{1}{A_{т2}K_b} + t_{д2}\right)\left(1 + \frac{K_o}{100}\right)} = \frac{60 \cdot 6 - 26 - 10}{\left(\frac{1}{1,32 \cdot 0,5} + 4,64\right)\left(1 + \frac{0}{100}\right)} = 52,6 \text{ м}^3,$$

де $t_{д2}$ – питомі витрати часу на виконання допоміжних операцій під час навантаження гірничої маси з урахуванням ліквідації витрат часу на підкидання гірничої маси з боків виробки до ковшу за рахунок збільшення ширини захвату нової машини у порівнянні з базовою:

$$t_{д2} = \frac{t'_д - t_{дп}}{K_p} = \frac{7,83 - 0,4}{1,6} = 4,64 \text{ хв./м}^3,$$

де $t_{дп} = 0,4 \text{ хв./м}^3$ у цілику – скорочення витрат часу на підкидання гірничої маси з боків виробки до ковшу.

Норма часу на навантаження:

$$H_{чн2} = \frac{T_{зм}}{A_{зм2}} = \frac{6}{52,6} = 0,11 \text{ ланка} \cdot \text{год./м}^3 = 0,22 \text{ чел. год./м}^3.$$

Витрати часу на інші операції прийняті згідно з існуючими нормами на гірничопрохідницькими роботами. Остаточний розрахунок тривалості прохідницького циклу приведений в табл. 3.4 [22].

3.4.2.3 Розрахунок змінної продуктивності та річного обсягу робіт прохідницького комплексу

Величина змінної продуктивності під час проходки горизонтальної гірничо-прохідницької виробки складатиме:

Базовий варіант

- в погонних метрах пройденої виробки:

$$P'_1 = \frac{T_{зм} l_{шп1} \eta_1}{T_{ц1}} = \frac{6 \cdot 1,8 \cdot 0,9}{8,07} = 1,2 \text{ м/зміну};$$

- в м³ вилученої гірничої маси:

$$P_1 = P'_1 S K_p = 1,2 \cdot 5,4 \cdot 1,6 = 10,4 \text{ м}^3/\text{зміну}.$$

Новий варіант

- в погонних метрах пройденої виробки:

$$P'_2 = \frac{T_{зм} l_{шп2} \eta_2}{T_{ц2}} = \frac{6 \cdot 2,5 \cdot 0,85}{6,73} = 1,89 \text{ м/зміну};$$

- в м³ вилученої гірничої маси:

$$P_2 = P'_2 S K_p = 1,89 \cdot 5,4 \cdot 1,6 = 16,33 \text{ м}^3/\text{зміну}.$$

Величину річного обсягу робіт прохідницького комплексу визначаємо виходячи зі змінної продуктивності процесу проходки та режиму роботи обладнання:

Базовий варіант

$$B_1 = P_1 N_p n_{зм} K_{вик} = 10,4 \cdot 305 \cdot 3 \cdot 0,74 = 7041 \text{ м}^3.$$

Новий варіант

$$B_2 = \Pi_2 N_p n_{зм} K_{вик} = 16,33 \cdot 305 \cdot 3 \cdot 0,74 = 11057 \text{ м}^3.$$

Таким чином, як бачимо з результатів розрахунків, використання нового варіанту прохідницького комплексу з електричною навантажувальною машиною МПЕ1 дає можливість отримання наступних переваг у порівнянні з базовим варіантом (з машиною ППН1А) [22]:

- скорочення часу прохідницького циклу – на 16,6%;
- підвищення продуктивності процесу навантаження гірничої маси у м³ – на 2,1%;
- підвищення змінної продуктивності прохідницького комплексу у погонних метрах пройденої виробки – на 57,5%;
- підвищення змінної продуктивності прохідницького комплексу вийнятої гірничої маси та річного обсягу прохідницьких робіт у м³ – на 57%.

Природно, що такі помітні переваги забезпечуватимуть отримання суттєвого економічного ефекту від заміни базового варіанту комплексу (з навантажувальною машиною ППН1А) на новий з машиною МПЕ1 у його складі. Це пояснюється наступними обставинами:

- зниженням енергетичних витрат під час експлуатації за рахунок використання електричної енергії замість пневматичної;
- зниженням витрат ручної праці та ліквідація операцій кайлування та підкидання породи з боків виробки за рахунок збільшення ширини захвату з 2660 мм (ППН1А) до 2900 мм (МПЕ1);
- покращенням умов праці за рахунок зниження шуму, створюваного машиною, внаслідок переходу з пневматичного приводу до електрогідравлічного.

Висновки:

- аналіз номенклатури гірничорозвідувальних виробок, що будуються в умовах підземних рудників, показує: для мінімізації витрат коштів, матеріалів, кріп-

лення, енергії та робочого часу їх намагаються робити якнайменшого поперечного перетину. Прикладом можуть слугувати виробки наступних типорозмірів: ПС-5,4 прямокутно-склепінчастої та Т-6,1 трапецієподібної форми (з поперечними перетинами відповідно 5,4 і 6,1 м²) за ДСТУ 22940 з мінімальним радіусом заокруглення рейкового шляху (по його осі) 6 м;

- для проведення таких виробок потрібно надзвичайно компактне, але високоєфективне механічне обладнання. В роботі розглядається можливість створення навантажувальної машини з електрогідравлічним приводом МПЕ1, що входить до складу прохідницького комплексу разом з електрогідравлічною бурильною установкою УБШ218, електровозом 4,5 АРП-2М та десятьма вагонетками УВО-0,8. Комплекс повинен забезпечити підвищення технічного рівня гірничопрохідницьких робіт під час розвідування корисних копалин підземним способом з одночасним зниженням витрат енергії та ручної праці, а також покращенням умов праці гірників;

- в результаті виконаного в роботі аналізу сформульовано призначення та галузь використання установки, а також розроблено вимоги до її конструкції – технічні, експлуатаційні, безпеки та охорони здоров'я, маркування, упаковки, транспортування та зберігання. Запропоновано очікувані показники призначення та надійності навантажувальної машини МПЕ1;

- для обґрунтування експлуатаційної ефективності прохідницького комплексу з навантажувальною машиною МПЕ1 в умовах проведення гірничорозвідувальних виробок з поперечним перетином 5,4 м² виконано розрахунки тривалості прохідницького циклу, змінної продуктивності та річного обсягу робіт самої машини та прохідницького комплексу загалом. Аналогічні розрахунки виконані також й для комплексу з навантажувальною машиною ППН1А з пневматичним приводом, вибраного в якості бази порівняння;

- в результаті здійсненого порівняльного аналізу з'ясовано, що експлуатація пропонованого прохідницького комплексу з електрогідравлічною навантажувальною машиною МПЕ1 забезпечує скорочення часу прохідницького циклу на 16,6%, підвищення продуктивності процесу навантаження гірничої маси (у м³) на

2,1%, підвищення змінної продуктивності прохідницького комплексу у погонних метрах пройденої виробки на 57,5%, підвищення змінної продуктивності прохідницького комплексу вийнятої гірничої маси та річного обсягу прохідницьких робіт у м³ на 57%;

- такі переваги пояснюються зниженням енергетичних витрат під час експлуатації комплексу за рахунок використання електричної енергії замість пневматичної, зниженням витрат ручної праці та ліквідація операцій кайлування та підкидання породи з боків виробки за рахунок збільшення ширини захвату з 2660 мм (ППН1А) до 2900 мм (МПЕ1), а також покращенням умов праці за рахунок зниження шуму машини внаслідок переходу з пневматичного приводу до електрогідравлічного.

4 РОЗРОБКА ДЕЯКИХ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ УСТАНОВКИ

4.1 Обґрунтування особливостей конструктивного виконання пропонованої навантажувальної машини

Процес створення нової машини включає етап здійснення так називаних передпроектних розробок, до яких входять наступні роботи [23]:

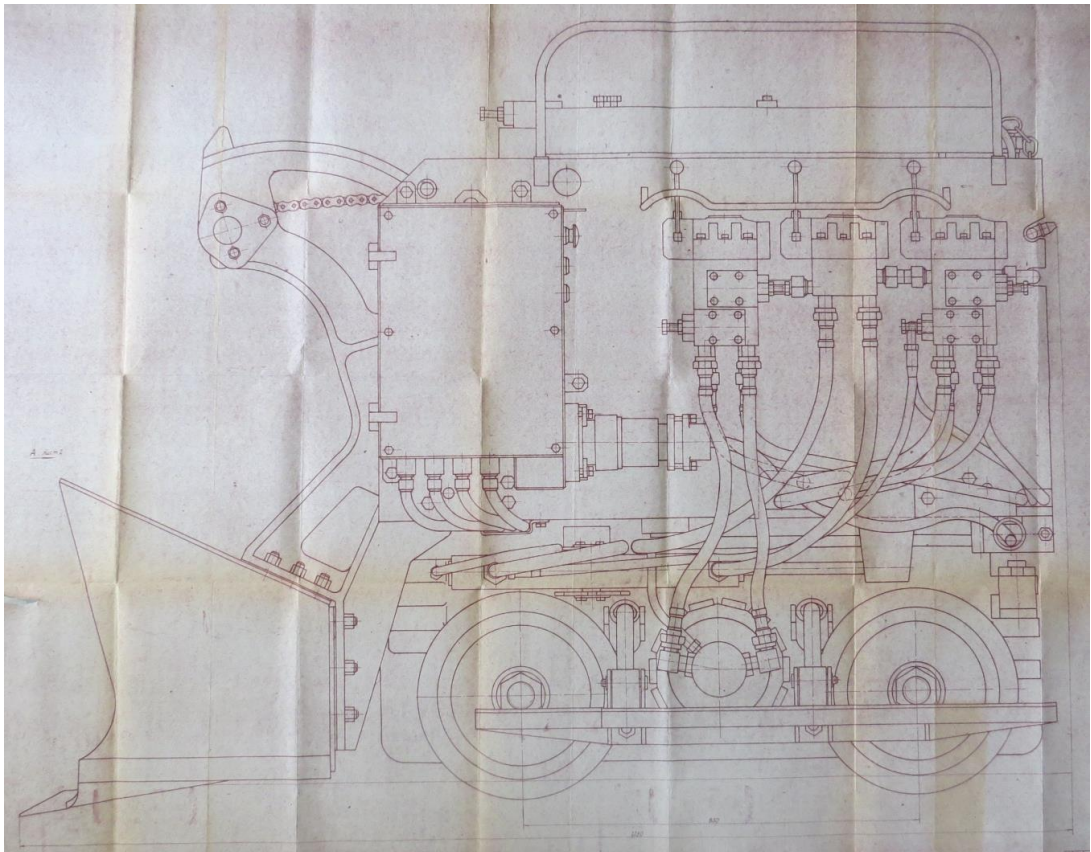
- визначення оптимальних параметрів машини на підставі аналізу показників призначення та надійності майбутньої конструкції, які хоче отримати замовник;
- підбір потрібного комплектувального обладнання;
- опрацювання можливих компоновальних рішень машини;
- техніко-економічне обґрунтування ефективності практичного використання розробленого виробу;
- патентні дослідження.

Важливою частиною цих робіт є розробка раціонального конструктивного рішення проектованої установки.

Як вже говорилося вище, загальна схема, конструкція робочого органу ковшового типу та принцип виконання робочих функцій агрегату запозичені з навантажувальної машини ППН1А. Перелік основних складових частин пропонованої машини МПЕ1 приведений в п. 3.2.2 даної роботи.

На рис. 4.1 показана загальна схема машини. Усі вузли машини базуються на ходовій частині колісно-рейкового типу, яка за бажанням замовника може бути виконана для експлуатації на рейкових коліях різного розміру, а саме: 600, 750 та 900 мм.

Ходова частина (рис. 4.2) складається з одноступінчастого редуктора з передачею крутного моменту на обидві колісні пар, гідромотору МРФ-400/25М1 та механізму відключення гідромотору під час транспортування машини електровозом. Гідромотор з редуктором сполучаються за допомогою зубчастої муфти. Основні параметри редуктора приведені в табл. 4.1.



A

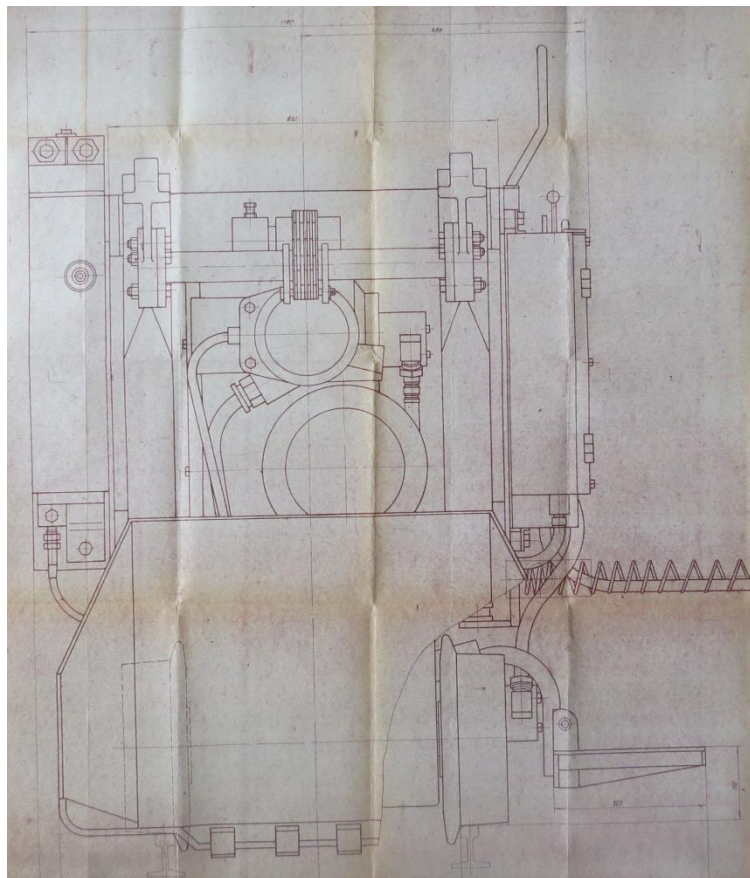
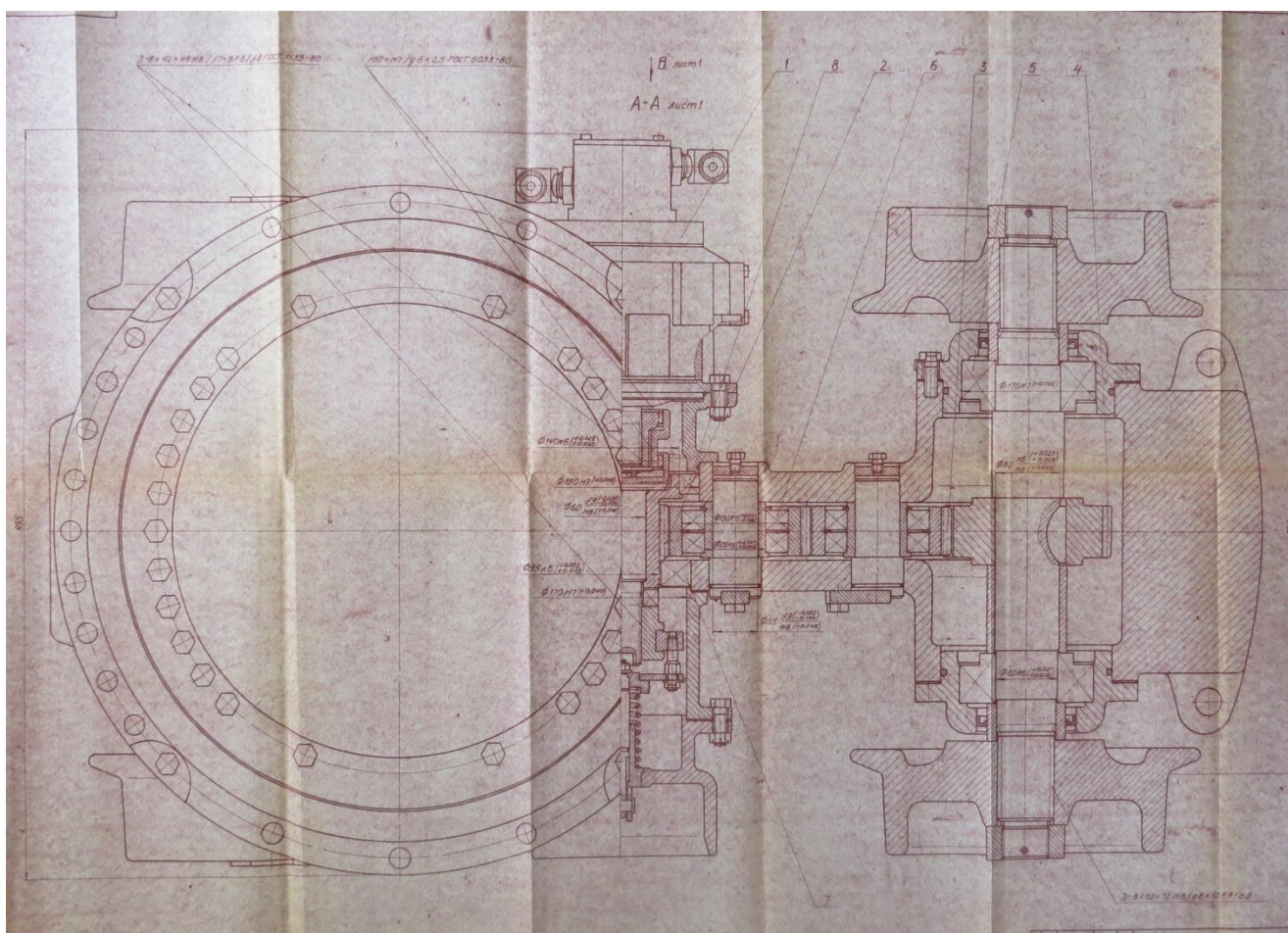
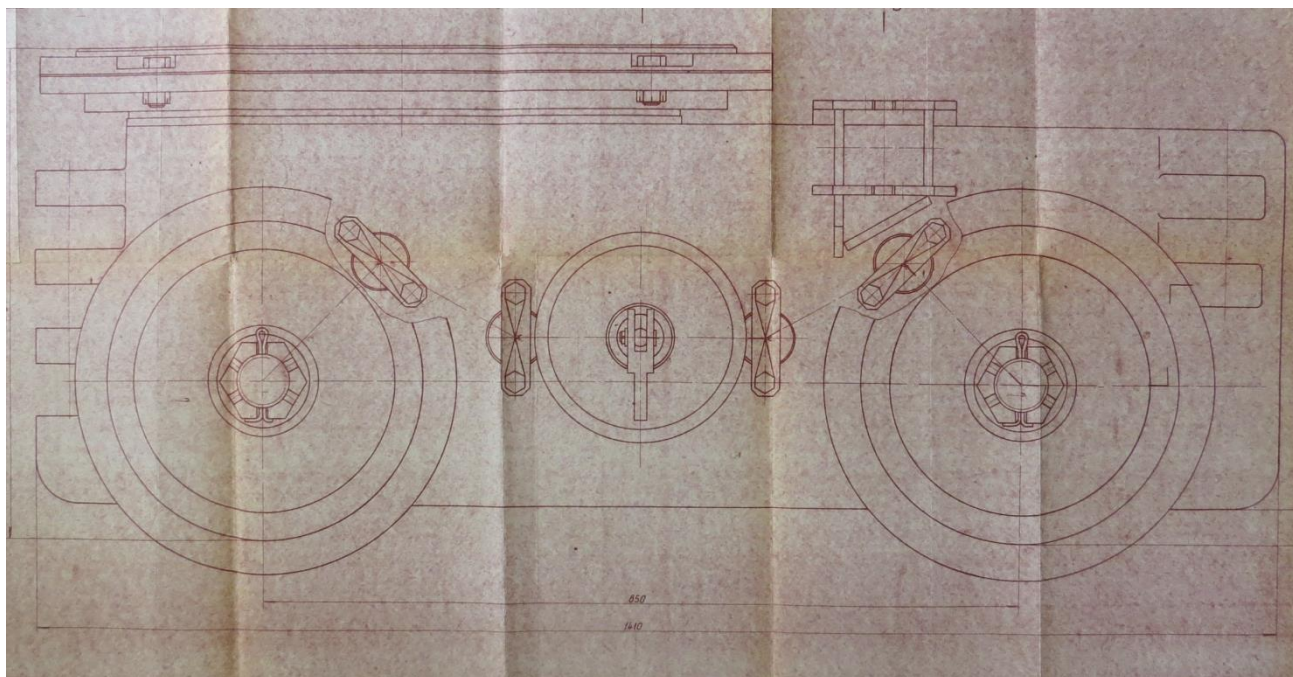


Рисунок 4.1 – Загальна схема навантажувальної машини МПЕ1



Таблиця 4.1 – Основні параметри редуктора ходової частини

Параметр	Значення
Передатне відношення	1,94
Частота обертання вихідного валу, об/хв.	50
Крутний момент на вихідному валу, Н·м	2040

На ходовій частині за допомогою підшипника повороту (рис. 4.3) встановлена поворотна платформа, на якій монтуються усі решта частини машини, у тому числі між бортами останньої – маслостанція з приводом робочого органу.

Маслостанція машини (рис. 4.4) складається з електродвигуна типу 4АМ160 М4РНУ5 та гідронасосу типу 50НР63/2, сполучених між собою пружною втулково-пальцевою муфтою.

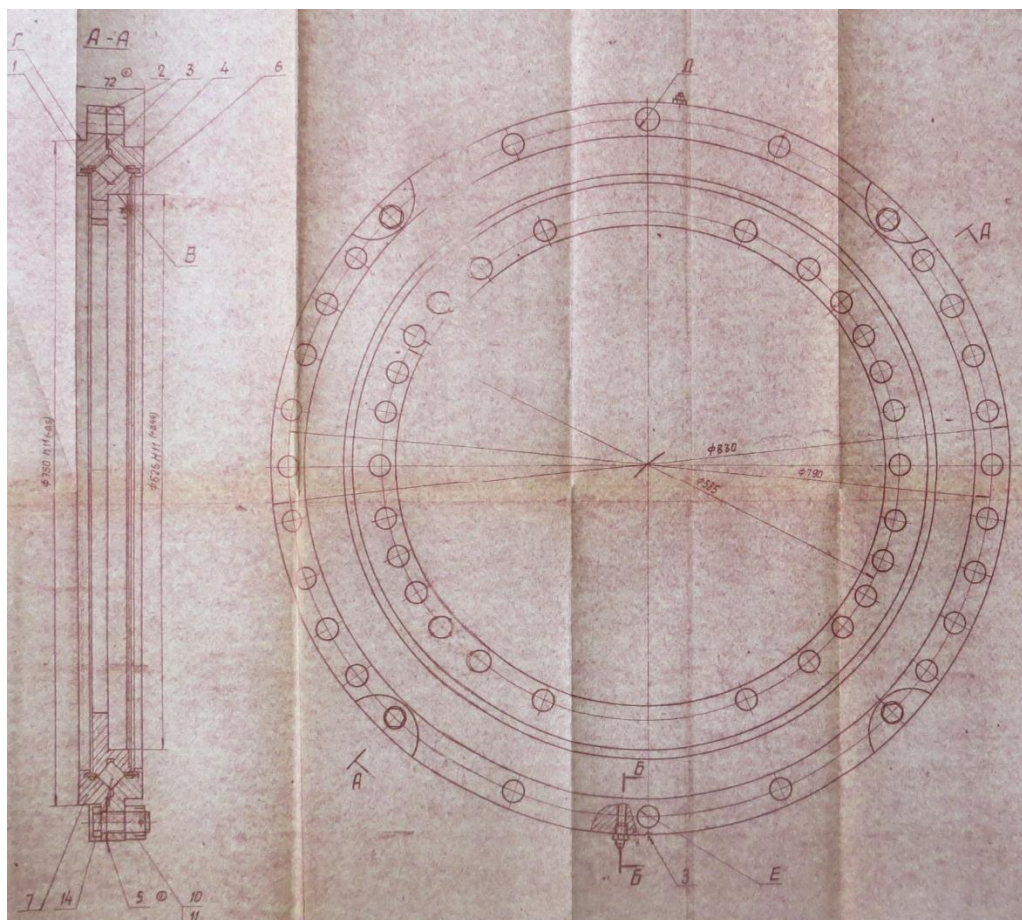


Рисунок 4.3 – Підшипник повороту платформи

Таблиця 4.2 – Технічна характеристика маслостанції машини МПЕ1

Параметр	Значення
Номінальна потужність електродвигуна, кВт	18,5
Частота обертання, об/хв.	1460
Номінальна напруга, В	380
Частота змінного струму, Гц	50
Номінальний тиск робочої рідини, МПа	20
Подача робочої рідини, л/хв.	2х40,5

Таблиця 4.3 – Технічна характеристика приводу робочого органу машини МПЕ1

Параметр	Значення
Передатне відношення	1,13
Частота обертання вихідного валу, об/хв.	85
Крутний момент на вихідному валу, Н·м	1187

Електричне обладнання установки (рис. 4.5) складається з пускача, змонтованого у гірничій виробці, та встановлених на машині шафи керування, згаданого вище електродвигуна маслостанції, фари, сирени та реле контролю перегріву масла у баку маслостанції. Пускач з'єднується з машиною за допомогою гнучкого кабелю.

Живлення машини здійснюється від трьохфазної мережі змінного струму частотою 50 Гц з ізольованою нейтраллю. Номінальна напруга живильної мережі – 380 В. Допустимі відхилення напруги: тривалі – $\pm 5\%$, короткочасні (до 8 с) – мінус 30%.

Шафа керування представляє собою жорстку оболонку, що складається з корпусу та кришки, виготовлених зі зварного листового прокату. На корпусі розташовані кнопкові вимикачі і сальники для уведення та ущільнення кабелів. В середині шафи встановлена електроапаратура. Виконання шафи – РН2 за ДСТУ 24754, ступінь захисту – IP54 за ДСТУ 14254.

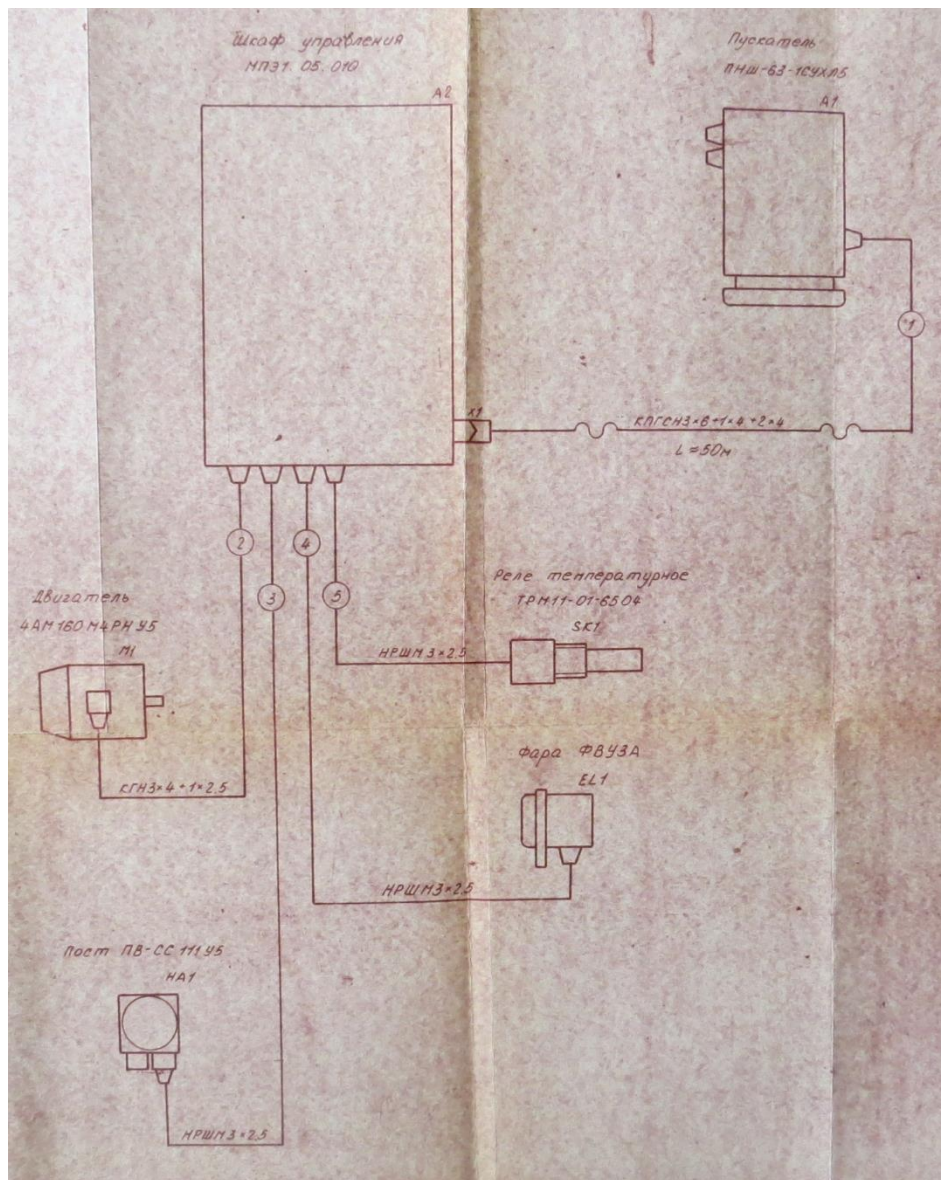
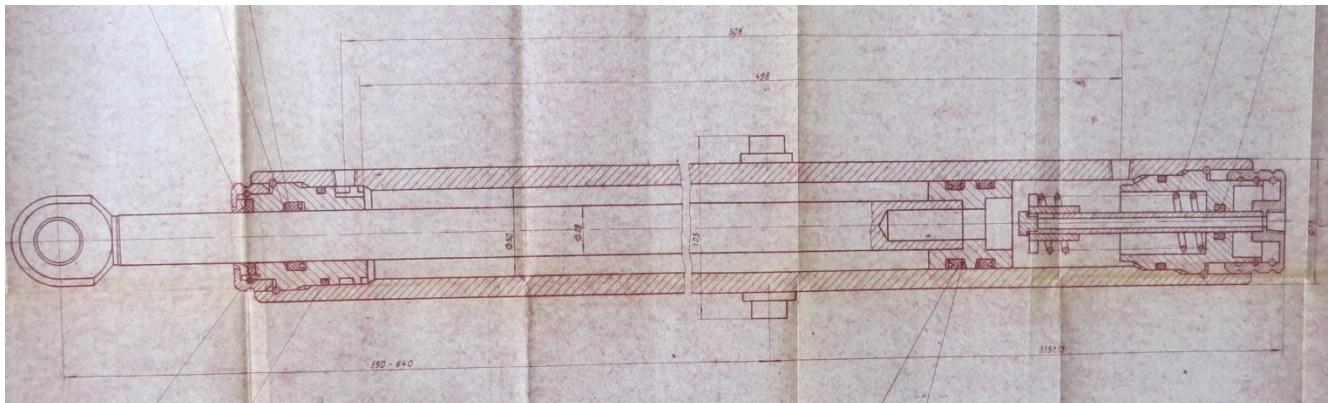


Рисунок 4.5 – Загальна електрична схема машини МПЕ1

Електрична схема машини передбачає:

- дистанційне керування пускатчем, що подає напругу на установку, за допомогою кнопок «Загальний пуск» та «Стоп»;
- керування електродвигуном маслостанції за допомогою кнопок «Насос пуск» та «Насос стоп»;
- звукову сигналізацію сиреною, що вмикається кнопкою «Сигнал»;
- освітлення робочої зони фарею;
- захист від струмів короткого замикання у ланцюзі керування за допомогою запобіжників;

- Гідравлічна частина машини складається з гідробаку, гідроблоку, напірного фільтру типу ЗФ1М-32-25К УХЛ4, двох гідроциліндрів (рис. 4.6), системи пуско-регулювальної апаратури та системи трубопроводів.



- автоматичне центрування поворотної платформи одночасно з підйомом

робочого органу;

- утримання порожнього та завантаженого ковшу у піднятому положенні;
- гальмування ходової частини;
- вмикання системи зрошення одночасно із включенням приводу робочого

органу на підйом.

В табл. 4.5 приведені основні характеристики гідравлічної частини машини.

Рекомендовані марки оливи для гідравлічної системи: Т₂₂ за ДСТУ 32, Тп-22 за ДСТУ 9972, ВНДІ НП-403 за ДСТУ 16728, І-30А за ДСТУ 20799.

Закачування масла у бак здійснюється за допомогою ручного насосу Р0,8-30-01, що входить до складу обладнання машини.

Таблиця 4.4 – Перелік гідрообладнання машини МПЕ1 (рис. 4.7)

Позначення	Найменування	Кількість
А1	Клапан ППН1Е.07.01.000	1
Б1	Гідробак МПЕ1.04.010 ВО	1
ДР1	Дросель з механічним керуванням (шляховий) МДО-С103 ТУ2-053-1550	1
КО1	Клапан зворотний 2О-2 (МКО) ДСТУ 21464	1
КП1...КП6	Клапан запобіжний без електромагніта 10-32-2-11 ТУ2-053-1748	6
М1, М2	Гідромотор радіально-поршневий нерегульований МРФ-400/25М1 ТУ2-053-1801	2
Н1	Насос радіально-поршневий нерегульований 50НР-63/2 ТУ2-053-1686	1
Р1, Р3	Гідророзподільник з ручним керуванням ВММ16.646.30 ДСТУ 24679	2
Р2	Гідророзподільник з ручним керуванням ВММ16.14.30 ДСТУ 24679	1
Ф1	Фільтр повітряний Г45-25-3 ТУ2053-1541	1
Ф2	Фільтр напірний 3ФГМ-32-25к УХЛ4 ТУ2-053-1778	1
Ф3	Патрон магнітний 8 ГСТ 2Г42-1-80	2
Ц1, Ц2	Гідроциліндр МПЕ1.04.06.080	2

Таблиця 4.5 – Основні характеристики гідравлічної частини машини

Параметр	Значення
Номінальний тиск робочої рідини, МПа	20
Місткість баку, л	105
Місткість усієї системи, л	115

4.2 Розрахунки конструктивних та робочих параметрів установки

4.2.1 Розрахунок розмірів ковшу

Схема основних розмірів ковшу машини МПЕ1 приведена на рис. 4.8.

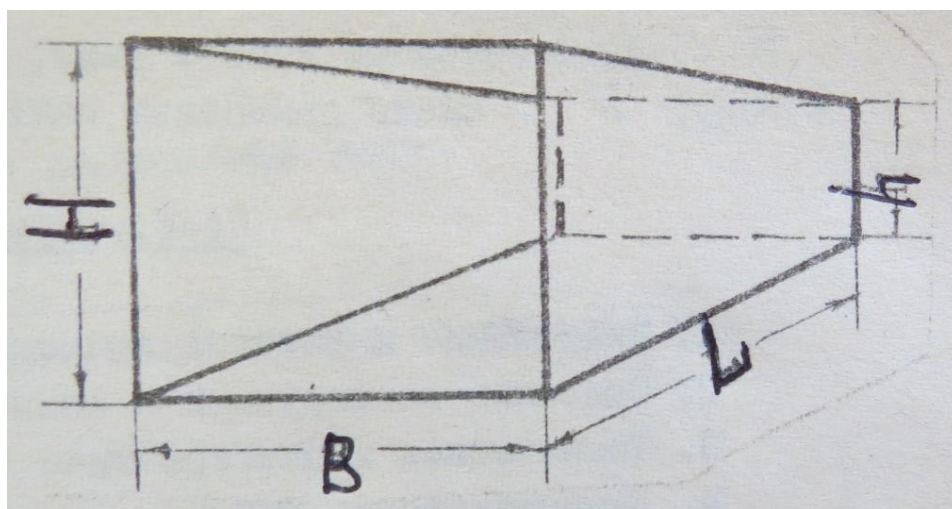


Рисунок 4.8 – Схема основних розмірів ковшу машини МПЕ1

Габаритні розміри ковшу [19]:

- довжина L , см – $L = 11,4\sqrt{V}$;
- висота днища h , см – $h = 0,4L$;
- висота передньої частини H , см – $H = 1,2L$;
- ширина B , см – $B = L$,

де V – місткість ковшу, дм³.

Після визначення вказаних розмірів місткість ковшу перевіряється за допомогою наступної формули:

$$V = \frac{H + h}{2} LB\eta, \text{ см}^3.$$

4.2.2 Розрахунки приводу ходової частини

4.2.2.1 Кінематичний розрахунок

Кінематична схема приводу показана на рис. 4.9, а його основні параметри, отримані в результаті розрахунку, приведені в табл. 4.6 [23].

Частоти обертання валів та коліс приводу:

- валу двигуна – $n = 95$ об/хв.;
- валу I – $n_I = 95$ об/хв.;
- колеса $z_2 = 27$ – $n_{II} = \frac{n_I}{u_{1-2}} = \frac{95}{1,69} = 56,2$ об/хв.;
- колеса $z_3 = 27$ – $n_{III} = \frac{n_{II}}{u_{2-3}} = \frac{56,2}{1} = 56,2$ об/хв.;
- валу IV – $n_{IV} = \frac{n_{III}}{u_{3-4}} = \frac{56,2}{1,148} = 48,97$ об/хв.

Таблиця 4.6 – Параметри приводу ходової частини машини МПЕ1

Найменування параметру	Позначення	Значення			
1. Вид передачі	-	Циліндрична прямозуба			
2. Позначення на кінематичній схемі (див. рис. 4.9)	-	z_1	z_2	z_3	z_4
3. Число зубів	z	16	27	27	31
4. Модуль, мм	m	6,5			
5. Передатне відношення	u	1,69	1		1,148
6. Кутова швидкість, рад/с	ω	9,94	5,88		5,12
7. Міжосьова відстань (зовнішня початкова конусна відстань), мм	α_w	139,75	175,5		188,5
	R_{WE}	-			
8. К.к.д. передачі	η	0,975			
9. Частота обертання, об/хв.	n	95	56,2		48,97

Сумарне передатне відношення редуктора:

$$u_{\Sigma} = \prod_{i=1}^k u_i = 1,69 \cdot 1 \cdot 1,148 = 1,94.$$

Сумарний к.к.д. редуктора:

$$\eta_{\Sigma} = \prod_{i=1}^k \eta_i = 0,975^3 = 0,927.$$

4.2.2.2 Розробка графіку режиму роботи приводу ходової частини

В якості першого ступеню графіку приймаємо максимальний момент, що розвивається гідромотором під час впровадження ковшу в штабель гірничої маси, коли задні колеса відриваються від рейок і весь потік потужності йде на одну колісну пару:

$$M_{\text{дв.мах}} = 1133,9 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Час дії моменту:

$$T_1 = 30 \text{ год.}$$

За другий ступінь графіку приймаємо максимальний момент, що розвивається гідромотором при рівномірному розподіленні потужності на обидві колісні пари:

$$M'_{\text{дв.мах}} = 0,5 M_{\text{дв.мах}} = 0,5 \cdot 1133,9 \approx 567 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Час дії моменту:

$$T_2 = 1470 \text{ год.}$$

З використанням приведених даних будуюмо графік у відносних одиницях:

$$m_1 = \frac{M_{\text{дв.мах}}}{M_{\text{дв.мах}}} = \frac{1133,9}{1133,9} = 1;$$

$$m_2 = \frac{M'_{\text{дв.мах}}}{M_{\text{дв.мах}}} = \frac{567}{1133,9} = 0,5;$$

$$t_1 = \frac{T_1}{T} = \frac{30}{1500} = 0,02;$$

$$t_2 = \frac{T_2}{T} = \frac{1470}{1500} = 0,98,$$

де $T = 1500$ год. – число годин роботи приводу.

Побудований графік приводиться на рис. 4.10 [23].

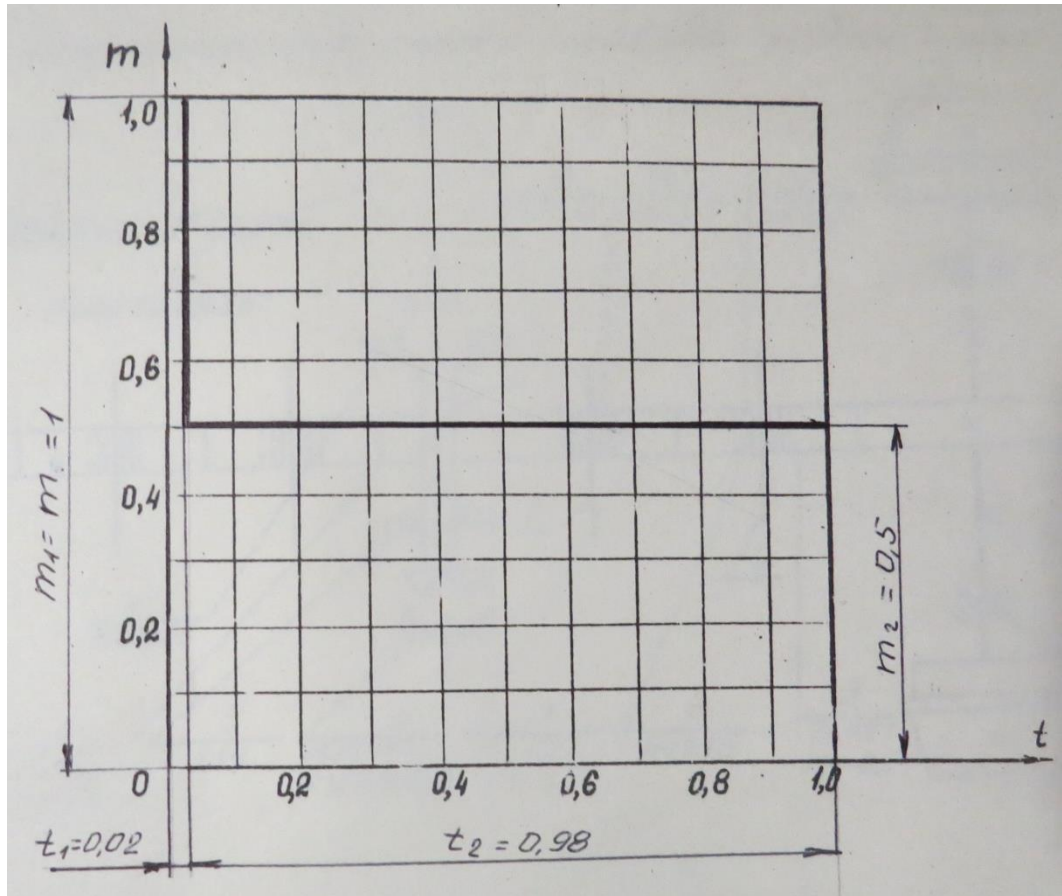


Рисунок 4.10 – Графік режиму роботи приводу ходової частини машини

4.2.2.3 Визначення навантажень на валах приводу ходової частини

Як вже зазначалося вище, привод ходової частини здійснюється гідромотором типу МРФ-400/25М1. Максимальний крутний момент на валу гідромотора при тиску $p = 200 \cdot 10^5$ Па дорівнює:

$$M_{max} = 1133,9 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Максимальний крутний момент на валу І:

$$M_{I\max} = 1133,9 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Максимальний крутний момент у зачепленні z_1 - z_2 на колесі z_1 :

$$M'_{I\max} = M_{I\max} = 0,5 \cdot 1133,9 \approx 567 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Максимальний крутний момент у зачепленні z_1 - z_2 на колесі z_2 :

$$M_{II\max} = M'_{I\max} u_{1-2} \eta_{1-2} = 567 \cdot 1,69 \cdot 0,975 = 934 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Максимальний крутний момент у зачепленні z_2 - z_3 на колесі z_3 :

$$M_{III\max} = M_{II\max} u_{2-3} \eta_{2-3} = 934 \cdot 1 \cdot 0,975 = 911 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Максимальний крутний момент на валу IV:

$$M_{IV\max} = M_{III\max} u_{3-4} \eta_{3-4} = 911 \cdot 1,148 \cdot 0,975 = 1020 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Тепер визначимо максимальні моменти на валах редуктора для випадку, коли потік потужності йде на одну колісну пару.

Максимальний крутний момент на валу I:

$$M_{I\max} = 1133,9 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Максимальний крутний момент у зачепленні z_1 - z_2 на колесі z_1 :

$$M''_{I\max} = 2M'_{I\max} = 2 \cdot 567 = 1133,9 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Максимальний крутний момент у зачепленні z_1 - z_2 на колесі z_2 :

$$M'_{II\max} = 2M_{II\max} = 2 \cdot 934 = 1868 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Максимальний крутний момент у зачепленні z_2 - z_3 на колесі z_3 :

$$M'_{III\max} = 2M_{III\max} = 2 \cdot 911 = 1822 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Максимальний крутний момент на валу IV:

$$M'_{IV\max} = 2M_{IV\max} = 2 \cdot 1020 = 2040 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

4.3 Організація роботи машини у прохідницькому забої

Схема роботи навантажувальної машини з ковшем на рукоятці, що перекочується, наступна: установка під'їжджає до штабелю підірваної породи з причепленою до неї ззаду вагонеткою і впроваджується ковшем у штабель; після завантаження ковшу він перекидається назад і розвантажується у вагонетку. На рис. 4.11 показана схема переміщення ковшу при виконанні цієї операції, а на рис. 4.12 – його загальний вигляд разом з рукояткою.

Управління машиною МПЕ1 в процесі навантаження відбитої гірничої маси здійснюється одним машиністом з пульта керування, що знаходиться на лівому (по ходу) борту установки. При цьому машиніст розташовується на підніжці, а рукоятки керування знаходяться у зоні дуже частого користування за вимогами ДСТУ 12.2.033. На рис. 4.13 та 4.14 показані схеми розташування машиніста та живильного кабелю під час навантаження породи у виробках відповідно ПС-5,4 і Т-6,1. Нарешті, на рис. 4.15 приведені можливі варіанти розташування живильного кабелю у виробках ПС-5,4 [23].

Висновки:

- в роботі виконано обґрунтування прийнятих конструктивних рішень пропонуваної навантажувальної машини як обов'язкової складової частини передпроектної розробки конструкції під час створення нового технічного об'єкту. Здійснено розрахунки деяких конструктивних та експлуатаційних параметрів установки, що забезпечують потрібний рівень надійності агрегату у важких умовах підземних прохідницьких робіт;
- розглянуто основні особливості організації процесу експлуатації установки у прохідницьких забоях малого поперечного перетину.

ВИСНОВКИ

Проведені під час виконання магістерської роботи дослідження дозволили зробити наступні висновки та сформулювати рекомендації щодо впровадження їх на практиці:

- буропідрильний спосіб залишається домінуючим під час проходки горизонтальних та слабо похилих підземних гірничих виробок у міцних породах вітчизняних рудників. З огляду на це, з урахуванням циклічного характеру процесу задачі підвищення його ефективності не втрачає своєї актуальності і потребує створення і впровадження нових засобів механізації операцій прохідницького циклу, що характеризуються високим рівнем продуктивності і забезпечують максимальне зниження частки ручної праці під час експлуатації;

- однією з найбільш трудомістких робочих операцій прохідницького циклу, на яку припадає до 40-50% загального часу його тривалості, є прибирання відбитої вибухом гірничої маси і навантаження її у транспортні засоби. Для її виконання застосовується механічне обладнання різного ступеню досконалості конструкції та організації процесу роботи, у тому числі навантажувальні машини, в розробку яких помітний вклад зробив криворізький інститут ВНДПрудмаш. Одним з найвідоміших типів такого обладнання є установки ковшового типу ППН з нижнім захватом гірничої маси. Вони добре зарекомендували себе у важких умовах підземних рудників під час роботи з крупношматковою високоабразивною гірничою масою;

- одним з можливих шляхів подальшого удосконалення конструкцій ковшових навантажувальних машин представляється створення установок для роботи у виробках малого та особливо малого перетину, наприклад, під час проходки гірничорозвідувальних підземних виробок;

- аналіз номенклатури гірничорозвідувальних виробок, що будуються в умовах підземних рудників, показує: для мінімізації витрат коштів, матеріалів, кріплення, енергії та робочого часу їх намагаються робити якнайменшого поперечного перетину. Прикладом можуть слугувати виробки наступних типорозмірів:

ПС-5,4 прямокутно-склепінчастої та Т-6,1 трапецієподібної форми (з поперечними перетинами відповідно 5,4 і 6,1 м²) за ДСТУ 22940 з мінімальним радіусом заокруглення рейкового шляху (по його осі) 6 м;

- для проведення таких виробок потрібно надзвичайно компактне, але високоєфективне механічне обладнання. В роботі розглядається можливість створення навантажувальної машини з електрогідравлічним приводом МПЕ1, що входить до складу прохідницького комплексу разом з електрогідравлічною бурильною установкою УБШ218, електровозом 4,5 АРП-2М та десятьма вагонетками УВО-0,8.

Комплекс повинен забезпечити підвищення технічного рівня гірничопрохідницьких робіт під час розвідування корисних копалин підземним способом з одночасним зниженням витрат енергії та ручної праці, а також покращенням умов праці гірників;

- в результаті виконаного в роботі аналізу сформульовано призначення та галузь використання установки, а також розроблено вимоги до її конструкції – технічні, експлуатаційні, безпеки та охорони здоров'я, маркування, упаковки, транспортування та зберігання. Запропоновано очікувані показники призначення та надійності навантажувальної машини МПЕ1;

- для обґрунтування експлуатаційної ефективності прохідницького комплексу з навантажувальною машиною МПЕ1 в умовах проведення гірничорозвідувальних виробок з поперечним перетином 5,4 м² виконано розрахунки тривалості прохідницького циклу, змінної продуктивності та річного обсягу робіт самої машини та прохідницького комплексу загалом. Аналогічні розрахунки виконані також й для комплексу з навантажувальною машиною ППН1А з пневматичним приводом, вибраного в якості бази порівняння;

- в результаті здійсненого порівняльного аналізу з'ясовано, що експлуатація пропонованого прохідницького комплексу з електрогідравлічною навантажувальною машиною МПЕ1 забезпечує скорочення часу прохідницького циклу на 16,6%, підвищення продуктивності процесу навантаження гірничої маси (у м³) на 2,1%, підвищення змінної продуктивності прохідницького комплексу у погонних метрах пройденої виробки на 57,5%, підвищення змінної продуктивності прохід-

ницького комплексу вийнятої гірничої маси та річного обсягу прохідницьких робіт у м³ на 57%;

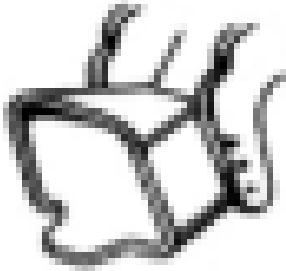
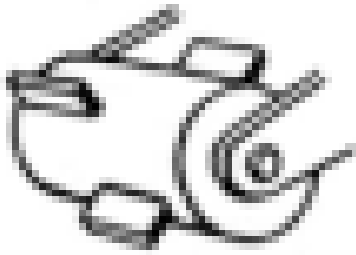
- такі переваги пояснюються зниженням енергетичних витрат під час експлуатації комплексу за рахунок використання електричної енергії замість пневматичної, зниженням витрат ручної праці та ліквідація операцій кайлування та підкидання породи з боків виробки за рахунок збільшення ширини захвату з 2660 мм (ППН1А) до 2900 мм (МПЕ1), а також покращенням умов праці за рахунок зниження шуму машини внаслідок переходу з пневматичного приводу до електрогідравлічного;

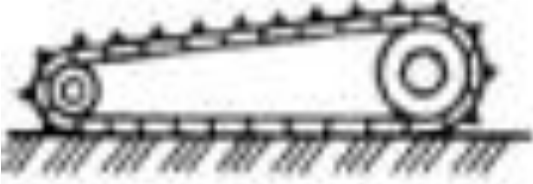
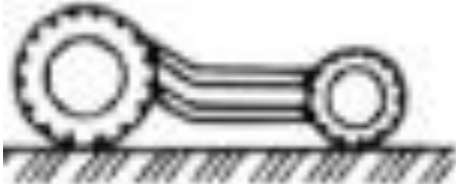
- в роботі також виконано обґрунтування прийнятих конструктивних рішень пропонованої навантажувальної машини як обов'язкової складової частини передпроектної розробки конструкції під час створення нового технічного об'єкту. Здійснено розрахунки деяких конструктивних та експлуатаційних параметрів установки, що забезпечують потрібний рівень надійності агрегату у важких умовах підземних прохідницьких робіт;

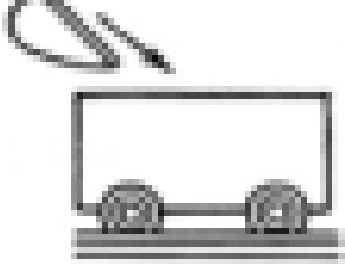
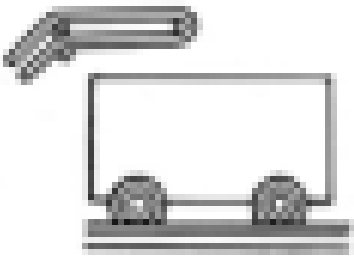
- розглянуто основні особливості організації процесу експлуатації установки у прохідницьких забоях малого поперечного перетину;

- отримані результати дозволять підвищити загальну ефективність виконання підземних гірничопрохідницьких робіт.

Таблиця 1.1 – Класифікація підземних навантажувальних машин

За типом робочого органу				
Ковшові	Барабанно-лопатеві	З парними нагортальними лапами	Гребкові	Гребково-роторні
				

За типом ходової частини		
Колісно-рейкова	Гусенична	Пневмошинна
		

За способом передачі вантажу	
Прямий (робочим органом)	Ступінчастий (перевантажувальним конвеєром)
	

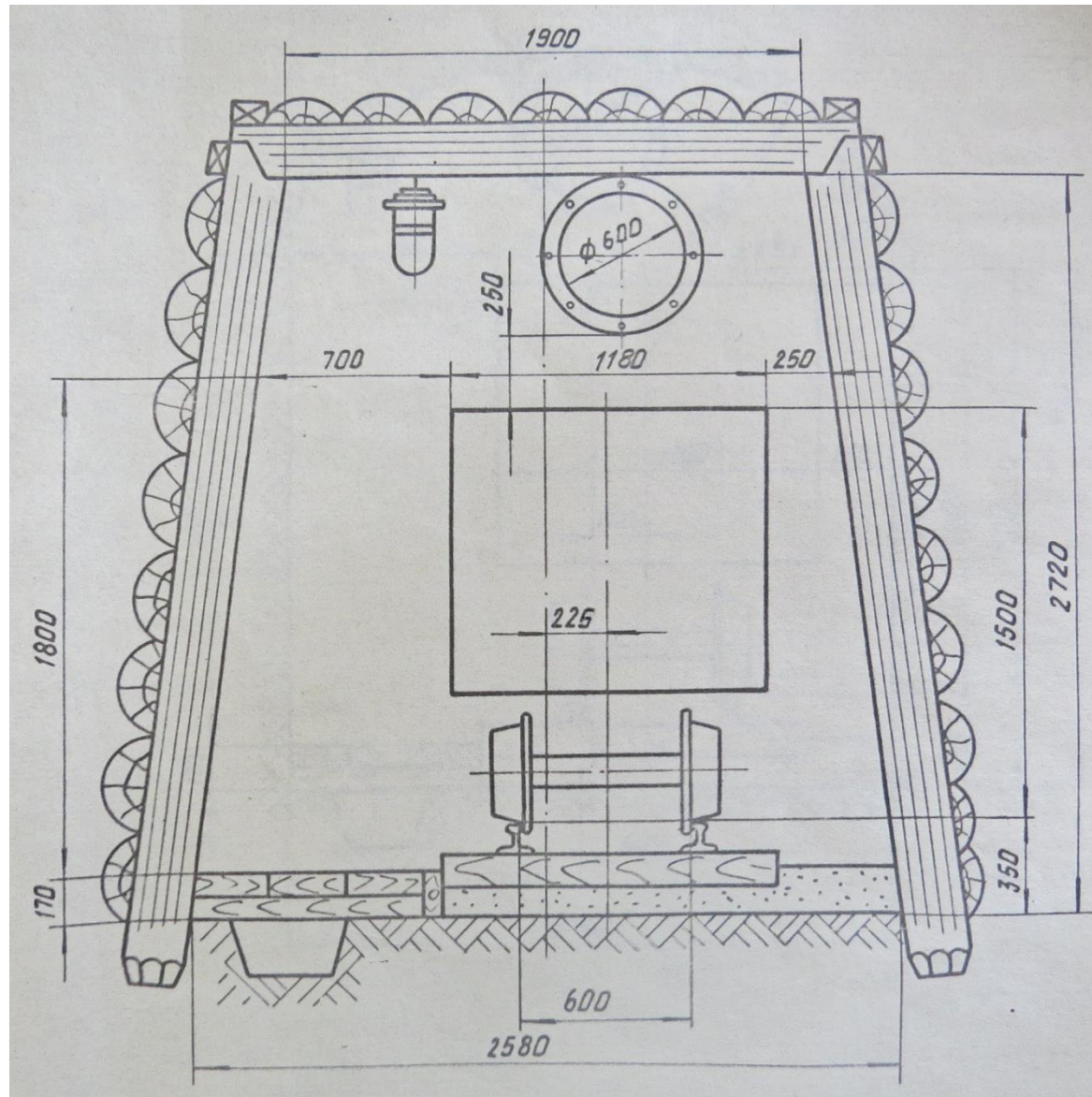


Рисунок 3.2 – Розташування навантажувальної машини МПЕ1 у трапецієподібній виробці Т-6,1 за ДСТУ 22940

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку тривалості операцій прохідницького циклу

Найменування процесів	Обсяг робіт за цикл			Норма часу			Тривалість процесів ($T_{ц}$), год.	
	Одиниця виміру	Базовий варіант	Новий варіант	Одиниця виміру	Базовий варіант	Новий варіант	Базовий варіант	Новий варіант
1. Буріння шпурів	м.шпурів	$l_{шп1} \cdot n = 1,8 \cdot 19 = 34,2$	$l_{шп2} \cdot n = 2,5 \cdot 19 = 47,5$	чол.год./м.шпуру	0,1	0,03	3,42	1,43
2. Зарядка та підривання шпурів, провітрювання забою	м.шпурів	34,2	47,5	чол.год./10 м.шпуру	0,3		1,03	1,43
3. Навантаження породи (ланка з 2-ох робітників)	м ³	$l_{шп1} \cdot S \cdot K_1 \cdot K_p = 1,8 \cdot 5,4 \cdot 0,9 \cdot 1,6 = 14$	$l_{шп2} \cdot S \cdot K_2 \cdot K_p = 2,5 \cdot 5,4 \cdot 0,85 \cdot 1,6 = 18,4$	чол.год./м ³	0,24	0,22	1,68	2,02
4. Настилення рейкового шляху	м	$l_{шп1} \cdot K_1 = 1,8 \cdot 0,9 = 1,62$	$l_{шп2} \cdot K_2 = 2,5 \cdot 0,85 = 2,13$	чол.год./м	0,32		0,52	0,68
5. Кріплення виробки (ланка з 2-ох робітн.)	м	1,62	2,13	чол.год./м	1,1		0,89	1,17
6. Улаштування повітропроводу	м	1,62	-	чол.год./м	0,3 · 1,1 = 3,3		0,53	-
Усього:							8,07	6,73

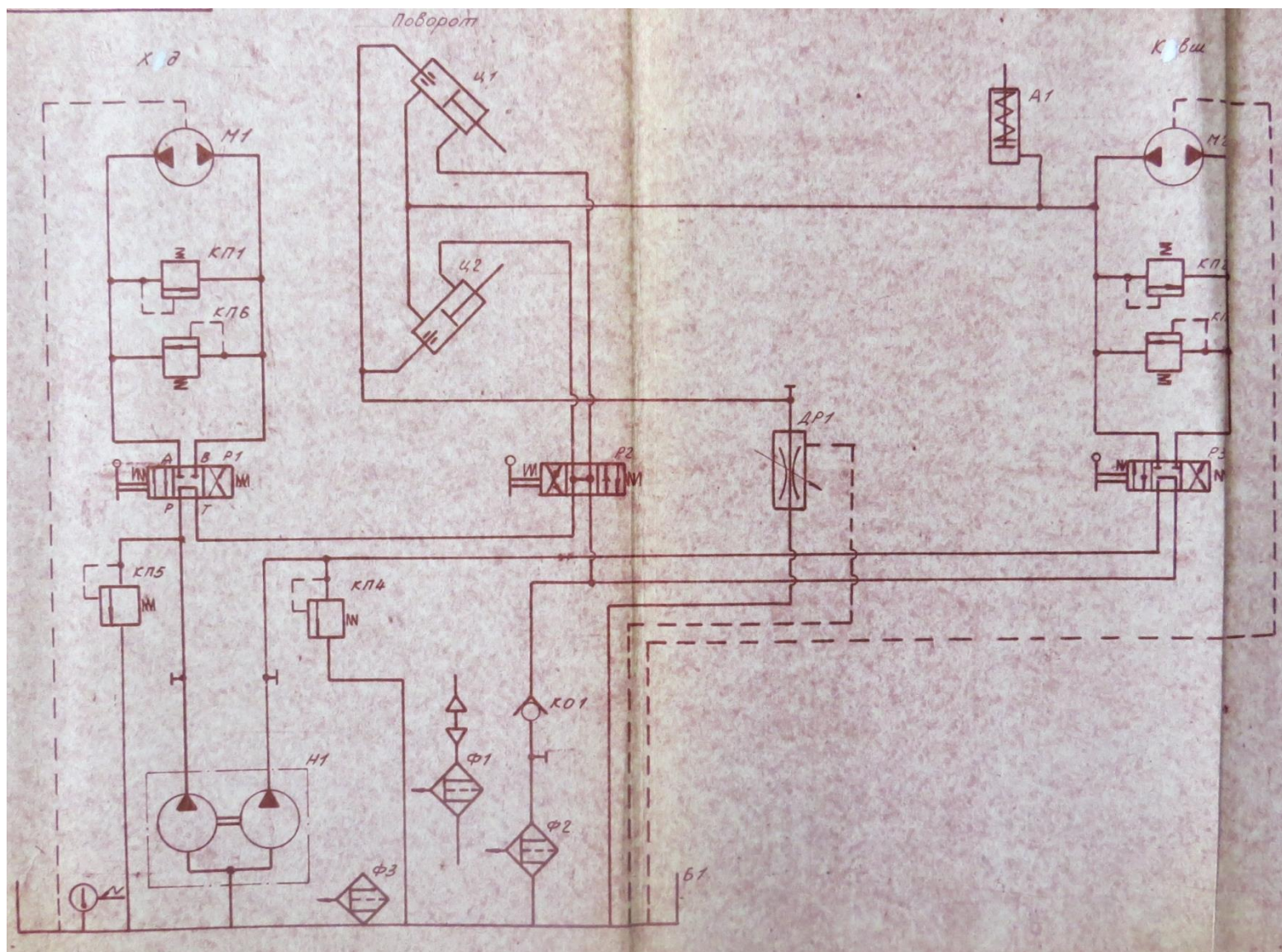


Рисунок 4.7 – Принципова гідравлічна схема машини МПЕ1 (перелік гідрообладнання приведений в табл. 4.4)

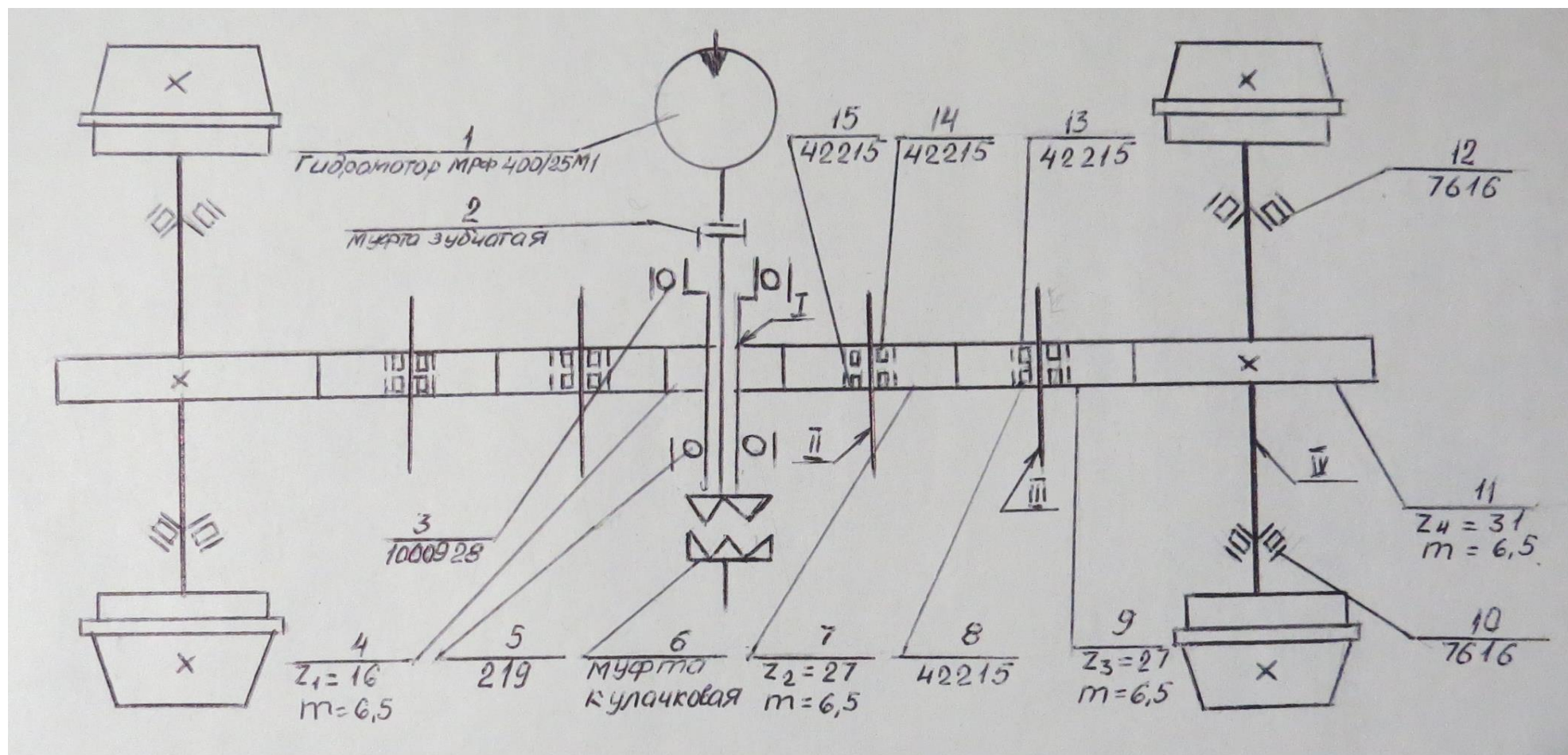


Рисунок 4.9 – Кінематична схема приводу ходової частини навантажувальної машини МПЕ1

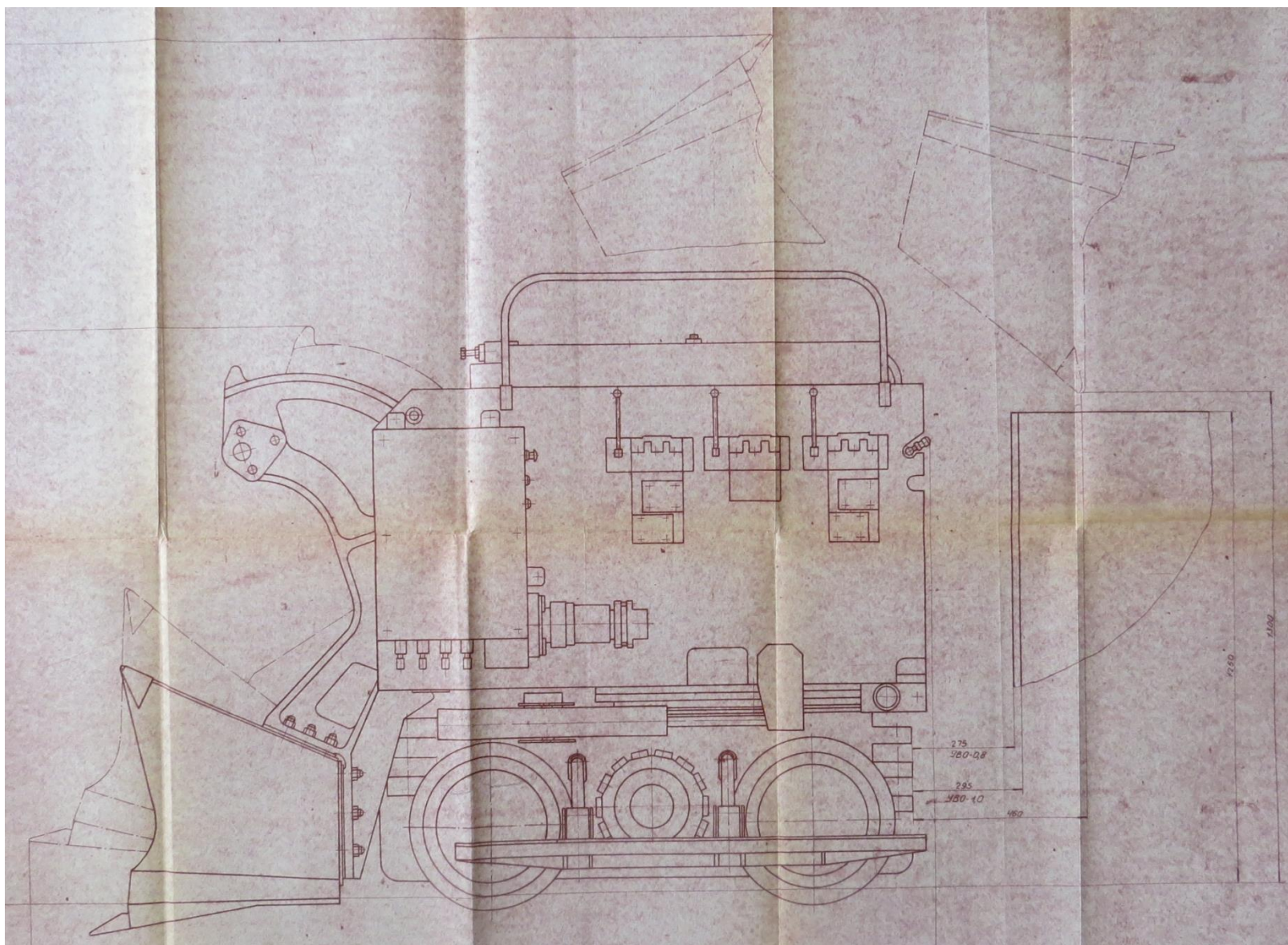


Рисунок 4.11 – Схема перекидання ковшу машини МПЕ1 під час розвантаження породи у вагонетку

A

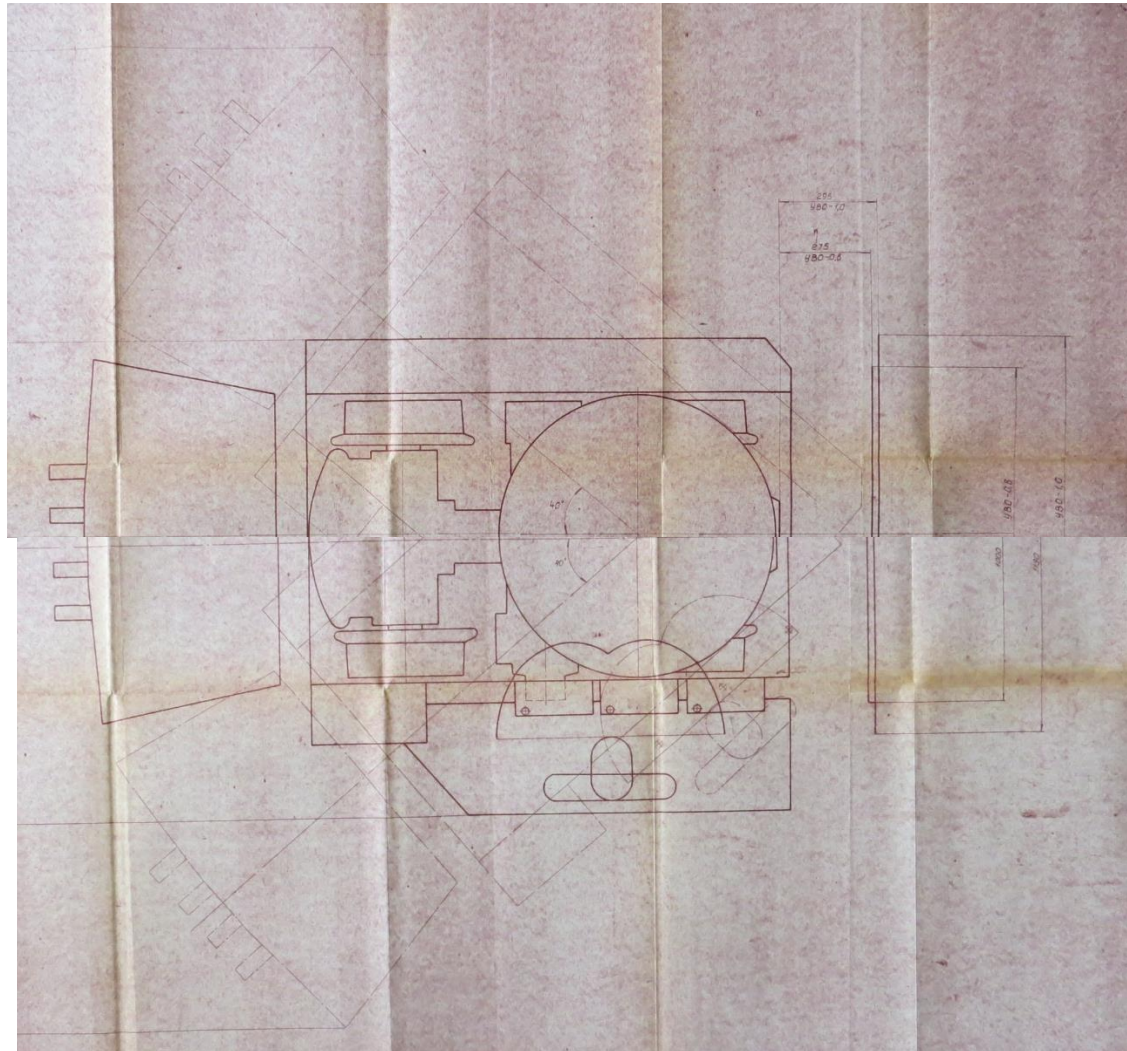


Рисунок 4.11 – Схема перекидання ковшу машини МПЕ1 під час розвантаження породи у вагонетку. Продовження

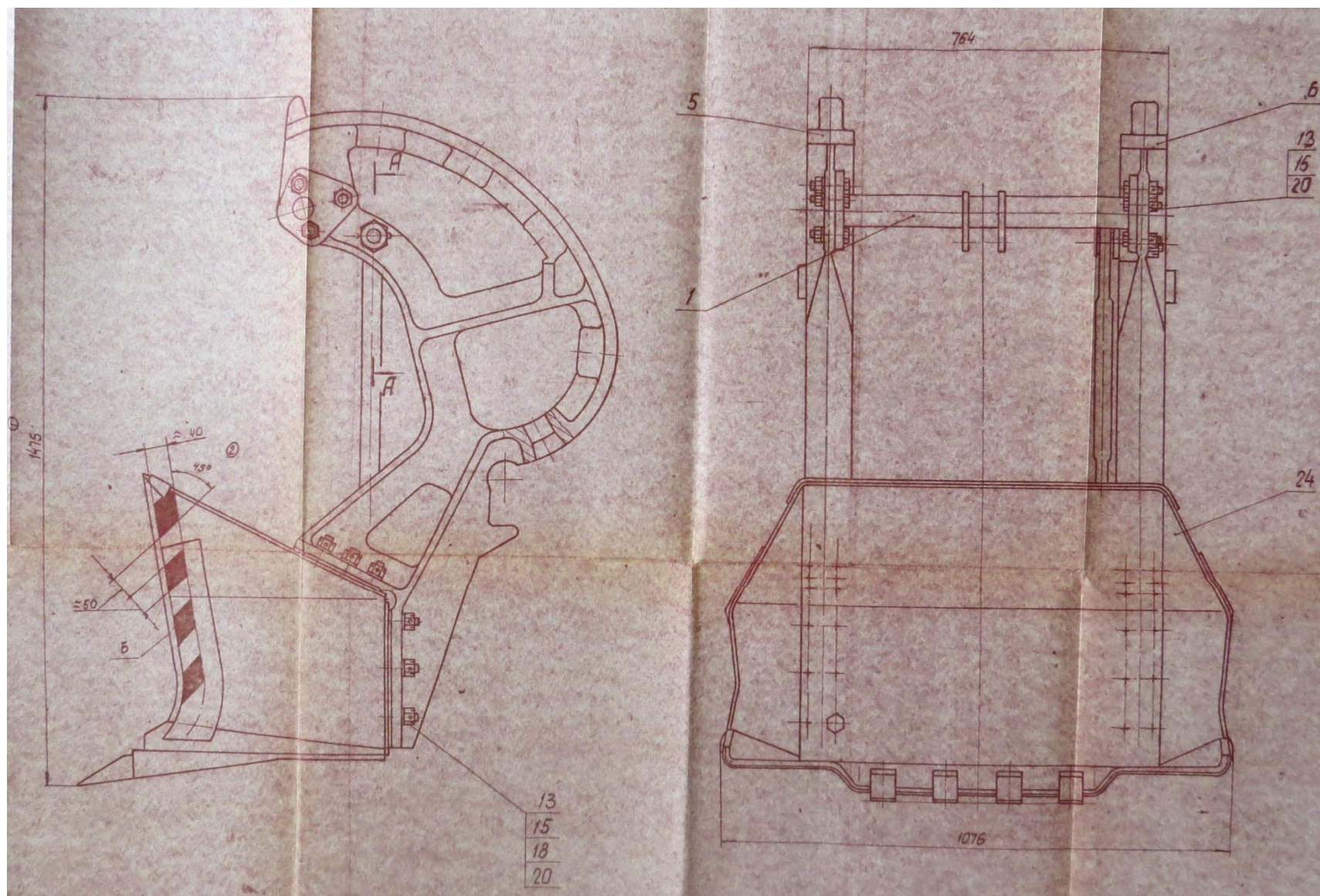
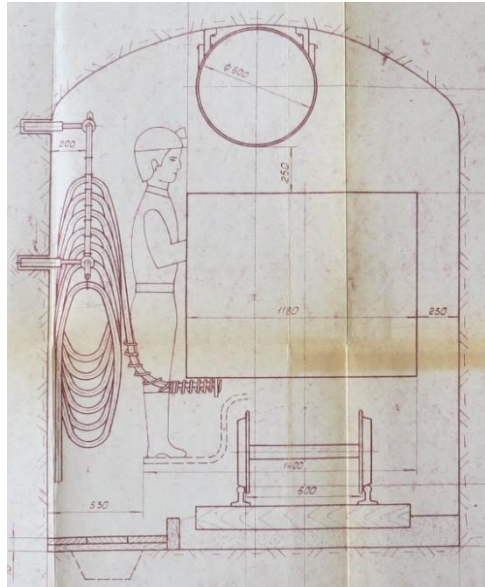


Рисунок 4.12 – Загальний вигляд ковшу разом з рукояткою



A

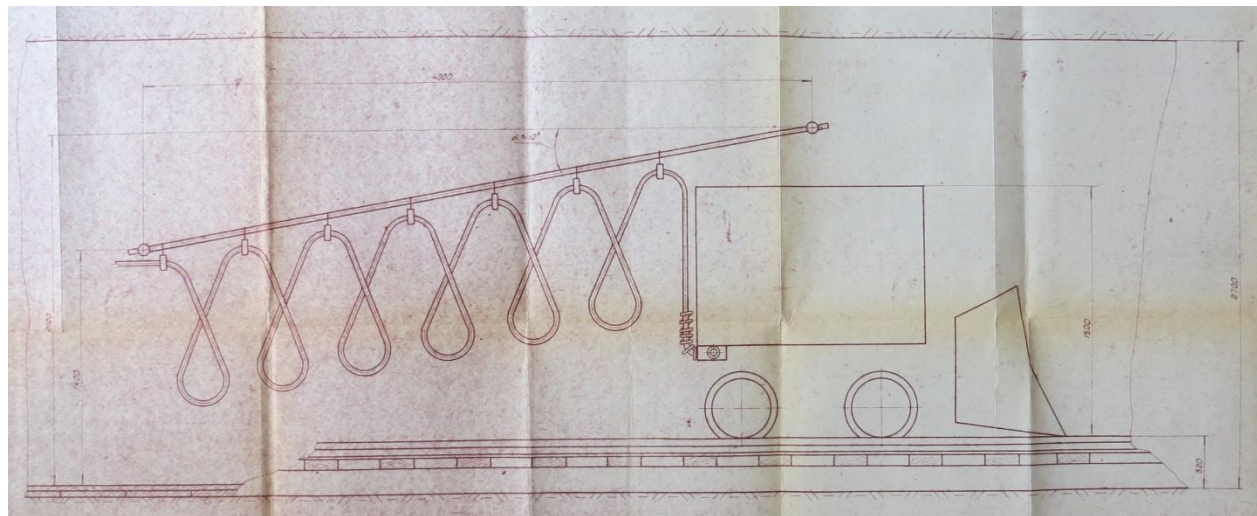
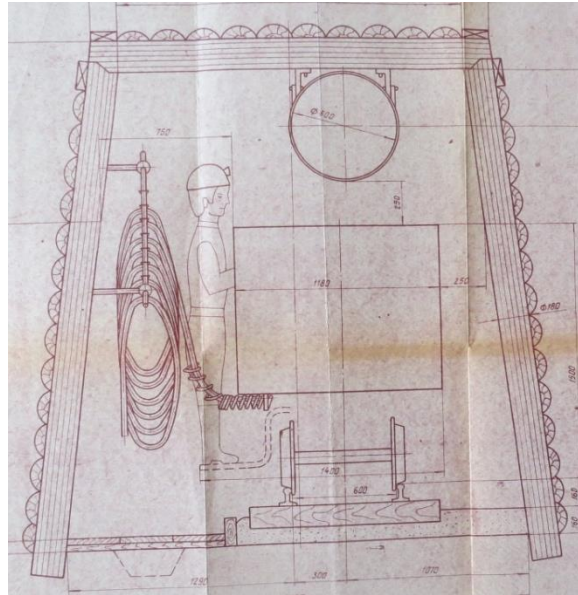


Рисунок 4.13 – Розташування машиніста та живильного кабелю під час навантаження породи у виробці ПС-5,4



A

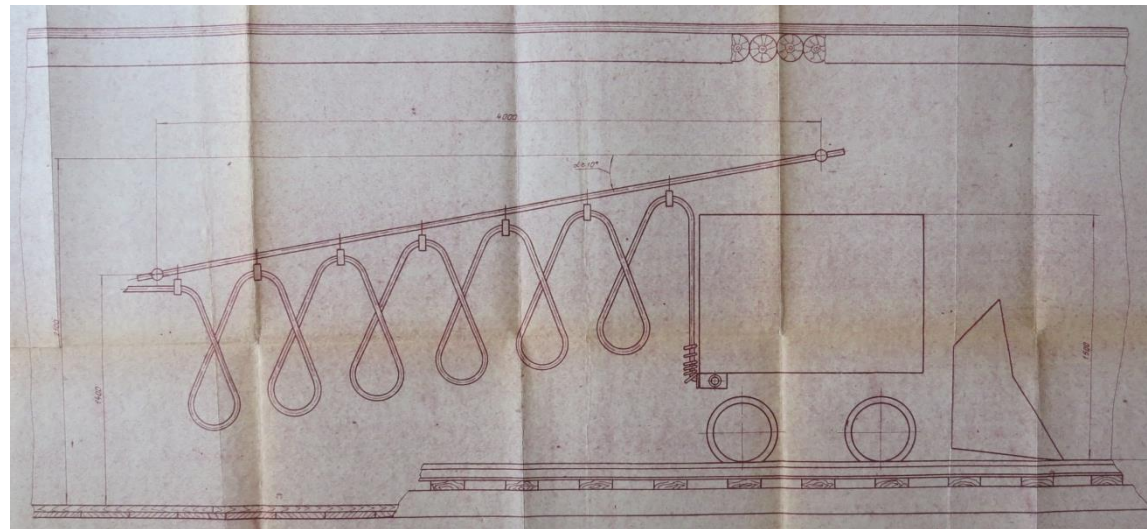


Рисунок 4.14 – Розташування машиніста та живильного кабелю під час навантаження породи у виробці Т-6,1

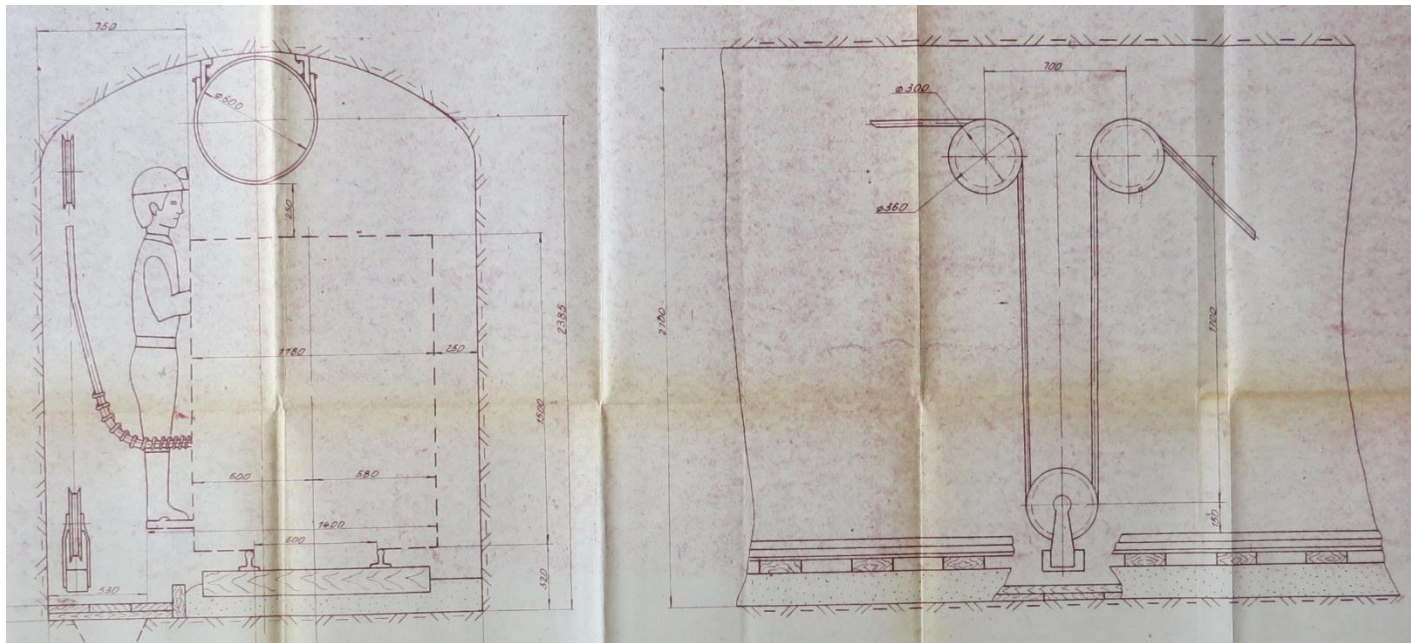
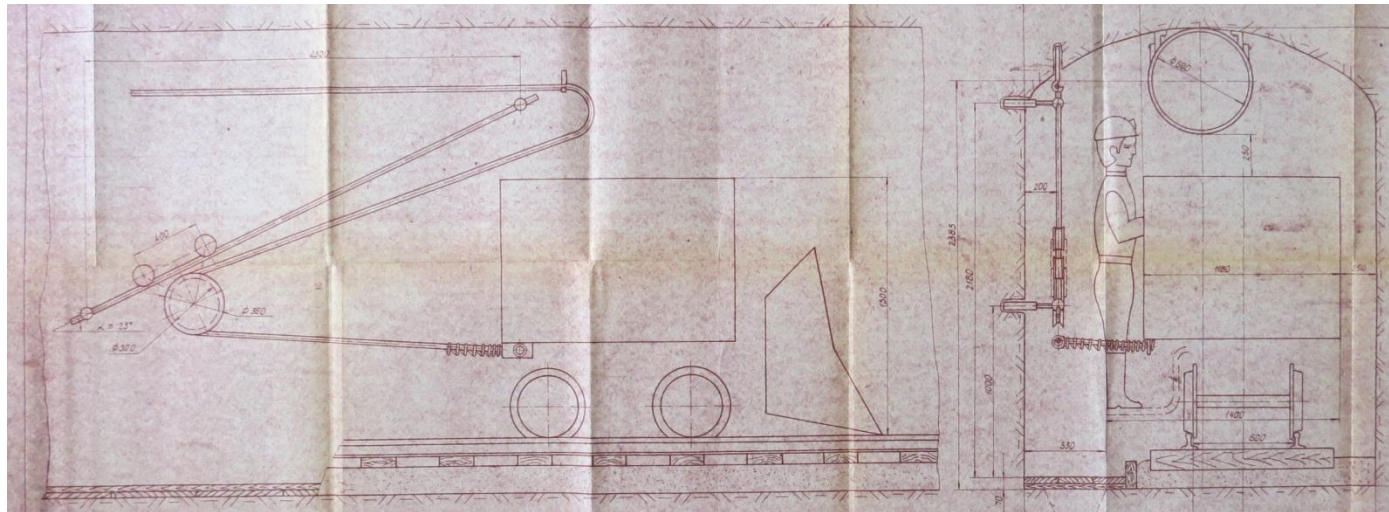


Рисунок 4.15 – Можливі варіанти розташування живильного кабелю (для виробок ПС-5,4)