

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
факультет машинобудування, електроінженерії та хімічних технологій
 (повне найменування інституту, назва факультету)

кафедра прикладної механіки
 (повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

С.О. Вірич
 (підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” 20__ р.

Випускна кваліфікаційна робота

магістра

(освітній ступінь)

на тему: «Дослідження робочих параметрів видобувного обладнання для умов відокремленого структурного підрозділу «Шахтоуправління імені Героїв космосу» Приватного акціонерного товариства «ДТЕК Павлоградвугілля»
(«Investigation of operation parameters of the mining equipment for the conditions of separated structural subdivision «Colliery Group Heroes of Space» of private joint-stock company «Donetsk fuel and power company Pavlogradvugillia»)

Виконав: студент 2 курсу, групи ГМКМ-22
 (шифр групи)

спеціальності 133 Галузеве машинобудування (освітня програма Гірничі машини та комплекси)
 (шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Ткаченко А.П.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник доц. каф. ПМ, к.т.н., доц. Калиниченко В.В.
 (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____
 (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
 (підпис)

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
факультет машинобудування, електроінженерії та хімічних технологій
 Кафедра прикладної механіки.
 Освітньо-кваліфікаційний рівень (освітній ступінь) магістр.
 Спеціальність 133 Галузеве машинобудування, Гірничі машини та комплекси.
 (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

_____ С.О. Вірич _____
 “ _____ ” _____ 20 _____ року

З А В Д А Н Н Я НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Ткаченко Антона Павловича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Дослідження робочих параметрів видобувного обладнання для умов відокремленого структурного підрозділу «Шахтоуправління імені Героїв космосу» Приватного акціонерного товариства «ДТЕК Павлоградвугілля» («Investigation of operation parameters of the mining equipment for the conditions of separated structural subdivision «Colliery Group Heroes of Space» of private joint-stock company «Donetsk fuel and power company Pavlogradvugillia»)»

керівник роботи Калиниченко Валерій Вікторович, к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від “ 23 ” вересня 2023 року № 437

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 21.12.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) матеріали звітів про практику, гірничо-геологічні умови та техніко-економічні параметри шахти; загальна характеристика діючої шахти; перелік електромеханічного обладнання видобувної ділянки; техніко-економічні показники роботи підприємства за звітний період 2022 року і поточний період 2023 року.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) актуальність роботи; загальні відомості про обладнання видобувної ділянки; розрахунок параметрів роботи обладнання видобувної ділянки; розрахунок параметрів електропостачання видобувного обладнання; удосконалення видобувного обладнання та апаратури автоматизації; техніка безпеки при веденні видобувних робіт.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1 – параметри роботи видобувного обладнання; 2, 3 – конструктивні елементи удосконаленого видобувного комбайна; 4, 5 – параметри електропостачання видобувного обладнання, 7 – робочий режим видобувного механізованого комплексу.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 19 вересня 2023р. .

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Вступ</i>	<i>19.09.2023</i>	
2	<i>Вибір засобів механізації для ведення видобувних робіт</i>	<i>23.09.2023</i>	
3	<i>Розрахунок зусиль на різання, подачу та переміщення</i>	<i>01.10.2023</i>	
4	<i>Визначення продуктивності та параметрів роботи видобувного обладнання</i>	<i>20.10.2023</i>	
5	<i>Електропостачання видобувної ділянки та визначення його параметрів</i>	<i>10.11.2023</i>	
6	<i>Система автоматизації видобувної ділянки</i>	<i>07.12.2023</i>	
7	<i>Заходи безпечного ведення видобувних робіт</i>	<i>15.12.2023</i>	
8	<i>Оформлення роботи та підготовка до захисту</i>	<i>20.12.2023</i>	

Студент

(підпис)

Ткаченко А.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Калиниченко В.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Ткаченко А.П. Дослідження робочих параметрів видобувного обладнання для умов відокремленого структурного підрозділу «Шахтоуправління імені Героїв космосу» Приватного акціонерного товариства «ДТЕК Павлоградвугілля» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування. – ДВНЗ «ДонНТУ», Луцьк, 2023.

Для видобутку вугілля застосовано комбайновий механізований комплекс МДМ, до складу якого входить видобувний комбайн типу КА200, лавний скребковий конвеєр типу СП26, секції механізованого кріплення ДМ, кріплення сполучення типу КС, маслостанція типу СНД200/32. Для застосованої видобувної техніки визначено параметри витрат активної потужності (питомі енерговитрати на видобуток 1т гірничої маси), теоретичної, технічної та експлуатаційної продуктивності з урахуванням обмежень швидкості подачі видобувного комбайна за газовим, технічними та технологічними факторами. Було визначено параметри електропостачання даного видобувного обладнання з дослідженням кабельного господарства ділянки, апаратів ручного та дистанційного керування й захисту. Було впроваджено пристрій дистанційного управління електроприводом скребкового конвеєру для підвищення надійності його роботи

Ключові слова: механізований комплекс, видобувний комбайн, скребковий конвеєр, дільнична підстанція, кабельна мережа, пускозахисна апаратура.

ANNOTATION

A. Tkachenko. Investigation of operation parameters of the mining equipment for the conditions of separated structural subdivision «Colliery Group Heroes of Space» of private joint-stock company «Donetsk fuel and power company Pavlogradvugillia» / Graduation qualification work for obtaining an educational degree «Master» in specialty 133 Sectoral engineering. – SHEE «Donetsk National Technical University», Luts'k, 2023.

For coal mining, the MDM combine mechanized complex is used, which includes a KA200 type mining combine, a SP26 level scraper conveyor, DM mechanized fastening sections, KS type coupling fasteners, an oil station of the SND200/32 type. For the applied mining equipment, the parameters of active power consumption (specific energy consumption for the extraction of 1 ton of mining mass), theoretical, technical and operational productivity are determined, taking into account the limitations of the speed of the mining harvester according to gas, technical and technological factors. The power supply parameters of this mining equipment were determined with a study of the site's cable management, manual and remote control and protection devices. A device for remote control of the electric drive of the scraper conveyor was introduced to increase the reliability of its operation

Keywords: mechanized complex, mining combine, scraper conveyor, district substation, cable network, start-up protection equipment.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ВИДОБУВНОЇ ДІЛЬНИЦІ	10
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ВИДОБУВНОГО ОБЛАДНАННЯ	23
2.1 Енергетичні параметри роботи очисного комбайна	23
2.2 Параметри продуктивності видобувного комбайна	26
2.3 Параметри режиму роботи основного видобувного обладнання	30
2.4 Параметри видобутку за організаційним та газовим чинником	40
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ВИДОБУВНОГО ОБЛАДНАННЯ	45
3.1 Короткі відомості про електропостачання підземних дільниць та видобувної дільниці	45
3.2 Параметри дільничної трансформаторної підстанції	46
3.3 Параметри кабельного господарства видобувної дільниці	49
3.4 Параметри пускозахисної апаратури видобувної дільниці	60
3.5 Параметри реле витоку	64
3.6 Параметри електричних апаратів керування та захисту напругою 6кВ, що живлять видобувну дільницю	66
4 ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРУ	69
5 ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПРИ ВЕДЕННІ ОЧИСНИХ РОБІТ	74
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ЛАВИ	76
ВИСНОВОК	81
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	82
ДОДАТКИ	84

ВСТУП

Шахта імені Героїв космосу введена до експлуатації у 1979 році. За проектом будівництва шахти передбачена потужність 1500тис.т/рік. Максимальний видобуток шахти за весь час експлуатації був досягнутий у 1989 році та склав 1389тис.т за 357 робочих днів. У перерахунку на 300 робочих днів він склав 1150тис.т. Режим роботи шахти наступний: п'ятиденний робочий тиждень для працівників з одним загальним і одним вихідним за графіком, що ковзає; тривалість робочої зміни для підземних умов – 6 годин, для поверхневих – 8 годин; для видобувних ділень передбачено три зміни з видобутку вугілля і одна ремонтно-підготовча зміна; для прохідницьких ділень застосовують три зміни з проведення виробок і одна ремонтно підготовча зміна; для всіх ділень поверхні застосовують три зміни.

Газоносність вугільних пластів у Західному Донбасі збільшується в напрямку їх падіння, а також з підвищенням ступеня метаморфізму, тобто з південного заходу на північний схід. На фоні цієї закономірності в межах шахтного поля спостерігаються окремі локальні зміни газоносності вугільних пластів, що викликано проявами плікативною та диз'юнктивною порушеннями. Вугільний пил пластів даної шахти вибухонебезпечний, породний пил – силікоз небезпечний. Пласти, які небезпечні за раптовими викидами вугілля і газу, відсутні. Шахтне поле віднесене до 1-ої групи складності. Розміри шахтного поля сягають: за простяганням – 9км, за падінням (підняттям) – від 2,3 до 4,5км; площа шахтного поля дорівнює 33км². Проектний строк служби шахти імені Героїв космосу складає 90 років.

Відповідно до проекту, розкриття шахтного поля здійснене двома центрально-здвоєними вертикальними стволами і погоризонтними квершлагами з подальшим поглибленням стволів на горизонтах 350м, 370м

та 470м. Від приствольних дворів для розкриття пластів проведені відкаточний квершлаг горизонту 350м (на пласт C_{11}) та два відкаточних квершлагів горизонту 370м (на пласт C^B_{10}). Між горизонтами 370м (від магістральних штреків) та 470м (приствольний двір) проведений похилий конвеєрний квершлаг. Крім того від магістральних вентиляційних штреків споруджені два вентиляційних квершлагів №1 і №2 на головний ствол (горизонт 350м). Горизонт 350м необхідний для обслуговування гірничих робіт по пласту C_{11} , а горизонт 370м – по пласту C^B_{10} та видачі гірничої маси з цих пластів. Горизонт 470м є дренажним, на ньому розташований центральний водовідлив шахти. Для чищення зумпфа головного ствола від просипів гірничої маси обладнано горизонт 580м.

За проектом на шахті ім. Героїв космосу прийнята погоризонтна підготовка пластів C_{11} і C^B_{10} , похилові і бремсбергові поля яких відробляються одночасно. Для підготовки пластів в середині шахтного поля від квершлагів горизонтів 350м та 370м проведені відповідно магістральні вентиляційні (пласт C_{11}), відкаточний і конвеєрний (пласт C^B_{10}) штреки. В нижній границі шахтного поля від квершлагів горизонту 470м по пластам C_{11} і C^B_{10} було проведено дренажні штреки.

Гірнича маса з видобувних діляниць пластів C_{11} і C^B_{10} конвеєрними штреками видається на магістральні конвеєрні штреки, якими транспортується до похилого конвеєрного квершлагу і далі у вугільний бункер головного ствола. Порода і вугілля з підготовчих діляниць стрічковими конвеєрами доставляються на магістральні відкаточні штреки, де перевантажуються у вагонетки, а при проведенні польових магістральних виробок породна маса навантажується та транспортується безпосередньо у вагонетках і далі електровозною відкаткою по горизонтальним виробками транспортується до приствольних дворів горизонтів 350м і 370м.

На сьогодні пласти C_{11} і C^B_{10} відробляються довгими стовпами за падінням (підняттям) одинарними та здвоєними лавами. Довжина стовпів змінюється в межах 800-1800м, довжина лав коливається від 170м до 200м.

У межах стовпів створюється випереджаюче виймання верхнього пласта відносно нижнього на 1-2 стовпа. Спосіб керування покрівлею та гірничим тиском – повне обвалення. Виймальні штреки за лавами гасяться, на східному крилі похилового поля виробки підтримуються кострами. Охорона підготовчих виробок здійснюється ціликами вугілля. Цей спосіб є найбільш доцільним у зв'язку з тим, що розміщення їх у масиві обвалених порід буде вимагати попереднього виймання вугілля у місці проведення виробок із застосуванням суцільної системи розробки. Розмір ціликів для глибини розробки 370м складає 90м. Охорона виймальних виробок, які підтримуються після проходу лав, здійснюється органним кріпленням з анкеруванням покрівлі в межах штреку. Для безпечності робіт на сполученні лави зі штреками передбачено викладання кострів із пробиванням органного кріплення. Провітрювання видобувної ділянки передбачене за зворотною точною схемою. Для підготовки суміжного стовпа виймальні штреки проводяться вприсічку до виробленого простору. Всі виробки проходяться вузьким ходом прохідницькими комбайнами типу КСП.

1 ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ВИДОБУВНОЇ ДІЛЬНИЦІ

Для механізації видобувних робіт по пласту C_{11} застосовано комбайновий механізований комплекс, основне обладнання якого складається з видобувного комбайна, секцій гідравлічного механізованого кріплення, лавного скребкового конвеєру. В якості видобувного застосовано комбайн КА200 з барабанним виконавчим органом з вертикальною віссю обертання, який зображено на рисунку 1.1. Комбайн КА200 [5] може застосовуватися у складі механізованих комплексів 1МКД80, 1МКД90, МДМ, 2МКД90Т, оснащених скребковими конвеєрами КСД26, СП26, СП26У, СПЦ26, СП250, СП263 і СП253 із застосуванням нової апаратури управління та автоматизації комбайна. Перевагами застосування такого типу комбайну є: низькі питомі енерговитрати; висока сортність вугілля, що видобувається, а це впливає на вартість такого вугілля; низьке пилоутворення, що забезпечує більшу комфортність праці робочих видобувної ділянки; висока стійкість комбайна при роботі; підвищена стійкість покрівлі; плавне регулювання за потужністю пласта, що виймається; можливість роботи як за однією так і за човниковою схемами; комбайн забезпечує видобуток вугілля як у правому, так і в лівому вибоях без перемонтажу; можливість самозарубки (як фронтальної так і «косими заїздами») в пласт.

Конструктивні особливості комбайна КА200 представлено на рисунку 1.2. Комбайн КА200 оснащений двома барабаними з вертикальною віссю обертання виконавчими органами, які розташовані симетрично по кінцях машини на висувних турелях. Зміщення основних корпусних вузлів комбайна виконано в завальний бік скребкового конвеєра. Корпус комбайна знаходиться із завального боку конвеєра, що у поєднанні з конструкцією виконавчого органу забезпечує фронтальну самозарубку в будь-якому місці лави. На рисунку 1.2 цифрами позначено:

- 1 – асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором;
- 2 – редуктор приводу барабанного виконавчого органу;
- 3 – барабанний виконавчий орган з вертикальною віссю обертання;
- 4 – навантажувальний щиток (леміш);
- 5 – баровий ріжучо-привідний ланцюг;
- 6 – маслобак гідросистеми видобувного комбайна;
- 7 – причіпний пристрій тягового ланцюга винесеної системи подачі;
- 8 – висувна турель.

Для покращення навантажувальної здатності в нижній частині виконавчого органу замість нижнього стаціонарного барабану використовують шнек з вертикальною віссю обертання, що дає додаткові переваги при експлуатації даного типу комбайна. В таблиці 1.1 наведено технічні параметри видобувного комбайна типу КА200.

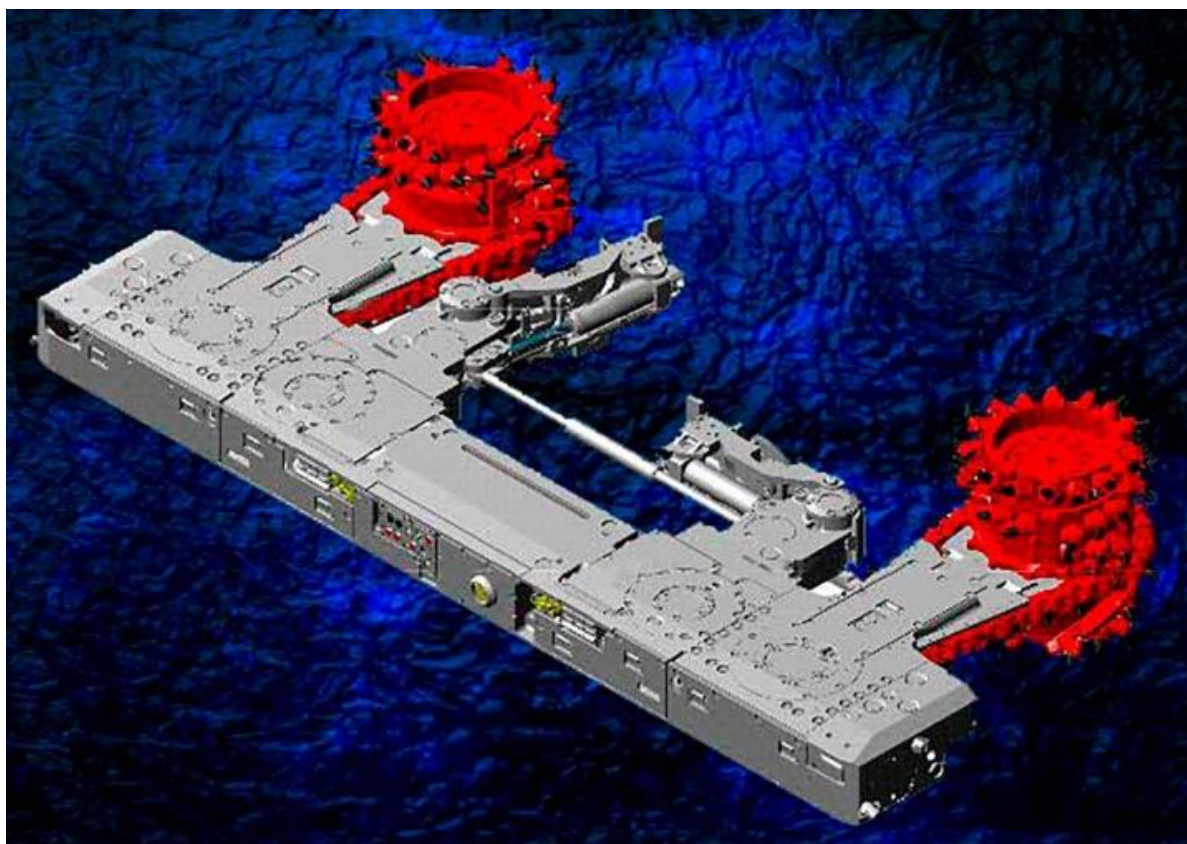


Рисунок 1.1 – Видобувний комбайн КА200 з барабанним виконавчим органом

Таблиця 1.1 – Технічні параметри видобувного комбайна

№ п/п	Параметр видобувного комбайна	Значення параметра
		КА200
1.	Потужність пласта, що виймається	1,25 – 2,6
2.	Кут падіння пласта: за простяганням за падінням	0-35° 0-10°
3.	Можливий опір пласта різанню, кН/м	до 400
4.	Продуктивність видобувного комбайна при опорі пласта різанню, т/хв: 120кН/м 240кН/м 360кН/м	5 4 3
5.	Сумарна номінальна потужність приводу комбайна, кВт	до 310
6.	Номінальна напруга живлення, В	660, 1140
7.	Максимальна робоча швидкість подачі, м/хв	не менше 5
8.	Максимальне тягове зусилля системи подачі, кН	не менше 200
9.	Середній ресурс до капітального ремонту, тис.т	300
10.	Габаритні розміри, мм: довжина по корпусу ширина висота по корпусу в зоні кріплення	5200 2500 544
11.	Маса комбайна, т	не більше 12,9

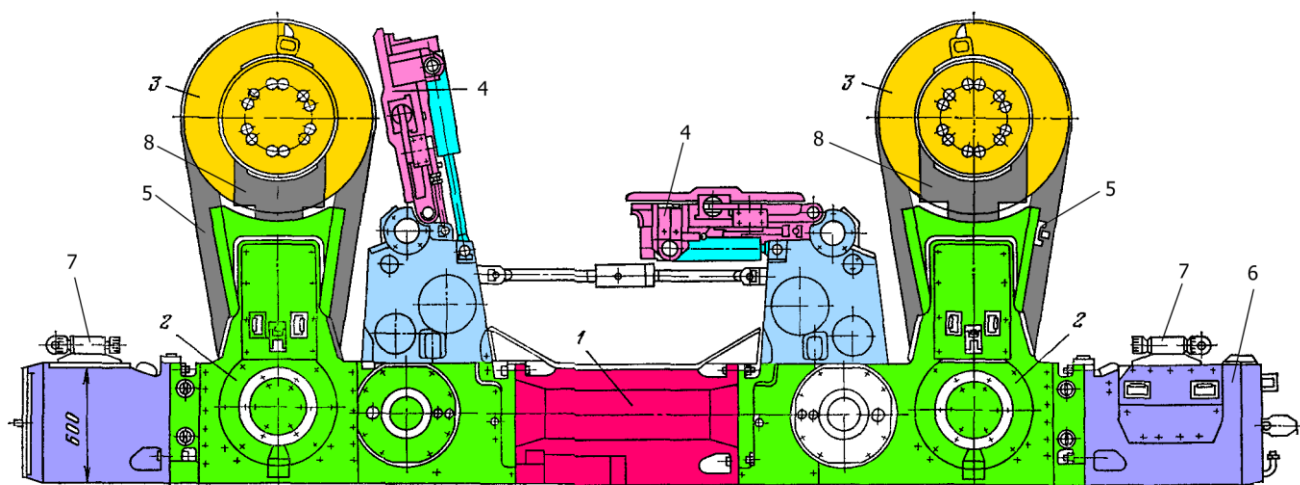


Рисунок 1.2 – Конструктивні особливості видобувного комбайна КА200

Даний видобувний комбайн може застосовуватись з різними типами механізованого кріплення. Для визначення типу кріплення порівняємо їх параметри, представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні параметри механізованого кріплення

Найменування параметру	Значення параметру			
	1КД80	ДМ	1КД90	1КД99
Потужність пласта, що виймається, м	0,85-1,2	0,85-1,5	0,8-1,25	0,8-1,3
Тип безпосередньої покрівлі	середньої стійкості	будь-яка	будь-яка	будь-яка
Опір секції кріплення, кН	2800	2800	2800	3000
Крок встановлення секції, м	1,35	1,5	1,5	1,5
Коефіцієнт затягнення покрівлі	0,85	0,95	0,91	0,9
Кут падіння пласта, не більше:				
просування вибою за простягання	35 ⁰	35 ⁰	35 ⁰	35 ⁰
просування вибою за падінням	10 ⁰	10 ⁰	10 ⁰	10 ⁰
Основні розміри, мм:				
висота секції мінімальна та максимальна	560-1065	610-1500	710-1420	580-1180
довжина секції	4850	4300	4950	4345
Маса секції, кг	5900	7300	7700	6300

Отже, для наших гірничо-геологічних умов застосовано механізоване кріплення типу ДМ агрегатоване, підтримуюче-огороджувального типу. Воно призначено для механізації процесів підтримки та управління покрівлею в привибійному просторі лави при відпрацюванні пологих пластів потужністю 0,85-1,5м у складі комплексів з нашим типом комбайна. Дане кріплення має подвійний прохід між конвеєром та стійками секції у вихідному положенні, при цьому зменшено тиск на ґрунт та є механізм підйому основи для роботи в умовах слабких ґрунтів. Секція має також підвищену стійкість безпосередньої покрівлі завдяки створенню перекриттями горизонтально-стискаючих зусиль. Використання в конструкції секції коротких підтискних консолей з високим зусиллям притискання забезпечує гарний механізм передачі зусилля від гідростійок. До того ж при застосуванні на тонких пластах забезпечується

достатній прохідний перетин для провітрювання, що забезпечить високу продуктивність за газовим чинником. Все це забезпечує зручні експлуатаційні якості, високу надійність та ресурс. Загальний вигляд секції механізованого кріплення показано на рисунку 1.3.

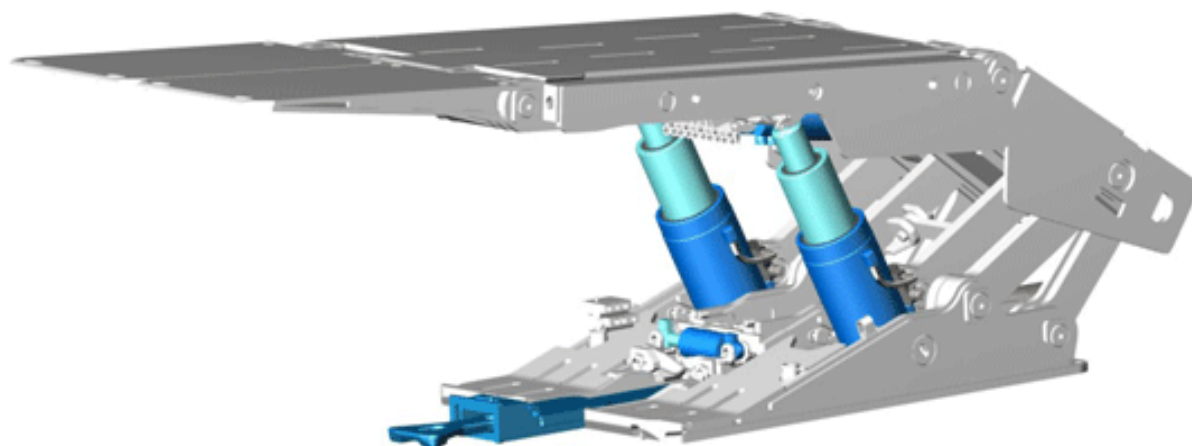


Рисунок 1.3 – Кріплення механізоване щитове з двома стійками однорядне типу ДМ

В якості скребкового конвеєру лави прийнято тип СП26У, який дозволяє транспортувати гірничу масу з очисних вибоїв довжиною до 300м на пластах потужністю 0,8-1,45м при роботі за простяганням з кутом падіння до 35°, а при роботі за падінням або повстанням – до 10°. Даний конвеєр комплектується одношвидкісними електродвигунами та гідromуфтами. Редуктори електроприводу скребкового конвеєру СП26У уніфіковані, трьохступінчасті конічно-циліндричні або циліндричні з поперечним або поздовжнім розташуванням електродвигуна. Редуктори виконані в єдиному нероз'ємному корпусі та розраховані на 20000 годин роботи. Приводна зірка тягового ланцюга має вісім променів та роз'ємну конструкцію. Загальний вигляд скребкового конвеєру типу СП26У показано на рисунку 1.4. Технічні параметри даного скребкового конвеєра приведено в таблиці 1.3.

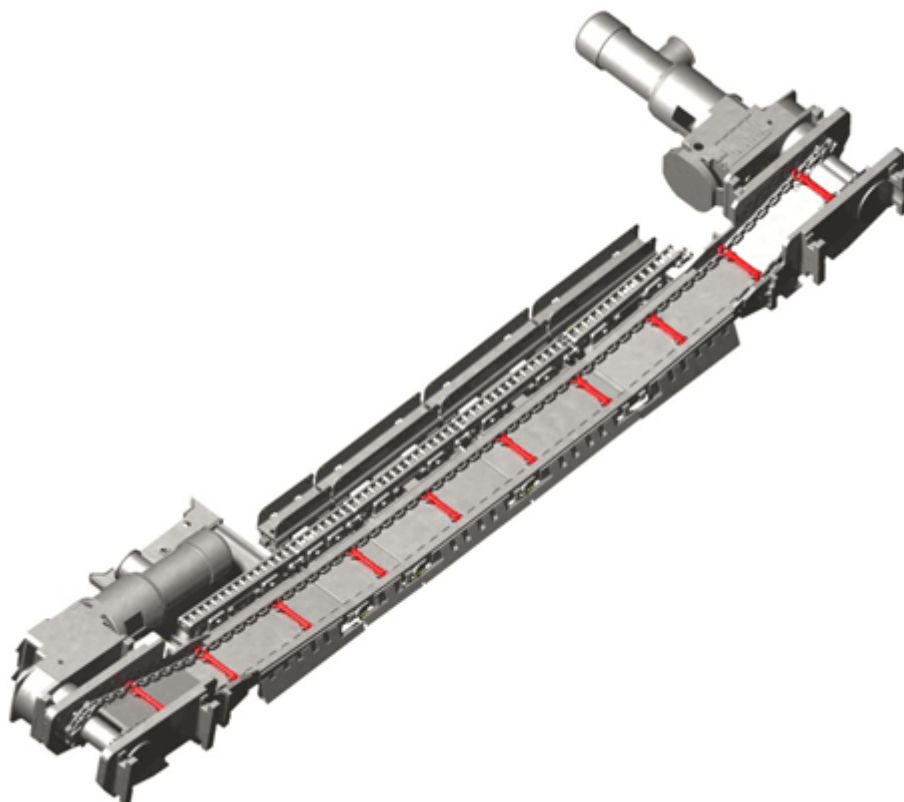


Рисунок 1.4 – Загальний вигляд скребкового конвеєру типу СП26У

Таблиця 1.3 – Технічні параметри скребкового конвеєра СП26У

Параметр	Значення
Продуктивність максимальна, т/год (т/хв)	480 (8)
Довжина конвеєра в постачанні, м	до 300
Число електродвигунів і розташування приводних блоків, шт.	два – три, однобічне
Номінальна потужність електродвигуна, кВт	55, 110, 132, 140, 160
Швидкість руху тягового органу, м/с	1
Тяговий орган:	
- число і розташування ланцюгів, шт.	дві в напрямних
- тип ланцюга (калібр, крок, клас міцності)	24×86Н-С
Риштачний став (по боковинам), мм:	
Висота боковини риштака, мм	190
Ширина риштака, мм	642
Довжина риштака, мм	1500, 1900
Ресурс риштачного ставу, млн. т	1,1

Для нагнітання робочої рідини в гідросистеми механізованих кріплень та іншого обладнання в шахтах будь-якої категорії за газом та пилом застосовано маслостанцію типу СНД, яку зображено на рисунку 1.5. Технічні параметри даної маслостанції наведено в таблиці 1.4.

Маслостанція складається з двох автономних насосних агрегатів із силовими триплунжерними насосами та бака. Керування станцією дозволяє здійснювати як незалежну роботу насосних агрегатів (кожен агрегат працює на свого споживача, наприклад, при обслуговуванні двох механізованих лав), так і паралельну роботу на загального споживача (при обслуговуванні високопродуктивних механізованих комплексів або у складі центральних насосних станцій). Привод силового триплунжерного насосу, відцентрового підживлювального та шестеренного мастильного насосів здійснюється від загального асинхронного електродвигуна. Управління роботою станції в автоматичному режимі здійснюється за тиском у напірній магістралі споживача шляхом перекриття лінії підживлення силового насосу, що значно підвищує ресурс станції та знижує енергоспоживання. Конструкція гідравлічного баку маслостанції забезпечує високоефективне гравітаційне очищення робочої рідини, що у поєднанні з розміщенням патрубків, що всмоктує, підживлювального насоса на поплавці дозволяє підвищити ресурс гідроелементів станції та всього комплексу, у складі якого застосовується маслостанція. Дана станція виготовляється на електричну напругу 660В та 1140В. Вона практична та надійна в роботі, покращений доступ до всіх вузлів при ремонті та експлуатації. Всі відповідальні вузли та деталі станцій виготовлені з високоміцних легованих, корозійностійких сталей або з кольорових металів.

На сполученнях лав з виймальними штреками передбачається встановлення механізованого (пересувного) штрекового кріплення типу КС, яке показано на рисунку 1.6. Технічні параметри кріплення сполучення типу КС приведено в таблиці 1.5. Кріплення сполучення має активні зв'язки по покрівлі та ґрунту між секціями, що дозволяє коригувати їх взаємне положення та

проводити маневрування кріпленням відносно бортів штреку. При розташуванні кріплення сполучення не по осі штреку забезпечується контакт з аарочним металевим кріпленням штреку завдяки пристроям бічної стійкості. Наявні у конструкції секції кріплення сполучення шарнірні чотириланки з'єднують основу з перекриттям і розвантажують гідростійки від поперечних зусиль.

Таблиця 1.4 – Технічні параметри маслостанції

Параметр	СНД 100/32	СНД 200/32
Продуктивність, л/хв	100	200(100+100)
Тиск номінальний, МПа	32	
Встановлена потужність, кВт	55	110(55+55)
Місткість бака, л, не менше	1600	
Вага кг, не більше:		
- насосного агрегату	1840	3680
- установки бака	1600	1600
- насосної станції	3360	5600

Для нашої видобувної діляниці породи безпосередньої покрівлі за стійкістю відносяться до категорії Б₂, тому з метою запобігання обвалення цієї покрівлі застосовується хімічне анкерування. Його сутність полягає в армуванні масиву порід стержнями-анкерами, закріпленими за всією довжиною шпура хімічними композиціями, що твердіють, компоненти яких попередньо подаються до шпура в ампулах. Після зруйнування ампул, що знаходяться в шпурі (шляхом обертання свердлом стержня, що армує), компоненти хімічної композиції змішуються, заповнюють простір між поверхнею стержня та стінками шпура і вступають в реакцію полімеризації.

У якості анкерів необхідно застосовувати стержні із сталі, що армує, стандартного профілю діаметром 28-32мм або круглого (квадратного) перетину діаметром не менш 20мм. Шпури для анкерів необхідно бурити електросвердлами СЕР-19 на 0,10-0,15м більше довжини анкера. Встановлювати анкер в шпур слід одразу ж після буріння та очищення його від дрібної породи. Проміжок часу між бурінням і встановленням анкера повинен

бути зведений до мінімуму. Для найбільш повного використання стержня анкеру, останній повинен закріплюватися полімерним складом за всією довжиною. На закріплення одного метру довжини анкеру необхідно витратити 3 ампули (при виході складу, що закріплює, із шпура – в наступний шпур слід закладати на одну ампулу менше, а при відсутності виходу – на одну ампулу більше). Точна витрата ампул визначається практичним шляхом після встановлення 2-3 анкерів. Хімічне анкерування за зміну повинні виконувати не менш двох робітників.

Таблиця 1.5 – Технічні параметри кріплення сполучення

Параметр	1КС	2КС
Опір секцій кріплення сполучення, кН:		
-при максимальній висоті	3050	3150
-при мінімальній висоті	2520	2950
Середній тиск на підшву, МПа	2,0	2,0
Крок пересуву кріплення, мм	630	630
Діапазон регулювання регульованої плити:		
-розворот у площині пласта, град.	±14	±14
-поворот у площині, паралельно вибою, град.	±14	±14
-переміщення вздовж вибою, мм	280	280
Зусилля при пересуві, кН		
-секції кріплення сполучення	400	400
-регульованої плити (з кінцевою голівкою конвеєра)	500	500
-кінцевої голівки конвеєра вздовж вибою	310	310
Габаритні розміри секції кріплення сполучення:		
- висота, min-max, мм	1400-2800	1800-3500
-довжина у складеному положенні	6700	7350
-мінімальна ширина	1060	1060
-максимальна (з опорами бічної стійкості)	3570	3670
Вага, т:		
-секції кріплення сполучення	10,3	11,2
-плити регульованої	5,6	5,6

Прийнято дворядну схему хімічного анкерування, для якої відстань між рядами знаходиться за формулою:

$$a = \frac{h_p}{2} = \frac{0,6}{2} = 0,3\text{м}, \quad (1.1)$$

де h_p – потужність порід, що руйнуються, $h_p=0,6\text{м}$.

Приймаємо кути встановлення стержнів, що армують, на сполученнях лави з підготовчими виробками: нижній ряд – $\beta_n=10^\circ$; верхній ряд – $\beta_v=45^\circ$.

Приймаємо шаг встановлення анкерів в ряді $b=0,5\text{м}$. Визначаємо довжину стержнів, що армують, для нижнього l_n та верхнього l_v ряду:

$$l_n = l_1 + \frac{L}{\cos \beta_n} + \Delta l_n; \quad (1.2)$$

$$l_v = l_1 + \frac{h_p}{2 \cdot \cos \beta_v} + \Delta l_v, \quad (1.3)$$

де l_1 – довжина частини стержня, що армує та виступає з устя шпура та служить для монтажу опорно-підтримуючих елементів, $l_1=0,25\text{м}$;

L – глибина первинного анкерування, м:

$$L = 2 \cdot r = 2 \cdot 0,8 = 1,6\text{м},$$

де r – ширина захвату комбайна КА200, $r = 0,8\text{м}$;

Δl_n – величина закріплення стержня, що армує, за межами глибини анкерування при дворядній схемі (нижній ряд), $\Delta l_n=0,4\text{ м}$;

Δl_v – величина закріплення стержня, що армує, верхнього ряду в породах, що не руйнуються, при дворядній схемі анкерування, $\Delta l_v=0,4\text{ м}$.

Довжину стержнів, що армують, знаходимо за формулами (1.2) та (1.3):

$$l_n = 0,25 + \frac{1,6}{\cos 10^\circ} + 0,4 = 2,3 \text{ м};$$

$$l_e = 0,25 + \frac{0,6}{2 \cdot \cos 45^\circ} + 0,4 = 1,1 \text{ м}.$$

Крім кріплення сполучення передбачається кріплення посилення із гідравлічних стійок типу ГСК, що встановлені на відстані 40-50м попереду лави під металеві верхняки кріплення штреків.

Транспорт вугілля з очисного вибою по дільничним штрекам здійснюється стрічковими конвеєрами типу 1ЛТ-80 та 1Л-80У, а доставка устаткування і матеріалів до лави виконується вантажолюдським бортовим штреком за допомогою надгрунтової канатної дороги типу ДКНЛ-1.

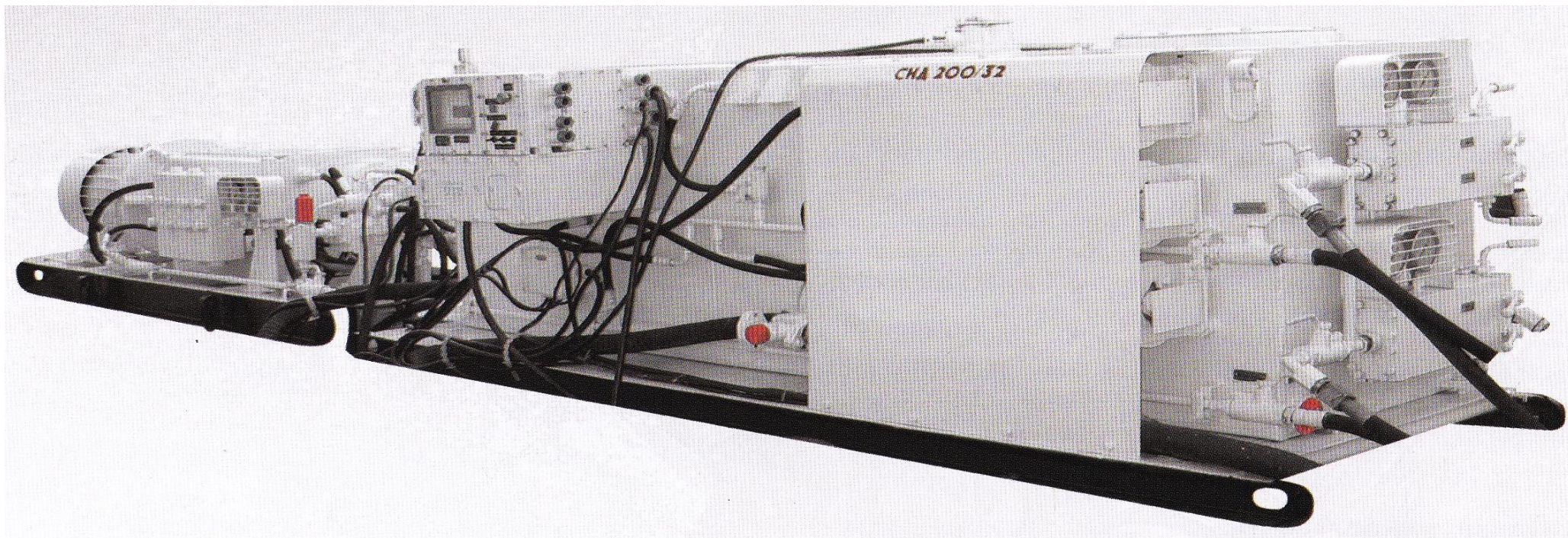


Рисунок 1.5 – Маслостанція СНД 100/32 (СНД200/32)

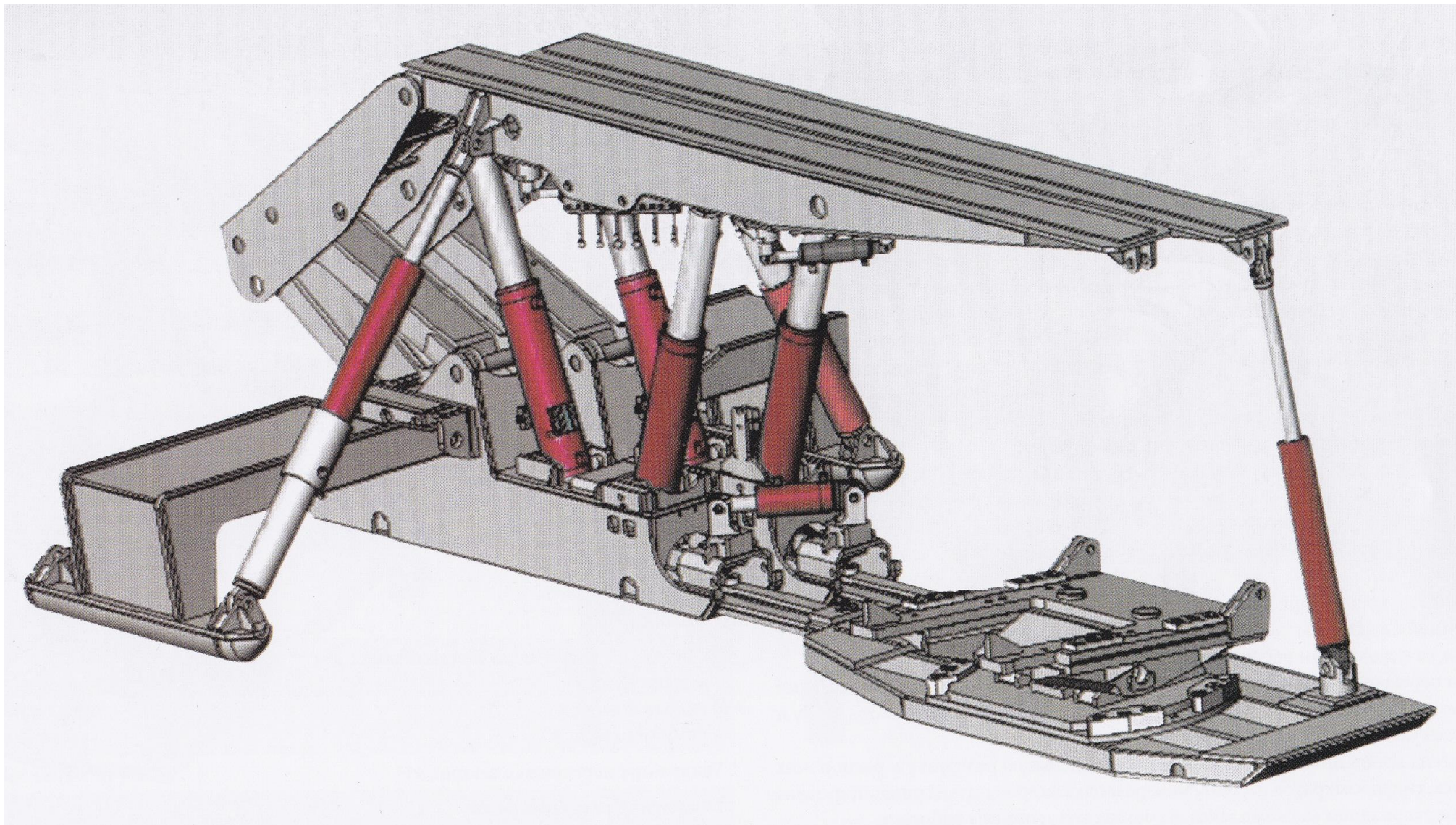


Рисунок 1.6 – Механізоване кріплення сполучення КС

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ВИДОБУВНОГО ОБЛАДНАННЯ

2.1 Енергетичні параметри роботи очисного комбайна

Загальні відомості про гірничо-геологічні умови залягання пласта C_{11} :

- максимальна потужність пласта $m_{\max} = 1,01\text{м}$;
- мінімальна потужність пласта $m_{\min} = 0,75\text{м}$;
- середня потужність пласта $m = 0,91\text{м}$;
- кут падіння пласта $\alpha = 5^\circ$;
- опірність пласта різанню $A_p = 3,0\text{кН/см}$;
- показник крихкості вугілля $E = 2,5$ (вугілля – крихке);
- щільність вугілля $\gamma = 1,31\text{т/м}^3$;
- категорія порід покрівлі та підосви: A_2 (середньообвалюєма), B_2 (нестійка);
- висота нижнього шару порід покрівлі $B_n = 0,6\text{м}$;
- середня відстань між тріщинами покрівлі $\Gamma = 0,9\text{м}$;
- міцність порід підосви на втискання $\sigma_{\text{вт}} = 13,8\text{МПа}$;
- відносна газобогатість з виробленого простору – $5\text{м}^3/\text{т}$, з пласта – $11\text{м}^3/\text{т}$;
- довжина виймального стовпа $L = 1800\text{м}$;
- довжина лави $l = 170\text{м}$ (виймання лави за падінням зворотнім ходом).

Для обґрунтованого визначення параметрів роботи очисного комбайна КА200 необхідно визначити графічні залежності швидкості подачі для наступних показників: активна потужність комбайнового електроприводу $P_{\text{н.ов}} = f_1(V_n)$; теоретична продуктивність видобувної машини $Q_m = f_2(V_n)$; технічна годинна продуктивність видобувної машини $Q_{\text{mex}} = f_3(V_n)$; експлуатаційна продуктивність видобувної машини, найбільш наближена до реальних умов роботи, $Q_e = f_4(v_n)$; продуктивність видобувної машини за температурним режимом нагріву його електродвигунів приводу, $Q_{\text{ПВ}} = f_5(v_n)$; питомі енергетичні витрати на видобуток 1т вугілля $W_n = f_6(V_n)$ [6].

Залежність активної потужності електроприводу видобувної машини в залежності від швидкості її подачі V_n має вигляд [6]:

$$P_{н.дв} = P_o + P_{1V} \cdot V_n, \quad (2.1)$$

де P_o – умовна активна потужність електродвигуна при $V_n=0$ м/хв, яка відповідає силам початкового опору руху видобувного комбайна, кВт;

P_{1V} – прирощення активної потужності електродвигуна видобувної машини при збільшенні швидкості подачі V_n на 1 м/хв., в графічному вигляді характеризує кривизну лінії залежності $P_{н.дв}=f_1(V_n)$, кВт/м·хв⁻¹.

Визначаємо значення P_o за наступною формулою:

$$P_o = 0,0025 \cdot \frac{V_p \cdot n_{pp}}{\eta_{mp}} \cdot (\alpha + \beta \cdot A), \quad (2.2)$$

де V_p – середня швидкість різання барабану з вертикальною віссю обертання видобувного комбайна КА200, м/с:

$$V_p = 0,5 \cdot (V_{p1} + V_{p2}) = 0,5 \cdot (2,6 + 2,6) = 2,6 \text{ м/с},$$

n_{pp} – кількість різців барабанного виконавчого органу з вертикальною віссю обертання, що одночасно контактують з вугіллям, що руйнується:

$$n_{pp} = 0,5 \cdot n_{pб} \cdot \frac{B}{D_б}, \quad (2.3)$$

де $n_{pб}$ – кількість різців у вертикально-барабанному виконавчому органі очисного комбайну КА200, $n_{pб}=48$ шт.;

B – ширина захвату виконавчого органу очисного комбайну КА200, $B=0,8$ м;

D_{δ} – діаметр вертикально-барабанного виконавчого органу комбайну КА200, $D_{\delta}=1,0$ м.

$$n_{pp} = 0,5 \cdot 48 \cdot \frac{0,8}{1,0} = 19 \text{шт.};$$

η_{mp} – коефіцієнт корисної дії (ККД) передавального редуктора приводу виконавчого органу, $\eta_{mp}=0,8$;

A – опірність різанню пласта C_{11} , $A=3000$ Н/см;

α та β – коефіцієнти, які враховують властивості вугілля пласта C_{11} , $\alpha = 70$ та $\beta = 0,027$.

Отже, значення P_o за формулою (2.2) дорівнює:

$$P_o = 0,0025 \cdot \frac{2,6 \cdot 19}{0,8} \cdot (70 + 0,027 \cdot 3000) = 23,3 \text{кВт}.$$

Значення P_{1V} у формулі залежності $P_{н.дв}=f_1(V_n)$ визначаємо за наступним виразом:

$$P_{1V} = 0,2 \cdot \frac{B \cdot H_{nl}}{\eta} \cdot \delta \cdot A, \quad (2.4)$$

де δ – коефіцієнт, що враховує здатність вугілля до руйнації, для нашого пласту $\delta=0,095$;

H_{nl} – середня потужність пласта, що руйнується, $H_{nl}=0,91$ м;

$$P_{1V} = 0,2 \cdot \frac{0,8 \cdot 0,91}{0,8} \cdot 0,095 \cdot 3000 = 51,8 \text{кВт} / \text{м} \cdot \text{хв}^{-1};$$

Отже, залежність $P_{н.дв}=f_1(V_n)$ за формулою (2.1) має загальний вигляд:

$$P_{н.об} = 23,3 + 51,8 \cdot V_n, \text{ кВт.}$$

2.2 Параметри продуктивності видобувного комбайна

Теоретична продуктивність очисного комбайну КА200 Q_m , т/хв., в даних гірничо-геологічних та гірничо-технічних умовах його роботи визначається [6]:

$$Q_m = H_p \cdot B_z \cdot \gamma \cdot V_n = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1,31 \cdot V_n, \quad (2.5)$$

де γ – щільність вугілля в пласті C_{11} , $\gamma = 1,31 \text{ т/м}^3$.

Технічна годинна продуктивність очисного комбайну КА200 Q_{mex} за цикл його роботи з урахуванням витрат часу на виконання операцій, які відповідають самій машині та схемі її роботи [6]:

$$Q_{mex} = 60 \cdot Q_m \cdot K_{mex}, \quad (2.6)$$

де K_{mex} – технічний коефіцієнт, який показує можливість безперервної роботи очисного комбайну КА200 в даних умовах застосування (технічна досконалість обладнання):

$$K_{mex} = \frac{1}{\frac{1}{K_z} + \frac{T_{мо} + T_{ко} + T_{зи}}{L} \cdot V_n}, \quad (2.7)$$

де K_z – коефіцієнт готовності очисного комбайну КА200 (показує працездатність видобувного обладнання в будь-який час), $K_z = 0,92$;

T_{mo} – витрати часу на несполучені маневрові операції (час зачистки), характерні для однобічної схеми роботи, яка застосовується внаслідок небезпечності викиду вугілля та газу (вугільний масив повинен відстоятися за час виконання зачистки лави):

$$T_{mo} = \frac{l_l}{0,85 \cdot V_{m, \max}} = \frac{170}{0,85 \cdot 5} = 40 \text{ хв.};$$

T_{ko} – витрати часу на операції, що виконуються на кінцях лави (поруч зі сполученням лави зі штреком), $T_{ko}=20$ хв.;

T_{zi} – витрати часу на заміну зношеного інструмента, хв.:

$$T_{zi} = l_l \cdot H_p \cdot B_z \cdot z_{\psi} \cdot t_p = 170 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,1 \cdot 1 = 12,24 \text{ хв.};$$

де l_l – довжина лави, $l_l = 170\text{м}$;

z_{ψ} – питомі витрати ріжучого інструменту на руйнування пласта (заміна), для наших умов $z_{\psi}=0,1\text{шт/м}^3$;

t_p – витрати часу на переустановлення одного різця зі швидкозмінним кріплення, $t_p=1\text{хв.}$

$$K_{mex} = \frac{1}{\frac{1}{0,92} + \frac{40 + 20 + 12,24}{170} \cdot V_n} = \frac{1}{1,087 + 0,425 \cdot V_n}.$$

Експлуатаційна годинна продуктивність очисного комбайну КА200 Q_e є більш наближеною до реальних умов застосування та враховує всі простой видобувної дільниці, в тому числі інші витрати часу, які не враховані в попередніх розрахунках та не пов'язані з роботою видобувного обладнання [6]:

$$Q_e = Q_m \cdot k_e \cdot 60, \quad (2.8)$$

де k_e – експлуатаційний коефіцієнт, який показує реальний час роботи видобувного обладнання:

$$K_{\text{э}} = \frac{1}{\frac{1}{K_{\text{тех}}} + \frac{T_{\text{он}}}{l} \cdot V_n} = \frac{1}{\frac{1}{K_{\text{тех}}} + \frac{25}{170} \cdot V_n}; \quad (2.9)$$

де $T_{\text{он}}$ – витрати часу простоїв на суміжних з видобувною ділянцями шахти (наприклад, ділянка конвеєрного транспорту), які виникають внаслідок усунення організаційних та технічних неполадок в роботі машин та механізмів, $T_{\text{он}} = 25 \text{ хв}$.

Для використання при побудуванні номограми розрахункових даних використаємо таблицю 2.1 (дані обчислюються за формулами, що приведені вище).

Таблиця 2.1 – Значення продуктивності очисного комбайну КА200

Параметри	Одиниці виміру	Швидкість подачі V_n , м/хв				
		1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
$K_{\text{тех}}$	-	0,66	0,52	0,42	0,36	0,31
K_e	-	0,6	0,45	0,35	0,3	0,25
Q_m	т/хв	0,94	1,88	2,82	3,76	4,70
$Q_{\text{тех}}$	т/год	37,22	58,65	71,0	81,22	87,42
Q_e	т/год	33,84	50,76	59,2	67,68	70,50

Годинна продуктивність очисного комбайну КА200 $Q_{\text{ПВ}}$, яка обумовлена тепловим режимом роботи (нагрівом) електродвигуна, визначається як:

$$Q_{\text{ПВ}} = 0,6 \cdot Q_m \cdot \text{ПВ}, \quad (2.10)$$

де ПВ – допустима тривалість ввімкнення електроприводу видобувного комбайна з потужністю, яка розвивається при роботі з продуктивністю Q_t .

На комбайні КА200 встановлений електродвигун ЭКВЖ4-315, який розрахований на повторно короткочасний режим роботи з частими пусками S4, тому маємо:

$$ПВ = 60 \cdot \left(\frac{P_n}{P} \right)^2, \quad (2.11)$$

$$P = P_n \cdot \sqrt{\frac{60}{ПВ}} = 315 \cdot \sqrt{\frac{60}{ПВ}}.$$

Для побудування залежності $Q_{ПВ} = f_5(V_n)$ розрахункові дані зведемо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри, обумовлені тепловим режимом роботи

Параметр	Одиниця виміру	Тривалість вмикання ПВ, %			
		100	60	40	25
P	кВт	244	315	386	488
V_n	м/хв.	3,8	5,14	6,5	8,4
Q_m	т/хв.	3,9	5,3	6,7	8,7
$Q_{ПВ}$	т/год	234	190,8	160,5	130,3

Всі отримані значення продуктивності видобувного комбайна наносимо на номограму, зображену на рисунку 2.1. Точка перетинів графіків $Q_{ПВ}=f_5(V_n)$ і $Q_e=f_4(V_n)$ на номограмі (рисунок 2.1) дозволяє визначити оптимальну швидкість подачі комбайна, обумовлену тепловим режимом роботи електродвигуна. В нашому випадку вони перетинаються при величині швидкості подачі $V_{ne}=5,15$ м/хв. Це означає, що електродвигун видобувного комбайна під час робочого циклу в лаві буде недовантажений, так як максимальна робоча швидкість очисного комбайну КА200 складає 5 м/хв. Інші обмеження швидкості

подачі визначимо нижче, що дасть змогу визначити реальний оптимальний робочий режим видобувного обладнання.

Питомі енерговитрати на руйнування пласту видобувним комбайном визначаються за формулою [6]:

$$W = \frac{P}{60 \cdot Q_m} \cdot \quad (2.12)$$

Результати розрахунків за формулою (2.12) зводимо до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Питомі енерговитрати

Параметр	Одиниці виміру	Швидкість подачі V_p , м/хв				
		1	2	3	4	5
P	кВт	97	150	202	254	307
Q_t	т/хв	1,03	2,07	3,10	4,10	5,18
W	кВт·год/т	1,55	1,20	1,08	1,02	0,98

2.3 Параметри режиму роботи основного видобувного обладнання

Визначимо інші обмеження швидкості подачі, які можуть виникати при роботі видобувного обладнання.

Допустима швидкість подачі $V_{п.пс}$, яка обумовлена навантажувальною здатністю барабанного виконавчого органу з вертикальною віссю обертання, який заштибовується при перевищенні вказаної швидкості визначається [6]:

$$V_{п.пс} \leq \frac{Q_{\delta}}{\gamma \cdot H_{\delta} \cdot B_z}, \quad (2.13)$$

де $Q_{\bar{o}}$ – навантажувальна здатність барабанного виконавчого органу з вертикальною віссю обертання, т/хв:

$$Q_{\bar{o}} = 25 \cdot \gamma_n \cdot k_{\text{втб}} \cdot F_{\text{вікб}} \cdot V_{\text{нз}}, \quad (2.14)$$

де $F_{\text{вік.б}}$ – площа вікна навантаження нижнього відстаючого барабану (прийняли для нижнього барабану, оскільки його вікно навантаження менше вікна навантаження верхнього барабана), $F_{\text{вік.б}} = 0,065 \text{ м}^2$;

$k_{\text{втб}}$ – коефіцієнт, що характеризує відставання вугілля від барабану з вертикальною віссю обертання, $k_{\text{втб}} = 0,5$;

γ_n – насипна щільність вугілля (залежить від розміру шматків), $\gamma_n = 0,85 \text{ т/м}^3$.

$$Q_{\bar{o}} = 25 \cdot 0,85 \cdot 0,5 \cdot 0,065 \cdot 2,09 = 1,44 \text{ т/хв.};$$

$$V_{\text{н.нз}} = \frac{1,44}{1,31 \cdot 1,25 \cdot 0,8} = 1,8 \text{ м/хв.}$$

Товщина стружки та відповідна їй швидкість переміщення машини, від яких в значній мірі залежать її продуктивність та сортність вугілля, що видобувається, можуть бути обмежені як технічними можливостями самого видобувного комбайна, так і можливостями шахтної електромережі, яка живить приводний електродвигун.

Стійка активна потужність електроприводу комбайна, яка відповідає стійкому моменту в реальних умовах (живлення від шахтної електричної низьковольтної мережі з параметрами, що відрізняються від номінальних) визначається як [6]:

$$P_c = \frac{M_{\text{см}} \cdot n_{\text{см}}}{9550}, \quad (2.15)$$

де $M_{\text{см}}$ – стійкий момент обертання електродвигуна комбайна, Н·м;

$$M_{ct} = \frac{M'_{\phi} \cdot k_{\kappa}}{k_m \cdot (1 + k_{kp} \cdot k_{\epsilon})}, \quad (2.16)$$

де $M'_{m\phi}$ – реальний максимальний момент обертання електродвигуна (живлення від реальної шахтної електромережі).

На величину $M'_{m\phi}$ впливають інші споживачі, які також отримують живлення від трансформаторної підстанції видобувної дільниці. Приблизно значення $M'_{m\phi}$ обчислюється [6]:

$$M'_{\phi} = M_{m\phi} \cdot \left(1 - \frac{0,07 \cdot P_{\kappa Bm}}{P_{\kappa BA}} \right), \quad (2.17)$$

де $M_{m\phi}$ – максимальний фактичний момент обертання електродвигуна без урахування впливу інших споживачів. Для комбайна КА200 маємо $M_{m\phi} = 4100 \text{ Н} \cdot \text{м}$;

$P_{\kappa Bm}$ – сумарна активна потужність електродвигунів інших споживачів видобувної дільниці;

$P_{\kappa BA}$ – номінальна потужність трансформаторної підстанції. Для видобувної дільниці прийнято дві трансформаторні підстанції ТСВП-400/6 та ТСВП-250/6 з загальною потужністю $P_{\kappa BA} = 650 \text{ кВ} \cdot \text{А}$.

Зведемо до таблиці 2.4 споживачі видобувної дільниці зі значенням відповідної активної потужності. З даних цієї таблиці визначаємо сумарну активну потужність електродвигунів інших споживачів видобувної дільниці $P_{\kappa BT} = 515 \text{ кВт}$.

$$M'_{\phi} = 4100 \cdot \left(1 - \frac{0,07 \cdot 515}{650} \right) = 3874,5 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$M_{ct} = \frac{3874,5 \cdot 0,9}{1,2 \cdot (1 + 0,35 \cdot 0,36)} = 2581 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Таблиця 2.4 – Інші споживачі видобувної дільниці

Споживач	Тип двигуна	Потужність споживача, кВт
Скребковий конвеєр СП-26У	2ВР-280S-4	2х110
ВСП	2ВР-250М-6	2х55
Насосна станція СНД200	ВАО2-280М10 2ВР-250М-6	2х55
НУМС-30	ВАО-81-6	30
Насос для відкачки води 1В-20/10	2ВР-132М-4	11
Лебідка ЛГКН (конв. штрек)	ВАО-62-4	17
Лебідка ЛГКН (вент. штрек)	ВАО-62-4	17
		$P_{\Sigma} = P_{\text{кВт}} = 515$

k_k – коефіцієнт керування, який враховує якість керування (підтримка навантаження на заданому рівні), для автоматичного керування з регулятором навантаження $k_k = 0,9$;

k_m – коефіцієнт, який показує співвідношення низькочастотної складової максимального завантаження двигуна до середнього навантаження, $k_m = 1,15$;

k_{kp} – коефіцієнт, який показує співвідношення високочастотної складової завантаження двигуна до максимального навантаження з низькими частотами. Для очисного комбайну КА200 маємо $k_{kp} = 0,35$;

k_g – коефіцієнт, який показує високочастотну складову завантаження, тобто відношення амплітуди високочастотної складової електромагнітного моменту до амплітуди високочастотної складової завантаження двигуна:

$$K_g = \frac{1}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{f_H}{f_o}\right)^2\right]^2 + \left(\frac{f_H}{f_o}\right)^2 \cdot \frac{T_M}{T}}}, \quad (2.18)$$

де f_n – частота навантаження (високочастотна складова навантаження),
 $f_n=15$ Гц;

f_o – частота власних негасаючих коливань системи електроприводу
 видобувного комбайна (ротора електродвигуна та редуктора):

$$f_o = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{T \cdot T_m}}; \quad (2.19)$$

де T – електромеханічна постійна часу електродвигуна комбайна, с:

$$T = \frac{1}{\omega_c \cdot S_{\kappa\phi}} = \frac{1}{314 \cdot 0,065} = 0,049 \text{ с}; \quad (2.20)$$

де ω_c – кутова швидкість шахтної мережі електропостачання:

$$\omega_c = 2 \cdot \pi \cdot f_c = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 = 314 \text{ рад/с}; \quad (2.21)$$

де f_c – частота мережі змінного струму, $f_c = 50$ Гц;

$S_{\kappa\phi}$ – фактичне критичне скоєння в умовах роботи електродвигуна від
 шахтної підземної електромережі. Для електродвигуна комбайна при
 приведеній довжині комбайнового кабелю 400м, $S_{\kappa\phi}=0,065$;

T_m – електромагнітна постійна часу системи приводу:

$$T_m = \frac{G \cdot D_{np}^2 \cdot n_c \cdot S_{\kappa\phi}}{375 \cdot 2 \cdot M'_{\text{мф}}}, \quad (2.22)$$

де $G \cdot D_{np}^2$ – маховий момент системи електроприводу комбайна, яка
 приведена до валу ротора двигуна:

$$G \cdot D_{np}^2 = k_{np} \cdot G \cdot D_p^2 = 1,6 \cdot 120 = 192 \text{ Н} \cdot \text{м}^2; \quad (2.23)$$

де $G \cdot D_p^2$ – маховий момент ротора комбайнового двигуна, $G \cdot D_p^2 = 120 \text{ Н} \cdot \text{м}^2$;

$$T_m = \frac{192 \cdot 1500 \cdot 0,065}{375 \cdot 2 \cdot 2874,42} = 0,0085 \text{ с};$$

$$f_o = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{0,049 \cdot 0,0085}} = 7,8 \text{ Гц};$$

$$K_\epsilon = \frac{1}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{15}{7,8}\right)^2\right]^2 + \left(\frac{15}{7,8}\right)^2 \cdot \frac{0,0085}{0,049}}} = 0,36;$$

k_{np} – коефіцієнт приведення махового моменту редуктора та барабанного виконавчого органу видобувного комбайна до валу ротора електродвигуна, для КА200 $k_{np} = 1,6$;

n_y – стійка частота обертання ротора електродвигуна очисного комбайну КА200 (відповідає стійкому моменту):

$$n_y = n_c - M_y \cdot \frac{n_c - n_n}{M_n}, \quad (2.24)$$

де n_c – синхронна частота обертання електромагнітного поля статора електродвигуна, $n_c = 1500$ об/хв;

n_n – номінальна частота обертання ротора електродвигуна очисного комбайну КА200, $n_n = 1476$ об/хв;

M_n – номінальний момент обертання електродвигуна очисного комбайну КА200, $M_n = 1155,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

$$n_y = 1500 - 2583 \cdot \frac{1500 - 1476}{1155,6} = 1446,4 \text{ об/хв};$$

$$P_c = \frac{2581 \cdot 1446,4}{9550} = 391 \text{ кВт}.$$

Для забезпечення нормальної роботи барабанного виконавчого органу видобувного комбайна КА200 визначаємо допустиму товщину стружки (зрізу) з урахуванням вильоту різця $l_p = 0,08 \text{ м}$. Допустимі за цим чинником товщину стружки (зрізу) $h_{зр.д}$ та швидкість подачі $V_{п}$ для видобувного комбайна КА200 визначаємо [6]:

$$h_{зр.д} \leq \frac{2 \cdot l_p}{\pi} = \frac{2 \cdot 0,08}{3,14} = 0,051 \text{ м}; \quad (2.25)$$

$$V_{п.д} \leq n \cdot n_{р.л} \cdot l_p = 46 \cdot 2 \cdot 0,08 = 7,36 \text{ м/хв.} \quad (2.26)$$

Для конвеєра СП26У, що входить до складу комплексу МДМ, $Q_k = 480 \text{ т/год}$. Виходячи з продуктивності скребкового конвеєра в лаві, швидкість подачі видобувного комбайна $V_{п.к.}$, яка обмежена продуктивністю цього конвеєру буде:

$$V_{п.к} = \frac{Q_k}{(1,2 \dots 1,3) \cdot 60 \cdot H_p \cdot B_3 \cdot \gamma}. \quad (2.27)$$

$$V_{п.к} = \frac{480}{1,25 \cdot 60 \cdot 0,91 \cdot 0,8 \cdot 1,31} = 6,72 \text{ м/хв.}$$

В нашому випадку максимальна швидкість подачі видобувного комбайну КА200 складає $V_{п} = V_{п.б.} = 5 \text{ м/хв.}$, тобто умова $V_{п} \leq V_{п.к.}$ виконується.

Швидкість кріплення робочого простору $V_{кр}$ при застосуванні гідравлічного механізованого кріплення типу ДМ складає для заданих гірничо-геологічних умов [6]:

$$V_{кр} \cdot k \geq V_n; \quad (2.28)$$

де $V_{кр}$ – швидкість кріплення робочого простору:

$$V_{кр} = \frac{l_{кр}}{t_{кр}} = \frac{1,5}{0,29} = 5,18 \text{ м/хв.}, \quad (2.29)$$

де $l_{кр}$ – крок встановлення секцій кріплення типу ДМ за довжиною лави,
 $l_{кр} = 1,5\text{м};$

$t_{кр}$ – норматив часу на пересування однієї секції механізованого кріплення типу ДМ, $t_{кр} = 0,29\text{хв.};$

k – коефіцієнт, який враховує гірничо-геологічні умови; для середніх умов $k=0,85$.

$$V_{кр} \cdot k = 5,18 \cdot 0,85 = 4,4\text{м/хв.}$$

Як бачимо, умова перевищення швидкості кріплення над швидкістю подачі виконується, тобто обраний режим роботи механізованого комплексу (кріплення) залишається незмінним і має ті ж самі параметри.

Виходячи з поставлених задач (забезпечення максимально можливої експлуатаційної продуктивності комбайна), з урахуванням всіх обмежень бачимо, що головним обмежуючим чинником є швидкість кріплення привибійного простору (з урахуванням гірничо-геологічних умов). З номограми бачимо, що в зв'язку з низьким експлуатаційним навантаженням електродвигун не завантажений до повної потужності (при такому експлуатаційному навантаженні двигун може забезпечити швидкість подачі більше 5м/хв.), тобто для даного механізму подачі при обмеженні по $V_{п.б.}$ маємо такі параметри роботи комбайну в заданих умовах:

- швидкість переміщення $V_{п} = V_{п.б.} = 4,4\text{м/хв.};$
- частота обертання виконавчих органів, $n = 460\text{б/хв.};$

- максимально можлива товщина стружки, $h_{зр.д} = 5,1 \text{ см}$;
- теоретична продуктивність $Q_m = 510 \text{ т/год}$;
- технічна продуктивність $Q_{tex} = 116,28 \text{ т/год}$;
- експлуатаційна продуктивність $Q_e = 153 \text{ т/год}$;
- продуктивність обумовлена тепловою характеристикою двигуна $Q_{ПВ} = 190,8 \text{ т/год}$;
- питомі енерговитрати $W = 0,98 \text{ кВт} \cdot \text{год/т}$.

Змінна експлуатаційна продуктивність очисного комбайна та видобувної ділянки визначається за формулою [6]:

$$Q_{зм} = Q_e \cdot (T_{зм} - t_{пз} - t_{пн}) = 153 \cdot (6 - 0,34 - 0) = 866 \text{ т/зм.}, \quad (2.30)$$

де Q_e – експлуатаційна продуктивність видобувного комбайна КА200, яка відповідає обраним за номограмою параметрам режиму його роботи, $Q_e = 153 \text{ т/год}$;

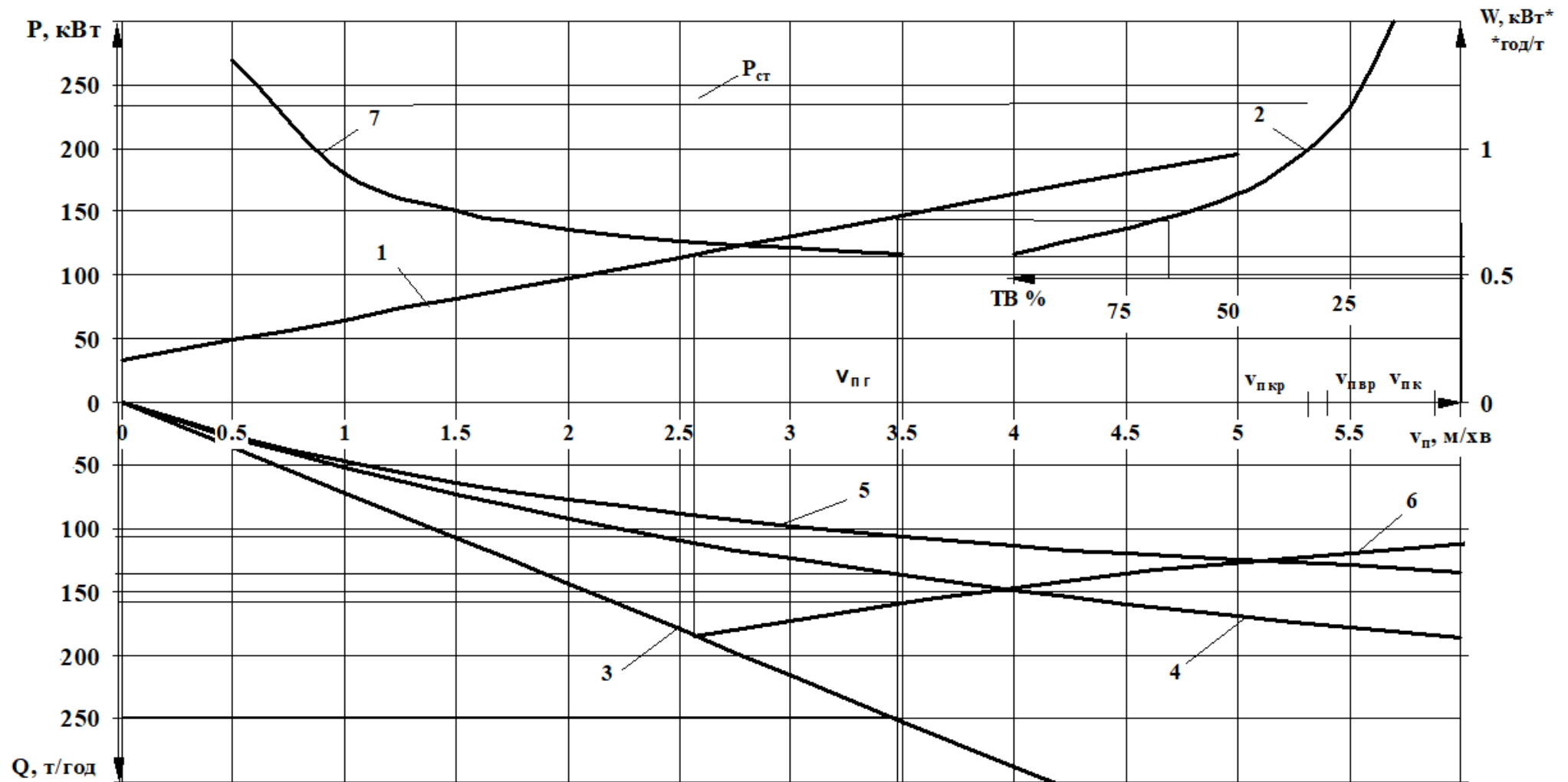
$T_{зм}$ – тривалість видобувної зміни, $T_{зм} = 6 \text{ год}$;

$t_{пз}$ – витрати часу на підготовче-заклучні операції (прийом-здачу зміни):

$$t_{пз} = 2 \cdot (0,17 \dots 0,25) = 2 \cdot 0,17 = 0,34 \text{ год};$$

$t_{пн}$ – витрати часу на підривання та провітрювання (проведення буровибухових робіт у лаві, які відсутні), $t_{пн} = 0$.

Тобто змінна експлуатаційна продуктивність видобувного комбайна КА200 складає 866 т/зм. Але цю продуктивність може обмежити видобуток за газовим фактором. У зв'язку з цим треба перевірити цю продуктивність (швидкість подачі) за цим чинником.



1 - Потужність на валу двигуна; 2 - Залежність потужності на валу від тривалості включення;
 3 - Теоретична продуктивність; 4 - Технічна продуктивність; 5 - Експлуатаційна продуктивність;
 6 - Продуктивність за тривалістю включення; 7 - Енерговитрати.

Рисунок 2.1 – Номограма для визначення параметрів роботи видобувного обладнання

2.4 Параметри видобутку за організаційним та газовим чинником

Добове навантаження на лаву з вузькозахватним комбайновим вийманням вугілля за технічними можливостями комбайна КА200 визначаємо за формулою:

$$A_{\text{доб.техн}} = \frac{(T_{\text{зм}} - t_{\text{нз}}) \cdot n_{\text{зм}} \cdot l_{\text{л}} \cdot r \cdot m \cdot \gamma \cdot C}{T_{\text{ц}}}, \quad (2.31)$$

де $T_{\text{зм}}$ – тривалість видобувної зміни, $T_{\text{зм}} = 360$ хв.;

$t_{\text{нз}}$ – тривалість підготовче-заклучних операцій, $t_{\text{нз}} = 20 \dots 30$ хв;

$n_{\text{зм}}$ – кількість змін з видобутку вугілля за добу, $n_{\text{зм}} = 3$;

$l_{\text{л}}$ – довжина лави, $l_{\text{л}} = 170$ м;

r – ширина захвату видобувного комбайна КА200, $r = 0,8$ м;

m – виймальна потужність пласта C_{11} , $m = 0,91$ м;

γ – щільність вугілля у цілику, $\gamma = 1,31$ т/м³;

C – коефіцієнт повноти видобутку вугілля (нормативні втрати вугілля складають 3-5%), $C = 0,97$;

$T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу з видобутку вугілля, визначається за виразом:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{с}} + \gamma \cdot t_{\text{з}} + t_{\text{к}}, \quad (2.32)$$

де $t_{\text{с}}$ – тривалість видобутку вугілля за цикл, визначається за формулою:

$$t_{\text{в}} = (l_{\text{л}} - \sum l_{\text{н}}) \cdot \left(\frac{1}{V_{\text{п}} \cdot k_{\text{Г}}} + \Delta t_{\text{во}} \right) \cdot k_{\text{о}}, \quad (2.33)$$

де $\sum l_{\text{н}}$ – сумарна довжина ніш (застосована безнішева технологія), $\sum l_{\text{н}} = 0$ м;

$V_{\text{п}}$ – швидкість подачі видобувного комбайну КА200, $V_{\text{п}} = 4,4$ м/хв.;

k_e – коефіцієнт готовності видобувного обладнання до роботи, $k_r=0,8$;

Δt_{eo} – відносні витрати часу на допоміжні операції, $\Delta t_{eo}=0,1...0,2$ хв./м;

k_o – коефіцієнт, що враховує перерву робітників очисного вибою та непередбачені простої, $k_o=1,1...1,15$.

$$t_e = (170 - 0) \cdot \left(\frac{1}{4,4 \cdot 0,8} + 0,15 \right) \cdot 1,1 = 81,2 \text{ хв.};$$

y – змінна складова, при човниковій схемі роботи комбайна $y=0$;

t_3 – тривалість зачищення вугілля комбайном за цикл, хв;

t_k – тривалість кінцевих операцій, хв:

$$t_k = \frac{t_{k1} + t_{k2}}{2}, \quad (2.34)$$

де t_{k1} , t_{k2} – тривалість кінцевих операцій, що виконуються відповідно на сполученні лави з проведенням штреком та на сполученні лави зі штреком, що повторно використовується за відсутності там ніш, хв:

$$t_{k1} = 57,5 + 10,2 \cdot \ln h - 28,8 \cdot \ln m + 10,2 \cdot \ln l_o; \quad (2.35)$$

$$t_{k2} = 54,8 + 15,7 \cdot \ln h - 9 \cdot \ln m + 10,3 \cdot \ln l_{оnv},$$

де h – потужність порід безпосередньої покрівлі, м:

$$h = (3,5...4,0) \cdot m = 3,5 \cdot 0,91 = 3,2 \text{ м}; \quad (2.36)$$

l_o – довжина ділянки лави на сполученні з проведеною в масиві вугілля виробкою, що піддається процесам розшарування та зміщення порід покрівлі, що обумовлена наявністю цієї виробки, визначається за виразом:

$$l_{\partial} = (0,1...0,2) \cdot (12,5 + 1,6 \cdot h + 0,05 \cdot H), \quad (2.37)$$

де H – глибина розташування видобувної ділянки, $H=370$ м.

$$l_{\partial} = 0,1 \cdot (12,5 + 1,6 \cdot 3,2 + 0,05 \cdot 370) = 3,6\text{м};$$

$l_{\partial \text{нес}}$ – довжина ділянки лави на сполученні з виробкою, яка повторно використовується, що піддається процесам розшарування та зміщення порід покрівлі, визначається за формулою:

$$l_{\partial \text{нес}} = (1,3...1,5) \cdot l_{\partial} = 1,3 \cdot 3,6 = 4,7\text{м}; \quad (2.38)$$

$$t_{\kappa 1} = 57,5 + 10,2 \cdot \ln 3,2 - 28,8 \cdot \ln 0,91 + 10,2 \cdot \ln 3,6 = 85,1\text{хв.};$$

$$t_{\kappa 2} = 54,8 + 15,7 \cdot \ln 3,2 - 9 \cdot \ln 0,91 + 10,3 \cdot \ln 4,7 = 89,8\text{хв.};$$

$$t_{\kappa} = \frac{85,1 + 89,8}{2} = 87,5\text{хв.};$$

$$T_{\kappa} = 81,2 + 0 + 87,5 = 168,7\text{хв.};$$

$$A_{\text{доб.техн}} = \frac{(360 - 20) \cdot 3 \cdot 170 \cdot 0,8 \cdot 0,91 \cdot 1,31 \cdot 0,97}{168,7} = 951\text{м} / \text{добу}$$

Добове навантаження на лаву за газовим чинником визначаємо за формулою:

$$A_{\text{доб.техн}} = \frac{864 \cdot V_{\text{max}} \cdot S \cdot k_{\text{в.пр}} \cdot k_{\text{в.шт}} \cdot d}{k_{\text{н}} \cdot g_{\text{л}}}, \quad (2.39)$$

де V_{max} – максимально припустима за Правилами безпеки (ПБ) швидкість повітря в лаві (з дозволу МакНДІ та головного інженера шахти), $V_{\text{max}} = 6$ м/с;

S – площа поперечного перетину приви́бійного простору, для механізованого кріплення ДМ $S_{\text{min}} = 1,5\text{м}^2$; $m'_{\text{min}} = 0,75\text{м}$; $S_{\text{max}} = 2,5\text{м}^2$; $m'_{\text{max}} = 1,01\text{м}$:

$$S = S_{\min} + (m - m_{\min}) \cdot \frac{S_{\max} - S_{\min}}{m_{\max} - m_{\min}} = 1,5 + (0,91 - 0,75) \cdot \frac{2,5 - 1,5}{1,01 - 0,75} = 2,11 \text{ м}^2, \quad (2.40)$$

$$S = S_{\min} + (m - m_{\min}) \cdot \frac{S_{\max} - S_{\min}}{m_{\max} - m_{\min}} = 1,5 + (0,91 - 0,75) \cdot \frac{2,5 - 1,5}{1,01 - 0,75} = 2,11 \text{ м}^2,$$

$k_{\text{в.нр}}$ – коефіцієнт, який враховує рух повітря за межами приви́бійного простору, для керування покрівлею способом повного обвалення $k_{\text{в.нр}}=1,3$;

$k_{\text{вум}}$ – коефіцієнт, що враховує витоки повітря крізь вироблений простір, при стовповій системі розробки та відповідній схемі провітрювання, $k_{\text{вум}}=1,3$;

d – допустимий за ПБ вміст метану в струмені повітря, який виходить з видобувної ділянки, $d=1\%$;

$k_{\text{н}}$ – коефіцієнт нерівномірності газовиділення на видобувній ділянці, $k_{\text{н}}=1,4$;

$g_{\text{л}}$ – відносна газовиділення з лави, визначається:

$$g_{\text{л}} = g_{\text{нл}} \cdot (1 - k_{\text{д.нл}}) + g_{\text{вн}} \cdot (1 - k_{\text{д.вн}}) \cdot k_{\text{в}}, \quad (2.41)$$

де $g_{\text{нл}}$ – відносна газовиділення з пласта C_{11} , що розроблюється, $g_{\text{нл}}=11 \text{ м}^3/\text{т}$;

$k_{\text{д.нл}}$ – коефіцієнт дегазації пласта, при дегазації пласта за допомогою пробурених в ньому свердловин з діляничного штреку $k_{\text{д.нл}}=0,3$;

$g_{\text{вн}}$ – відносна газовиділення з виробленого простору, $g_{\text{вн}}=5 \text{ м}^3/\text{т}$;

$k_{\text{д.вн}}$ – коефіцієнт дегазації виробленого простору, $k_{\text{д.вн}}=0,3$;

$k_{\text{в}}$ – коефіцієнт, що враховує долю метану, який надходить з виробленого простору в приви́бійний простір, при стовповій системі розробки $k_{\text{в}}=1$.

$$g_{\text{л}} = 11 \cdot (1 - 0,3) + 5 \cdot (1 - 0,3) \cdot 1 = 11,2 \text{ м}^3/\text{т}.$$

$$A_{\text{доб.газ}} = \frac{864 \cdot 6 \cdot 2,11 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 1}{1,4 \cdot 11,2} = 1179 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

За можливий добовий видобуток з лави приймаємо меншу з розрахованих величин $A_{\text{доб}} = 951$ т/добу. Тоді, кількість циклів з видобутку вугілля за добу буде:

$$\ddot{n}_y = \frac{A_{\text{доб}}}{l_n \cdot m \cdot r \cdot \gamma \cdot C}; \quad (2.42)$$

$$\ddot{n}_y = \frac{951}{170 \cdot 0,91 \cdot 0,8 \cdot 1,31 \cdot 0,97} = 6_{\text{циклів}}$$

Тривалість циклу з урахуванням трьох видобувних змін складе:

$$\ddot{T}_y = \frac{(T_{\text{зм}} - t_{\text{пз}}) \cdot n_{\text{зм}}}{\ddot{n}_y}; \quad (2.43)$$

$$\ddot{T}_y = \frac{(360 - 20) \cdot 3}{6} = 170_{\text{хв.}}$$

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ВИДОБУВНОГО ОБЛАДНАННЯ

3.1 Короткі відомості про електропостачання підземних дільниць та видобувної дільниці

В підземних умовах шахти застосована напруга: для розподільчих мереж – 6кВ; для силових електроприймачів підземних дільниць – 660В; для стаціонарних освітлювальних установок та ручного електроінструменту – 127В. Живлення підземних споживачів передбачено від головної понижувальної підстанції (ГПП) чотирма ствольними броньованими кабелями, що прокладені в допоміжному (клітьовому) стволі. Далі електроживлення надходить до центральної підземної підстанції (ЦПП) горизонтів, що обладнуються високовольтними розподільними пристроями типу КРУВ-6 та пересувними трансформаторними підстанціями серії ТСВП та КТПВ. Для розподілення електроенергії в межах пластів споруджені високовольтні розподільні пункти (РПП-6) на західному і східному крилах та в приствольних дворах горизонтів. Низьковольтні розподільні пункти підземних дільниць (РПП-0,66) комплектуються автоматичними вимикачами серії АВ та пускачами серії ПВІ. Кабельна мережа підземних дільниць представлена гнучкими кабелями перетином до 95мм².

Видобувна дільниця по пласту С₁₁ має довжину лави L_л=170м. Видобувне обладнання представлено механізованим комплексом МДМ, до складу якого входить: видобувний комбайн КА200 з потужністю електропривода Р_{ка}=200кВт, скребковий конвеєр лави з електроприводом Р_{СП}=2×110кВт, винесена система подачі видобувного комбайна (ВСП) з потужністю електроприводу Р_{ВСП}=2×55кВт, маслостанція типу СНД200 з двигунами Р_{СНД}=2×55кВт, насосна станція зрошення типу НУМС-30 з потужністю електроприводу Р_{НУМС}=30кВт, лебідки ЛГКН потужністю 17кВт, 3ЛП потужністю 18,5кВт та ЛС-30 потужністю 18,5кВт, установкою для

приготування емульсії потужністю 5,5кВт, бурова установка з потужністю 40кВт, ручне електричне свердло типу СЕР-19 потужністю 1,1кВт. Для живлення електроприводів обладнання видобувної дільниці застосована напруга 660В.

3.2 Параметри дільничної трансформаторної підстанції

Одним з головних параметрів дільничної трансформаторної підстанції є її повна потужність. Вона залежить від потужності та кількості електроприводів електромеханічного обладнання видобувної дільниці, які включені у даний момент. Для врахування цього моменту застосовано метод розрахунку повної потужності трансформатора за допомогою коефіцієнту попиту.

Коефіцієнт попиту для видобувних дільниць із застосування комбайнових комплексів з механізованим гідравлічним кріпленням та з автоматичним блокуванням послідовності пуску електродвигунів визначається за наступною формулою [8]:

$$K_n = 0.4 + 0.6 \times \frac{P_{n, \text{наіб}}}{\sum_1^n P_{ni}}; \quad (3.1)$$

$$K_n = 0.4 + 0.6 \times \frac{200}{750,6} = 0,544.$$

Всі дані параметрів електроприводів видобувного обладнання зведено в таблиці 3.1.

Розрахункова повна потужність підземної дільничної пересувної підстанції (ПДПП) вибирається з урахуванням розрахункового електричного

навантаження S_p , кВА, тобто загальної потужності приєднаних до трансформаторної підстанції електроспоживачів за формулою:

$$S_{mp} = K_n \times \frac{\sum_{i=1}^n P_{ni}}{\cos \varphi_{cp}}; \quad (3.2)$$

$$S_{mp} = \frac{0,544 \times 750,6}{0,7} = 583 \text{ кВА}.$$

Середній коефіцієнт потужності для видобувної ділянки зазвичай досить низький та складає $\cos \varphi_{cp} = 0,7$.

Номінальна стандартна повна потужність S_{mn} трансформатора ПДПП повинна відповідати умові:

$$S_{mn} = 630 \text{ кВА} \geq S_{mp} = 583 \text{ кВА}.$$

Можливо прийняти дві пересувні трансформаторні підстанції типу ТСВП-400/6 та ТСВП-250/6, які є в достатній кількості на шахті, або одну типу КТПВ-630/6, яка є новою та більш досконалою. Перевагу віддано останньому варіанту, так як втрати потужності менші у одного трансформатора ніж у двох.

Коефіцієнт завантаження дільничного трансформатора визначається:

$$B_r = \frac{S_p}{S_{mn}} = \frac{583}{630} = 0,92. \quad (3.3)$$

Параметри обраної трансформаторної підстанції типу КТПВ-630/6 наведено у таблиці 3.2 [5].

Таблиця 3.1 – Параметри електроприводів видобувної дільниці

Електро-приводи споживачів	Тип електродвигуна	Номинальна потужність P_n , кВт	Коефіцієнт завантаження K_z	Номинальні		Пускові	
				Струм, А. I_n	$\cos\varphi_n$	Струм, А. I_n	$\cos\varphi_n$
Видобувний комбайн КА200	ЭКВ-3,5-180	180	0,85	208	0,85	1100	0,5
Скребокний конвеєр лави СП26У	2ВР-2803-4	2*110	0,85	122	0,85	911	0,5
Винесена система переміщення ВСП	2ВР-250М-6	2*55	0,9	60	0,87	360	0,52
Маслостанція СНД200	ВА02-280М-10	2*55	0,75	71,7	0,73	358	0,54
Насосна станція зрошення НУМС-30	ВАО-81-6	30	0,75	33,5	0,88	234,5	0,55
Лебідка ЛГКН	ВАО-62-4	17	0,80	19	0,86	133	0,55
Лебідка ЗЛП	ВР-180М-6	18,5	0,8	21,7	0,83	130	0,55
Лебідка ЛС-30	ВР-180М-6	18,5	0,8	21,7	0,83	130	0,55
Установка приготування емульсії УПЕ	2ВР-132М-8	5,5	0,8	8,1	0,70	40	0,50
Бурова установка	ВАО-82-6	40	0,75	44	0,88	308	0,55
Разом		750,6		864,8			

Таблиця 3.2 – Параметри трансформаторної підстанції типу КТПВ-630/6

Номінальна потужність, кВА	630
Напруга холостого ходу, В висока сторона (ВН) низька сторона (НН)	6000±5% 690
Номінальний струм, А висока сторона низька сторона	60,6 527
Напруга короткого замкнення, %U _{ном}	3,5
Струм холостого ходу, % I _{ном}	1,5
Втрати, Вт холостого ходу при U _{ном} короткого замкнення при COS φ = 1	2690 4700
Опір, Ом повний активний індуктивний	0,0266 0,0059 0,0259

3.3 Параметри кабельного господарства видобувної ділянки

Визначимо довжину кабелів електроспоживачів видобувної ділянки. З урахуванням провисання гнучкого кабелю (стандартне значення 10%) та відстані до РПП-0,66 довжина кабелю від пускача до видобувного комбайна складає [9]:

$$L_{\text{ком}} = 1.1 \times (170 + 60) = 253 \text{ м.}$$

Довжина кабелю до головного і хвостового приводів скребкового конвеєру лави буде:

$$L_{\text{гол. кон}} = 1.1 \times 60 = 66 \text{ м;}$$

$$L_{\text{хвос. кон}} = 1.1 \times (170 + 60) = 253 \text{ м.}$$

Довжина магістрального кабелю від трансформатора до РПП-0,66 розраховується:

$$L_{\text{МК}} = 1.1 \times 20 = 22 \text{ м.}$$

Довжини інших електроприймачів видобувної ділянки заносимо до таблиці 3.3.

Номінальні струми електроприводів визначають за каталогом або за формулою:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} * U_n * \cos \varphi_n}, \quad (3.4)$$

де P_n – номінальна потужність електроприводу, кВт;

U_n – номінальна напруга мережі живлення, кВ;

$\cos \varphi_n$ – номінальний коефіцієнт потужності електроприводу приймачів.

Струм пускового режиму електроприводу з асинхронним двигуном визначають через кратність номінального струму:

$$I_n = K_n \times I_n. \quad (3.5)$$

Всі інші параметри кабелів електроприймачів видобувної ділянки також заносимо в таблицю 3.3.

Вибір перетину силових жил кабелю за нагрівом зводиться до порівняння розрахункового струму I_p з тривало допустимим струмом для стандартних перетинів кабелів:

$$I_p \leq I_{\text{тр}}. \quad (3.6)$$

Допустимі струми наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.3 – Параметри кабелів видобувної ділянки

Найменування споживачів	Тип кабелю	Перетин жил, мм ²	Довжина, м	Питомий повний опір z, Ом	Фазовий параметр	Ємність, мкФ/км	Опори	
							активний	індуктив- ний
Видобувний комбайн КА200	КГЭШ	3×70	130	0.292	15.7°	0.66	0,281	0,079
Скребковий конвеєр лави СП26У	КГЭШ	3×70	350	0.292	15,7	0.66	0,281	0,079
Винесена система переміщення ВСП	КГЭШ	3×35	25	0.56	8.5	0.53	0,55	0,084
Маслостанція СНД200	КГЭШ	3×35	15	0.56	8,5	0.53	0,55	0,084
Насосна станція зрошення НУМС-30	КГЭШ	3×35	35	0.56	8.5	0.53	0,55	0,084
Лебідка ЛГКН	КГЭШ	3×25	100	0,712	6,5	0,426	0,809	0,089
Лебідка ЗЛП	КГЭШ	3×16	40	1.22	5.1	0.361	1,21	0,09
Лебідка ЛС-30	КГЭШ	3×16	20	1,22	5,1	0,361	1,21	0,09
Установка приготування емульсії УПЕ	КГЭШ	3×10	30	3,34	2,7	0,35	3,3	0,095
Бурова установка	КГЭШ	3×25	150	0,712	6,5	0,426	0,809	0,089
Магістраль	КГЭШ	3×95	22	0,281	22	0,77	0,203 0,281	0,078 0,079
		3×70	22	0,292	15,7	0,66		

Струм магістрального кабелю визначається з урахуванням коефіцієнта попиту [8]:

$$I_{mk} = \frac{K_n \times \sum_1^n P_{ni}}{\sqrt{3} \times U_H \times \cos \varphi_{cp}}; \quad (3.7)$$

$$I_{mk} = \frac{0.544 \times 750.6}{\sqrt{3} \times 660 \times 0.85} = 420 \text{ A.}$$

Визначимо параметри дільничної мережі за втратою напруги. Для цього знайдемо коефіцієнт трансформації дільничного трансформатора:

$$k_m = \frac{U_{n1}}{U_{o2}} = \frac{6000}{690} = 8.7. \quad (3.8)$$

Напруга на затискачах трансформатора в холостому режимі буде:

$$U_{20} = \frac{U_{1e}}{KT} = \frac{5900}{8.7} = 678 \text{ В}, \quad (3.9)$$

де U_{1e} – напруга на дільничній підстанції з урахуванням втрат в високовольтній розподільній мережі, $U_{1e}=5900\text{В}$.

Гранично допустима напруга на затискачах електродвигунів в робочому режимі складає:

$$U_{гран}=0.95 \times U_H = 0.95 \times 660 = 627 \text{ В}. \quad (3.10)$$

Допустима втрата напруги в кабельній мережі дільниці визначається:

$$\Delta U_{гран} = U_{20} - U_{гран} = 678 - 627 = 51 \text{ В}. \quad (3.11)$$

Допустима втрата напруги визначається в границі $(1.05 - 0.95) \times U_n$ та для нашої кабельної мережі напругою 660В складає $\Delta U_n = 690 - 627 = 63\text{В}$ і це 10% від номінального значення напруги.

В протяжних розподільчих мережах напруга на вході дільничних трансформаторів відхиляється від номінальної величини і це повинно враховуватися. В нашому випадку допустима втрата напруги складає 51В. Визначимо її у відсотках:

$$\Delta U_{\text{гран}} \% = \frac{\Delta U_{\phi}}{\Delta U_n} \times 10\% = \frac{51}{63} \times 10\% = 8.1\%. \quad (3.12)$$

Втрата напруги в трансформаторі складає:

$$\Delta U_{mn} \% = B_m \times U_{k3} \% \times \cos(\varphi_{mn} - \varphi). \quad (3.13)$$

де B_m – коефіцієнт завантаження дільничного трансформатора, визначений раніше $B_m = 0.92$;

$U_{k3} \%$ – напруга короткого замкнення (КЗ) трансформатора, $U_{k3} \% = 2.565\%$;

φ_{mn} – фазовий параметр трансформатора видобувної дільниці, $\varphi_{mn} = 77.7^\circ$;

φ – фазовий параметр навантаження, $\cos \varphi = 0.85 \Rightarrow \varphi = 31.7^\circ$.

$$\Delta U_{mn} \% = 0.92 \times 2.565 \times \cos(77.7^\circ - 31.7^\circ) = 1.32\%.$$

Втрата напруги в магістральному кабелі визначається:

$$\Delta U_m \% = \frac{100 \times K_n \times \sum_{i=1}^n P_{ni} \times L_m \times Z_{om} \cos(\varphi - \varphi_{m1})}{2 \times U^2 \times \cos \varphi}, \quad (3.14)$$

де K_n – коефіцієнт попиту видобувної дільниці, $K_n = 0.544$;

$\sum_1^n P_{\text{нi}}$ – номінальна потужність споживачів, $\sum_1^n P_{\text{нi}} = 750,6 \text{ кВт}$;

$L_{\text{м}}$ – довжина магістралі, $L_{\text{м}} = 0,022 \text{ км}$;

$Z_{\text{о.м}}$ – питомий опір магістрального кабелю, $Z_{\text{о.м}} = 0,292 \text{ Ом/км}$.

$$\Delta U_{\text{м}} \% = \frac{100 \times 480 \times 0.9 \times 0.022 \times 0.292 \cos(31.7 - 15.7) \times 10^3}{2 \times 660^2 \times 0.85} = 0,34\%.$$

Витрата напруги в комбайновому кабелі визначається:

$$\Delta U_{\text{к}} \% = \frac{100 \times 180 \times 0.9 \times 0.13 \times 0.292 \cos(31.7 - 15.7) \times 10^3}{660^2 \times 0.85} = 1.59\%.$$

Втрата напруги в кабельній мережі видобувної ділянки у відсотках:

$$\Delta U_{\text{ф}} \% = \Delta U_{\text{тр}} \% + \Delta U_{\text{м}} \% + \Delta U_{\text{к}}. \quad (3.15)$$

$$\Delta U_{\text{ф}} \% = 1.32 + 0.34 + 1.59 = 3.25\%.$$

$$\Delta U_{\text{ф}} \% = 3,25\% < \Delta U_{\text{гран}} \% = 8,1\%.$$

Умова за допустимою втратою напруги для більш навантаженого та протяжного кабелю видобувного комбайна виконується; отже, для інших кабелів споживачів видобувної ділянки також ця умова буде виконана.

Перевіримо кабельну мережу в пусковому режимі. Пускова потужність найбільшого електродвигуна (електропривод видобувного комбайна):

$$P_{\text{пуск}} = \gamma \times P_{\text{н}}, \quad (3.16)$$

де γ – коефіцієнт пускової потужності трансформатора:

$$\gamma = \frac{K_v^2 \times K_n \times \cos \varphi_{\text{пуск}}}{\cos \varphi_n}, \quad (3.17)$$

K_v – допустимий коефіцієнт зниження напруги в пусковому режимі, $K_v=0,8$;

K_n – коефіцієнт кратності пускового струму, $K_n=5,7$;

$\cos \varphi_{\text{пуск}}$ – коефіцієнт потужності в режимі пуску асинхронного електродвигуна, $\cos \varphi_{\text{пуск}}=0,5$;

$\cos \varphi_n$ – номінальний коефіцієнт потужності, $\cos \varphi_n=0,85$.

$$\gamma = \frac{0.8^2 \times 5.7 \times 0.5}{0.85} = 2.15.$$

$$P_{\text{пуск}} = 2,15 \times 180 = 378 \text{ кВт}.$$

Активна потужність в трансформаторній підстанції в режимі пуску найбільшого електродвигуна:

$$P_{\text{пус}} = P_{\text{найб}} \times (\gamma + m \times K_{з. \text{реш}}), \quad (3.18)$$

де $P_{\text{найб}}$ – потужність електроприводу найбільшого споживача, $P_{\text{найб}}=180 \text{ кВт}$;

m – відношення потужності решти споживачів до потужності найбільшого електроприводу в мережі:

$$m = \frac{P_{\text{н уст}} - P_{\text{н найб}}}{P_{\text{н найб}}}; \quad (3.19)$$

$K_{з. \text{реш}}$ – коефіцієнт завантаження решти електродвигунів, $K_{з. \text{реш}}=0,85$.

$$m = \frac{750,6 - 180}{180} = 3,17.$$

$$P_{\text{пус}} = 180 \times (2,15 + 0,8 \times 3,17) = 843 \text{ кВт}.$$

Коефіцієнт потужності кабельної мережі в режимі пуску найбільшого електродвигуна розраховується:

$$\cos \varphi'_n = \frac{\gamma \times \cos \varphi_n + m \times K_{\text{зав}} \times \cos \varphi}{\gamma + m \times K_{\text{зав}}};$$

$$\cos \varphi'_n = \frac{2,15 \times 0,85 + 3,17 \times 0,8 \times 0,85}{2,15 + 3,17 \times 0,8} = 0,85 \Rightarrow \varphi'_n = 31,7^\circ.$$

Коефіцієнт завантаження трансформатора в пусковому режимі найбільшого електродвигуна буде:

$$B_{m.\text{пус}} = \frac{P_{\text{пус}}}{S_{\text{нт}} \times \cos \varphi_n} = \frac{843}{650 \times 0,85} = 1,57. \quad (3.20)$$

Втрата напруги в трансформаторі в режимі пуску найбільшого електродвигуна визначається:

$$\Delta U_{\text{тн пус}} \% = B_{\text{т пус}} \times U_{\text{кз}} \% \times \cos(\varphi_{\text{тн}} - \varphi'_n),$$

$$\Delta U_{\text{тн пус}} \% = 1,57 \times 2,565 \times \cos(77,7^\circ - 31,7^\circ) = 2,79\%.$$

Втрата напруги в магістралі при перехідному режимі (пуск найбільш потужного двигуна видобувної ділянки) буде:

$$\Delta U_{\text{мпуск}} \% = \frac{100 \times P_{\text{пуск}} \times L_{\text{мк}} \times Z_{\text{мк}} \times \cos(\varphi'_n - \varphi_{\text{мк}})}{2 \times U^2 \times \cos \varphi'_n}. \quad (3.21)$$

$$U_{\text{мпуск}} \% = \frac{100 \times 843 \times 0.022 \times 0.292 \cos(31.7^\circ - 15.7^\circ) \times 10^3}{2 \times 660^2 \times 0.85} = 0.7\%.$$

Втрата напруги в комбайновому кабелю в пусковому режимі розраховується:

$$\Delta U_{\text{кпуск}} \% = \frac{100 \times P_n \times \gamma \times L_k \times Z_k \times \cos(\varphi'_n - \varphi_k)}{U^2 \times \cos \varphi_k}; \quad (3.22)$$

$$\Delta U_{\text{кпуск}} \% = \frac{100 \times 180 \times 10^3 \times 2.15 \times 0.13 \times 0.292 \cos(31.7^\circ - 15.7^\circ)}{660^2 \times 0.5} = 6.48\%.$$

Загальна втрата напруги в дільничній кабельній мережі при пуску найбільш потужного електродвигуна (комбайна) складає:

$$\Delta U_{\text{пуск}} \% = \Delta U_{\text{тн пус}} \% + \Delta U_{\text{м пус}} \% + \Delta U_{\text{к пус}} \%; \quad (3.23)$$

$$\Delta U_{\text{пуск}} \% = 2.79\% + 0.7\% + 6.48\% = 9.97\%.$$

Гранична допустима напруга в режимі пуску найбільш потужного електродвигуна є:

$$U_{\text{пус гран}} = 0.8 \times U_n = 0.8 \times 630 = 528\text{В}. \quad (3.24)$$

Допустима втрата напруги в пусковому режимі в кабельній мережі видобувної дільниці розраховується:

$$\Delta U_{\text{пус}} = U'_{02+5\%} - 0.8 \times U_n = 231\text{В}. \quad (3.25)$$

У відсотках отримані значення $\Delta U_{\text{пус}}$ будуть:

$$\Delta U_{\text{нyc}} \% = \frac{\Delta U_{\text{нyc}}}{U_1} \times 100 = \frac{231}{660} \times 100\% = 35\%. \quad (3.26)$$

Отже, умова пуску найбільш потужного електродвигуна видобувної ділянки виконується:

$$\Delta U_{\text{доп пуск}} \% = 35\% > \Delta U_{\text{пуск}} \% = 9.97\%.$$

Знайдемо струми короткого замкнення (к.з.) в діляничній мережі. Максимальне значення струму к.з. визначається на затискачах трансформатора видобувної ділянки:

$$I_{\text{кз max}}^{(3)} = \frac{100 \times I_n}{K_p (U_{\text{кз}} \% + P\%)} = \frac{100 \div 569}{\frac{21}{20} \times (2.565 + 2.95)} = 9826 \text{ А}, \quad (3.27)$$

де $I_{\text{нт}}$ – номінальний струм трансформатора видобувної ділянки:

$$I_{\text{нт}} = \frac{S_{\text{тн}}}{\sqrt{3} \times U_n} = \frac{630 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 660} = 569 \text{ А}; \quad (3.28)$$

$p\%$ – параметричний коефіцієнт потужності зовнішньої мережі:

$$P\% = \frac{100 \times S_{\text{тн}}}{S_{\text{кз діль}}^{(3)}} = \frac{100 \times 630 \times 10^3}{22 \times 10^6} = 2.95\%; \quad (3.29)$$

$S_{\text{кз діль}}^{(3)}$ – потужність трифазного к.з. розподільної високовольтної підземної мережі, $S_{\text{кз діль}}^{(3)} = 22 \text{ МВА} = 22 \times 10^6 \text{ ВА}$;

K_p – коефіцієнт регулювання трансформації напруги, $K_p = \frac{21}{20}$.

Повний опір трансформатора видобувної дільниці визначається:

$$Z_{mn} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times I_{кз\max}^{(3)}} = \frac{660}{\sqrt{3} \times 9826} = 0.039 \text{ Ом.} \quad (3.30)$$

Трифазний струм к.з. на РПП-0,66 лави розраховується:

$$I_{кз\text{ рпн}}^{(3)} = \frac{I_{кз\max}^{(3)}}{\sqrt{1 + n_1^2 + 2 \times n_1 \cos(\varphi_{mn} - \varphi_{mk})}}, \quad (3.31)$$

де n_1 – відношення повних опорів магістрального кабелю до трансформатора видобувної дільниці:

$$n_1 = \frac{Z_{mk} \times L_{mk}}{Z_{mn}} = \frac{0.292 \times 0.022}{2 \times 0.039} = 0.16; \quad (3.32)$$

φ_{mk} – фазовий параметр магістрального кабелю, $\varphi_{mk}=15,7^\circ$.

$$I_{кз\text{ рпн}}^3 = \frac{9826}{\sqrt{1 + 0,16^2 + 2 \times 0,16 \cos(77,7^\circ - 15,7^\circ)}} = 9061 \text{ А.}$$

Повний опір мережі до РПП-0,66 лави буде:

$$Z_{pnn} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \times I_{кз\text{ рпн}}^{(3)}} = \frac{660}{\sqrt{3} \times 9061} = 0.042 \text{ Ом.} \quad (3.33)$$

Фазовий параметр в мережі на РПП лави визначається:

$$\operatorname{tg} \varphi_{pnn} = \frac{\sin \varphi_{mn} + \Pi_1 * \sin \varphi_{\kappa}}{\cos \varphi_{mn} + \Pi_2 * \cos \varphi_{\kappa}}; \quad (3.34)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{pnn} = \frac{\sin 77.7^\circ + 0.16 \times \sin 15.7^\circ}{\cos 77.7^\circ + 0.16 \times \cos 15.7^\circ} = 2.78 \Rightarrow \varphi_{pnn} = 70^\circ.$$

Струм на затискачах електропривода видобувного комбайну складає:

$$I_{\kappa\kappa}^{(3)} = \frac{I_{\kappa\kappa pnn}^{(3)}}{\sqrt{1 + n_2^2 + 2 \times n_2 \times \cos(\varphi_{pnn} - \varphi_\kappa)}}, \quad (3.35)$$

де n_2 – коефіцієнт зниження струму к.з. в комбайновому кабелі:

$$n_2 = \frac{Z_\kappa \times L_\kappa}{Z_{pnn}} = \frac{0.292 \times 0.13}{0.042} = 0.9. \quad (3.36)$$

$$I_{\kappa\kappa}^{(3)} = \frac{9061}{\sqrt{1 + 0.9^2 + 2 \times 0.9 \times \cos(70^\circ - 15.7^\circ)}} = 5357 \text{ А.}$$

3.4 Параметри пускозахисної апаратури видобувної дільниці

Автоматичний вимикач застосовується для відключення великих струмів к.з., які не зможе відключити пускач. Він вбудовується як з низького боку трансформаторної підстанції дільниці так і встановлюється окремо на енергопотягу, РПП-0,66 видобувної дільниці. Автоматичний вимикач вибирається за умовою: $I_p \leq I_n$; перевіряється за граничним струмом відключення. Струм в магістральному кабелі $I_p=176\text{А}$. Приймаємо автоматичний вимикач АВ-320ДО на номінальну напругу $U_n=660\text{В}$ та номінальний струм $I_n=320 \text{ А}$, граничний струм вимикання $I_{cp}=20\text{кА}$.

$$320\text{А} > 176\text{А}; 20000\text{А} > 1.2 \times 9826 = 11791,2\text{А}.$$

Автоматичний вимикач приймається. До того ж з низького боку трансформаторної підстанції розміщено стандартний автоматичний вимикач типу АЗ742УУ5 на номінальний струм 630А та напругу 660В, граничний струм відключення 10кА.

Магнітні пускачі добираються за номінальною напругою $U_n=660\text{В}$ та номінальним струмом пускача $I_{nn} \geq I_p$. Робочий струм електроприводу видобувного комбайна $I_p=208\text{А}$.

Приймаємо пускач ПВИ-250 з номінальним струмом $I_n=250\text{А}$. Пускач допускає струм на відключення (розривний) $I_{роз}=4000\text{ А}$. Перед пускачем поставлені два автомата: в пересувній трансформаторній підстанції видобувної ділянки типу КТПВ-630/6 та на РПП-0,66 лави. Перевірка виконується за формулою:

$$I_p > \frac{1.2 \times I_{\kappa 3}^{(3)}}{n \times K} = \frac{1.2 \div 9826}{3 \times 1.1} = 3573 \text{ А}; \quad (3.37)$$

$$4000\text{А} > 3573\text{А}.$$

Пускач відповідає умові відключення трифазних струмів к.з. Аналогічно вибираємо пускачі для інших електроприводів. Всі дані застосованих апаратів керування та захисту приведено в таблиці 3.4.

Зробимо вибір уставок спрацювання максимального захисту пускозахисної апаратури. Струм уставки $I_{ус.сп}$ максимального захисту вибирають за умовою:

$$I_{ус.сп} \geq I_{нус.м} + \sum_2^n I_{ні} = 5.7 \times 208 + 656.8 = 1842.4 \text{ А}, \quad (3.38)$$

де $I_{нус.найб}$ – пусковий струм найбільш потужного електродвигуна видобувної ділянки, $I_{нус.найб}=5,7 \times 208\text{А}$.

$\sum_2^n I_{hi}$ – сума номінальних струмів решти електродвигунів видобувної дільниці, $\sum_2^n I_{hi} = 656,8 \text{ A}$.

Приймаємо стандартну уставку спрацювання максимального струмового захисту для автоматичного вимикача $I_{yc\ cnp} = 2000 \text{ A}$.

Уставку спрацювання перевіряємо на надійність вимикання автоматом струму двофазного короткого замикання:

$$I_{кз}^{(2)} = 0.86 \times I_{кз}^{(3)} = 0.86 \times 9061 = 7792 \text{ A}; \quad (3.39)$$

$$\frac{I_{кз}^2}{I_{yc\ cnp}^2} = \frac{7792^2}{2000^2} = 3.9 > 1.5. \quad (3.40)$$

Розрахований коефіцієнт чутливості (надійності роботи захисту) більше стандартного значення 1,5, тому автоматичний вимикач відповідає всім вимогам.

Зробимо вибір уставок спрацювання максимального захисту пускачів. Для захисту відгалуження з одним асинхронним електродвигуном з короткозамкнутим ротором уставки спрацювання захисту вибираються:

$$I_{yc\ cnp} > I_{нyc}.$$

Для пускача комбайнового електродвигуна:

$$I_{yc\ cnp} \geq K_n \times \sum I_n = 5.7 \times 208 = 1186 \text{ A}. \quad (3.41)$$

Вибираємо стандартну уставку спрацювання максимального струмового захисту для пускача видобувного комбайна $I_{yc\ cnp} = 1300 \text{ A}$.

Перевіряємо обрану уставку за струмом двофазного к.з.:

$$I_{\text{кз}}^{(2)} = 0.86 \times I_{\text{кз}}^{(3)} = 0.86 \times 5357 = 4607 \text{ А}; \quad (3.42)$$

$$k_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{кз}}^{(2)}}{I_{\text{успр}}} = \frac{4607}{1186} = 3.8 > 1.5. \quad (3.43)$$

Розрахований коефіцієнт чутливості (надійності роботи захисту) більше стандартного значення 1,5, тому пускач видобувного комбайна відповідає всім вимогам, а великий трифазного струм к.з. буде вимикати автоматичний вимикач АВ-320ДО, встановлений між дільничним трансформатором та пускачами всіх споживачів.

Так само визначаємо уставки максимального струмового захисту для інших електроприводів та зводимо їх до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4. – Параметри низьковольтних апаратів керування та захисту

Найменування споживачів	Фактичний струм А	Фактична потужність, кВт	Тип апарата	Номинальний струм апарату, А	Граничний струм вимикання, А	Струм уставки А	Коефіцієнт чутливості захисту
Видобувний комбайн КА200	180	208	ПВІ-250	250	4000	1300	3,8
Скребок конвеєр лави СП26У	2*110	122	ПВІ-250	250	4000	750	3,64
Винесена система переміщення ВСП	2*55	60	ПВІ-125	125	2500	400	2,09
Маслостанція СНД200	2*55	71,7	ПВІ-125	125	2500	500	13,64
Насосна станція зрошення НУМС-30	30	33,5	ПВІ-63	63	1750	250	11,03
Лебідка ЛГКН	17	19	ПВІ-25	25	1500	150	6,1
Лебідка ЗЛП	18,5	21,7	ПВІ-25	25	1500	200	5,21
Лебідка ЛС-30	18,5	21,7	ПВІ-25	25	1500	200	21,96
Установка приготування емульсії УПЕ	5,5	8,1	ПВІ-25	25	1500	70	19,73
Бурова установка СЕР-19	40	44	ПВІ-63	63	1750	300	15,1
Магістраль	750,6	864,8	АВ-320ДО	350	20000	2500	3,9

При достатньому фінансуванні магнітні пускачі можливо замінити на вакуумні, які більш надійні та зручні в експлуатації. А також можливо застосувати магнітні станції керування, які більш компактні та також можуть комплектуватися вакуумними контакторами.

3.5 Параметри реле витоку

Захист від витоків (однофазних замикань) на землю в мережі 6кВ забезпечується схемними рішеннями високовольтних розподільних пристроїв типу КРУВ-6, а в низьковольтних мережах (127В, 660В, 1140В) – дільничними трансформаторами та пускозахисними апаратами, в яких вмонтовано реле витоку. Із застосуванням реле витоку струму в мережах напругою до 1140В вимагається перевіряти стійкість роботи цього реле витоку струму та недопустимої ємності мережі дільниці відносно землі, що обмежено величиною 1мкФ/фазу, при якій існуюче реле забезпечує захист від поразки електричним струмом.

Можливий опір ізоляції кабельної мережі видобувної дільниці відносно землі визначається:

$$r_{\phi} = \frac{1}{\frac{n_{mn}}{R_{mn}} + \frac{n_{\partial\phi}}{R_{\partial\phi}} + \frac{n_{an}}{R_{an}} + \frac{n_{\kappa}}{R_{\kappa}}} = \frac{1}{\frac{2}{3} + \frac{14}{1,5} + \frac{11}{1,5} + \frac{2}{1}} = 52 \text{ кОм}, \quad (3.44)$$

де n_{mn} – кількість трансформаторів, $n_{mn}=2$;

R_{mn} – опір обмотки дільничного трансформатора відносно землі, $R_{mn}=3\text{МОм}$;

$n_{\partial\phi}$ – кількість двигунів, одночасно приєднаних до кабельної мережі видобувної дільниці, $n_{\partial\phi}=14$;

$R_{\partial\phi}$ – допустимий опір ізоляції електродвигунів відносно землі,
 $R_{\partial\phi}=1,5\text{МОм}$;

n_{an} – кількість апаратів керування та захисту на видобувній дільниці,
 $n_{an}=11$;

R_{an} – опір апаратів керування та захисту відносно землі, $R_{an}=1,5\text{МОм}$.

Можливий опір ізоляції відносно землі r_{ϕ} більше критичного опору ізоляції $r_{кр}$:

$$\frac{r_{cp}}{r_{кр}} = \frac{52}{30} = 1.73. \quad (3.45)$$

Оскільки мінімальний допустимий опір ізоляції мережі перевищує більше ніж в 1,5 рази уставку критичного опору ізоляції реле витoku струму, стійка робота кабельної мережі видобувної дільниці забезпечується.

Можлива величина ємності кабельної мережі видобувної дільниці відносно землі буде:

$$\begin{aligned} C_1 = & C_{\text{м}} \times n \times L_{\text{м}} + C_{\text{кл}} \times L_{\text{кл}} + C_{\text{СП}} \times L_{\text{СП}} + C_{\text{всп}} \times L_{\text{всп}} + C_{\text{нумс}} \times L_{\text{нумс}} + \\ & + C_{\text{снд}} \times L_{\text{снд}} + C_{\text{лгкн}} \times L_{\text{лгкн}} + C_{\text{злп}} \times L_{\text{злп}} + C_{\text{лс}} \times L_{\text{лс}} + C_{\text{упе}} \times L_{\text{упе}} + \\ & C_{\text{бур}} \times L_{\text{бур}} + C_{\text{сер}} \times L_{\text{сер}} \end{aligned} \quad (3.46)$$

де C – питома ємність кабелів видобувної дільниці, мкФ/км (табл. 3.3);

L – довжина кабелів, км (табл. 3.3).

$$\begin{aligned} C_1 = & 2 \times 0,66 \times 0,022 + 0,13 \times 0,66 + 0,66 \times 0,35 + 0,53 \times 0,025 + 0,53 \times 0,035 + \\ & + 0,53 \times 0,015 + 0,426 \times 0,1 + 0,361 \times 0,04 + 0,361 \times 0,02 + 0,35 \times 0,01 + \\ & + 0,426 \times 0,03 = 0,466 \text{ мкФ/фазу}. \end{aligned}$$

Для урахування величини ємності електродвигунів, апаратів, трансформаторної підстанції розраховану ємність кабелів збільшуємо на 10%, отже [10]:

$$C = 1.1 \times C_1 = 1,1 \times 0,466 = 0,513 \text{ мкФ/фазу}. \quad (3.47)$$

Таким чином сумарна ємність кабельної мережі видобувної ділянки відносно землі менша 1 мкФ/фазу та експлуатація електромеханічного обладнання буде у нормальному режимі.

3.6 Параметри електричних апаратів керування та захисту напругою 6кВ, що живлять видобувну ділянку

Для керування та захисту у шахтних електричних мережах приймають рудникові вибухонебезпечні комплектні розподільчі пристрої (КРП) серії КРУВ-6, які добираються за напругою, струмом та перевіряються за граничним значенням струму і потужності к.з.

Визначимо струм к.з. з високого боку напруги трансформатора:

$$I_{pv} = \frac{I_{pn}}{K_m} = \frac{864.8}{8.7} = 99 \text{ А}. \quad (3.48)$$

Для реле струму миттєвого спрацювання, ввімкнутого за схемою неповної зірки, уставку спрацювання максимального захисту силових трансформаторів добирають:

$$I_{cnp} = \frac{K_n \times (K_l \times I_{n\text{найб}} + I_{pux})}{K_m} = \frac{1.3 \times (5.7 \times 208 + 656.8)}{8.7} = 275 \text{ А}, \quad (3.49)$$

де K_n – коефіцієнт надійності захисту, $K_n=1,3$.

Перевіримо забезпечення безпеки в шахтних мережах напругою 6кВ. Гранична ємність відносно землі в високовольтних мережах шахти визначається:

$$C_{\text{гран}} \frac{U_{\text{дон}} \times 10^6}{\sqrt{3} \times R_3 \times U_n \times \omega} = \frac{42 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 2 \times 6 \times 10^3 \times 314} = 6.44 \text{ мкФ/фаза}, \quad (3.50)$$

де $U_{\text{дон}}$ – допустима напруга при дотику до струмоведучих частин в умовах шахти, $U_{\text{дон}}=42\text{В}$;

R_3 – допустимий опір заземлення в підземних мережах, $R_3=2\text{Ом}$ [11];

U_n – номінальна напруга високовольтної мережі, $U_n=6\text{кВ}$;

ω – кругова частота струму, $\omega=314$.

Розраховуємо опір високовольтної розподільної мережі для нашої видобувної ділянки:

$$\sum_1^n C_i = n_{\text{см}} \times c_{\text{смII}} \times L_{\text{см}} + n_{\text{м1}} \times c_{\text{м1II}} \times L_{\text{м1}} + n_{\text{м2}} \times c_{\text{м2II}} \times L_{\text{м2}} + \\ + c_{\text{діль II}} \times L_{\text{длI}} + C_{\text{д2}} \times L_{\text{д2}} = 6 \times 0,789 \times 0,56 \times 0,42 + 2 \times 0,56 \times 0,42 \times 3,2 + 2 \times 0,56 \times \\ \times 0,4 \times 2,1 + 0,56 \times 0,28 \times 1,7 + 0,56 \times 0,28 \times 1,3 = 4.02 \text{ мкФ/фаз}, \quad (3.51)$$

де $n_{\text{см}}$ – кількість стволів кабелів, приєднаних на один трансформатор, $n_{\text{см}}=6$;

$n_{\text{м1}}$ – кількість паралельних кабелів в першій магістралі, $n_{\text{м1}}=2$;

$n_{\text{м2}}$ – кількість паралельних кабелів в другій магістралі, $n_{\text{м2}}=2$;

$L_{\text{см}}$ – довжина стволів кабелів, $L_{\text{см}}=0,78\text{км}$;

$L_{\text{м1}}$ – довжина першої магістралі, $L_{\text{м1}}=3,2\text{км}$;

$L_{\text{м2}}$ – довжина другої магістралі, $L_{\text{м2}}=2,1\text{км}$;

$L_{\text{длI}}$ – довжина кабелю до діляничної підстанції, $L_{\text{длI}}=1,7\text{км}$;

C_{cmII} – часткова ємність жили на оболонку ствольового кабелю,
 $c_k = 0.56 \times c_p = 0.56 \times 0.42$ мкФ/км;

$c_{m1 II}$ – часткова ємність кабелю першої магістралі, $c_{m1 II} = 0.56 \times 0.42$ мкФ/км;

$c_{m2 II}$ – часткова ємність кабелю другої магістралі, $c_{m2 II} = 0.56 \times 0.42$ мкФ/км;

$c_{діль1 II}$ – часткові ємності дільничних кабелів, $c_{діль1 II} = 0.56 \times 0.28$ мкФ/км.

Аналіз показує, що ємність кабелів СБ, СБГ, ЦСКН, ЦСКЛ напругою 6кВ в процесі експлуатації підвищується приблизно на 10% від урахованої, тобто:

$$C = 1.1 \times \sum_1^n c_i = 1.1 \times 4.02 = 4.42 \text{ мкФ/фазу} \leq 6.44 \text{ мкФ/фазу}. \quad (3.52)$$

Отже, величина ємності високовольтної розподільної мережі менше гранично допустимої величини.

4 ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРУ

Для підвищення надійності роботи електроприводу скребкового конвеєру лави пропонується чергування пускових режимів двигунів. Принципова схема пристрою дистанційного управління електроприводом скребкового конвеєру зображено на рисунку 4.1. Пристрій містить пускачі 1 і 2 верхнього та нижнього електроприводів (рис. 4.1), кнопки 4 і 5 «Стоп» та «Пуск», випрямляч 10, реле 11 часу, реле пускові 12 і 13, підсилювачі 14 і 15, інвертор 16, лічильник 17 циклів та одинівбратор 18. При натисканні кнопки 5 «Пуск» формується імпульс з одинівбратора 18 та через лічильник 17 подається на підсилювач 14, а сигнал, що інвертується інвертором 16, подається на підсилювач 15. При цьому спрацьовує реле 12 та пускач 1. Перший двигун запускається. При здійсненні повторної операції «Пуск» з виходу лічильника 17 подається на вхід підсилювача 14 замикаючий потенціал, а сигнал, що проінвертується інвертором 16, відмикає підсилювач 15. Спрацьовує реле 13 та пускач 2. Запускається другий двигун. В результаті послідовного включення двигунів зменшується їх нагрівання за рахунок пускових струмів.

Схема на рисунку 4.1 містить пускачі 1 і 2 верхнього і нижнього електроприводів конвеєру, пост 3 управління з вимикачами 4 і 5 «Стоп» та «Пуск», паралельно якому включені контакти, що замикають, 6 та 7 контакторів відповідно пускачів 1 і 2 верхнього та нижнього електроприводів конвеєра, а через їх другі замикаючі контакти 8 і 9 на джерело 10 напруги приєднано реле 11 часу із затримкою на включення. Два пускові реле 12 і 13 включені на джерело 10 напруги через підсилювачі 14 і 15, входи яких одного безпосередньо 14, а другого 15 через інвертор 16 – приєднані через послідовно включені лічильник 17 циклів, одинівбратор 18, вимикачі 4 і 5 «Стоп» та «Пуск» поста 3 управління.

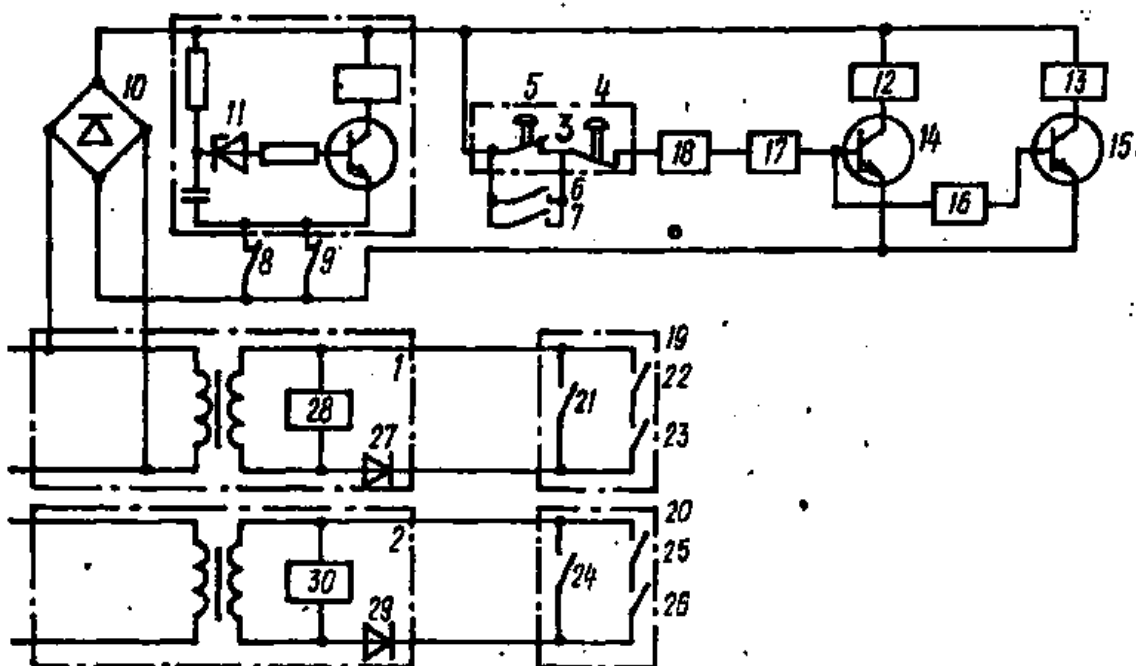


Рисунок 4.1 – Принципова схема пристрою дистанційного управління електроприводом скребкового конвеєру

Замикаючі контакти пускових реле 12 і 13, реле 14 часу об'єднані в два блоки 19 і 20. У першому блоці 19 паралельно контакту, що замикає, 21 першого пускового реле 12 включені послідовно з'єднані замикаючий контакт 22 другого пускового реле 13 і перший контакт 23 реле 11 часу. У другому блоці 20 паралельно замикаючому контакту 24 другого пускового реле 13 включені послідовно з'єднані замикаючий контакт 25 першого пускового реле 12 та другий контакт 26 реле 11 часу. Через перший блок 19 приєднаний діод 27 паралельно проміжному реле 28 пускача 1 верхнього електроприводу конвеєру, а через другий блок 20 приєднаний діод 29 паралельно проміжному реле 30 пускача 2 нижнього електроприводу конвеєру.

Пристрій дистанційного керування двохдвигунним електроприводом скребкового конвеєру працює в такий спосіб. При замиканні роз'єднувача (не показано) пускача 1 нижнього приводу конвеєра на джерелі 10 утворюється напруга. Пуск конвеєра здійснюється замиканням контактів вимикача 5 «Пуск»,

через який (а також вимикач 4 «Стоп») на джерело 10 напруги приєднується вхід одновібратора 18, з виходу якого подається імпульс на вхід лічильника 17 циклів, і на його виході встановлюється потенціал, що відкриває, який відкриває підсилювач 14 у ланцюзі першого пускового реле 16 після чого воно спрацьовує. У цей час через інвертор 16 на вхід підсилювача 15 другого пускового реле 13 подається замикаючий потенціал та друге пускове реле 13 не включається.

У включеному стані перше пускове реле 12 замикає свій перший контакт 21 в першому блоці 19 і другий замикаючий контакт 25 у другому блоці 20 через перший замикаючий контакт 21 першого блоку 19 приєднується діод 27 паралельно проміжному реле 28 постійного струму пускача 1 верхнього електроприводу конвеєра. Проміжне реле 28, спрацьовуючи, включає пускач 1 верхнього приводу, який замикаючим контактом 6 шунтує вимикач 5 «Пуск», а другим замикаючим контактом 8 приєднує на джерело 10 напруги пускове реле 11, яке з витримкою часу на включення замикає контакти 23 і 26. Через послідовно включений замикаючий контакт 25 першого пускового реле 12 і замикаючий контакт 26 реле 11 часу в другому блоці 20 приєднується діод 29 паралельно проміжному реле 30 пускача 2 нижнього електроприводу конвеєра.

Зупинка конвеєра виконується натисканням вимикача 4 «Стоп» поста управління 3, який розриває ланцюг на вході підсилювачів пускових реле. Реле 12 відключається і розмикає контакт 21 у першому блоці 19, відключає пускач 1 верхнього електроприводу та контакт 25 у другому блоці 20, відключаючи пускач 2 нижнього електропривода.

При повторному включенні вимикача 5 «Пуск» на джерело 10 напруги через вимикач 4 «Стоп» поста 3 управління приєднується одновібратор 18, який подає на вхід лічильника 17 циклів другий імпульс, при якому на виході лічильника 17 циклів з'являється замикаючий потенціал, який накладається на вхід першого підсилювача 14, і перше пускове реле 12 не вмикається. Цей замикаючий потенціал через інвертор 16 подає відкриваючий потенціал на вхід другого підсилювача 15 і друге пускове реле 13 спрацьовує, замикаючи контакт

22 в першому блоці 19 і контакт 24 у другому блоці 20. Через контакт 24 другого пускового реле 13 діод 29 приєднується паралельно проміжному реле 30 постійного струму. Воно спрацьовує та пускачем 2 приєднує до мережі нижній електропривод конвеєру. Пускач 2 замикає контакт 7 паралельно вимикачу 5 «Пуск», а другим замикаючим контактом 9 приєднує на джерело 10 напруги реле 11 часу, яке з витримкою часу на замикання включає свій замикаючий контакт 23 в першому блоці 19 і замикаючий контакт 26 у другому блоці 20. Через послідовно замкнуті контакти 22 пускового реле 13 і 23 реле 11 часу діод 27 паралельно приєднується проміжному реле 11 часу і включається пускач 1 верхнього електроприводу конвеєру.

Пристрій забезпечує зниження нагріву електроприводу конвеєра, так як при парних і непарних пусках чергуються включення першим верхній та нижній електропривод, і особливо це важливо для скребкових дволанцюгових конвеєрів лав, що працюють у режимах частих пусків.

Структура схеми наступна. Пристрій дистанційного керування дводвигунним електроприводом конвеєра, що містить джерело змінної напруги, до виходу якого підключені первинні обмотки двох високо опорних трансформаторів, паралельно вторинним обмоткам яких підключені відповідно котушки пускачів верхнього та нижнього електродвигунів, а до перших виводів котушок пускачів підключені аноди відповідно першого та другого діодів, перші замикаючі контакти обох пускачів з'єднані паралельно і підключені до виводів вимикача «Пуск», послідовно до яких приєднаний вимикач «Стоп», а другі замикаючі контакти обох пускачів також з'єднані паралельно і підключені між негативною шиною випрямляча і першим входом реле часу, до другого входу якого підключена позитивна шина випрямляча, вхід якого підключений до джерела змінної напруги, що відрізняється тим, що, з метою підвищення надійності роботи двох рухових електроприводів конвеєрів лави шляхом чергування пускових режимів двигунів, воно забезпечене лічильником циклів, двома підсилювачами, двома пусковими реле, інвертором і одновібратором, вхід якого підключений до другого виводу вимикача «Стоп», а вихід через

лічильник циклів підключений до входу першого підсилювача, через інвертор – до входу другого підсилювача, а виходи підсилювачів підключені відповідно до перших виводів відповідних пускових реле, другі виходи яких підключені до позитивної шини випрямляча і першого виводу вимикача «Пуск», другі виходи підсилювачів підключені до негативної шини випрямляча, причому катоди першого діода через замикаючий контакт першого пускового реле підключені до другого виводу вторинної обмотки першого трансформатора, а катод другого через замикаючий контакт другого пускового реле підключений до другого виводу вторинної обмотки другого трансформатора, паралельно замикаючого контакту першого реле підключені послідовно з'єднані перший замикаючий контакт реле часу та другий замикаючий контакт другого пускового реле, а паралельно першого замикаючого контакту другого пускового реле включені послідовно з'єднані другий замикаючий контакт реле часу і другий замикаючий контакт першого пускового реле.

5 ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПРИ ВЕДЕННІ ОЧИСНИХ РОБІТ

Для успішної і безаварійної роботи комплексу до його обслуговування повинні допускатися працівники, що пройшли спеціальну підготовку в системі учбово-курсівих комбінатів і мають необхідне (відповідне) посвідчення на право роботи на механізованих комплексах [13]. На кінцевих ділянках лави допускається застосування іншого типу механізованого кріплення або індивідуального кріплення з характеристикою, що відповідає гірничо-геологічним умовам.

Не допускається використання секцій кріплення, що втратили необхідну опірність гірничому тиску. Гідростійки, що вийшли із строю і інше гідроустаткування комплексу повинні бути замінені діючими із числа запасних і приведені в робочій стан. На випадок ремонту окремих секцій лавного кріплення або проявів посиленого гірничого тиску в лаві повинен передбачатися резерв індивідуальних стійок ГС або іншого типу [15].

У випадку тривалої зупинки або незадовільного стану покрівлі кріплення лави і місця сполучення її зі штреками повинні бути на час простою посилені індивідуальними стійками (із резерву) або іншими засобами.

При пересуванні секцій механізованого кріплення (лавного) і пересуванні конвеєра до вибою гірничий робітник очисного вибою (ГРОВ) повинні займати в лаві робочі місця під захистом розпертої секції [14]. При знятті розпору з секції знаходження ГРОВ перед цією секцією і в її міжстійочному просторі забороняється. Перед зняттям розпору оглядається стан покрівлі. При переміщенні секції кріплення знаходитися попереду секції, що рухається, забороняється.

Перед посуванням скребкового конвеєру до вибою одиночною секцією необхідно переконатися в надійному розпорі секції, відсутності перешкод вільному пересуванню конвеєра. Знаходження людей біля груді вибою забороняється.

Робота комбайна при вийманні вугілля дозволяється тільки при працюючій системі зрошення комбайну і місць перевантаження вугілля. Перед пуском комбайну машиніст гірничо виймальних машин (МГВМ) зобов'язаний переконатися у відсутності людей в зоні ріжучих органів машини.

Експлуатація комплексу при несправній попередній звуковій сигналізації забороняється [15]. Забороняється робота при пошкодженій заземлюючій жилі кабелю. Робота комбайну з пошкодженим кабелем забороняється.

Робота комбайну дозволяється тільки зі справним тяговим ланцюгом з'єднувальними ланками. Забороняється експлуатація тягового ланцюга з деформованими і зношеними ланками.

Після закінчення роботи комбайну на деякий час МГВМ зобов'язаний виконувати наступне: вимкнути комбайн, конвеєр; вимкнути редуктор ріжучої частини; поставити перемикач керування швидкістю подачі в нульове положення; закрити кран зрошувального пристрою [15].

Керівництво щоденним ремонтним оглядом здійснює механік дільниці, який відповідає за проведення всіх операцій з ремонту і за їх якістю.

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ЛАВИ

Визначаємо групу швидкостей подачі комбайну: для нашої швидкості подачі $V_{\pi}=4,4\text{м/хв}$ група швидкостей за [17] – XIII. Для встановлення категорії вугілля за відбійністю, враховуємо, що вугілля зі слабо вираженими тріщинками та кліважем, яке відбивається без попереднього підбою згідно [17] – III категорії.

Обсяг робіт з виймання вугілля механізованим комплексом МДМ буде:

$$V_1 = (l_{\pi} - \sum l_n) \cdot m \cdot r \cdot \gamma = (171 - 0) \cdot 0,91 \cdot 0,8 \cdot 1,31 = 163\text{т.} \quad (5.1)$$

Коефіцієнт циклічності визначається:

$$k_{\eta} = \frac{461}{163} = 2,83 \quad (5.2)$$

Трудомісткість на цикл з урахуванням коефіцієнта циклічності розраховується для: МГВМ: $\frac{2}{2,83} = 0,7$; ГРОВ: $\frac{6,6}{2,83} = 2,33$;

Розраховуємо обсяги робіт на цикл в очисному вибої:

1) зведення органного кріплення (діаметр дерев'яної стійки 14см в один ряд для кожної ніши):

$$V_2 = \frac{r}{d_{cm}} \cdot n_p = \frac{0,8}{0,14} \cdot 2 = 11\text{стійок}, \quad (5.3)$$

де d_{cm} – діаметр дерев'яної стійки, $d_{cm} = 0,14\text{м}$;

n_p – кількість рядів стійок, $n_p = 2$;

n_{∂} – додаткова кількість стійок, $n_{\partial} = 8$;

2) встановлення і вилучення ніжок аркового кріплення:

$$V_3 = \frac{2 \cdot r}{l_p} = \frac{2 \cdot 0,8}{0,8} = 2, \text{рами}; \quad (5.4)$$

3) укладання брусів по кромці (гідростійка під брус на брус на кожному штреку):

$$V_5 = \frac{2 \cdot r}{l_{уст}} = \frac{2 \cdot 0,8}{0,65} = 2,4 \text{ комплекти}; \quad (5.5)$$

4) зведення кострів:

$$V_6 = r \cdot m \cdot l_k = 0,8 \cdot 0,91 \cdot 1,3 = 0,95 \text{м}^3, \quad (5.6)$$

де l_k – ширина костра, $l_k = 1,3 \text{м}$;

5) зведення кріплення сполучення штреків (гідростійка на брус під СВП, на вентиляційному штреку – 2 комплекти в ряд, на конвеєрному – 2 комплекти в ряд):

$$V_7 = \frac{2 \cdot r}{l_6} = \frac{2 \cdot 0,8}{4} = 0,4 \text{ стійок}, \quad (5.7)$$

де l_6 – довжина бруса, $l_6 = 4 \text{м}$.

Комплексна норма виробки визначається:

$$k_8 = \frac{\text{видобуток за цикл}}{\text{необхідна кількість людин озмін}} = \frac{163}{3,601} = 45,265.$$

Комплексна розцінка 1 т вугілля:

$$P_{\kappa} = \frac{\text{сума зарплатні}}{\text{видобуток вугілля}} = \frac{118,2}{163} = 0,725.$$

Встановлюємо кількість людей, зайнятих на роботах впродовж доби:

$$N_p = N_{\text{ц}} \cdot n_{\text{ц}} + N_{\text{д.е}} \cdot n_{\text{зм}} + N_{\text{рем}} = 7 \cdot 6 + 1 \cdot 3 + 25 = 70 \text{ чоловік.} \quad (5.8)$$

Продуктивність праці складе:

$$П = \frac{A_{\text{доб}}}{N_p} = \frac{978}{70} = 13,97 \text{ т / вих.} \quad (5.9)$$

Результати розрахунків занесемо до таблиць 5.1, 5.2 та 5.3. В таблиці 5.1 вказана чисельність робітників з ремонту, в таблиці 5.2 показано графік виходів робітників за чотири зміни, в таблиці 5.3 розраховано трудомісткість робіт, що припадають на цикл.

Таблиця 5.1 – Чисельність робітників з ремонту

Вид робіт	Чисельність робітників по професіям		Разом за зміну, чол.
	Електро- слюсар	ГРОВ	
Огляд і ремонт комбайну	1	2	3
Огляд і ремонт механізованого кріплення	4	2	6
Огляд, ремонт і пересування скребкового конвеєра лави	4	2	6
Зачистка підшви лави	-	2	2
Підготовка сполучень	-	4	4
Скорочення стрічкового конвеєру	-	2	2
Огляд і ремонт апаратури керування, сигналізації і захисту	2	-	2
Разом:	11	14	25

Таблиця 5.2 – Графік виходів робітників

Назва професії	Зміна			
	I	II	III	IV
МГВМ	2	2	2	2
ГРОВ	13	12	12	12
Черговий електрослюсар	-	1	1	1
Ремонтний електрослюсар	10	-	-	-
Усього	25	15	15	15

Таблиця 5.3 – Розрахунок трудомісткості робіт, що припадають на цикл

Вид робіт	Од. виміру	Норма виробки			Обсяг робіт	Кількість людино- змін	Тариф -на ставка, грн.	Сум а з/п, грн..	Підста- ва
		за збір.	„к”	Встано -влена					
Виймання вугілля за цикл, в тому числі:	т	461	0,85	392	163	-	-	-	ЄНВ §3,т. 6(126)
МГВМ	-	-	-	-	-	0,7	387,6	231,3	-
ГРОВ	-	-	-	-	-	2,33	333,6	777,3	-
Зведення органного кріплення	стійок	89	1,3	115,7	11	0,09	333,6	30,3	ЄНВ §39,т72 (5)
Вилучення стійок арочного кріплення	рам	6,50	0,91	5,91	2	0,34	291,0	99,1	УКНВ §59,т. 105(6а)
Укладення брусів по кромці	комплекті в	43,4	0,9	39,06	2,4	0,061	333,6	20,3	ЄНВ §33,т65 (19а)
Зведення кострів	м ³	22,6	0,9	20,34	0,95	0,05	291,0	14,5	ЄНВ §41,т74 (2а)
Зведення кріплення сполучення штреків	стійок	15,62	0,89	13,90	0,4	0,03	333,6	10,2	УКНВ §18,т55 (в)
Разом:.	-	-	-	-	-	3,601	-	1182	-

ВИСНОВОК

На шахті імені Героїв космосу для видобутку вугілля по пласту C_{11} застосовано комбайновий механізований комплекс МДМ, до складу якого входить видобувний комбайн типу КА200, лавний скребковий конвеєр типу СП26, секції механізованого кріплення ДМ, кріплення сполучення типу КС, маслостанція типу СНД200/32. Для застосованої видобувної техніки визначено параметри витрат активної потужності (питомі енерговитрати на видобуток 1т гірничої маси), теоретичної, технічної та експлуатаційної продуктивності з урахуванням обмежень швидкості подачі видобувного комбайна за газовим, технічними та технологічними факторами. Було визначено параметри електропостачання даного видобувного обладнання з дослідженням кабельного господарства ділянки, апаратів ручного та дистанційного керування й захисту (в тому числі захист від витоків струму на землю). Було впроваджено пристрій дистанційного управління електроприводом скребкового конвеєру для підвищення надійності його роботи. Також приведено заходи з техніки безпеки при веденні видобувних робіт.

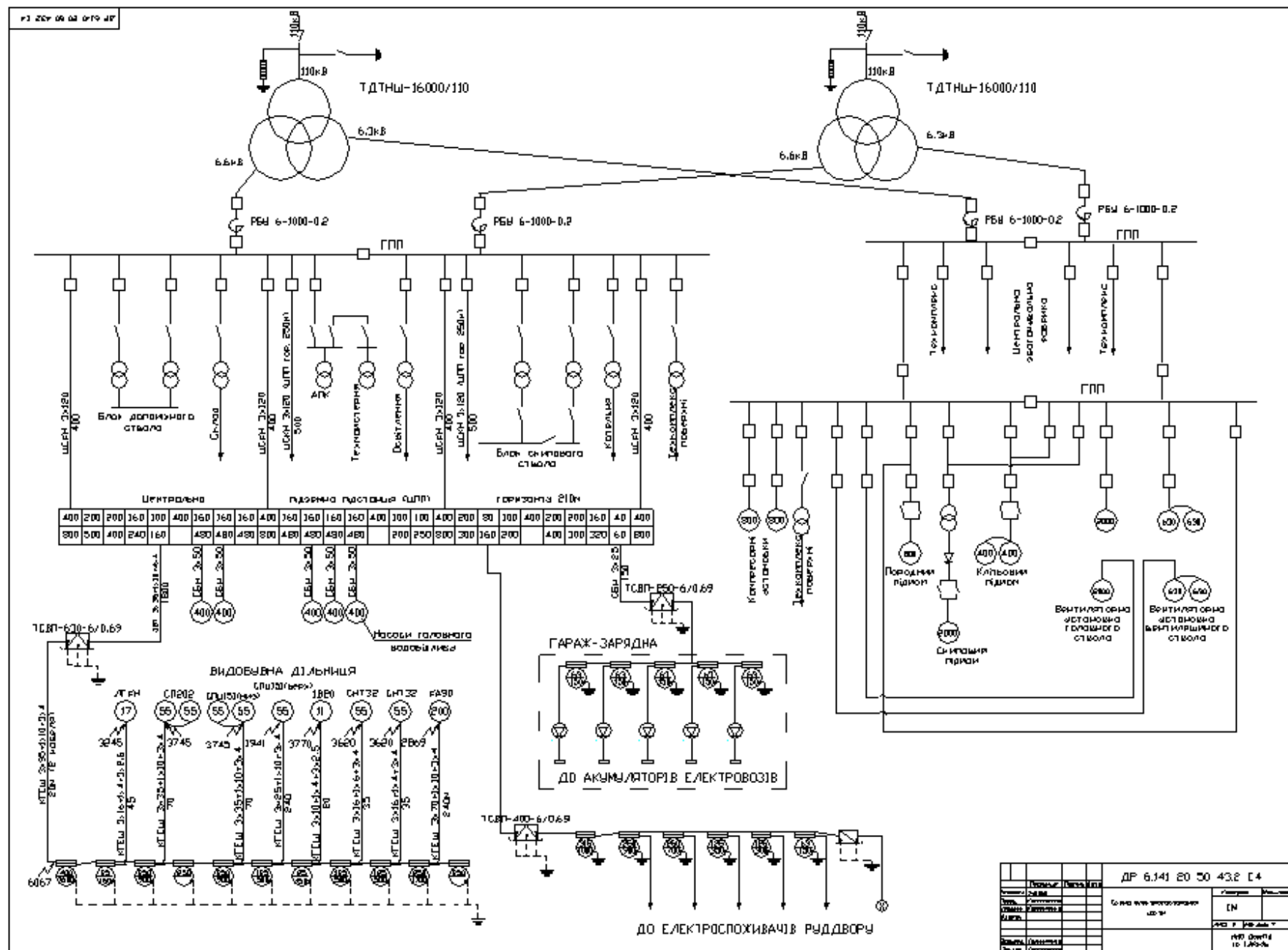
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Яцкіх В.Г., Спектр Л.А., Кучерявий А.Г. Гірничі машини та комплекси: Підр. для гірничих технікумів. - М.: Недра, 1984. – 400с.
2. Солод В.І., Зуйков В.І., Перпов К.М. Гірничі машини та автоматизовані комплекси: Підр. для вузів. – М.: Недра, 1981. – 503с.
3. Топорков А.А., Солод А.И., Лебедев А.Д. Машиніст гірничих виймальних машин. – М.: Недра, 1984. – 484с.
4. Позін Е.С., Меломед В.С., Тон В.В. Руйнування вугілля виймальними машинами. - М.: Недра, 1984. – 286с.
5. Машины и оборудование для очистных и проходческих работ. Отраслевой каталог / Часть 1. Оборудование для очистных работ. – М.: ЦНИЭИ-уголь, 1990.
6. Методичні вказівки до виконання курсового проекту по курсу «Гірничі машини та комплекси». Сост. В.І. Коновалов, П.А. Осокін, А.К. Семенченко та ін. – Донецьк: ДПІ, 1987. – 52с.
7. Справочник механика угольной шахты / А.И. Пархоменко, В.И. Остапенко, И.М. Митько и др. – М.: Недра, 1985. – 448с.
8. Медведев Г.Д. Электрооборудование и электроснабжение горных предприятий: Учебник для техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1988. – 356с.: ил.
9. Цапенко Е.Ф., Мирский М.И., Сухарёв О.В. Горная электротехника / Под ред. Цапенко Е. Ф.: Учебник для техникумов. – М.: Недра, 1986. – 431с.
10. Электрификация горных работ под редакцией Г.Г. Пивняка. – М.: Недра, 1992. – 275с.
11. Справочник по электроустановкам угольных предприятий. Электроустановки угольных шахт / В.Ф. Антонов, Ш.Ш. Ахмедов, С.А. Волотковский и др. – М.: Недра, 1988. – 727с.: ил.

12. Старіков Б.Я., Азарх В.Л., Рабінович С.М. Асинхронний електродвигун очисних комбайнів. – М.: Недра, 1981. – 288с.
13. Охрана труда: Учебник для вузов / К.З. Ушаков, Б.Ф. Кирин, Н.В. Ножкин и др. Под ред. К.З. Ушакова. – М.: Недра, 1986. – 624с.
14. Щадов М.И., Владыченко И.М. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. – М.: Недра, 1986.
15. Правила безопасности в угольных шахтах. – К: 2005. – 400с.
16. Техническое обслуживание и ремонт горно-шахтного оборудования / А.Н. Коваль, А.М. Горлин, В.И. Чекавский и др. – М.: Недра, 1987. – 344с.
17. Экономика горной промышленности. Под общей редакцией О.Б. Бокия. Учеб. пособие для студентов горных специальностей вузов. – М.: Недра, 1982. – 296с.

ДОДАТОК А

Графічна частина



ДОДАТОК Б
Перелік зауважень нормоконтролеру до дипломної роботи

Позначення документу	Документ	Умовна позначка	Зміст зауваження

дата

підпис