

ДВНЗ «Донецький Національний Технічний Університет»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет «Г і р н и ч и й»
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра «Розробки родовищ корисних копалин»
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____/Єфремов І. О./
“ ” _____ 2021 року

Випускна кваліфікаційна робота

магістр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Обґрунтування раціональної технології підготовки виїмкових полів
довжиною більше 2 км в умовах ПРАТ «ш/у Покровське»

Виконала: студентка 2 курсу, групи Р К Км-20

напряму підготовки (спеціальності) 184 «Гірництво», спеціалізація «Розробка
родовищ корисних копалин»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Терещенкова І. С.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник проф. каф. Р Р К К, д.т.н., Сахно І. Г.

(посада, наук. ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, наук. ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

*Засвідчую, що у цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних поси-
лань.*

Студентка Терещенкова І.С.

(підпис)

П о к р о в с ь к – 2 0 2 1 р

ДВНЗ «Донецький Національний Технічний Університет»

Факультет Гірничий

Кафедра Розробка родовищ корисних копалин

Освітньо-кваліфікаційний рівень (освітній ступінь) магістр

Напрямок підготовки (спеціальність) 1 8 4 «Гірництво»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

/Єфремов І.О./

“ ” 20 21 року

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

Терещенкої Ірині Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Обґрунтування раціональної технології підготовки виїмкових полів довжиною більше 2 км в умовах ПРАТ «ш/у Покровське»

керівник роботи доц. Сахно І.Г, д. т. н.

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

затверджені наказом № від “ ” 20 21 року

2. Строк подання студентом роботи 1 5 грудня 20 21 року

3. Вихідні дані до роботи матеріали переддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити: аналіз шахтної технології проведення довгих тупікових виробок, аналіз проблем, що виникають при проведенні довгих штреків, аналіз літературних джерел щодо проведення довгих виробок, вибір і обґрунтування доцільних технічних рішень для проведення штреків ПРАТ ш/у Покровське, розрахунок параметрів і порівняння варіантів, охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): викопіювання з плану гірничих виробок, паспорти проведення (шахтний варіант), типова схема провітрювання тупікових виробок (шахтний варіант), варіанти провітрювання тупікових виробок, результати розрахунків, розроблений паспорт проведення штреку довжиною більше 2 км

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 30 вересня 20 21 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ n/n	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика об'єкта дослідження	05.10.2021	
2	Аналіз проблем, що виникають при проведенні довгих штреків у вугільних шахтах	15.10.2021	
3	Аналіз існуючих схем провітрювання виробок	01.11.2021	
4	Формулювання завдання щодо проведення підготовлюючих виробок	15.11.2021	
5	Розрахунок параметрів проведення виробок і порівняння варіантів	01.12.2021	
6	Охорона праці	05.12.2021	
7	Оформлення роботи і підготовка до захисту	10.12.2021	

Студент

_____ Терещенкова І.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Сахно І.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Терещенкова І.С. Обґрунтування раціональної технології підготовки виїмкових полів довжиною більше 2 км в умовах ПРАТ «ш/у Покровське»/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 184 «Гірництво». – ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ, 2021.

Магістерська робота присвячена вирішенню актуального завдання розробки оптимальної технології підготовки виїмкових полів довжиною більше 2 км в умовах пл. d₄ блоку 10 ПРАТ «ш/у Покровське».

Розвиток відпрацювання вугілля лавами йде по шляху збільшення розмірів виїмкових полів, як за рахунок збільшення довжин лав, так і за рахунок збільшення довжини поля. Аналогічна ситуація спостерігається і в ПРАТ «ш/у Покровське». Зараз в умовах блока 10 при відпрацювання вугілля на глибині більше 900 м, довжина дільничних штреків досягає вже майже 3 км. Проведення таких виробок пов'язано з проблемами їх провітрювання і підтримання.

Проведений аналіз літературних джерел і відомих технологічних рішень дозволив узагальнити існуючі способи провітрювання екстрадовгих підготовчих виробок. На основі цього було запропоновано 3 варіанти провітрювання штреків в умовах ПРАТ «ш/у Покровське».

Було проведено розрахунок провітрювання і вибір засобів вентиляції для кожного варіанта. Обґрунтовані параметри і режими роботи вентиляторів.

Для вибору кращого варіанту проведено їх техніко-економічне порівняння. Проведено розрахунок витрат на електричну енергію, амортизацію, матеріали і проведення додаткових виробок. Обрано як кращий варіант номер три, який передбачає проведення діагональної вентиляційної виробки. Після цього наведено порядок розгазування виробок, обрана апаратура контролю надходження повітря в тупикові виробки.

Наведено вимоги охорони праці і заходи з техніки безпеки.

Ключові слова: шахта, провітрювання, схема вентиляції, вентилятор, виїмкове поле.

ABSTRACT

Tereshchenkova I.S. Substantiation of rational technology of preparation of longwall panel, longer than 2 km in the conditions of PJSC Pokrovske / Graduation qualifying work for obtaining an educational degree «Master» specialty 184 «Mining». - SHEI DonNTU, Pokrovsk, 2021.

The master's thesis is devoted to solving the urgent task of development of optimal technology for preparation of longwall panel, longer than 2 km in the conditions of seam d_4 of block 10 of PJSC Pokrovske.

The development of coal mining by longwalls follows the path of increasing the size of longwall panels, both by increasing the length of longwalls and by increasing the length of the field. A similar situation is observed in PJSC Pokrovske.

Now in the conditions of block 10 at coal mining at depth more than 900 m, the length of roadways reaches almost 3 km. Such roadways are associated with problems of ventilation and maintenance.

The analysis of literature sources and known technological solutions allowed to generalize the existing methods of ventilation of extra-long preparatory roadways. Based on this, 3 options for ventilation of roadways in the conditions of PJSC Pokrovske were proposed.

The calculation of ventilation and selection of ventilation for each option was performed. Substantiated parameters and modes of operation of fans. To choose the best option, their technical and economic comparison was conducted.

The calculation of costs for electricity, depreciation, materials and additional roadways. Chosen as the best option number three, which involves diagonal ventilation. After that the order of degassing of workings is resulted, the equipment of control of receipt of air in roadways is chosen.

Occupational safety requirements and safety measures are given.

Key words: mine, ventilation, ventilation scheme, fan, longwall panel.

ЗМІСТ

Вступ	6
1 Характеристика об'єкта дослідження	8
1.1 Стисла характеристика ПРАТ «ш/у Покровське»	8
1.2 Аналіз технології проведення довгих штреків у ПРАТ «ш/у Покровське»	12
2. Аналіз проблем, що виникають при проведенні довгих штреків у вугільних шахтах	23
3 Аналіз існуючих схем провітрювання виробок	26
4. Формулювання завдання	36
4.1 Аналіз проекту підготовки 2 лави південної панелі блоку 10	36
4.2 Формулювання завдання щодо проведення підготовлюючих виробок	40
5 Розрахунок параметрів проведення виробок і порівняння варіантів	41
5.1 Розрахунок провітрювання по варіантам	41
5.2 Економічне порівняння варіантів	43
5.3 Апаратура контролю надходження повітря	61
6. Охорона праці	76
6.1 Техніка безпеки при проведенні виробки комбайном КСП-42 (43)	76
6.2 Техніка безпеки при нарощуванні вентиляційних труб	78
6.3 Заходи з попередження небезпечних і шкідливих виробничих факторів, засоби колективної і індивідуального захисту	79
Висновки	81
Список використаних джерел	82

ВСТУП

Світова тенденція відпрацювання покладів вугілля лавами спрямована на збільшення розмірів виїмкових полей, як за рахунок збільшення довжин лав, так і за рахунок збільшення довжини поля. Останній фактор вимагає нарізання виїмкових панелей довжиною до 3-3,5 км. Проведення таких виробок пов'язано з проблемами провітрювання тупіків, особливо на великих глибинах в умовах високих температур вміщуючи порід і великому метановиділенні.

Не є виключенням і ПРАТ «ш/у Покровське», яке також поступово збільшує розміри виїмкових ділянок. Так в умовах блока 10 довжина дільничних штреків вже наближується до 3 км, що потребує оптимізації режимів провітрювання таких виробок під час підготовки виїмкових полів.

В зв'язку з цим основним завданням магістерської роботи є розробка оптимальної технології підготовки виїмкових полів довжиною більше 2 км. Відпрацювання запасів вугілля у ПРАТ «ш/у Покровське» зараз ведеться на глибинах більше 900 м, що викликає певні проблеми з тепловим режимом і пило-газовим режимом в виробках, що проводяться.

В зв'язку з цим метою магістерської роботи є вибір оптимального варіанта підготовки виїмкових полів довжиною більше 2 км.

Завдання:

1. Виконати аналіз шахтної технології проведення довгих тупікових виробок.
2. Провести аналіз проблем, що виникають при проведенні довгих штреків.
3. Провести вибір і обґрунтування доцільних технічних рішень для проведення штреків ПРАТ ш/у Покровське.
4. Провести розрахунок параметрів і порівняння варіантів.

Методи дослідження.

Під час проведення огляду літератури використовувались такі методи: патентний пошук, аналіз, синтез. При критичній оцінці варіантів підготовки виїмкового поля використовувалися загальнонаукові методи. При проведенні розрахунків провітрювання, економічній оцінці варіантів використовувались метод інженерних розрахунків, метод техніко-економічних розрахунків.

Структура та обсяг роботи.

Робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел з 16 найменування; містить 77 сторінок основного тексту, 28 рисунків, 9 таблиць, загальний обсяг роботи складає 83 сторінки.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Стисла характеристика ПРАТ «ш/у Покровське»

ПРАТ «ш/у Покровське», відоме також як шахта «Красноармійська-Західна №1» («КЗ-1») побудовано за проектом «Донецького державного інституту проектування шахт» й введено в роботу в 1990 р.

Строк служби шахти «КЗ-1», згідно затвердженого проекту при промислових запасах 101,8 млн. - 60 років.

Проте, ще у 2014р видобуток ПРАТ «ш/у Покровське» спочатку експлуатації перевищив 100 млн тон. Максимальний річний видобуток «КЗ-1» перевищував 8 млн.т, тому запаси були відпрацьовані раніше проектного часу. В зв'язку з цим ПРАТ «ш/у Покровське» дорізало запаси резервної ділянки «Красноармійська-Західна 2-3» і сьогодні розвиває блоки 10, 11 проектується роботи в блоці 12. Перспектива шахти найкраща в Україні.

Контроль над ПРАТ «ш/у Покровське» зараз належить компанії Met - Invest. На відміну від більшості шахт регіону відробка ведеться тільки на одному пласті – d₄. Одномоментно працюють 7-8лав.

ПРАТ «ш/у Покровське» віднесено до над категорних шахт за га – зом, не безпечна по раптовим викидам вугілля, породи й газу. Пісковики на полі шахти небезпечні по Г Д Я з 600 метрової глибини.

Підготовка нових лав ставить на одне з пріоритетних завдань – забезпечення фронту проведення штреків.

Поле складено породами світ C_1^4 і C_2^0 , покритими утвореннями третинного (неогенного) і четвертинного віків [1]. Четвертинні відкладення поширені суцільним покривом і представлені суглинками і глинами з вапняними стягненнями і сланцями залізнення. Потужність четвертинних відкладень змінюється від 0 до 59 м, переважно 20-30 м. Четвертинні відкладення перекриті ґрунтовим пластом 0,30 - 0,70 м [1].

Відкладення неогенового віку на більшій частині площі представлені тонкозернистими пісками від 0 до 38 м., переважно 15-25 м. У нижній частині піски обводнені і здатні до опливання. Вище пісків подібно сланцям залягають сарматські суглинки і глини, що іноді переходять у супіски. Потужність сарматських відкладень 4 -11м [1].

Відкладення нижнього карбону свити C_1^4 представлені від вапняку D_4 (Петропавлівського) до вапняку E_1 і складені пластами піщаників, що переміщаються, сланців піщаних і сланців глинистих, що уміщають вугільні пласти; переважають сланці піщані і піщаники. Вапнякових пластів у ґрунті міститься до 21, вугільних прошарків-до 27. За загальним літологічним характером вся товщина досить однотипна. Лише в інтервалі вапняків майже немає вугільних пластів, а в нижній частині відсутні могутні товщі піщаників. Гарними горизонтами, що маркують свити, служать вапняки D_1 , $D_1^{2н}$, $D_1^{2в}$, $D_1^{5в}$, D_2 і D_3 [1].

Свита C_3 розкрита не цілком від вапняку E_1 по E_2 і представлена сланцями піщаними, рідше глинистими піщаниками, вапняками і вугіллям. У цій товщі вугільні пропластки малопотужні і невитримані як за потужністю, так і за поширенням. Переважають у підосві піщанисті породи-сланці піщані і піщаники. У тектонічному відношенні поле шахти розташоване в центральній частині геолого - промислового району між Котлинським насувом на сході і Криворізько - Павловським скидом на заході. Площа ділянки являє собою дуже пологої антиклінальну складку, витягнуту вздовж Криворізько-Павловського скиду майже в меридіанному напрямку [1].

Внаслідок підняття і занурення складки антикліналей розпадається на більш дрібні куполоподібні структури. Крила складки характеризуються пологим падінням [1].

Дрібні тектонічні порушення послаблюють стійкість покрівлі і ґрунту, сприяють засміченню вугілля побічними породами [1].

Промислова вугленосність на полі шахти пов'язана з відкладеннями свит C_1^4 та C_1^5 нижнього карбону. З 27 вугільних пропластунів, що

знаходяться в цьому полі, тільки один пласт d_4 має витриману робочу потужність на всьому шахтному полі. На окремих незначних ділянках робочої потужності досягає пласт d_6^1 (невитриманий). Потужність інших прошарків не перевищує 0,40 м. Пласт d_4 характеризується простою і складною будовою. Загальна потужність пласту коливається від 0,75 до 1,90 м, рідко до 2,00. Зменшення потужності пласту відбувається в північному напрямку поступово, у південному - різко. Характерна потужність пласту для північної половини поля - 0,90 м, для південної - 1,50 м [1].

Проста будова пласта відзначається в північно-східній частині шахтного поля. Потужність вугільної пачки тут змінюються від 0,75 до 1,60 м [1].

У західній і південній частинах поля пласт складається з двох пачок. Потужність верхньої пачки змінюється від 1,00 м до 1,40 м, нижньої - від 0,05 до 0,55 м. Нижня зольна частина складається з тонкого пері, пластів вугілля і сланцю глинистого. На окремих ділянках кількість глинистих прошарків настільки велика, що нижня пачка через високу зольність втрачає промислове значення [1].

Місцями потужність окремих прошарків сланцю в цілому зростає від 0,03 до 0,04 м, розщеплюючи пласт на дві, рідше на три і чотири вугільні пачки: верхню потужністю 0,55-1,65 м, середню - 0,10-0,20 м і нижню - 0,10-0,35 м. Потужність пласту змінюється від 0,80-0,90 м до 1,90-2,00 м, будова - від простої до складної - двох, трьох і чотирьох пачкової [1].

Пласт d_1^6 розташований на 220-230 м вище пл. d_4 . Робочої потужності пласт досягає на невеликих відособлених площах і промислового значення не має [1].

Вугілля пласту d_4 коксівне, марки ГЖ і частково ОС. На всій площі поля вугілля містить мало сірки, в середньому 0,8 %. Зольність пласту коливається і поступово збільшується від центру до периферії [1].

Як і зольність, збагачуваність вугілля на площі шахтного поля не - однакова. У західній та південно-західній частинах, де пласт складається з різних за якістю пачок, зольність вугілля коливається від 16 до 29 %. За да-

ними досліджень, вугілля має важку і дуже важку збагачуваність. У центральній частині поля, де вугілля пласту однорідне і зольність його не перевищує 8 %, збагачуваність вугілля легка. Вугілля шахти є кошовною сировиною для коксування [1].

Шахта розробляє тільки пласт d_4 . Бічними породами є пісковики, алевроліти й аргіліти. Ступінь стійкості пісковиків змінюється від стійких до малостійких, алевролітів-від мало стійких до не стійких, аргіліти – як правило не стійкі. При потужності до 0,5 м алевроліти й аргіліти характеризуються як не стійкі, схильні до утворення «не справжньої» покрівлі. У зонах тектонічних порушень і підвищеної тріщинуватості можливі вивали порід покрівлі висотою до 4-6 метри [1].

Основні характеристики пласта зведені до табл. 1.1 і 1.2.

Таблиця 1.1–Властивості пласта d_4

Найменування показника	Пласт d_4
Потужність пласта, м	0,67 – 2,20 (1,28)
Будова пласта	проста, складна (західна і південна частини шахтного поля)
Кут падіння, град	2 - 6
Марка вугілля	К
Щільність вугілля, т/м ³	1,33 – 1,35
Природна зольність, %	2,7 – 39,6 (17,1)
Газоносність, м ³ /т.с.б.м.	10-20
Виділення пилу, г/т	12
Схильність вугільного пилу до вибухів	схильний
Вміст води, %	0,5 – 3,1 (1,2)
Вміст сірки, %	0,4 – 2,9 (0,9)
Вихід летючих, %	23,8 – 41,3 (29,0)
Теплота згорання, ккал/кг	8150-8350
Міцність вугілля	1,5
Схильність до самозаймання	ні, окрім зон геологічних порушень
Небезпечність за раптовими викидами вугілля та газу	вище ізогипси 593 м – загрожує по викидам, нижче - небезпечний
Небезпечність за гірничими ударами	безпечний

Таблиця 1.2– Властивості вміщуючи порід

Назва категорії порід	Потужність шару, м	Тимчасова опірність стисканню, МПа	Тип стійкості або повалюємості порід, що вміщують вугільний пласт	% участі
піщаник	1,7...27...27,8	$\frac{27...215}{78}$	важкоповалюємий, середньоповалюємий	65
алевроліт	1,0...17...17,0	$\frac{12...151}{50}$	середньоповалюємий	30
аргіліт	1,5...11...11,7	$\frac{20...68}{34}$	середньоповалюємий	4
вапняк	до 0,5	$\frac{154...164}{159}$	досить важкоповалюємий	1
піщаник	0,4...27...27,8	$\frac{14...133}{63}$	середньої стійкості, малостійкий	45
алевроліт	0,1...17...17,0	$\frac{15...95}{51}$	середньої стійкості, малостійкий до досить нестійкого	54

Пласт d_4 нижче ізогіпси - 521,2 м, тобто у блоках 10 і 11 є небезпечним по раптовим викидам вугілля й газу.

1.2 Аналіз технології проведення довгих штреків у ПРАТ «ш/у Покровське»

Розглянемо технологію шахтного варіанта проведення штреків на прикладі конвеєрного штреку 2 лави південної панелі блоку 10, який призначений для транспортування гірської маси, вентиляції, пересування людей, доставки матеріалів та обладнання, розміщення комунікацій.

Виробка проводиться по пласту, з присічкою порід покрівлі і підшви, що вміщують пласт в поточному 2021 році.

Природна газонасиченість вугільного пласта становить 100-150 м³/т.с.б.м.

Вугільний пласт d_4 по пилу небезпечний, є небезпечним по раптовим викидам вугілля та газу, не схильний до самозаймання. Пісковики є викидонебезпечними.

Виробка не є небезпечною по руйнуванню порід підшви і прориву метану з неї.

Очікуваний приплив води становитиме 5-6 м³/год.

Проведення виробки здійснюється комбайновим способом.

Характеристика параметрів виробки наведена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристики конвеєрного штреку 2 лави південної панелі бл. 10

Показник	Значення
1. Найменування виробки	Конвеєрний штрек 2 лави південної панелі блока 10
2. Загальна довжина виробки, м	2820
3. Кут нахилу виробки, град.	0-1
4. Напрямок проведення виробки	горизонтально
5. Перетин виробки, м ² в проходці в світлі	23,7 20,3
6. Вид основного кріплення:	КШПУ-20,3 Крок рамного кріплення – 0,65м
7. Вид проходження	по вугіллю і по породі
8. Спосіб проходження	комбайновий
9. Посування вибою, м/добу	6 м/добу
10. Тип ВМП	ВМЭ-6У – при довжині виробки до 600 м ВМЭ-2/8 – при довжині виробки більше 600 м
11. Кількість роб.ВМП	1
12. Кількість вент. ставів	1
13. Об'єм повітря, що постачається, м ³ /хвилину до всасу до вибою	549 – при довжині виробки до до 600 м 911 – при довжині виробки до

	600 м 305
14. Концентрація CH_4 на свіжій струї, %	0,05
15. Концентрація CH_4 на вихідній струї, %	1
16. Наявність резервних ВМП /штук/	1 шт.
17. Наявність резервного живлення	Передбачена
18. Наявність апаратури для контролю повітря: АПТВ	Передбачена
19. Природна газоносність порід, $\text{м}^3/\text{т.с.б.м}$	10-15
20. Глибина проведення виробки, м	962

Форми і розміри поперечного перетину виробки.

З метою забезпечення більшої стійкості кріплення виробки на ПРАТ «ш/у Покровське» застосовується кріплення металеве податливе шатрове КШПУ-20,3. Виходячи з характеристики кріплення, застосовується металеве кріплення з спец. профілю СВП-33.

Довжина конвеєрного штреку 2 лави південної панелі блоку 10 - 2820 м.

Спосіб і засоби проведення виробки.

Проведення виробки здійснюється за допомогою комбайна КСП-43 (КСП-42М). Навантаження гірничої маси здійснюється комбайном КСП-43 (КСП-42М) на ЛТП-1000. Паспорт проведення наведено на рис. 1.1, 1.2.

Лунки під стійки кріплення розробляються за допомогою відбойних молотків. Розбивка великогабаритних шматків гірничої маси у вибої проводиться виконавчим органом комбайна.

Провітрювання вибою здійснюється за нагнітальною схемою провітрювання, при цьому відставання вентиляційного трубопроводу від вибою допускається трохи більше 8,0м.

Для провітрювання виробки застосовують вентилятори місцевого провітрювання.

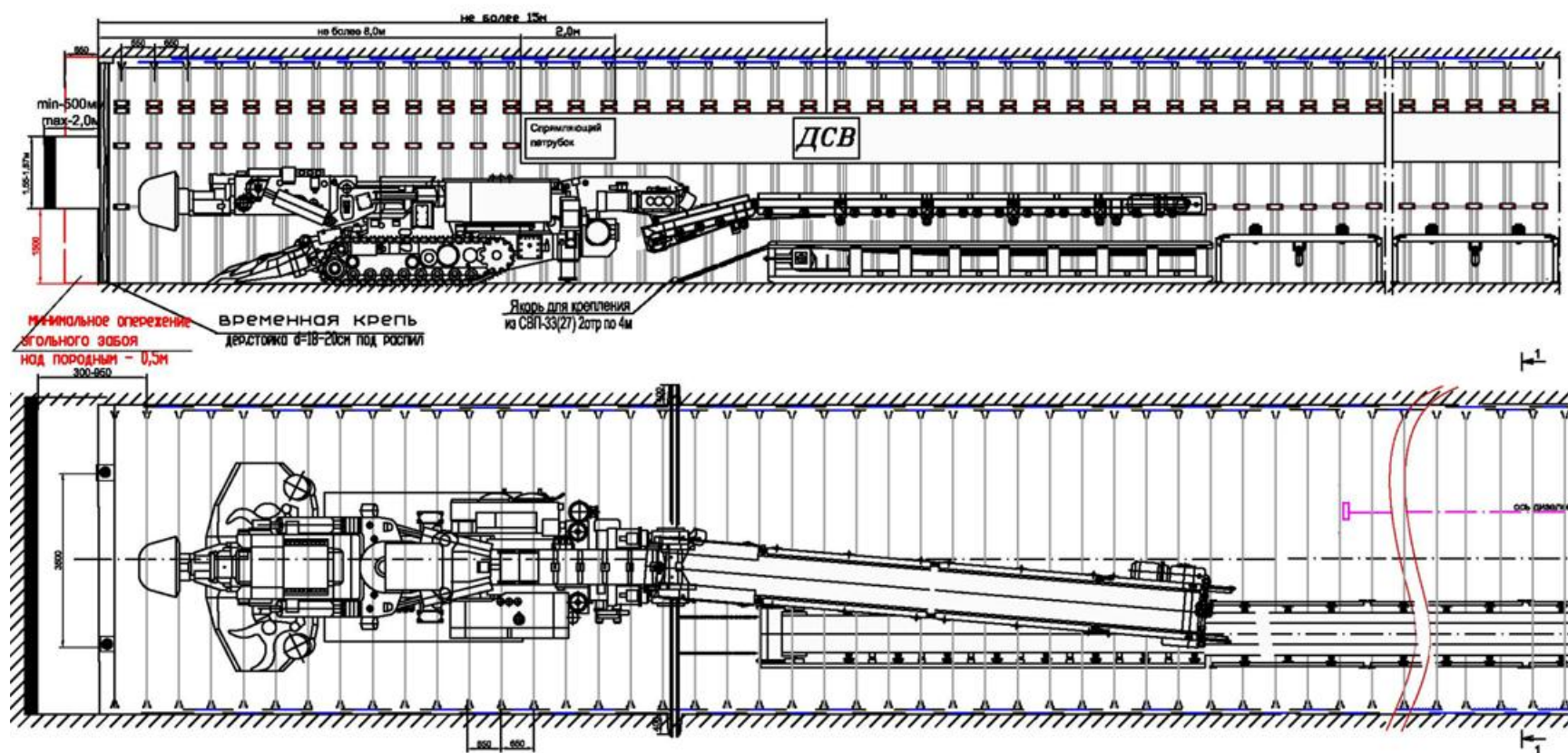


Рисунок 1.1 – Паспорт проведения (продольный вид)

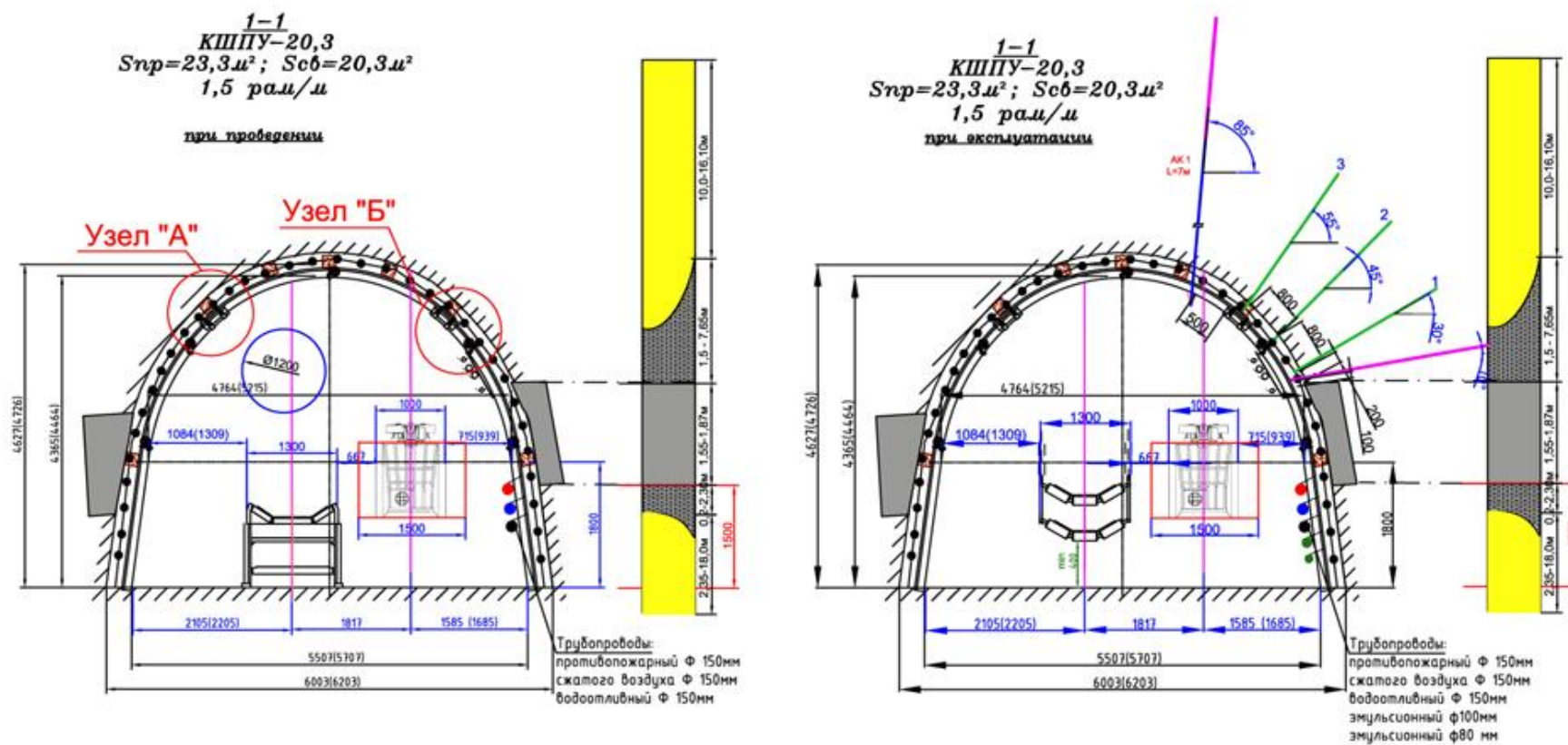


Рисунок 1.2 – Паспорт проведения (поперечный вид)

Доставка матеріалів та обладнання здійснюється за допомогою дизелевоза балками ДП-155У із застосуванням пакетів і контейнерів.

У місці перевантаження матеріалів та обладнання з рейкової колії на дизелевозний має бути споруджено розвантажувально-вантажний пункт.

Пункт перевантаження матеріалів, місця пересипів конвеєрів, установки ВМП, виробки для дизелевозних доріг повинні бути освітлені та обладнані телефонним зв'язком відповідно до норм, наведених у «Правилах технічної експлуатації вугільних шахт».

Розвантаження та навантаження матеріалів проводиться за допомогою талей вантажопідйомністю 3,5-5т.

Усі роботи на висоті понад 1,8 м слід вести з надійно встановленого робочого полку, а також із застосуванням запобіжних поясів, закріплених за рами кріплення або їх елементи.

Для провітрювання виробки застосовують вентилятори місцевого провітрювання.

У підготовчий тупиковий забій повітря подається прогумованими вентиляційними трубами, які нарощуються в міру просування вибою. Довжина труб складає, як правило, 20м; для довгих тупикових виробок - 100м. У привибійній частині довжина тимчасових відрізків труби становить 5-10м для зручності наростки ставу у вибої.

Після відходу вибою від основного вентиляційного ставу з відривом 45-50м, відрізки тимчасової труби замінюють відрізками вентиляційної труби довжиною 20м.

Роботи з подовження вентиляційного трубопроводу та перенесення апаратури контролю повітря повинні виконуватись у присутності гірничого майстра ділянки при включеному вентиляторі. Після зняття напруги з машин та механізмів нарощування вентиляційних труб проводиться з надійно встановленого робочого полку (рис. 1.3).

На полук піднімається робітник сходами для підвіски вентиляційного трубопроводу, довжина підвісних гаків вибирається такою, щоб від площини щита до точки підвіски труби було трохи більше 1- 1,8м. Перед виконанням робіт з подовження трубопроводу проводиться подовження металевго троса, який підвішується та кріпиться до верхніх сегментів рам кріплення через 5-10м при діаметрі трубопроводу не більше 800мм, через 3-5м – при діаметрі трубопроводу 1000мм та 1200мм. Трос має бути натягнутий за допомогою лебідки чи фаркопу. Трос виготовляється з оцинкованої сталі діаметром 6-10мм, довжина – не більше 100м та має бути заземлений з двох сторін. При довжині троса понад 100м, трос заземлюється кожні 100м.

Вентиляційні труби підвішуються на трос за допомогою гачків. Для запобігання руху вентиляційних труб тросом в момент запуску вентилятора, гачки труб прив'язуються мідним дротом до металевго троса. Потім переноситься металевий патрубок із датчиком контролю швидкості повітря. Далі проводиться з'єднання нарощеної частини вентиляційних труб з працюючим ставом. Нова ланка з боку одного кільця одягається на 2 кільцевий кінець ланки вентиляційного трубопроводу і затягується гнучким хомутом між кільцями робочої ланки. В кінці вентиляційного ставу встановлюється металевий патрубок, що спрямовує, довжиною 2,0м, до якого проводиться нарощування тимчасових відрізків вентиляційної труби. Датчик швидкості повітря встановлюється не більше 15м від грудей вибою (при комбайновому способі проведення), 30м від вибою (при способі БВР). Подається напруга на забій, перевіряється стан CH_4 .

Вентиляційні труби повинні надійно прикріплюватися до сталевго натяжного троса. Відповідно до п.6.3. «Інструкції з влаштування, огляду та вимірювання опору шахтних заземлень» [3] заземлення металевих деталей (гачків, кілець, петель, спіралей тощо), передбачених у конструкції повітроводів з гнучких вентиляційних труб, повинно здійснюватися шляхом підвішування їх на металевому заземленому з обох кінців тросі або дроті діаметром не менше 5мм (рис. 1.4).

Для влаштування місцевого природного заземлення металевих елементів вентиляційного трубопроводу, на яких може накопичуватись статична електрика, допускається використовувати одну раму металокріплення за допомогою полегшеної скоби М16. Опір заземлювального ланцюга, призначений тільки для захисту від статичної електрики, повинен бути не більше 100 Ом (п.2.7, 6.5 «Інструкції щодо влаштування, огляду та вимірювання опору шахтних заземлень» [3]).

Перед використанням рам металокріплення для заземлювача рекомендується обтягнути різьбові з'єднання кріпильних елементів.

Підготовка рам металокріплення повинна здійснюватися особами електротехнічного персоналу, який пройшов спеціальний інструктаж за правилами виконання таких робіт, або гірничомонтажниками з ремонту гірничих виробок.

При нарощуванні труб слід стежити за герметичністю стикових з'єднань. Відставання вентиляційних труб від грудей вибою має перевищувати 8.0м. Відповідно до СОУ 10.1.00174088.002-2005 «Труби вентиляційні гнучкі шахтні та фасонні частини до них. Загальні технічні вимоги» [4] для запобігання проривам і роз'єднанням труб потрібно забезпечувати імпульсний пуск у роботі вентилятора місцевого провітрювання за рахунок його періодичного включення на 2-3с та відключення на 6-8с, при цьому кількість циклів управління ВМП має становити від 3 циклів до 6 циклів залежно від довжини трубопроводу.

Забороняється піддавати труби впливу ударів гострих та важких предметів.

У разі пошкодження трубопроводу пошкоджена ланка має бути відремонтована на місці або від'єднана для ремонту.

Вентилятори ВМП монтуються:

- у касетах у підвішеному стані;

-на металевих столах, висотою не менше 1,0м, закріплених у підшву анкерами [4].

Встановлення ВМП на підшву забороняється [4].

2. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ДОВГИХ ШТРЕКІВ У ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ

Проблеми проведення довгих штреків можна поділити на дві частини:

- складності вентиляційного забезпечення;
- складності збереження стійкості виробки.

Проблеми з вентиляцією залежать від методу видобутку, що використовується на вугільних шахтах, та якості вугілля.

Основні небезпеки, пов'язані з видобутком вугілля – це викиди та накопичення метану та вугільного пилу. Метан є одним з найпоширеніших газів і є небезпечним через свою вибухонебезпечну природу. Вентиляційне повітря, що виходить з шахтних вентиляційних систем, вважається найбільшим джерелом викидів метану з підземних вугільних шахт.

Діапазон вибухонебезпечності метану в повітрі становить від 5% до 15%, як показано на рис. 2.1, за межами якого метан горить, але не вибухає через нестачу кисню [5]. За вибухами шахтного газу зазвичай слідують вибухи пилу вугільних шахт, які відбуваються займання великої кількості дрібного вугільного пилу, що піднімається в повітря. Крім вибуху, пил із вугільних шахт викликає у працівників захворювання легенів, такі як простий пневмоконіоз (CWP), силікоз, прогресуючий масивний фіброз (PMF) та інші захворювання, відомі як хронічна обструктивна хвороба легенів (або дихальних шляхів) (ХОЗЛ або COAD).

Історія видобутку вугілля сповнена смертей від вибухів вугільних шахт, спричинених руйнуванням допоміжної вентиляційної системи, яка в першу чергу відповідає за вентиляцію.

Провітрювання тупікових виробок, як правило, забезпечується примусовою подачею свіжого повітря вентиляторами. При цьому при проведенні довгих тупікових виробок виникає третій вентиляційний бар'єр,

пов'язаний з складністю подачі необхідної кількості повітря в виробку через велику протяжність вентиляційної мережі.

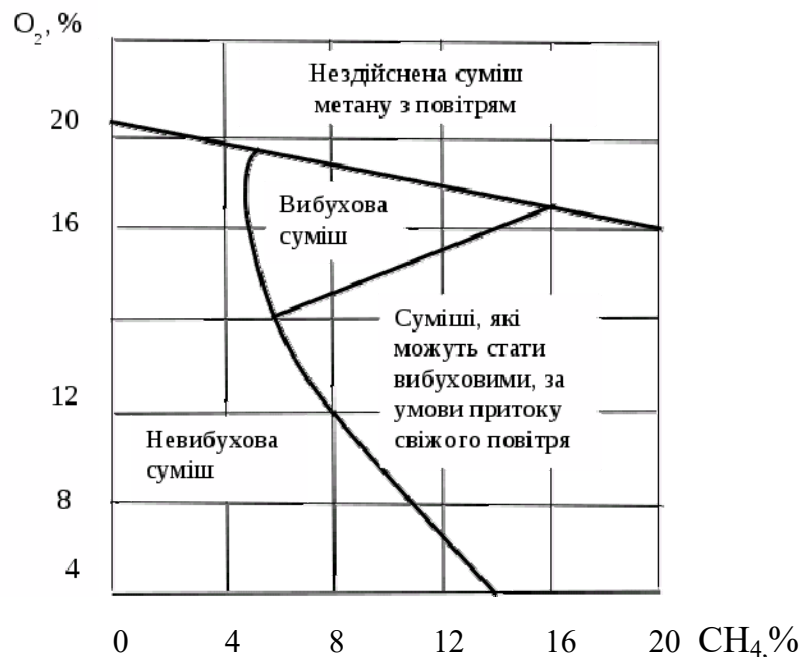


Рисунок 2.1 – Діаграма вибуховості метаноповітряних сумішей

Така проблема обумовлена з одного боку великими витоками повітря, з іншого складністю забезпечення необхідних витрат повітря при необхідній депресії.

До того ж транспортування повітря на великі відстані не дозволяють забезпечити його оптимальну температуру через нагрівання повітря. Це призводить до складнощів з забезпеченням теплового режиму гірничих виробок, особливо на великих глибинах, де температура вміщуючих порід достатньо висока.

Рішення, удосконалення вентиляційної системи збільшенням потужності вентиляторів місцевого провітрювання і збільшенням діаметрів вентиляційних трубопроводів на довжинах більше 2 км, як правило не спрацьовують. Особливо при сучасних (достатньо великих), перетинах виробок, що проводяться.

Складності збереження стійкості довгих виробок обумовлені деформуванням порід і кріплення. Вітчизняна практика проведення виробки має негативний досвід, коли деформації в виробці за час проведення були такими великими, що комбайн, за допомогою якого був проведений штрек не міг повернутися назад через те, що габарити виробки по висоті були менші ніж габаритні розміри комбайна. Тому при проведенні слід звертати увагу на габаритні розміри комбайна при проведенні, розміри виробки в світлі після осідання і можливі деформації в виробці за час проведення виробки, який може становити 6-12 місяців. Це особливо актуально для штреків, що потрапляють в зони підробки, надробки, або інші зони підвищеного гірничого тиску.

3. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СХЕМ ПРОВІТРЮВАННЯ ВИРОБОК

Вентиляція проведених тупикових виробок здійснюється за допомогою допоміжної вентиляційної системи. Необхідно забезпечувати $0,15/\text{м}^3/\text{с}/\text{м}^2$ повітря на вибій відповідно до чинних Правил Безпеки. Вентиляція тупикових виробок зазвичай класифікується на три основні типи, а саме:

- система вентиляції за рахунок дифузії;
- система вентиляції за рахунок вентиляторів з системою повітропроводів;
- система вентиляції за рахунок реактивних вентиляторів (повітряних двигунів).

Дифузійне провітрювання є недорогим, короткостроковим рішенням для спрямування повітря в устя виробки без використання будь-якої примусової вентиляції [6]. Варіантом такого провітрювання є вентиляція з використання перемичок [7]. Його можна використовувати для вентиляції устя виробки та збільшення відстані проникнення повітря, яка змінюється залежно від швидкості повітря.

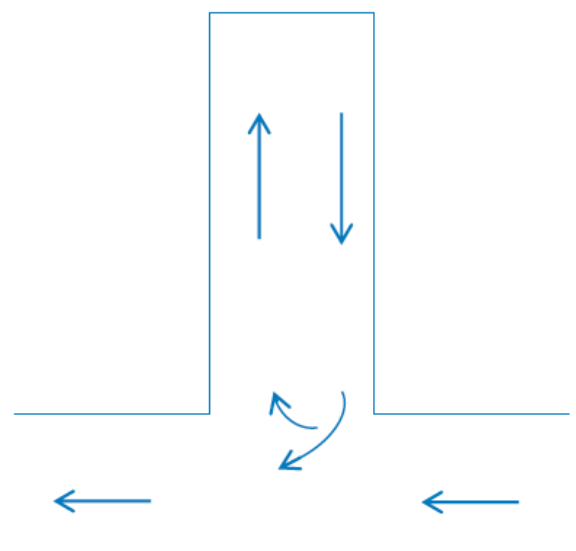


Рисунок 3.1 – Провітрювання тупикової виробки за рахунок дифузії

Якщо перемичка не використовується, то за рахунок дифузійного перемішування якісно провітрюється не більше ніж на 10 м [8].

Однак проектування та встановлення перемичок не вирішують проблеми забезпечення достатньої подачі повітря, необхідного для ефективної вентиляції. Системи вентиляції з перемичками переважно використовуються на невеликих глибинах при не великій довжині тупікової виробки і незначному газовиділенні. Такі системи провітрювання досліджуються достатньо давно. Люкснер [9] показав, що в системі вентиляції з перемичками модель потоку повітря не залежить від швидкості потоку, що забезпечується. Aminossadati та Nooman [10] вивчали вплив довжини еремички на вентиляцію області поперечного розрізу за допомогою 2D моделі CFD.

Мейер [8] показав у досліджуваних ним ситуаціях, що рециркуляція в системі «апстрім» (рисунок 3.2а) становить 10% і 50% в системі «даунстрім» (рисунок 3.2б).

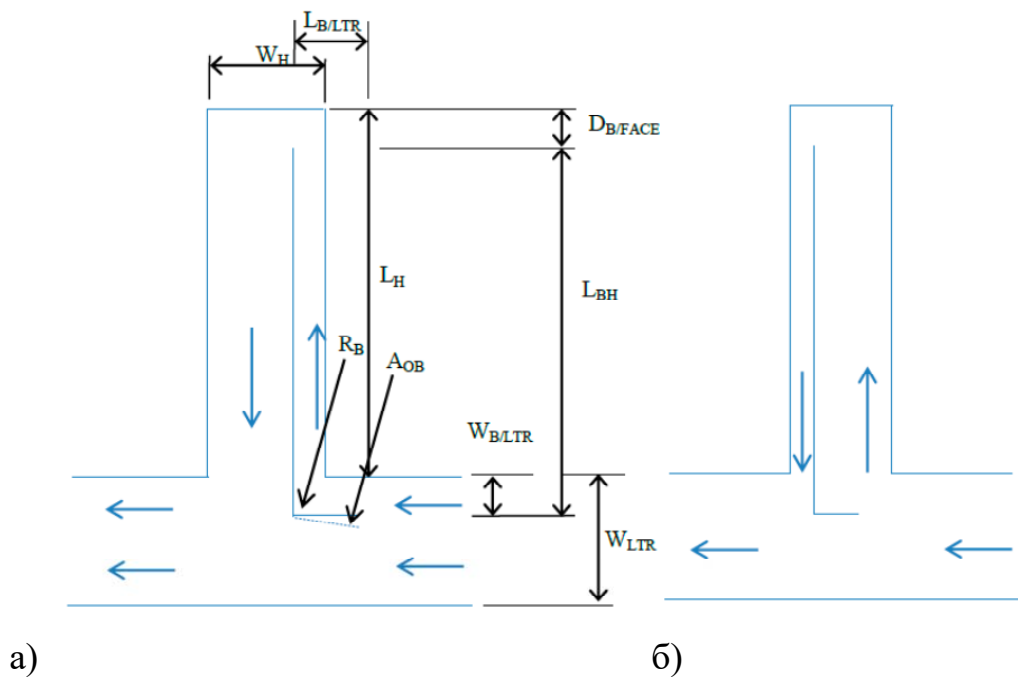


Рисунок 3.2 – Провітрювання тупікової виробки:

а) система «апстрім»; б) система «даунстрім»

Тейлор [11] продемонстрував вплив відстані від перемички на рівень пилу та газу в дихальних шляхах. Тін показав, що перемички є важливим для запобігання рециркуляції та контролю надходження пилу та метану в області вибої. Тімонс [12] з колегами досліджували вплив відступу перемички на повітряний потік на вугільному забої.

Wang та ін. [13] чисельно оцінили корисність установаження повітряної перемички для вирішення проблеми пилоізоляції на повністю механізованому робочому вибої. Після порівняння різних систем допоміжної вентиляції було отримано висновок, що перемички є найбільш придатним для застосування в підземних шахтах разом з гібридною системою провітрювання для пом'якшення розсіювання пилу з забою, щоб забезпечити безпеку робочої зони для шахтарів.

Вентилятор з системою вентиляційних трубопроводів.

Збільшення темпів виробництва та використання високотехнологічного обладнання призвело до підвищення рівня пилу та метану у виробничій зоні. Довжина і перетин виробок вимагав більшого тиску для переміщення повітря на більші відстані для вентиляції. Це призвело до впровадження вентиляторів з системою повітроводів, так звані ВМП. Існує три типи цієї системи, а саме:

- нагнітальна;
- всмоктуюча;
- гібридна.

Рішення про вибір конкретного типу системи провітрювання залежить від природи небезпеки. Ці небезпеки можуть бути:

- Метан;
- Пил;
- Тепло;
- Пожежна небезпека.

При нагнітальному способі провітрювання ВМП устаноується в виробці зі свіжою струєю на відстані не менше 10 м від вихідної струї. Від

ВМП до забою прокладається вентстав, як правило, з гнучких венттруб, по якому в вибій постачається свіже повітря. А відстань від кінця вентиляційних труб до вибою в газових шахтах не має перевищувати 8 м, а в негазових - 12 м, згідно нормативних документів [14, 15] (рис. 3.3).

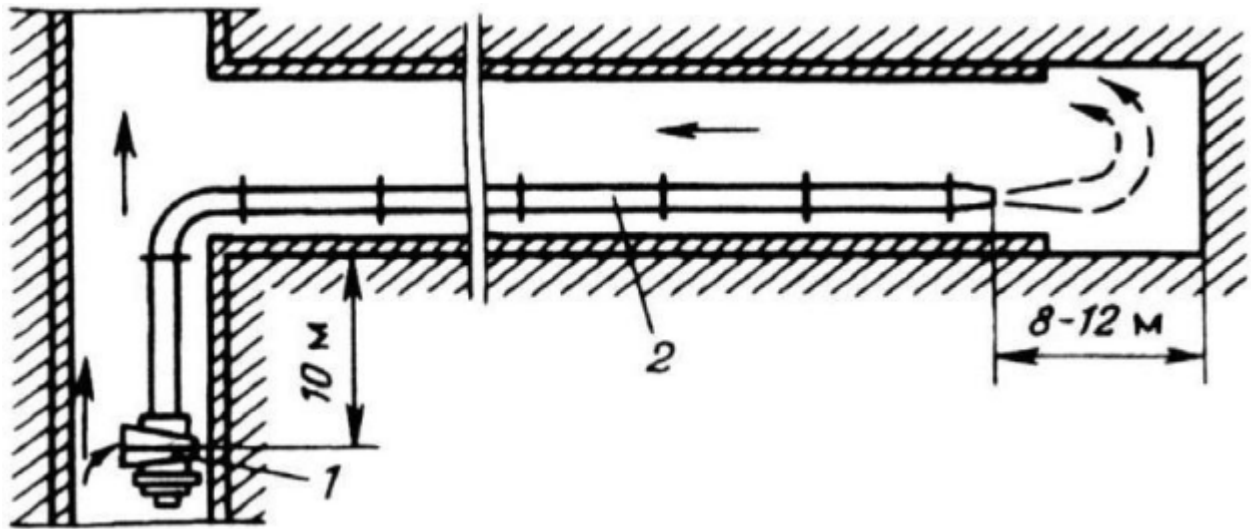


Рисунок 3.3 – Схема нагнітального способу провітрювання

Свіжа струя рухається в вибій, омиває його, змішується з газом і пилом, що скоплюються в привибійному просторі, і, змінивши напрям на протилежний, вертається по штреку до устя. До вихідного вентпотoku додається свіже повітря, що надходить через недосконалість трубопроводу у вигляді витоків з вентиляційного трубопроводу, а також CH_4 і пил з транспортованої гірничої маси гірничої маси і контуру виробки.

Одна з найбільш сильних сторін цього способу - якісне змішування газів і пилу з свіжим повітрям з венттрубопроводу в привибійній зоні. Проте при високій газовіддачі гірських порід не виключається можливість утворення шарових і місцевих накопичень CH_4 біля стріли виконавчого органу комбайна і його коронок. Це пояснюється недостатнім ступенем

турбулізації повітряних мас у забою і підтверджує неповноту виносу газу [16].

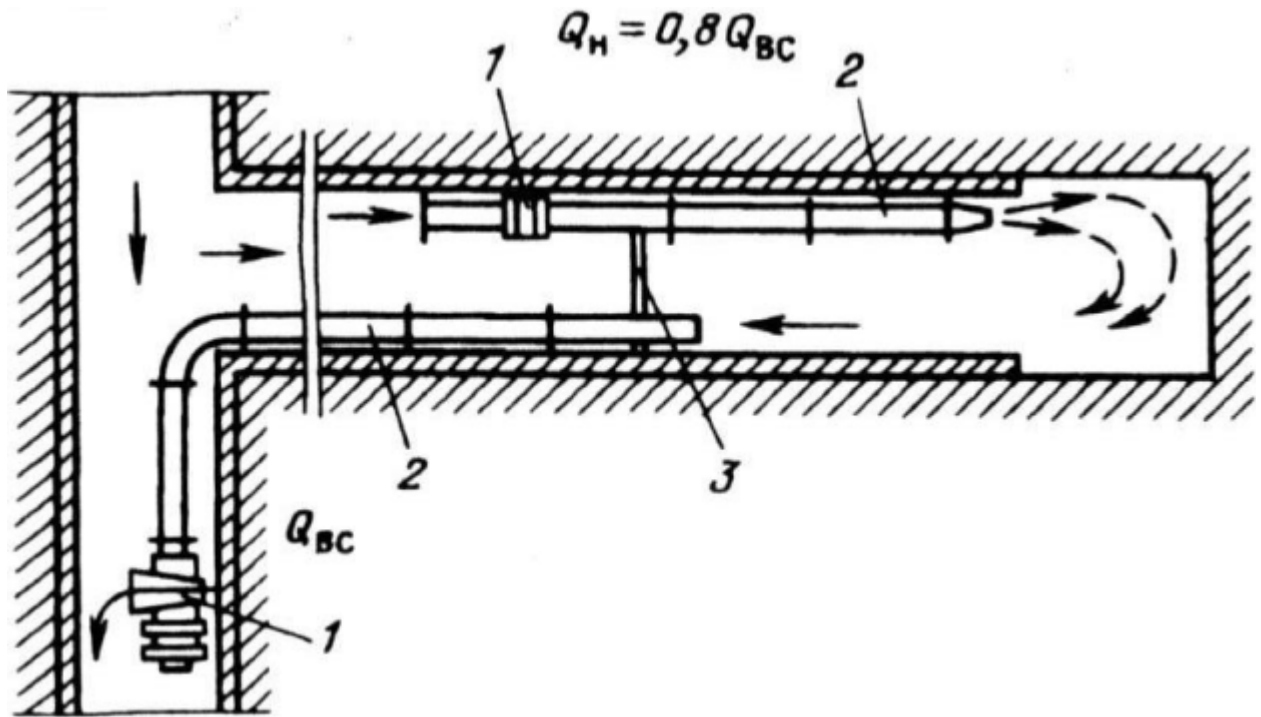
Згідно «Керівництву ...» [14], на вугільних шахтах в даний час при розрахунку кількості повітря для провітрювання тупикових підготовчих виробок використовується коефіцієнт турбулентної дифузії, який приймається рівним 1,0 для виробок з площею поперечного перерізу до 10 м^2 та 0,8 для виробок з площею поперечного перерізу понад 10 м^2 [14].

Коефіцієнти турбулентної дифузії залежить від аеродинамічних характеристик повітряного струменю, довжини приви́бійного простору, типу трубопроводу. Він є оцінкою використання повітря, яка характеризує надійність перемішування повітря і газів в робочій області виконавчого органу [16].

Ефективність використання повітря є однією з основних характеристик аерогазо динаміки при ви́бійної зони при нагнітальному способі провітрювання. При зміні способів провітрювання приви́бійного простору слід досліджувати якість перемішування струменів в вибої.

З точки зору пилопригнічення, нагнітальний спосіб провітрювання містить великий мінус: вільне потрапляння пилу з при ви́бійної зони до устя виробки і накопичення її на почві, боках виробки і рамах.

Комбінований (гібридний, нагнітально - всмоктувальний) спосіб провітрювання (рис. 3.3) є чимось середнім між нагнітальним і всмоктувальним способами. Тому містить і недоліки обох способів і деякі їх переваги. Цей спосіб сприяє ефективному і швидкісному провітрюванню при порівняно невеликій кількості повітря, при ньому виробка на всій довжині залишається без пилу. Гібридне провітрювання поширене було на вугільних копальнях Великобританії. Пиловсмоктуючий пристрій – комбінація всмоктуючого вентилятора і вентрукава, встановлюється на відстані від 20 до 30 м від забою і сполучується з гнучким вентрукавом, який висить на металевому нержавіючому тросіку.



1 – ВМП; 2 – венттрубопровід; 3 - перемичка

Рисунок 3.3 – Комбінований спосіб провітрювання тупікових виробок

ВМП з пиловсмоктувальною установкою встановлюється на нажорстко, а трубопровід нагнітального ВМП кріпиться до прохідницької машини і рухається з нею.

Комбіноване (нагнітально – всмоктувальне) провітрювання має такі слабкі місця:

- ВМП працює на всас, тому установка гнучких венттрубопроводів майже неможлива;

- установка жорстких венттрубопроводів сприяє зниженню швидкості проведення виробок, підвищенню долі ручної праці і трудомісткості вцілому, призводить до підвищення складності доставки і загромождає простір в штреці;

- нагнітальний ВМП монтується в області, максимального потенційного загазування, що не є оптимальним рішенням з боку Правил безпеки;

- впровадження комбінованого способу вимагає наявності двох ВМП і двох венттрубопроводів [14].

Вважаючи на перелічені недоліки думаю, що для ПРАТ «ш/у Покровське» цей спосіб не є доцільним.

Всмоктуючий спосіб не підходить під умови підприємства, оскільки ПРАТ «ш/у Покровське» є шахтою небезпечною за газом, а в керівному документі «Вентиляція вугільних шахт. Керівництво з проектування» [14], зазначено, що на газових шахтах, провітрювання тупікових підготовчих виробок повинно бути нагнітальний.

Спосіб провітрювання довгих штреків за допомогою паралельних виробок.

В Австралії, США, ПАР при відпрацюванні лав використовуються двоштрекові і трьох штрекові способи підготовки виїмкових стовпів (рис. 3.4). При таких способах проблема провітрювання тупікових виробок великої довжини не виникає.

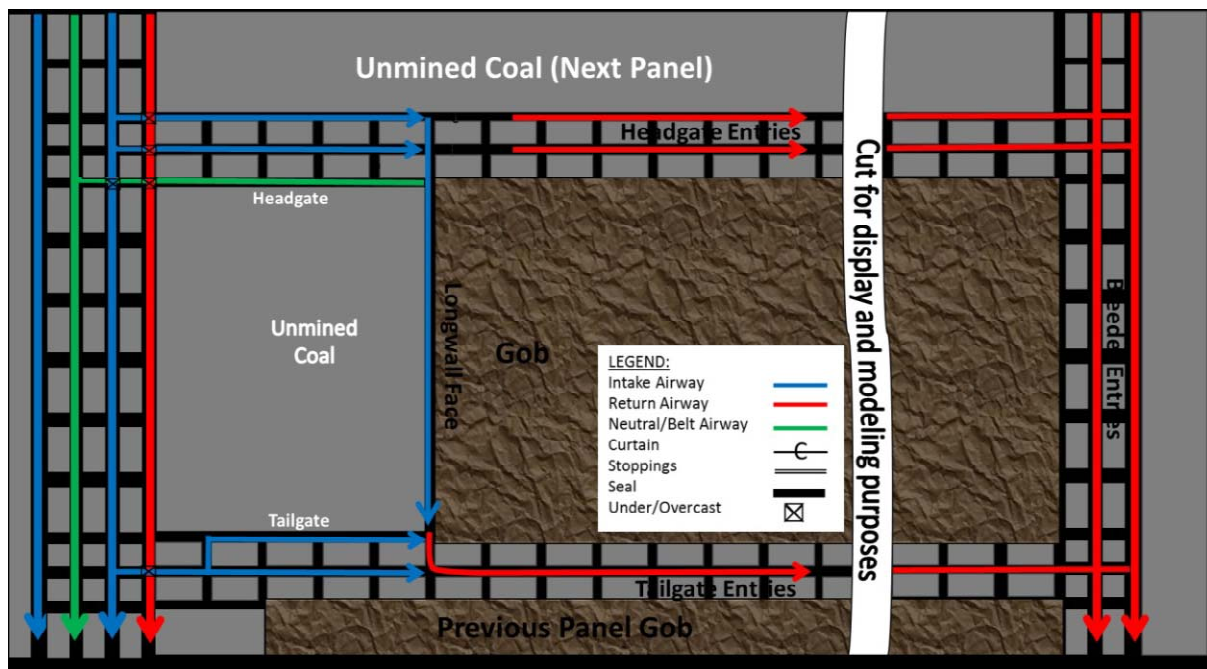
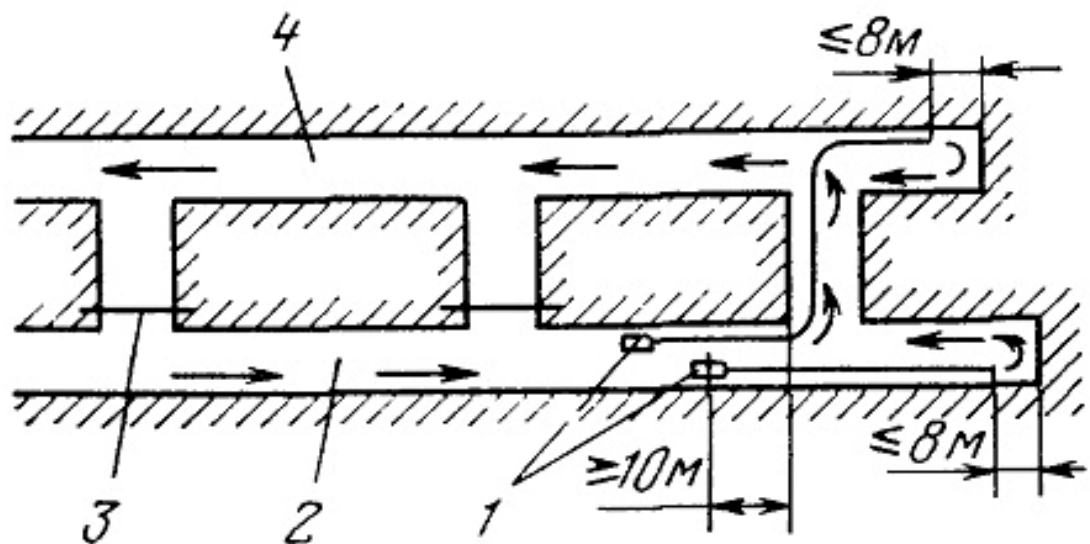


Рисунок 3.4 – Відробка лави підготовленої трьох штрековою підготовкою

Якщо ж такі системи не передбачаються, то для вирішення питання провітрювання довгої виробки паралельно до неї проводиться ще одна виробка, яка виконує функцію вентиляційної на етапі проведення. Ці паралельні виробки поєднують між собою сбойками через кожні 50-100 м (виходить щось на кшталт зображеної на рис. 3.4 схеми). Сбойки поступово глушаться глухими перемичками, за виключенням останньої до забою (рис. 3.5).



1 – ВМП; 2 – повітря постачальна виробка; 3- перемичка глуха; 4 – вент виробка

Рисунок 3.5 – Провітрювання з використання паралельних виробок

По більшій частині паралельних штреків рух вентиляційного потоку забезпечується загальношахтною депресією, а в вибій прохідницьких виробок повітря подають ВМП в режимі нагнітання. Загальна подача двох ВМП при цьому не має бути більше ніж 70% об'єму повітря у штреці за рахунок депресії.

Таким способом можна провітрювати виробки будь якої довжини, проте він потребує проведення і підтримання в експлуатаційному стані додаткової спеціальної виробки, що суттєво підвищує вартість відпрацювання вугілля і нівелює всі переваги способу.

Порівняно з аналогами для проведення виробок, що готують виїмкове поле цей спосіб вкрай неефективний в фінансовому плані (витрати на підготовку поля стають в 2 рази більше). Його доцільно приймати тільки коли відсутні альтернативні варіанти.

Дуже великий досвід проведення екстрадовгих виробок накопичений при проведенні тунелів, метрополітенів, перегінних і т.п. Довжини тупікових виробок при цьому сягають 4-5 кілометрів. Такі виробки проходяться спеціальними машинами типу ТБМ (рис. 3.6).

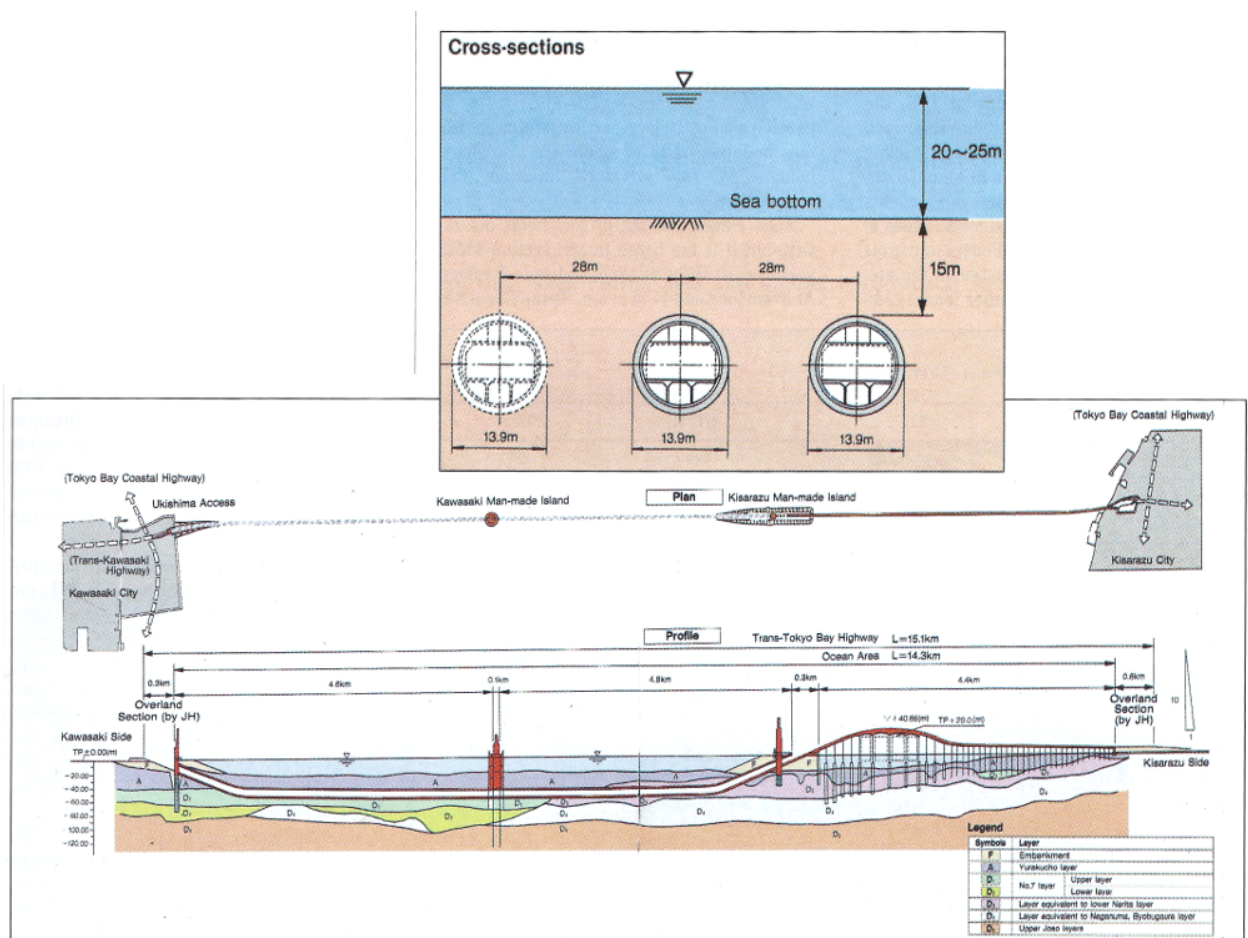


Рисунок 3.6 – Схема проведення трьох транспортних тунелів під морем

При проведенні таких довгих виробок використовується спосіб провітрювання з розосередженим послідовним розташуванням декількох вентиляторів на одному трубопроводі. Переваги способу провітрювання розосередженою установкою вентиляторів відносно каскадної схеми, коли декілька ВМП монтуються на один вентстав на початку венттрубопроводу є менші витоки повітря завдяки меншим тискам в ставах і значно нижчій загальній потужності ВМП. Додатково економляться кошти на витратах електричної енергії на роботу вентиляторів. Крім того, так можна провітрювати виробку великої довжини малопотужними ВМП [15].

Однак, згідно [14, 15], на газових шахтах всі ВМП мають бути встановлені на свіжій струї. Це можливо лише при їх каскадній установці. При каскадній установці вентиляторів, як правило, застосовується гнучкий трубопровід, а при розосереджених - жорсткий.

ПРАТ «ш/у Покровське» є газовою шахтою, тому розосереджена установка не дозволена ПБ. В зв'язку з цим для рішення проблеми провітрювання пропонується такі варіанти:

- каскадна установка ВМП на один трубопровід;
- ВМП максимальної потужності;
- використання ефекту паралельності для провітрювання тупікових виробок.

4. ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАВДАННЯ

4.1 Аналіз проекту підготовки 2 лави південної панелі блоку 10

Зараз актуальна підготовка 3 лави південної панелі блоку 10. Ця лава знаходиться вище 2 лави південної панелі блоку 10, яка розглядається в магістерській роботі в якості аналога (рис. 4.1). Довжина виробки - 2820м. Кут нахилу виробки 0-1 град. Глибина закладення виробки, 962 м. Викопіювання з плану гірничих виробок наведено на рис. 4.1.

Під час проведення 2 лави південної панелі блоку 10 провітрювання довгих тупікових виробок було організовано через діагональну вентиляційну збійку заведену з конвеєрного штреку на пікеті 162+85м. По суті провітрювання було реалізовано через систему паралельних штреків, яка розглядалась в поперечному розділі.

Проектна схема підготовки виїмкової ділянки 2 лави південної панелі блоку 10 наведено на рис. 4.2.

Проведення виробки ведеться комплексною добовою бригадою. Режим роботи забою чотирьохзмінний - три зміни робочі і одна ремонтно-підготовча. Тривалість зміни - 6 годин.

У ремонтно-підготовчу зміну проводиться ремонт машин і механізмів, ревізія і ремонт електроапаратури, нарощування протипожежного та вентиляційного трубопроводів, настилання рейкового шляху, доставка кріпильних матеріалів і устаткування. У робочі зміни ведеться проходження і кріплення виробки.

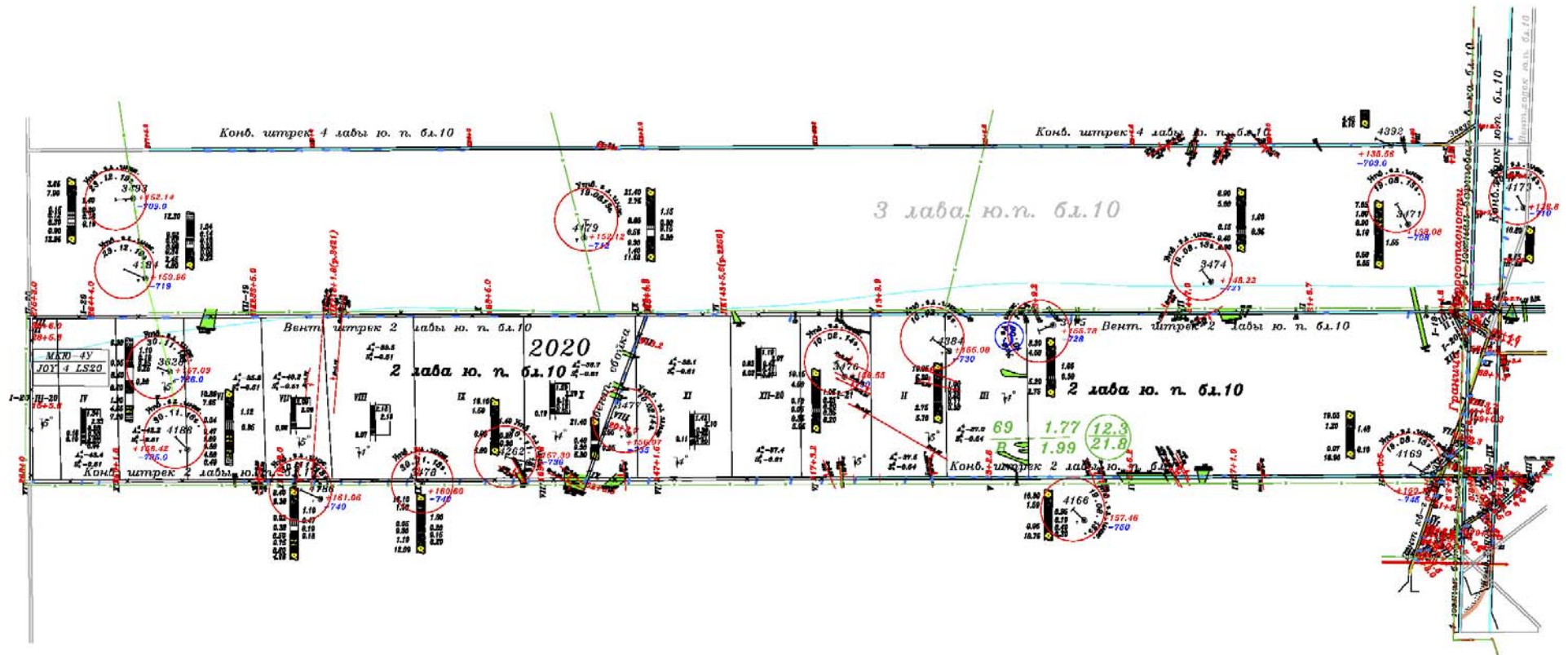
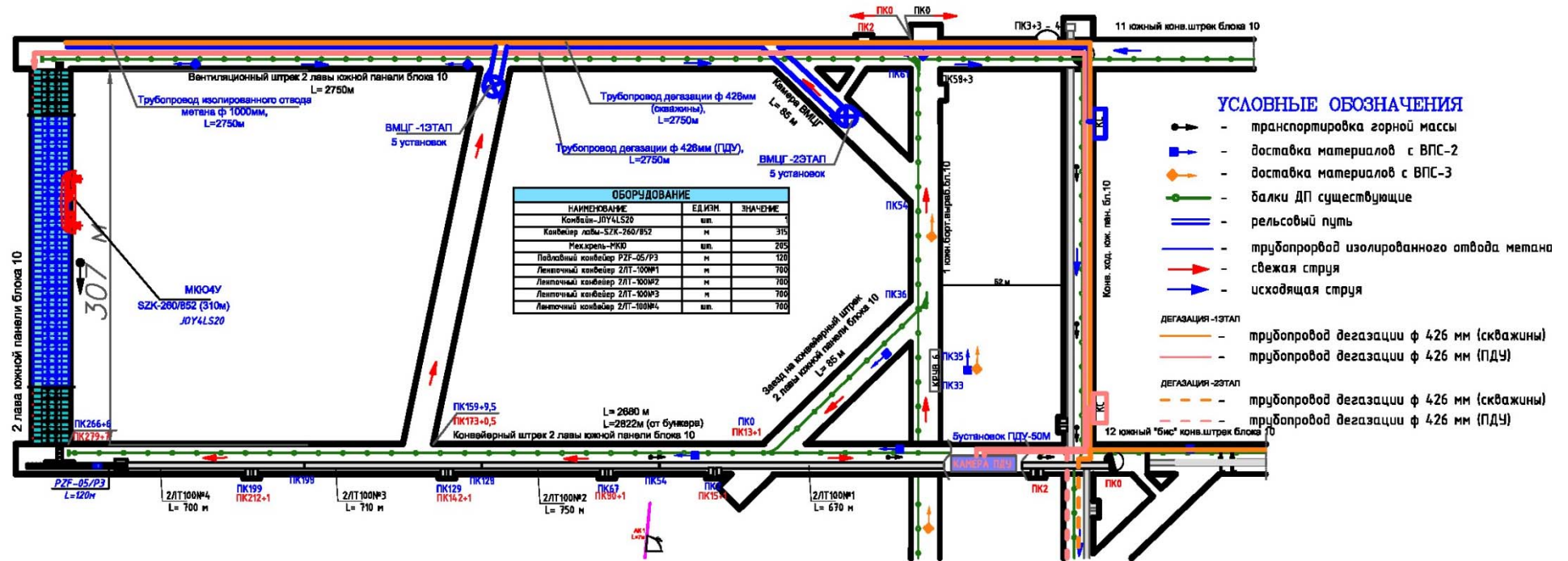


Рисунок 4.1 Викопіювання з плану гірничих виробок

Рисунок 4.2 Паспорт підготовки 1 північної лави з / ч пл. ℓ_3

При проведенні виробка закріплюється комбінованим кріпленням з рам КПШУ -2,03, 3 металополімерних анкерів 2,4 м, встановлених з боку майбутньої лави і одного канатного анкера, довжиною 7 м, що встановлений вертикально вверху. Перетини виробки наведено на рис. 4.3.

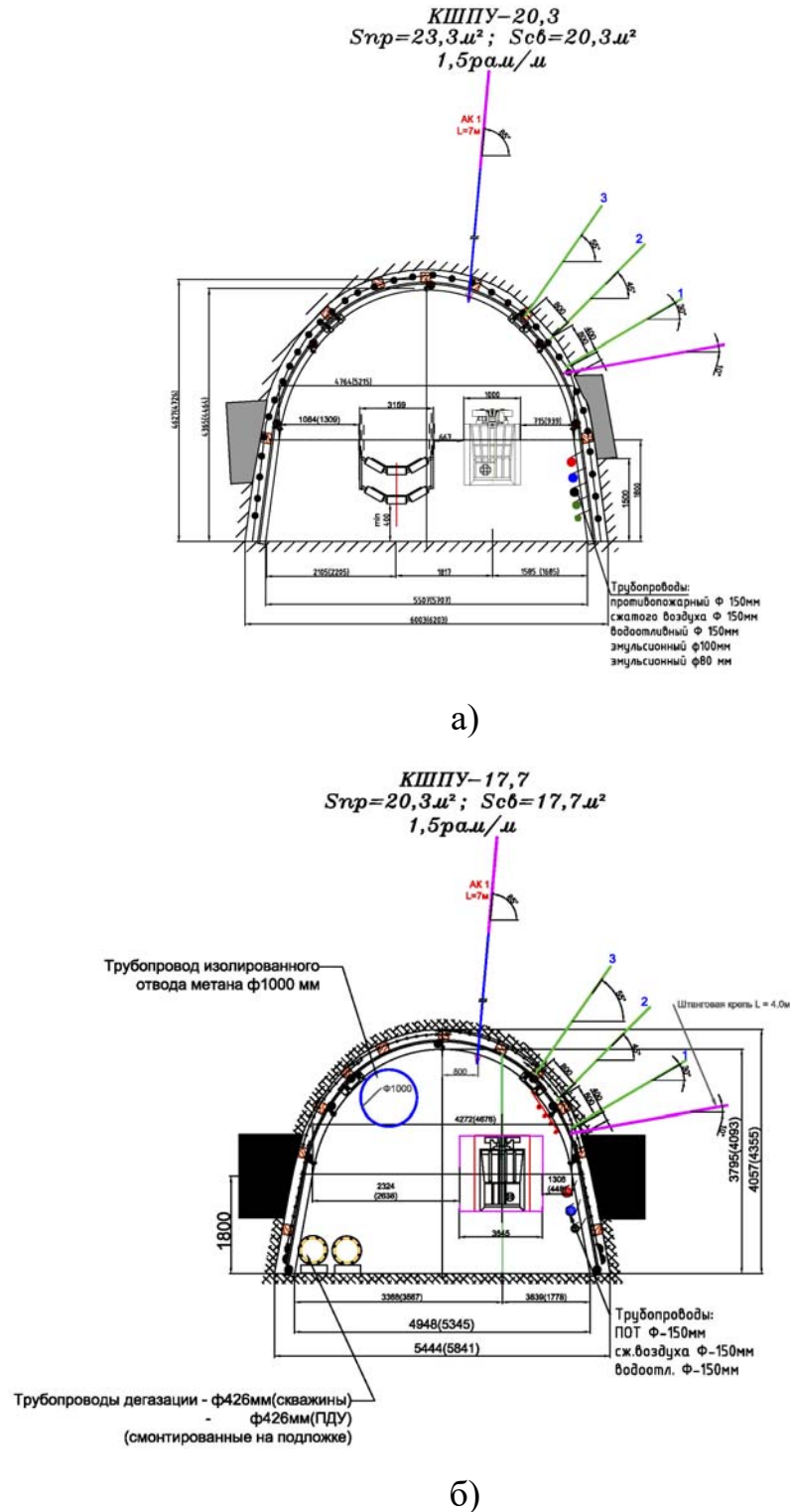


Рисунок 4.3 – Перетини конвеєрного (а) і вентиляційного (б) штреків

Всі роботи по проведенню, кріпленню виробки виконуються згідно з розробленими технологіями з дотриманням Правил безпеки і Правил технічної експлуатації вугільних і сланцевих шахт.

4.2 Формулювання завдання щодо проведення підготовлюючих виробок

Враховуючі практичний досвід проведення довгих виробок на шахті, наведений вище, а також аналіз літературних джерел, наведений в попередньому розділі, в магістерській роботі слід порівняти різні варіанти підготовки виїмкового поля 3 лави південної панелі блоку 10 довжиною 2750м.

Доцільно порівняти наступні варіанти:

- Проведення одиночних виробок (вент штрек, конвеєрний штрек + монтажний хідник) з провітрюванням однією вентиляторною установкою місцевого провітрювання великою потужності кожної виробки;
- Проведення одиночних виробок (вент штрек, конвеєрний штрек + монтажний хідник) з провітрюванням кожної з підготовчих виробок двома вентиляторами місцевого провітрювання;
- Проведення допоміжних виробок для організації деяких етапів провітрювання за рахунок загально шахтної депресії.

Ці три варіанти будемо розглядати при проведенні розрахунків. Спосіб проведення і кріплення виробок змінювати немає необхідності, тому, що шахтний варіант цілком задовольняє необхідній швидкості підготовки виробок і стійкості в експлуатаційний період.

5 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПРОВЕДЕННЯ ВИРОБОК І ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ

5.1 Розрахунок провітрювання по варіантам

Варіант 1. Проведення одиночних виробок (вент.штрек, конвеєрний штрек + монтажний хідник) з провітрюванням однією вентиляторною установкою місцевого провітрювання великої потужності. Схема наведена на рис. 5.1.

Розрахунки будемо проводити за керівним документом ДНАОТ 1.1.30-6.09.93 [14].

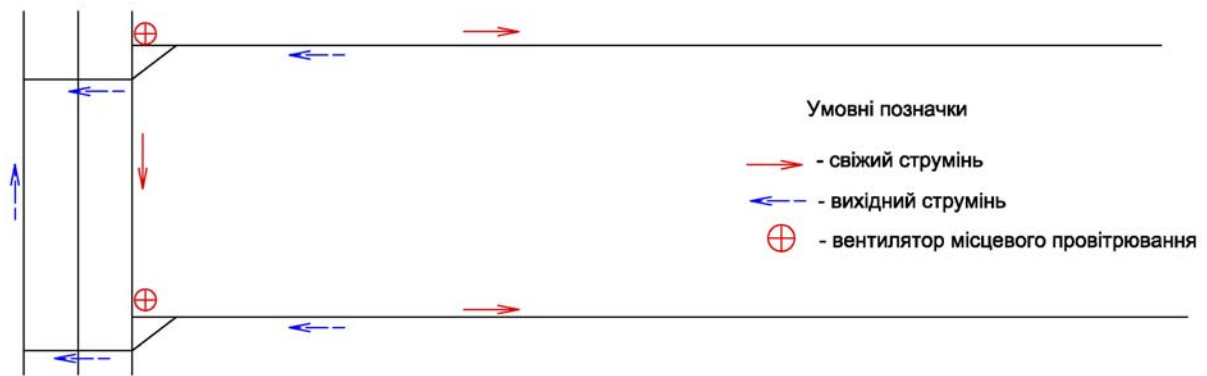


Рисунок 5.1 – Схема підготовки лави з провітрюванням однією вентиляторною установкою місцевого провітрювання за нагнітальною схемою

Метановиділення у тупикову виробку визначається за формулою [14]:

$$I = I_{\text{ПОВ}} + I_{\text{ОУП}}, \quad (5.1)$$

де $I_{\text{ПОВ}}$ – метановиділення з нерухомих оголених поверхонь пласта, $\text{м}^3/\text{хв}$
 $I_{\text{ОУП}}$ – метановиділення з відбитого вугілля, $\text{м}^3/\text{хв}$. [14];

$$I_{\text{ПОВ}} = 0,023 * m_{\text{П}} * v_{\text{П}} * (X - X_0) * k_t, \quad (5.2)$$

де m_{Π} – повна потужність вугільних пачок пласта, м
 v_{Π} – проектна швидкість просування вибою тупикової виробки, м/сут
 X – природна метаноносність пласта, $\text{м}^3/\text{т}$, визначається за формулою [14]:

$$X = X_{\Gamma} * k_{\text{WAZ}}, \quad (5.3)$$

$$X = 15,0 * 0,73 = 10,95 \text{ м}^3 / \text{т}$$

де X_{Γ} – природна метаноносність пласта, $\text{м}^3 / \text{тсбм}$;
 X_0 – залишкова метаноносність вугілля, $\text{м}^3/\text{т}$, визначається за формулою [14]:

$$X_0 = X_{\text{OГ}} * k_{\text{WAZ}} \quad (5.4)$$

$$X_0 = 2,46 * 0,73 = 1,79 \text{ м}^3 / \text{т}$$

$X_{\text{OГ}}$ – залишкова метаноносність вугілля, $\text{м}^3/\text{тсбм}$, визначається за формулою [14]:

$$X_{\text{OГ}} = 18,3 * (V^{\text{daf}})^{-0,6} \quad ; \quad (5.5)$$

$$X_{\text{OГ}} = 18,3 * 28,4^{-0,6} = 2,46 \text{ м}^3 / \text{тсбм}$$

де V^{daf} – вихід летких речовин, %;
 k_{WAZ} – коефіцієнт перерахунку метаноносності пласта на вугілля, (долі од.), знаходиться за формулою [14]:

$$k_{\text{WAZ}} = \frac{100 - W - A_3}{100}; \quad (5.6)$$

де W, A_3 – відповідно пластова вологість та зольність вугілля, %;

$$k_{\text{WAZ}} = \frac{100 - 2,0 - 25,3}{100} = 0,73$$

$$(X - X_0) = 10,95 - 1,79 = 9,16 \text{ м}^3/\text{т}.$$

Метановиділення з нерухомих оголених поверхонь пласта всієї тупикової виробки складе [14]:

$$I_{\text{ПОВ}} = 0,023 * 1,97 * 9,00 * 9,16 * 0,99 = 3,70 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

Метановиділення з нерухомих оголених поверхонь пласта приви́бійної частини тупикової виробки складе [14]:

$$I_{\text{ПОВ}} = 0,023 * 1,97 * 9,00 * 9,16 * 0,13 = 0,49 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

Метановиділення з відбитого вугілля при ви́ймці комбайном визначається за формулою [14]:

$$I_{\text{ОУП}} = j * K_{\text{ТУ}} * (X - X_0); \quad (5.7)$$

де j - технічна продуктивність комбайна, т/хв;

$K_{\text{ТУ}}$ - коефіцієнт, що враховує ступінь дегазації відбитого вугілля, визначаємо за формулою [14]:

$$K_{\text{ТУ}} = a * T_{\text{У}}^b, \quad (5.8)$$

де $T_{\text{У}}$ - час знаходження вугілля у приви́бійному просторі, хв.

a, b - коеф., що характеризує газовіддачу з відбитого вугілля, при $T_{\text{У}} < 6$ хвилин відповідно дорівнюють 0,052 и 0,71, а при $T_{\text{У}} > 6$ хвилин

$$a = 0,118, \quad b = 0,25.$$

$$T_y = \frac{S_{yГ} * l_{ц} * \gamma}{j}, \quad (5.9)$$

де $S_{yГ}$ - площа перерізу виробки по вугіллю в проходці, m^2 ;
 $l_{ц}$ - рух забою за цикл безперервної роботи комбайна, м;
 γ - щільність вугілля, t/m^3 .

$$T_y = \frac{12,2 * 0,5 * 1,29}{0,65} = 12,12 \text{ хв}$$

$$K_{Ty} = 0,118 * 12,12^{0.25} = 0,22$$

$$I_{OyП} = 0,65 * 0,22 * 9,16 = 1,31 \text{ м}^3 / \text{хв.}$$

Метановиділення всієї тупикової виробки складе [14]:

$$I_{П} = 3,70 + 1,31 = 5,01 \text{ м}^3 / \text{хв.}$$

Метановиділення з приви́бійної частини тупикової виробки складе:

$$I_{зП} = 0,49 + 1,31 = 1,80 \text{ м}^3 / \text{хв.}$$

Витрата повітря, який необхідно подати в приви́бійний простір тупикової виробки з виділення метану визначається за формулою [14]:

$$Q_{зП} = \frac{100 * I_{зП}}{C - C_0} \quad (5.10)$$

де C – допустима згідно з ПБ концентрація метану у вихідному струмені з

виробки, %

C_0 – концентрація метану в струмені повітря, що надходить у тупикову виробку, %

$$Q_{зП} = \frac{100 * 1,80}{1 - 0,0} = 180 \text{ м}^3/\text{хв}$$

Витрата повітря для провітрювання всієї тупикової виробки з виділення метану визначається за формулою [14]:

$$Q_{П} = \frac{100 * I_{П} * K_{н.п.}}{C - C_0} \quad (5.11)$$

де $I_{П}$ - метановиділення в тупиковій виробці, $\text{м}^3/\text{хв}$.

$K_{н.п.}$ - коефіцієнт нерівномірності газовиділення в тупиковій виробці, приймається рівним 1,0.

$$Q_{П} = \frac{100 * 5,01 * 1,0}{1 - 0,0} = 501 \text{ м}^3/\text{хв}$$

Для виробок довжиною до 300 м розрахунок виконується відразу для максимальної довжини, а для виробок більшої протяжності - також для проміжних значень довжини 600, 900, 1200 м і т.д., включаючи максимальну довжину. Розрахунок виконується по мінімально допустимій Правилами безпеки швидкості руху повітря по виробці, по розведенню отруйних газів, що утворюються після вибухових робіт, по тепловому фактору. Остаточню приймається максимальне значення

кількості повітря, отримане з усіх розрахункових значень [14].

Розрахунок витрати повітря за кількістю людей проводиться за формулою [14]:

$$Q_{зп} = 6 * N_{чел.з.п}; \quad (5.12)$$

де $N_{чел.з.п}$ - найбільша кількість людей, що одночасно працюють у привибійному просторі тупикової виробки, чел.

$$Q_{зп} = 6 * 20 = 120 \text{ м}^3/\text{хв.}$$

Розрахунок витрати повітря за мінімальною швидкістю проводиться за формулою [14]:

$$Q_{зп} = 60 * V_{п_MIN} * S; \quad (5.13)$$

де $V_{п_MIN}$ - мінімально допустима згідно з ПБ швидкість повітря в тупиковій виробці, м/с.

$$Q_{зп} = 60 * 0,25 * 20,3 = 305 \text{ м}^3/\text{хв.}$$

Витрата повітря за мінімальною швидкістю в привибійному просторі тупикової виробки в залежності від температури визначається за формулою [14]:

$$Q_{зп} = 20 * V_{з_MIN} * S; \quad (5.14)$$

де $V_{з_MIN}$ - мінімально допустима згідно з ПБ швидкість повітря в привибійному просторі виробки залежно від температури, м/с.

$$Q_{зп} = 20 * 0,50 * 20,3 = 203 \text{ м}^3/\text{хв.}$$

Попередньо приймаємо $Q_{зп} = 305 \text{ м}^3/\text{хв.}$

Подача вентиляторів на повну довжину виробки складе [14]:

$$Q_B = K_{\text{ум.тр.}} \cdot Q_{зп}, \text{ м}^3/\text{хв}; \quad (5.15)$$

де $k_{\text{ум. тр}}$ - коефіцієнт витоків повітря в трубопроводі.

При використанні звичайного трубопроводу, з довжиною 2820м в таблицях «Керівництва з провітрювання...» [14] коефіцієнт витоків розраховуються при витоках $305 \text{ м}^3/\text{хв.}$ [14]:

$$k_{\text{ум.тр}} = k_{\text{ум.мп1}} \cdot k_{\text{ум.мп2}} \quad (5.16)$$

де $k_{\text{ум.мп1}}$. — коефіцієнт втрат повітря для кінцевої ділянки трубопровода без поліетиленового рукава;

$k_{\text{ум.мп2}}$. — коефіцієнт втрат повітря для ділянки трубопровода з поліетиленовим рукавом

$$k_{\text{ум. тр}} = 3,98$$

$$Q_{BP} = 305 \cdot 3,98 = 1214 \text{ м}^3/\text{хв.}$$

Визначення депресії вентилятора місцевого провітрювання [14]:

$$h_6 = \left(\frac{Q_B}{60} \right)^2 \cdot R_{\text{мп.}} \cdot \left(\frac{0,59}{K_{\text{УТ.ТР.}}} + 0,41 \right)^2, \text{ даПа}$$

де $R_{\text{тр}}$ - аеродинамічний опір трубопроводу, км [14];

$$R_{\text{мп.з}} = r_{\text{мп}} (l_{\text{мп1}} + 20d_{\text{мп1}}n_1 + 10d_{\text{мп1}}n_2) \quad (5.17)$$

де r_{mp} – питомий аеродинамічний опір гнучкого вентиляційного трубопроводу, кμ/м;

n_1, n_2 – число поворотів трубопроводів на 90° і 45° відповідно.

$$R_{\text{трг}} = 0,00213 \cdot (2820 + 20 \cdot 1,2 \cdot 0 + 10 \cdot 1,2 \cdot 1) = 6,032 \text{ кμ}$$

Тиск вентилятора місцевого провітрювання

$$h_g = \left(\frac{1214}{60} \right)^2 \cdot 6.032 \cdot \left(\frac{0.59}{3.98} + 0.41 \right)^2 = 769.556 \text{ даПа.}$$

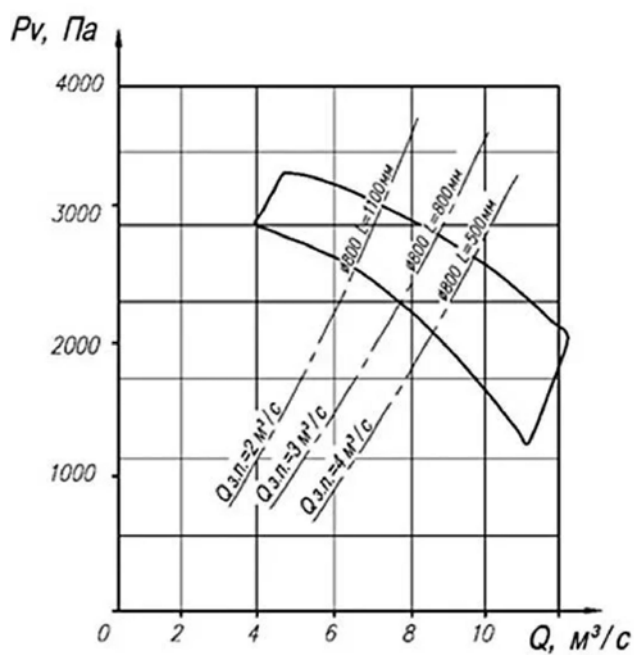
Витрата повітря в місці встановлення ВМП (біля всаса ВМП):

$$Q_{\text{вс}} = 1,43 \cdot 1214 \cdot 1,1 = 1909 = 31,82 \text{ м}^3/\text{хв}$$

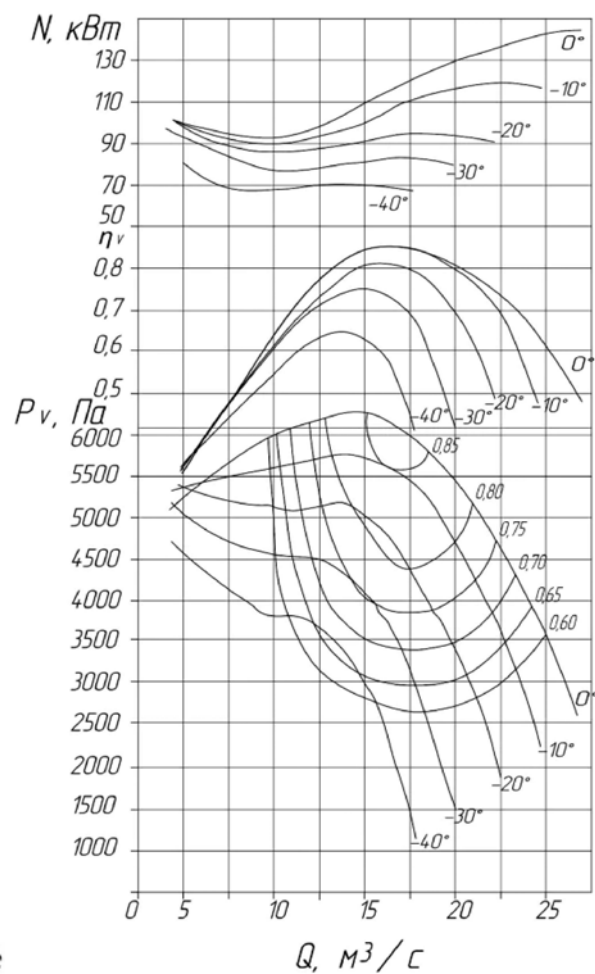
k_p - коефіцієнт запасу ВМП.

Аналіз аеродинамічних характеристик вентиляторів місцевого провітрювання вказує, що для витрат повітря $1214 \text{ м}^3/\text{хв} = 20,2 \text{ м}^3/\text{с}$ і депресії 769 даПа вентилятори відсутні. Так нижче наведені аеродинамічні характеристики найбільш близьких вентиляторів з серії ВМЕ. Типорозмір ВМЕ – 8 (рис. 5.2а) не підходить по витратам повітря, а ВМЕ-10 і ВМЕ-12 по депресії (рис. 5.2 б, в).

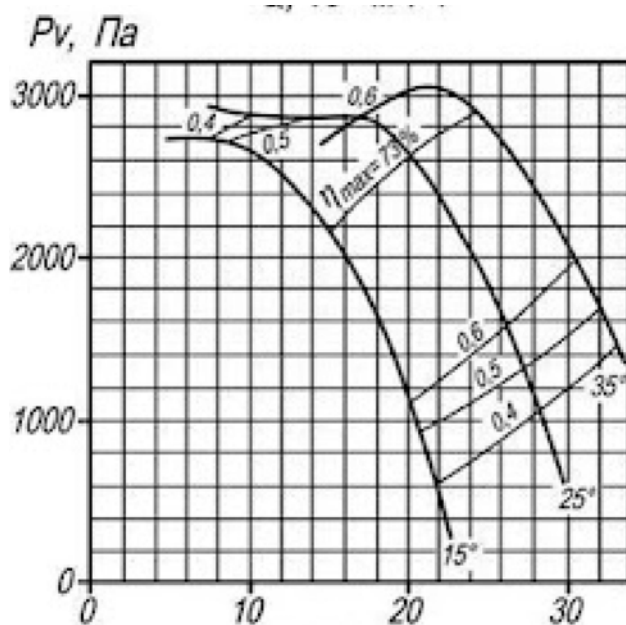
Таким чином перший варіант технічно вкрай складно реалізувати. Таке рішення не є доцільним. Варто перейти до другого варіанту.



а)



б)



в)

Рисунок 5.2 – Аеродинамічні характеристики вентиляторів ВМЕ-8 (а), ВМЕ-2-10А (б), ВМЕ-12 (в)

Варіант 2. Проведення одиночних виробок (вент штрек, конвеєрний штрек + монтажний хідник) з провітрюванням кожної з підготовчих виробок двома вентиляторами місцевого провітрювання. Схема наведена на рис. 5.3.

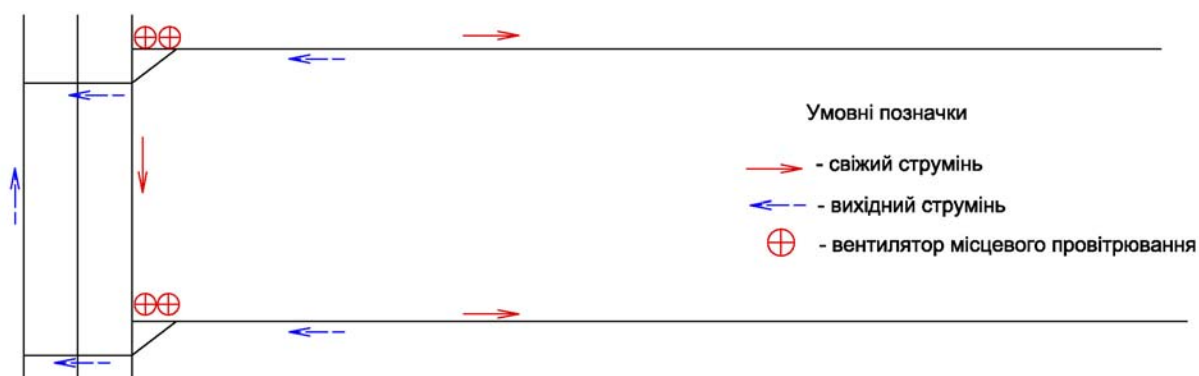


Рисунок 5.3 – Схема підготовки лави з провітрюванням виробок двома вентиляторними установками місцевого провітрювання за нагнітальною схемою

Відомо, що при роботі двома послідовно з'єднаними ВМП значення депресії удвоюється, а подача не змінюється [14]. Таким чином для вибору вентиляторів слід орієнтуватись на подачу $20,2 \text{ м}^3/\text{с}$, і половину необхідної депресії, що буде забезпечувати кожен вентилятор $769/2=384,5 \text{ даПа}$.

Для таких умов вентилятор ВМЕ2-10А підходить.

Розрахуємо режим роботи послідовно встановлених двох вентиляторів ВМЕ-2-10А.

Таблиця 5.1 – Розрахунок подачі і депресії кожного з двох вентиляторів ВМЕ2-10А

$Q_6, \text{ м}^3/\text{с}$	12	14	16	18	20	22
$h_6, \text{ даПа}$	135	184	240,5	304,5	375,5	454

Аеродинамічна характеристика роботи вентилятора ВМЕ-2-10А і характеристика вентиляційної мережі наведена на рис. 5.4.

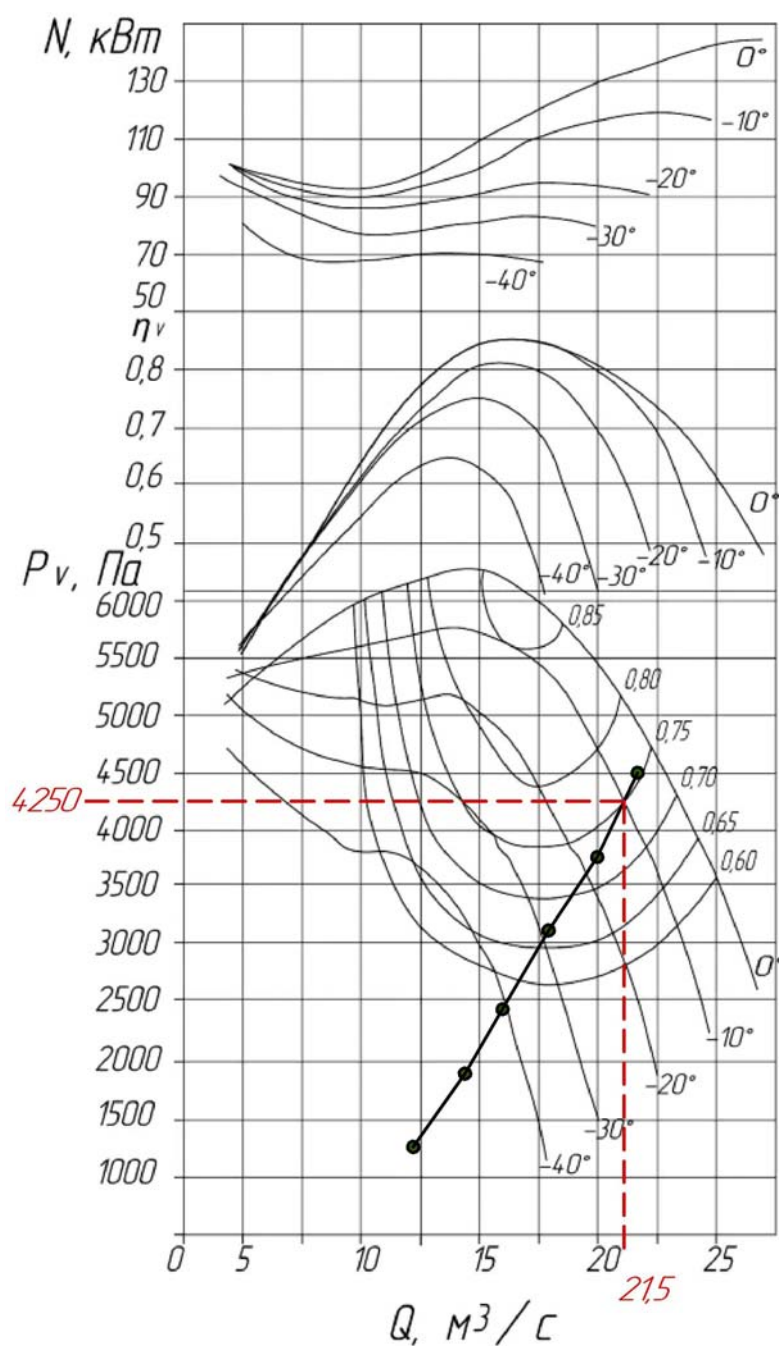


Рисунок 5.4 – Аеродинамічна характеристика двох вентиляторів, що працюють послідовно на один трубопровід ВМЕ 2-10А

Робочий режим ВМП: витрата повітря $21,5 \text{ м}^3/\text{с}$ депресія - 4250 Па.

Ці два вентилятори можуть забезпечити необхідну кількість повітря

при необхідному тиску при довжині виробки 2820 м. Також є варіант послідовного підключення вентиляторів по мірі набору довжини штреками. Це дозволить економити витрати на електричну енергію при поетапному провітрюванні. Спочатку (приблизно половину часу проведення) буде працювати тільки один вентилятор на потужність 110 кВт, після чого запрацює другий і сумарна потужність становить 220 кВт.

Таким чином другий варіант – використання двох вентиляторів теоретично можливий.

Таблиця 5.2 - Характеристика вентилятора ВМЕ-10

Показник	Значення
Подача, м ³ /с	16
Напор, даПа	6200
Діаметр робочого колеса, м	1000
Максимальний КПД	0,77
Частота обертання, хв ⁻¹	1500
Потужність електродвигуна, кВт	160
Маса вентилятора, кг	1450

Недоліками цього варіанту є:

- маса при монтажі двох вентиляторів в одній виробці – 2900 кг, що вимагає економічних і трудових витрат на транспортування, монтаж, обслуговування;

- загальна електрична потужність – 220 кВт, на етапі роботи двох ВМП.

Це вимагає великих витрат на електричну енергію.

Варіант 3. Проведення допоміжних виробок для організації етапів провітрювання за рахунок загально шахтної депресії.

Проведення здвоєних виробок (рис. 5.5) не є раціональним варіантом з таких причин:

- для підготовки лави слід провести 4 штреки довжиною по 2750 м кожний, що потребує не виправдано великих витрат;
- такий варіант хоч і знижує витрати на провітрювання суттєво підвищує витрати на підготовку дави, що призведе до росту собівартості вугілля.

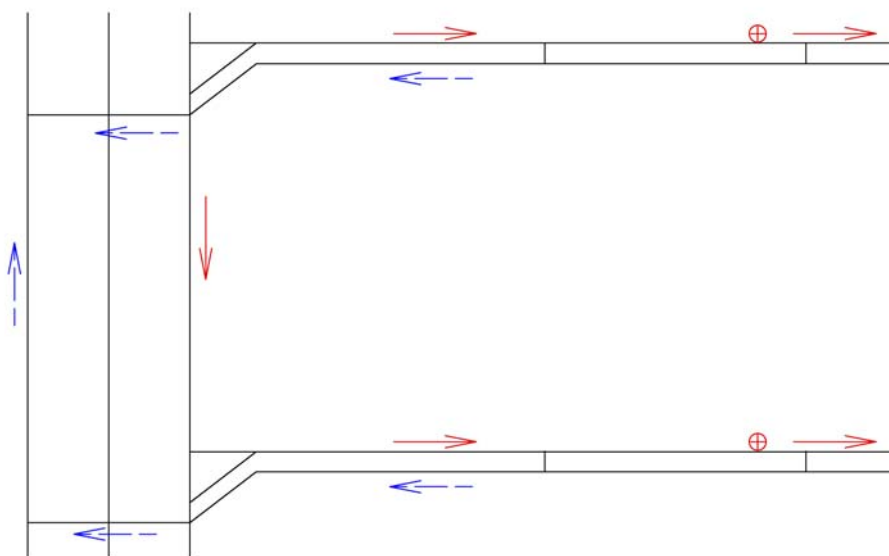


Рисунок 5.5 – Схема підготовки лави з проведенням здовбених штреків

Для зменшення великої протяжності тупікових виробок пропонується поєднання вентштрека з конвеєрним діагональною збіркою. Схема підготовки поля зображена на рис. 5.6.



Рисунок 5.6 – Схема підготовки лави з провітрюванням виробок за

допомогою діагональної збойки

При цьому варіанті підготовки проведення поділяється на два принципово різні етапи. Спочатку обидві виробки провітрюється приблизно на половину довжини за допомогою ВМП. Після цього вони поєднуються діагональною збойкою, яка закорочує вентструмінь. Після цього по конвеєрному штреку йде свіже повітря а по вентиляційному – відпрацьоване. Друга половина штреків провітрюється знов ВМП, який переносять на свіжий струмінь.

Розрахунок першого етапа провітрювання.

Витрата повітря, яке необхідно подати в привибійний простір тупикової виробки з виділення метану визначається за формулою 5.10.

$$Q_{зп} = \frac{100 * 1,80}{1 - 0,0} = 180 \text{ м}^3/\text{хв}$$

Витрата повітря для провітрювання всієї тупикової виробки з виділення метану визначається за формулою 5.11.

$$Q_{п} = \frac{100 * 5,01 * 1,0}{1 - 0,0} = 501 \text{ м}^3/\text{хв}$$

Розрахунок витрати повітря за кількістю людей проводиться за формулою 5.12.

$$Q_{зп} = 6 * 20 = 120 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

Розрахунок витрати повітря за мінімальною швидкістю проводиться за формулою 5.13.

$$Q_{зп} = 60 * 0,25 * 20,3 = 305 \text{ м}^3/\text{хв}$$

Витрата повітря за мінімальною швидкістю в привибійному просторі тупикової виробки визначається за формулою 5.14:

$$Q_{зп} = 20 * 0,50 * 20,3 = 203 \text{ м}^3/\text{хв.}$$

Попередньо приймаємо $Q_{зп} = 305 \text{ м}^3/\text{хв.}$

Подача вентиляторів на повну довжину виробки складе:

$$Q_{вп} = 305 * 2,09 = 637 \text{ м}^3/\text{хв}$$

Перевірка

$$k_{уТ}' = \frac{2,09}{2,07} = 1,01$$

$$Q_{п.р.} = \frac{637}{1,01} = 631 > 501 \text{ м}^3/\text{хв.}$$

Перевірку виконано.

Кінцево приймаємо $Q_{зп} = 305 \text{ м}^3/\text{хв}$

Для проведення підготовчої виробки довжиною 1800 метрів на першому етапі провітрювання приймаємо вентилятор місцевого провітрювання ВМЕ – 2/8 у кількості 1 шт., з діаметром вентиляційного трубопроводу 1,2 м.

Подача вентилятора, що працює на гнучкий трубопровід, при довжині трубопроводу:

$$L = 425 \text{ м} \quad Q_{в1} = 305 * 1,12 = 342 \text{ м}^3/\text{хв}$$

$$L = 725 \text{ м} \quad Q_{в2} = 305 * 1,26 = 384 \text{ м}^3/\text{хв}$$

$$\begin{aligned}
 L &= 1025 \text{ м} \quad Q_{B3} = 305 * 1,39 = 424 \text{ м}^3/\text{хв} \\
 L &= 1325 \text{ м} \quad Q_{B4} = 305 * 1,56 = 476 \text{ м}^3/\text{хв} \\
 L &= 1625 \text{ м} \quad Q_{B5} = 305 * 1,78 = 543 \text{ м}^3/\text{хв} \\
 L &= 1925 \text{ м} \quad Q_{B6} = 305 * 2,09 = 637 \text{ м}^3/\text{хв}
 \end{aligned}$$

Кількість повітря, що подається до всмоктування ВМП:

$$\begin{aligned}
 Q_{BC1} &= 1,43 * 342 = 489 \text{ м}^3/\text{хв} \\
 Q_{BC2} &= 1,43 * 384 = 549 \text{ м}^3/\text{хв} \\
 Q_{BC3} &= 1,43 * 424 = 606 \text{ м}^3/\text{хв} \\
 Q_{BC4} &= 1,43 * 476 = 681 \text{ м}^3/\text{хв} \\
 Q_{BC5} &= 1,43 * 543 = 776 \text{ м}^3/\text{хв} \\
 Q_{BC6} &= 1,43 * 637 = 911 \text{ м}^3/\text{хв}
 \end{aligned}$$

Аеродинамічний опір гнучкого трубопроводу без витоків повітря:

$$\begin{aligned}
 R_{TP1} &= 0,00213 * (425 + 20 * 1,2 * 1 + 10 * 1,2 * 1) = 0,98 \text{ кμ} \\
 R_{TP2} &= 0,00213 * (725 + 20 * 1,2 * 1 + 10 * 1,2 * 1) = 1,60 \text{ кμ} \\
 R_{TP3} &= 0,00213 * (1025 + 20 * 1,2 * 1 + 10 * 1,2 * 1) = 2,23 \text{ кμ} \\
 R_{TP4} &= 0,00213 * (1325 + 20 * 1,2 * 1 + 10 * 1,2 * 1) = 2,87 \text{ кμ} \\
 R_{TP5} &= 0,00213 * (1625 + 20 * 1,2 * 1 + 10 * 1,2 * 1) = 3,51 \text{ кμ} \\
 R_{TP6} &= 0,00213 * (1925 + 20 * 1,2 * 1 + 10 * 1,2 * 1) = 4,15 \text{ кμ}
 \end{aligned}$$

Тиск вентилятора, що працює на гнучкий трубопровід:

$$\begin{aligned}
 h_{B1} &= 5,70^2 * 0,98 * (0,59 / 1,12 + 0,41)^2 = 28 \text{ даПа} \\
 h_{B2} &= 6,40^2 * 1,60 * (0,59 / 1,26 + 0,41)^2 = 51 \text{ даПа} \\
 h_{B3} &= 7,07^2 * 2,23 * (0,59 / 1,39 + 0,41)^2 = 78 \text{ даПа} \\
 h_{B4} &= 7,93^2 * 2,87 * (0,59 / 1,56 + 0,41)^2 = 112 \text{ даПа} \\
 h_{B5} &= 9,05^2 * 3,51 * (0,59 / 1,78 + 0,41)^2 = 158 \text{ даПа} \\
 h_{B6} &= 10,62^2 * 4,15 * (0,59 / 2,09 + 0,41)^2 = 224 \text{ даПа}
 \end{aligned}$$

Аеродинамічна характеристика ВМЕ – 2/8 і вентмережі наведені на рис. 5.7.

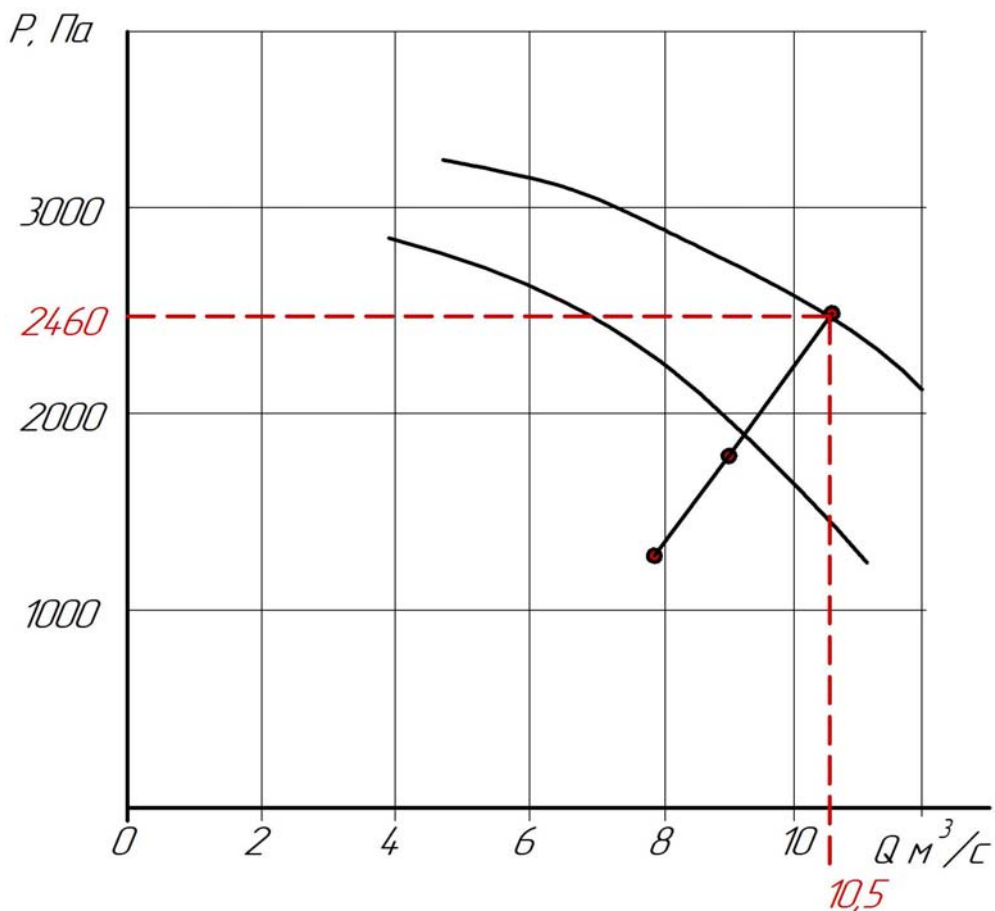


Рисунок 5.7 – Аеродинамічна характеристика ВМЕ 2-8 і вентмережі

Робочий режим ВМП: витрата повітря $10,5 \text{ м}^3/\text{с}$ депресія - 2460 Па.

Розрахунок параметрів провітрювання по етапам проведення в 300 м наведено в таблиці 5.3. З отриманих результатів можна зробити висновок, що при довжині до 600 м більш доцільно використовувати менш потужний вентилятор. Наприклад, це може бути вентилятор ВМЕ-6У.

Таким чином на першому етапі проведення перші 600 м буде використовуватись вентилятор ВМЕ-6У, після чого доцільно перейти на ВМЕ 2-8.

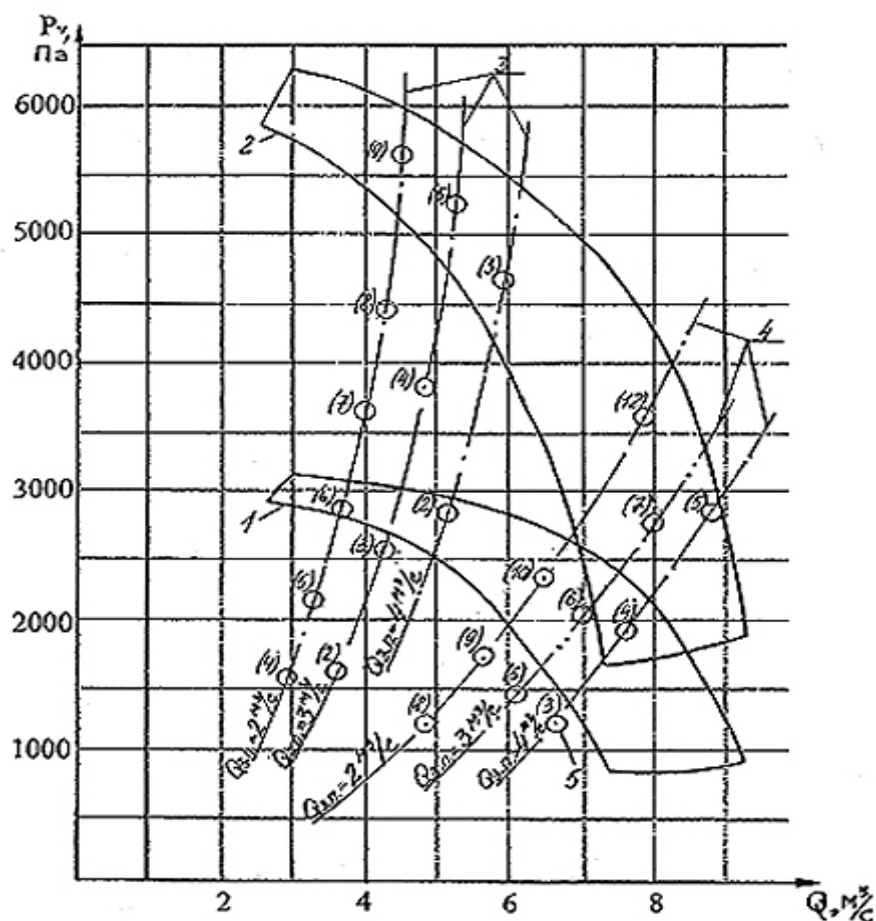


Рисунок 5.8 – Аеродинамічна характеристика ВМЕ 6У

Таблиця 5.3 – Результати поетапного розрахунку засобів провітрювання

Інтервали довжини проведеної частини виробки	Засоби провітрювання	Кількість ВМП	Розрахункова кількість повітря в забої	Кількість повітря на всасі	Розрахункова продуктивність ВМП
0 – 300	ВМЕ-6У	1	305	489	342
300 – 600				549	384
600 – 900	ВМЕ-2/8	1		606	424
900 –1200				681	476
1200 – 1500				776	543
1500 - 1800				911	637

Таке рішення є доцільним тільки за умови, коли на підприємстві вже є вентилятор ВМЕ-6У, в противному випадку придбати ВМП буде недоцільно.

Розрахунок другого етапу провітрювання.

На другому етапі, після проведення діагональної збійки, є два варіанти провітрювання частини виробки, що залишилась, довжиною 1325 м:

- без перемонтажу ВМП;
- з перемонтажем ВМП.

Розрахунок провітрювання без перемонтажу ВМП, тобто загальна довжина трубопровода в кінці штреку складе 2820 м (рис. 5.9).

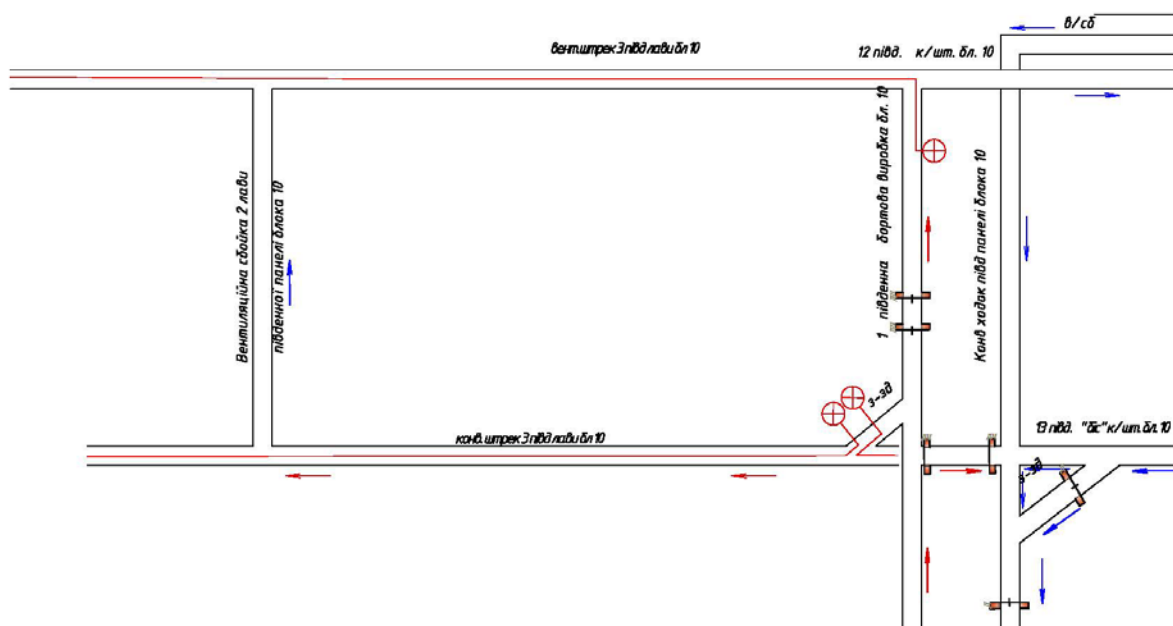


Рисунок 5.9 – Схема організації провітрювання на другому етапі підготовки виїмкового поля без перемонтажу ВМП

$$Q_{3П} = \frac{100 * 1,47}{1 - 0,0} = 147 \text{ м}^3 / \text{хв}$$

$$Q_{П} = \frac{100 * 3,40 * 1,0}{1 - 0,0} = 340 \text{ м}^3 / \text{хв}$$

Розрахунок витрати повітря за кількістю людей

$$Q_{зп} = 6 * 20 = 120 \text{ м}^3/\text{хв}$$

Розрахунок витрати повітря за мінімальною швидкістю

$$Q_{зп} = 60 * 0,25 * 20,3 = 305 \text{ м}^3/\text{хв}$$

Витрата повітря за мінімальною швидкістю в привибійному просторі

$$Q_{зп} = 20 * 0,50 * 20,3 = 203 \text{ м}^3/\text{хв.}$$

Попередньо приймаємо $Q_{зп} = 305 \text{ м}^3/\text{хв.}$

Подача вентиляторів на повну довжину виробки складе:

$$Q_{вп} = 305 * 3,98 = 1214 \text{ м}^3/\text{хв}$$

Перевірка:

$$3,98$$

$$k_{ут}' = \frac{3,98}{2,75} = 1,45$$

$$2,75$$

$$1214$$

$$Q_{п.р.} = \frac{1214}{1,45} = 837 > 340 \text{ м}^3/\text{хв.}$$

$$1,45$$

Перевірку виконано.

Кінцево приймаємо $Q_{зп} = 305 \text{ м}^3/\text{хв.}$

Для проведення підготовчої виробки приймаємо вентилятор місцевого провітрювання ВМЭ – 2/10 у кількості 2 шт. з'єднані послідовно, з діаметром вентиляційного трубопроводу 1,2 м; кількість вентиляційних трубопроводів – 1.

Подача вентилятора, що працює на гнучкий трубопровід, при довжині трубопроводу:

$$L = 1950 \text{ м } Q_{в1} = 305 * 3,05 = 930 \text{ м}^3/\text{хв}$$

$$L = 2250 \text{ м } Q_{в2} = 305 * 3,35 = 1022 \text{ м}^3/\text{хв}$$

$$L = 2550 \text{ м } Q_{в3} = 305 * 3,70 = 1129 \text{ м}^3/\text{хв}$$

$$L = 2710 \text{ м } Q_{в4} = 305 * 3,98 = 1214 \text{ м}^3/\text{хв}$$

Кількість повітря, що подається до всмоктування ВМП:

$$Q_{BC1} = 1,43 * 930 = 1330 \text{ м}^3/\text{хв}$$

$$Q_{BC2} = 1,43 * 1022 = 1461 \text{ м}^3/\text{хв}$$

$$Q_{BC3} = 1,43 * 1129 = 1614 \text{ м}^3/\text{хв}$$

$$Q_{BC4} = 1,43 * 1214 = 1736 \text{ м}^3/\text{хв}$$

Аеродинамічний опір гнучкого трубопроводу без витоків повітря:

$$R_{TP1} = 0,00213 * (1950 + 20 * 1,2 * 0 + 10 * 1,2 * 1) = 4,18 \text{ кμ}$$

$$R_{TP2} = 0,00213 * (2250 + 20 * 1,2 * 0 + 10 * 1,2 * 1) = 4,82 \text{ кμ}$$

$$R_{TP3} = 0,00213 * (2550 + 20 * 1,2 * 0 + 10 * 1,2 * 1) = 5,46 \text{ кμ}$$

$$R_{TP4} = 0,00213 * (2710 + 20 * 1,2 * 0 + 10 * 1,2 * 1) = 5,80 \text{ кμ}$$

Тиск вентилятора, що працює на гнучкий трубопровід:

$$h_{B1} = 15,50^2 * 4,18 * (0,59 / 3,05 + 0,41)^2 = 366 \text{ даПа}$$

$$h_{B2} = 17,03^2 * 4,82 * (0,59 / 3,35 + 0,41)^2 = 480 \text{ даПа}$$

$$h_{B3} = 18,82^2 * 5,46 * (0,59 / 3,70 + 0,41)^2 = 627 \text{ даПа}$$

$$h_{B4} = 20,23^2 * 5,80 * (0,59 / 3,98 + 0,41)^2 = 740 \text{ даПа}$$

Таблиця 5.4 – Результати поетапного розрахунку засобів провітрювання

Інтервали довжини проведеної частини виробки	Засоби провітрювання	Кількість ВМП	Розрахунки кількість повітря в забої	Кількість повітря на всасі	Розрахунки кількість продуктивності ВМП	Примітка
0 – 300	ВМЭ-2/10	1	305	1330	930	
300 – 600				1461	1022	
600 – 900				1614	1129	
900 – 1200		2		1736	1214	ВМП з'єднані послідовно

Розрахунок провітрювання з перемонтажем ВМП, тобто загальна довжина трубопроводу в кінці штреку складе $(2820-1800)+305=1325\text{м}$ (рис. 5.10), де 2820 – загально довжина трубопроводу по штреку, 1800 – довжина трубопроводу на першому етапі провітрювання, 305 – довжина монтажного хідника (лави).

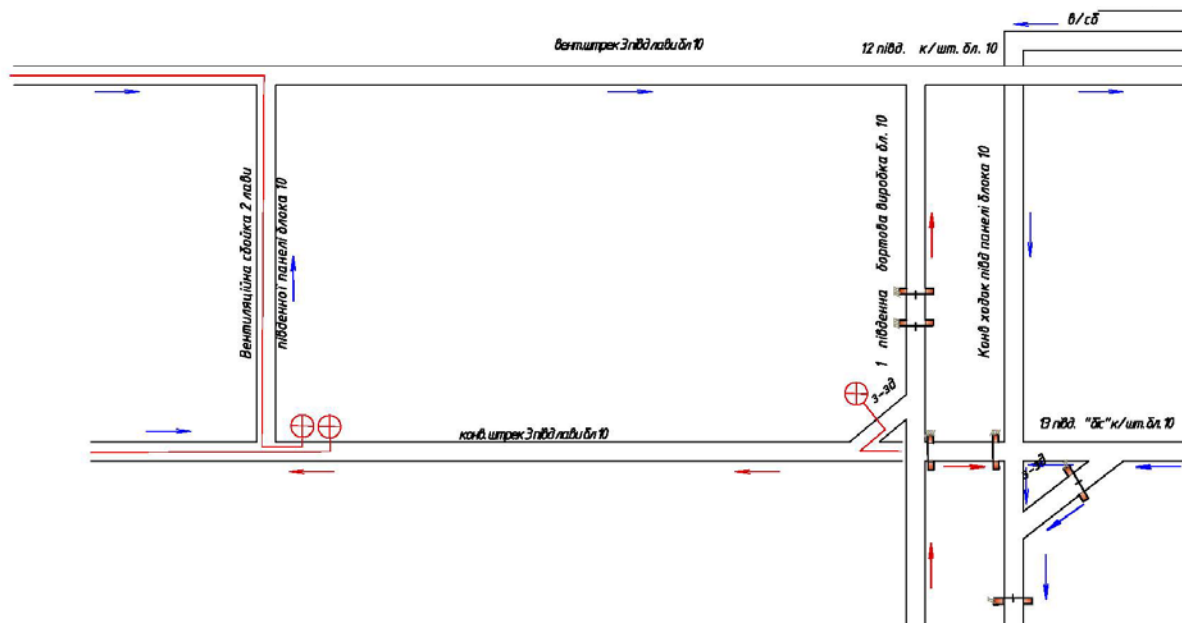


Рисунок 5.10 – Схема організації провітрювання на другому етапі підготовки виїмкового поля з перемонтажем ВМП

Раніше вже було наведено розрахунок $Q_{зп} = 305 \text{ м}^3/\text{хв}$

Подача вентилятора, що працює на гнучкий трубопровід, при довжині трубопроводу:

$$L = 1325 \text{ м} \quad Q_v = 305 * 1,56 = 476 \text{ м}^3/\text{хв}$$

Кількість повітря, що подається до всмоктування ВМП:

$$Q_{вс} = 1,43 * 476 = 681 \text{ м}^3/\text{хв}$$

Аеродинамічний опір гнучкого трубопроводу без витоків повітря:

$$R_{TP} = 0,00213 * (1325 + 20 * 1,2 * 1 + 10 * 1,2 * 1) = 2,87 \text{ кμ}$$

Тиск вентилятора, що працює на гнучкий трубопровід:

$$h_B = 7,93^2 * 2,87 * (0,59 / 1,56 + 0,41)^2 = 112 \text{ даПа}$$

Для проведення підготовчої виробки довжиною 1325 метрів на другому етапі провітрювання приймаємо вентилятор місцевого провітрювання ВМЕ – 2/8 у кількості 1 шт., з діаметром вентиляційного трубопроводу 1,2 м.

Графік визначення режиму роботи ВМП наведено на рис. 5.11.

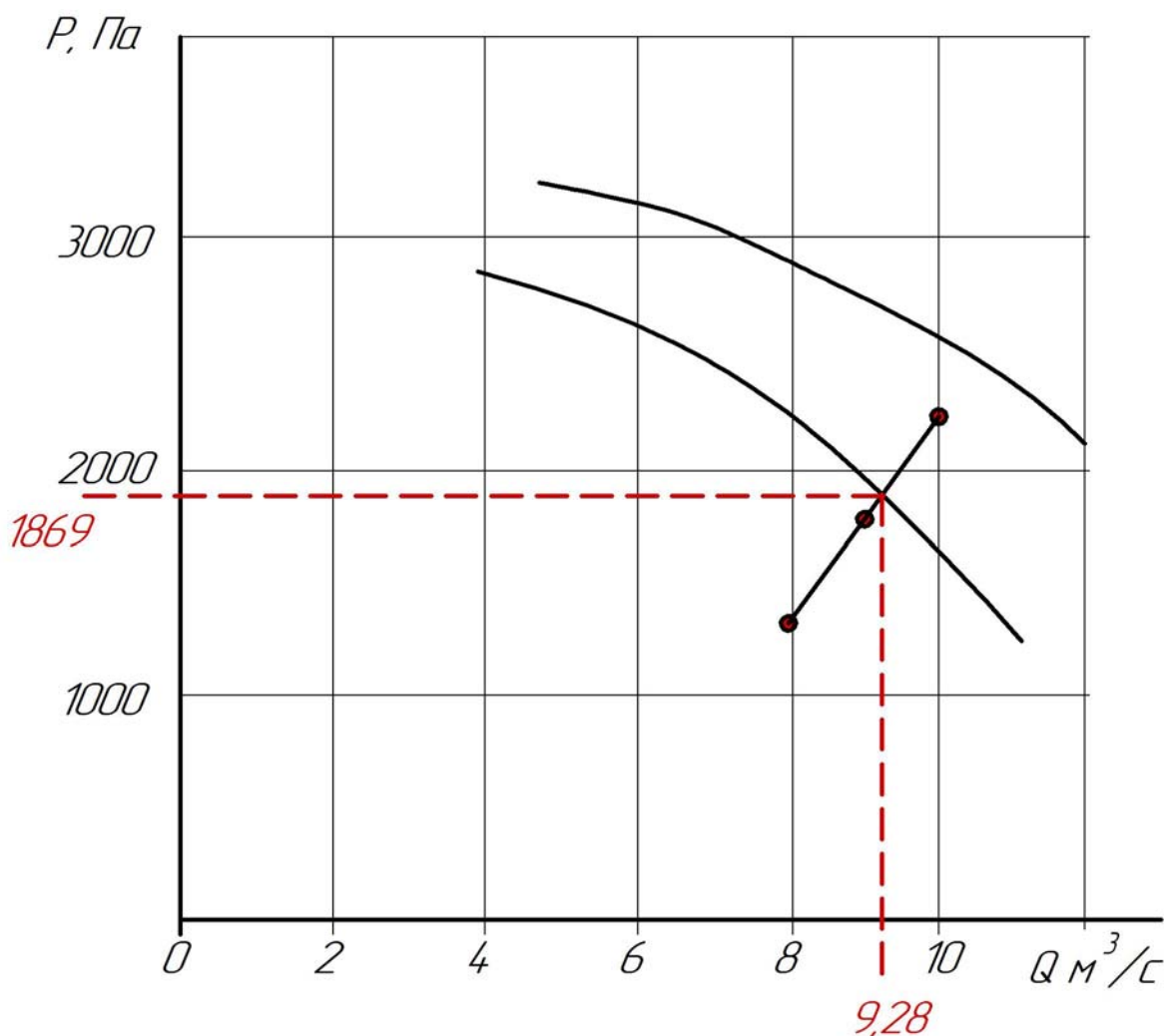


Рисунок 5.11 – Аеродинамічна характеристика ВМЕ 2-8 і вентмережі

Робочий режим ВМП: витрата повітря 9,28 м³/с депресія - 1869 Па

Сильні сторони третього варіанту підготовки виїмкового поля:

- стабільність провітрювання;

При перемонтажі ВМП є додаткові переваги:

- менше нагрівання вентиляційного вентструменя через меншу довжину трудопроводу;

- відсутність витрат на другий ВМП;

- зменшення витрат на ел.енергію.

Недоліки - збільшення витрат на проведення діагональної збійки.

5.2 Економічне порівняння варіантів

Для вибору доцільного варіанту серед представлених вище слід провести їх економічне порівняння.

Різниця між 2 і 3 варіантами принципово ґрунтується на проведенні діагональної збійки. Очевидно слід порівнювати другий варіант з варіантом третього з перемонтажем обладнання, інакше очевидно, що витрати по другому варіанту будуть менші, за рахунок відсутності необхідності проведення додаткової виробки.

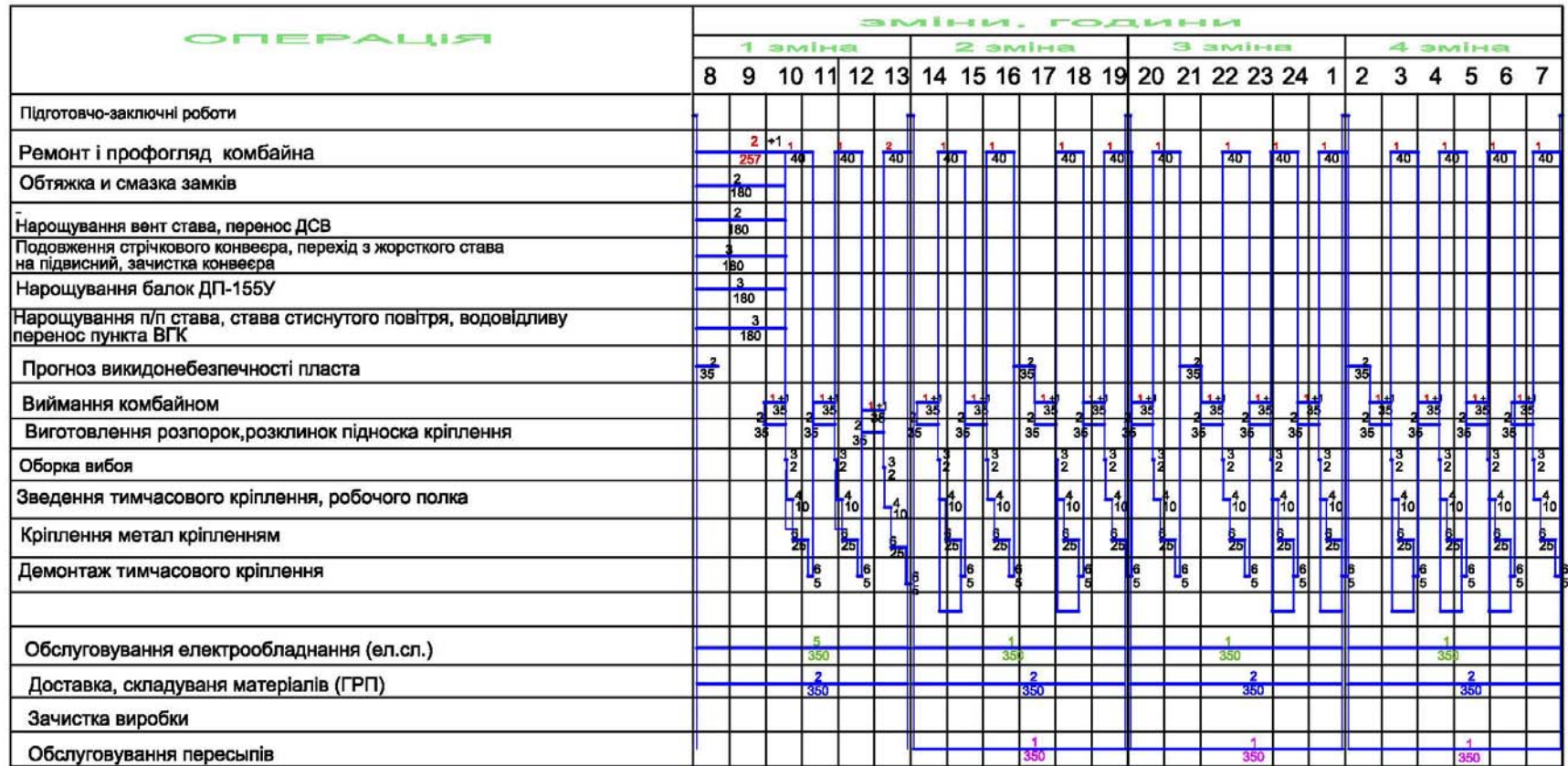
Оскільки роботи ведуться для підготовки виїмкового поля, то і витрати слід порівнювати на підготовку поля.

Економічні витрати впровадження варіанту №2.

Час роботи одного ВПМ (потужність 110кВт) дорівнює часу проведення виробки на довжину 1800м, після чого починають працювати два ВМП (потужність 220кВт), поки виробка не буде проведена на довжину 2820 м. Ці витрати будуть однакові для вент і канв штреків, після чого буде проведення монтажного хідника довжиною 305 м, під час якого провітрювання буде вестись двома ВМП (потужність 220кВт).

Графік організації робіт наведено на рис. 5.12.

Графік організації робіт



■ МГВМ
 ■ прохідник
 ■ горноробочий
 ■ електрослюсар
 ■ МПУ

Рисунок 5.12 – Графік організації робіт

Для визначення часу виконання кожного з цих етапів необхідно врахувати добову швидкість проведення. Її встановлено в результаті відповідних розрахунків. Добова швидкість проведення становить 15 рам. Крок установки рам 0,65 м, тобто добове посування 9,75 м/добу.

Термін проведення штреку при роботі одного ВМП $1800/9,75=185$ діб. Час роботи вентилятора $185*24=4440$ годин. Відповідно втрати ел.енергії на цей період $110*4440=488400$ кВт.

Проведення штреку при роботі двох ВМП $1020/9,75=105$ діб. Час роботи вентилятора $105*24=25200$ годин. Відповідно втрати ел.енергії на цей період $220*25200=554400$ кВт.

Проведення монтажного хідника при роботі двох ВМП. $305/9,75=32$ діб. Час роботи вентилятора $32*24=768$ годин. Відповідно втрати ел.енергії на цей період $220*768=168960$ кВт.

Вартість електроенергії для підприємств 1,68 грн за кВт-год. Тоді витрати на електричну енергію при провітрюванні

$$Z_{\text{ел ен}} = (B_{\text{кш}} + B_{\text{вш}} + B_{\text{мх}}) * C_{\text{ел}} \quad (5.18)$$

де $B_{\text{кш}}$, $B_{\text{вш}}$, $B_{\text{мх}}$ – витрати ел.енергії при провітрювання конв. штреку, вент штреку і монт ходка, кВт

$C_{\text{ел}}$ - вартість електроенергії для підприємства, грн./кВт

$$Z_{\text{ел ен}} = (488400 + 554400 + 168960) * 1,68 = 2035756,8 \text{ грн.}$$

В цьому варіанті довжина венструкава буде на 1322 м більше.

Вартість трубопровода довжиною 1322м.

Розрахуємо для гнучкого трубопроводу 1В ТВГШ-0,8 × 20.

Ціна венструкава 270 м за метр.

Вартість трубопровода $1322*(270)=356940$ грн.

Оскільки трубопроводів два (для двох штреків), то і витрати складуть

$$356940 * 2 = 713880 \text{ грн.}$$

Вартість вентилятора ВМЕ 2-10 – 1,9 млн грн. Витрати на амортизацію з врахуванням доставки, монтаж-демонтаж 12% від вартості ВМП, відповідно становить $0,12 * 1\,900\,000 = 228\,000$ грн. В кожній виробці встановлюється по два ВМП, відповідно витрати складуть $228\,000 * 4 = 912\,000$ грн.

Загальні витрати по варіанту 2

$$З_{в1} = 2035756,8 + 713880 + 912000 = 3661636,8 \text{ грн}$$

Економічні витрати впровадження варіанту №3.

На першому етапі проведення перші 600 м буде використовуватись вентилятор ВМЕ-6У (потужність 25 кВт), після чого доцільно перейти на ВМЕ 2-8 (потужність 50 кВт) для проведення 1200 м.

На другому етапі провітрювання перші 600 м провітрюються знов ВМЕ-6У (потужність 25 кВт), і ще 725 м (з врахуванням довжини вент хідника і монт хідника) ВМЕ 2-8 (потужність 50 кВт).

Швидкість проведення виробок однакова, тому

Час проведення при провітрювання ВМЕ-6У = $1200 / 9,75 = 123$ доби.
Втрата ел. енергії $123 * 25 * 24 = 73800$ кВт.

Час проведення при провітрювання ВМЕ 2-8 = $(725 + 1200) / 9,75 = 198$ доби. Втрата ел. енергії $198 * 50 * 24 = 237600$ кВт

$$З_{ел\ ен} = (B_{кш} + B_{вш} + B_{мх} + B_{дх}) * C_{ел}$$

$$З_{ел\ ен} = (73800 + 237600) * 1,68 = 523152 \text{ грн}$$

Вартість вентилятора ВМЕ 2-8 – 1,5 млн грн. Витрати на амортизацію з врахуванням доставки, монтаж-демонтаж 12% від вартості ВМП, відповідно становить $0,12 * 1\,500\,000 = 180\,000$ грн. В кожній виробці встановлюється по одному ВМП, відповідно витрати складуть $180\,000 * 2 = 360\,000$ грн.

Вартість вентилятора ВМЕ 6 – 1,0 млн грн. Витрати на амортизацію з врахуванням доставки, монтаж-демонтаж 12% від вартості ВМП, відповідно становить $0,12 \cdot 1\,000\,000 = 120\,000$ грн. В кожній виробці встановлюється по одному ВМП, відповідно витрати складуть $120\,000 \cdot 2 = 240\,000$ грн.

Сумарні витрати на амортизацію ВМП $360\,000 + 240\,000 = 600\,000$ грн

Діагональна вент.збійка виключно для вентиляції, тому не містить додаткових комунікацій. Підтримувати виробку не треба. Виробка буде проведена в масиві.

Використовується кріплення КМП А3/13,8. Облегчений профіль рами. Вартість проведення 1 м виробки в такому варіанті 9 000 грн.

Витрати на проведення хідника

$$Z_{\text{впр}} = 305 \cdot 8000 = 2\,440\,000 \text{ грн}$$

Загальні витрати по варіанту 3

$$Z_{\text{в2}} = 523\,152 + 600\,000 + 2\,440\,000 = 3\,563\,152 \text{ грн}$$

Порівняння варіантів у вигляді діаграм наведено на рис. 5.13.

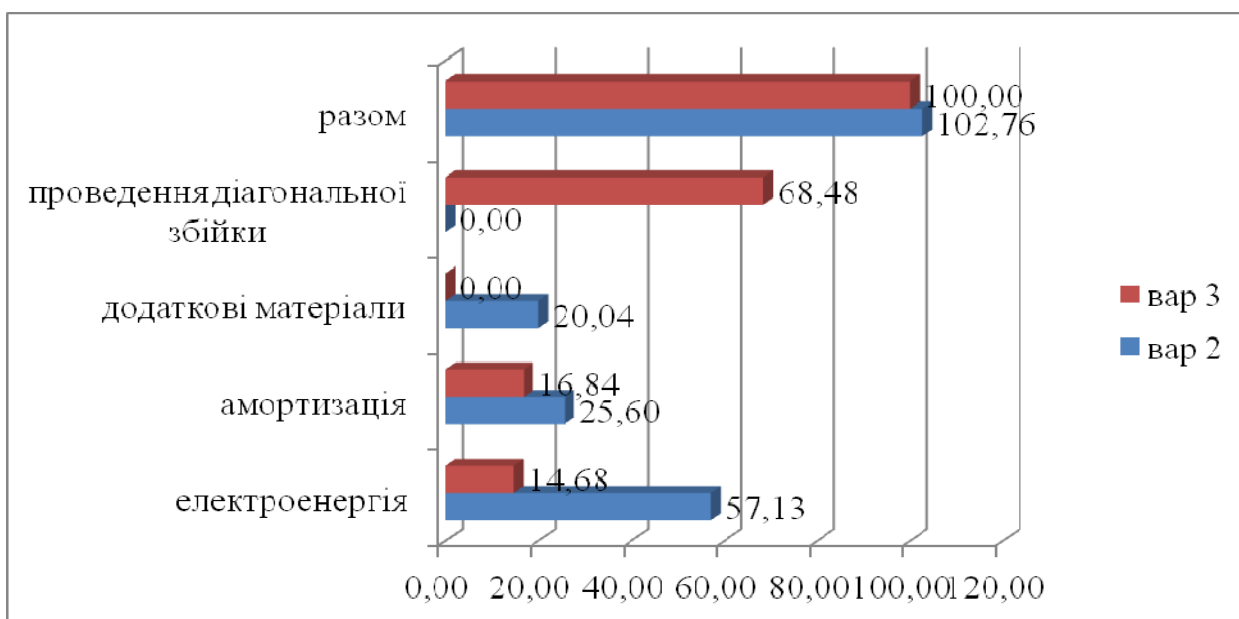
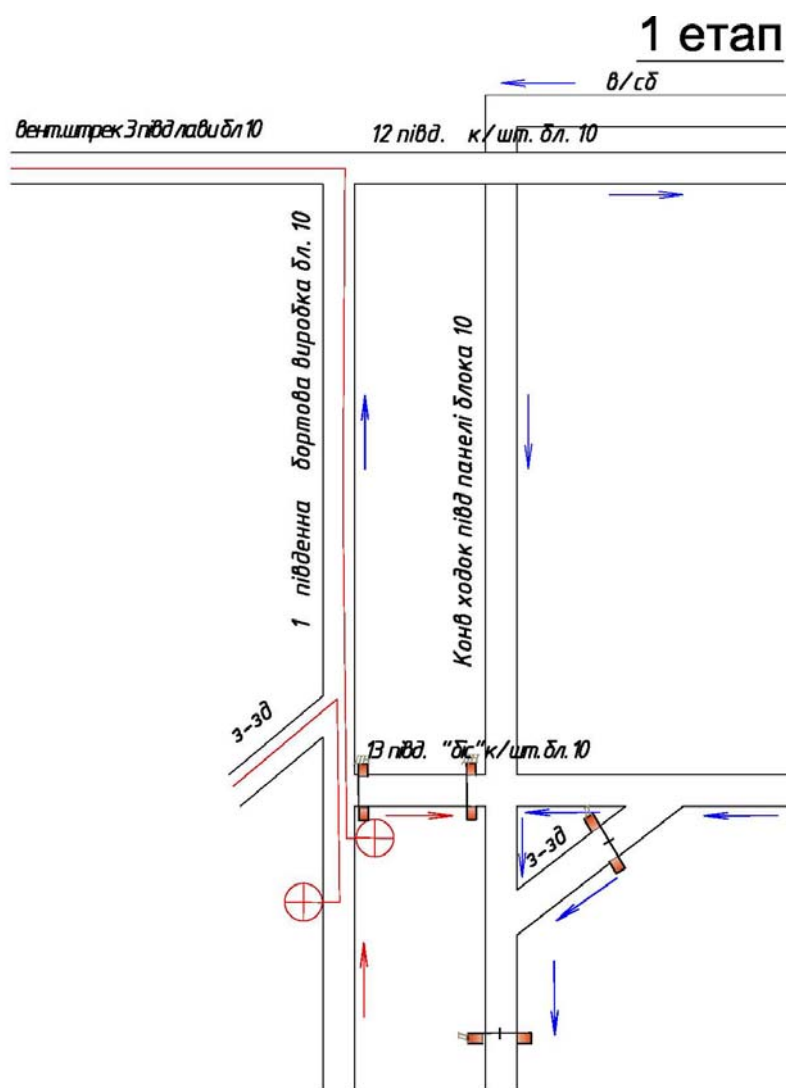


Рисунок 5.13 – Відносні відсоткові витрати на реалізацію варіантів (витрати на однакові роботи не враховані)

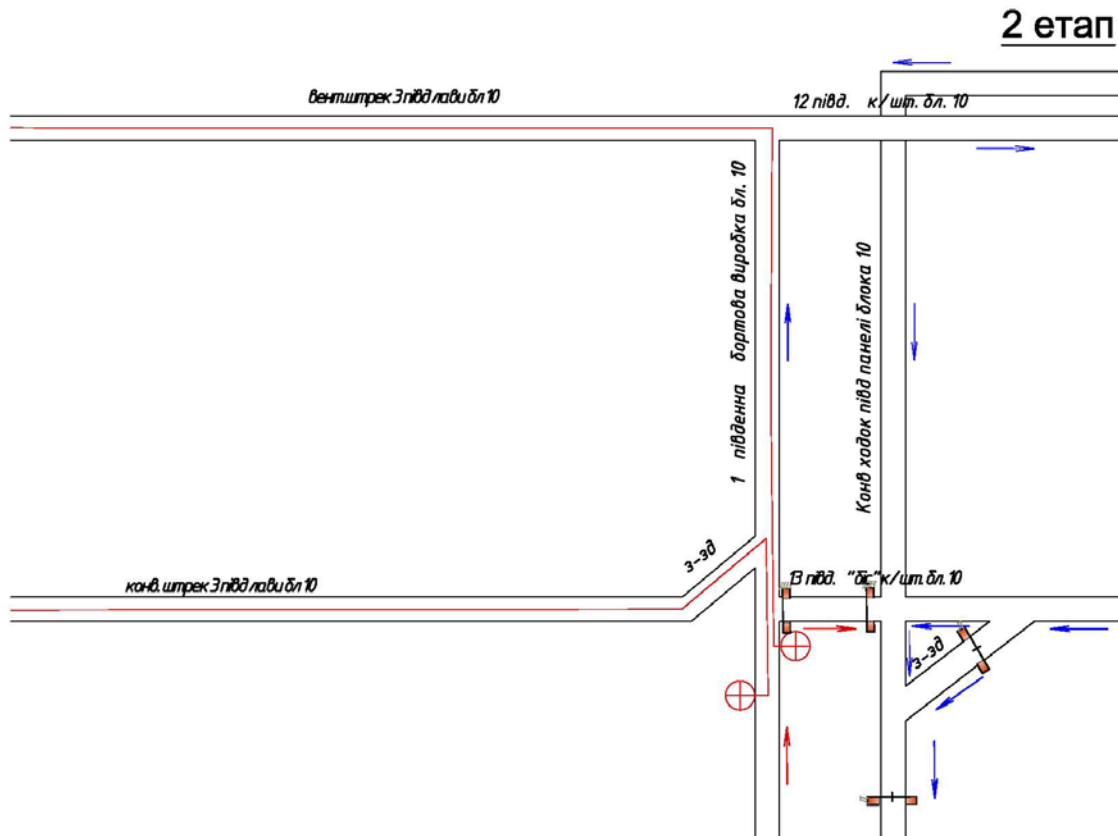
Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що третій варіант по сумі витрат на 2,8% дешевше варіанта 2. Якщо темпи проведення виробки будуть меншими, ніж заплановано, то вигода буде ще більше.

Окрім того при реалізації третього варіанту рівень безпеки гірників і стабільність провітрювання вищі, ніж при реалізації варіанту 2.

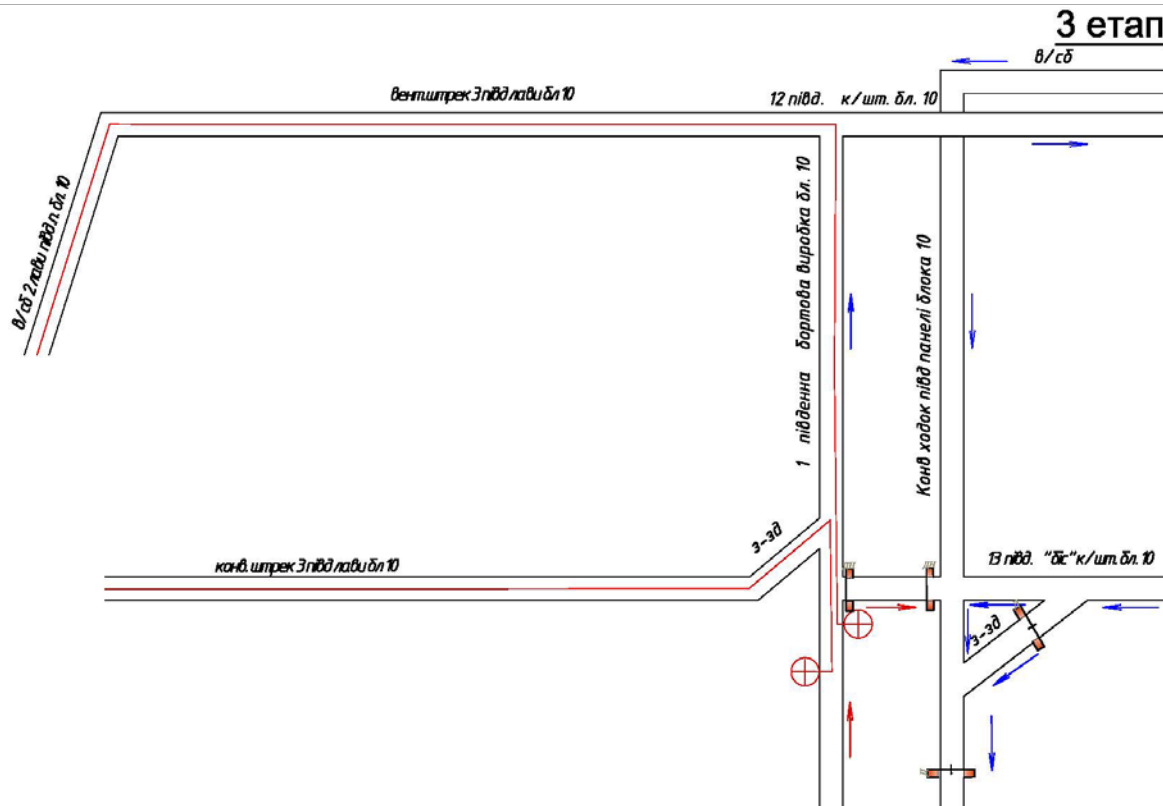
Етапи підготовки виїмкового поля при обраному варіанті наведено на рис. 5.14.



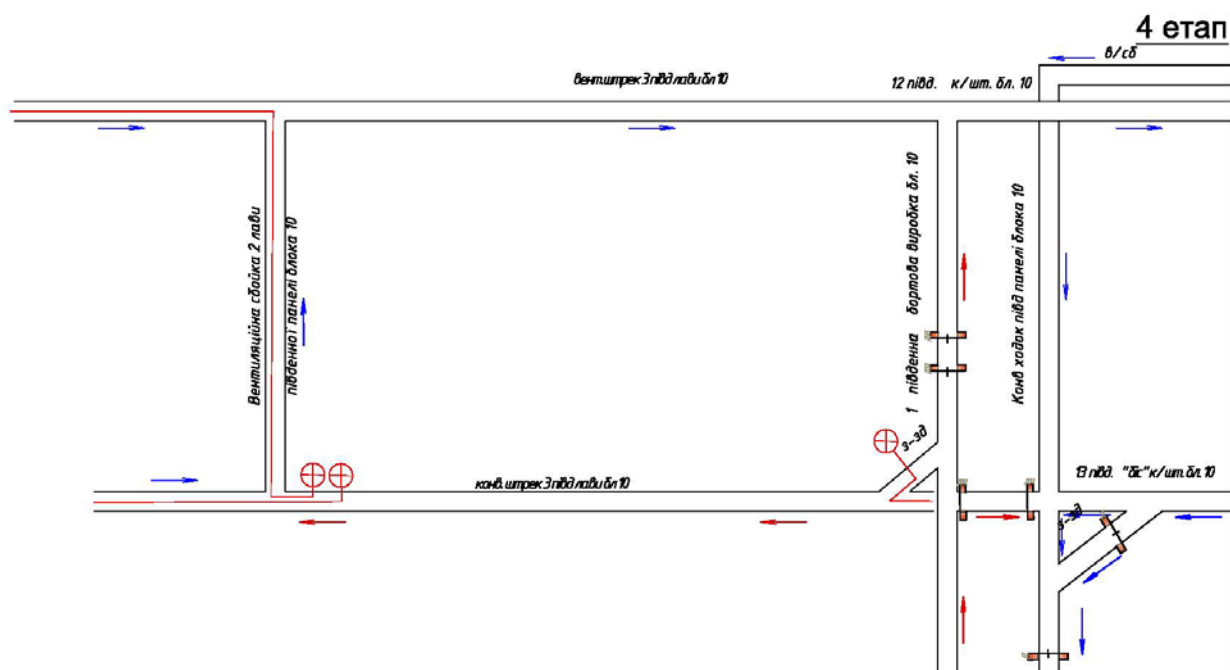
а)



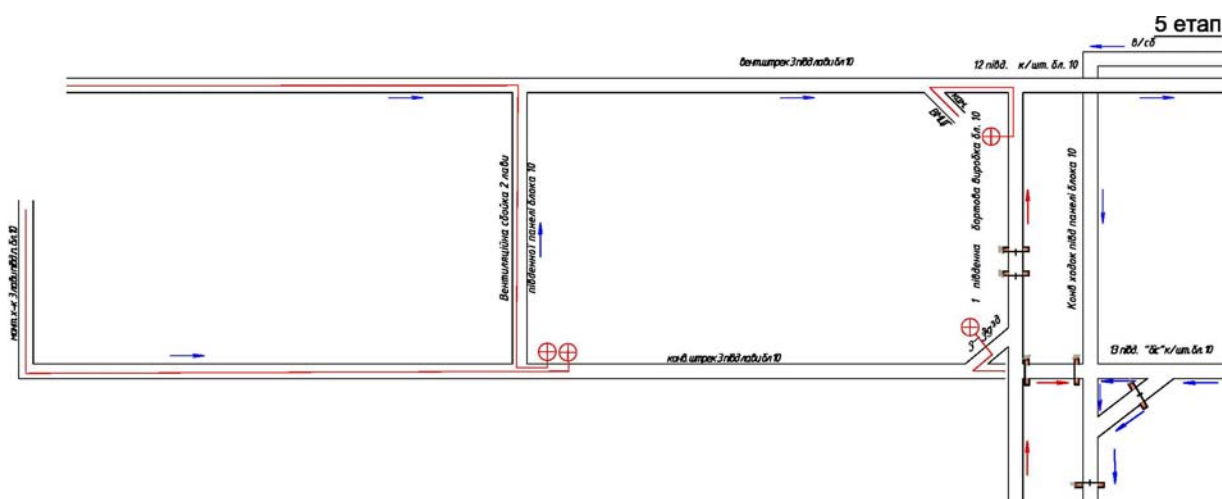
б)



в)



г)



д)

Рисунок 5.14 – Етапи підготовки виїмкового поля

5.3 Апаратура контролю надходження повітря

Згідно з вимогами [14] проведення тупікових виробок повинно виконуватись з постійним контролем повітря. Для цього розроблено спеціальну апаратуру АПТВ з пристроєм теле управління і теле сигналізації «Ветер».

АПТВ забезпечує:

-безперервний автоматичний контроль швидкості руху повітря, що надходить до вибою виробки по венттрубопроводу [14];

-регульовану витримку часу на включення групового апарату, яке живить електроприймачі виробки, в межах 5 - 10 хв з моменту видачі датчиком швидкості повітря сигналу про нормальне провітрювання [14];

-автоматичне зняття напруги з електрообладнання виробки з регульованою витримкою часу 0,5 - 2 хв з моменту видачі датчиком швидкості повітря сигналу про порушення нормального режиму провітрювання виробки [14];

-зняття напруги з електрообладнання тупикової виробки без витримки часу при відключенні пускача ВМП [14];

-автоматичне місцеве і диспетчерське управління ВМП [14];

-імпульсне включення пускачів робочого або резервного ВМП, що забезпечує плавне заповнення венттрубопроводу повітрям [14];

-автоматичне включення резервного ВМП при вимкненні робочого [14];

-автоматичне повторне імпульсне включення пускачів робочого або резервного ВМП при відновленні напруги [14];

-дозвіл на включення групового апарату без витримки 5 - 20 хв після закінчення автоматичного повторного включення ВМП, якщо режим провітрювання відновився протягом 30 - 120 сек [14];

-автоматичне переведення апаратури на резервну лінію живлення напругою 36 В при зникненні напруги в робочій лінії і назад при відновленні [14];

-видачу сигналів в систему телемеханіки (про роботу робочого і резервного ВМП, зниження швидкості повітря менш заданої наявності напруги в резервній мережі) [14];

-місцеву світлову сигналізацію [14];

-самоконтроль основних елементів схеми, в тому числі захист від змикання і обриву ланцюга датчика швидкості повітря [14];

-нормальну роботу резервного (робочого) ВМП при відключенні на пускача робочого (резервного) ВМП [14].

Таблиця 5.5 Технічна характеристика апаратури АПТВ [14]

Показник	Значення
Номінальна напруга живлення, В	36
Споживча потужність, В·А	35
Діаметри трубопроводів, для установки датчика ДСВ, мм	500; 600; 800; 1000; 1200
Шкала установок датчика ДСВ по швидкості повітря з ціною поділки 1 м/с	4,25
Мінімально допустимий опір ізоляції кабелю, кОм	≥ 3
Максимально допустимий опір кабелю, що з'єднує МУ с ДСВ, Ом	≥ 150
Шкала установок витягів часу на включенні групового апарату після встановлення нормального режиму провітрювання, хв	5; 6; 7; 8; 9; 10; 12; 14; 16; 18; 20
Сумарна похибка контролю швидкості повітря,% від установки	$\leq \pm 15$
Інерційність датчика, сек	≤ 10
Тривалість імпульсного включення, ВМП, сек	1,5 – 3
Тривалість паузи, сек	6 – 10
Габаритні розміри, мм: - виконавчого пристрою - датчика	700x585x600 600x760x700
Маса, кг - виконавчого пристрою - датчика	100 40

Пристрій «Вітер» призначений для контролю і централізованого диспетчерського управління ВМП, розосередженого групами в декількох (до 10) пунктах, і контролю за станом рудничної атмосфери в тупикових вибоях вугільних шахт, передачі інформації про стан ВМП (вимкнений, включений) [14].

Таблиця 5.6 Технічна характеристика апаратури «Вітер» [14]

Показник	Значення
Виконання: - апарата ПУ - апарата КП	Номально. з іскробезпечним виходом в лінію зв'язку рви - 2,5
Число двохпозиційних об'єктів, які підключаються до одного КП: при телекеруванні: - робоча ємність КП - резервна ємність КП при телесигналізації: - робоча ємність КП - резервна ємність КП	 2 1 8 1
Напруга живлення від мережі змінного струму частотою 50 Гц, В. - апарату ПУ - апарату КП	 220 380; 220; 127; 360
Споживана потужність, ВА: - апарату ПУ - апарату КП	 150 30
Час передачі команди і сигнали, сек	1
Параметри двухпроводної кабельної	

лінії зв'язку для передачі телемеханічних команд і сигналів: - питомий опір постійного струму, Ом / км - питома ємність, мкФ / км - питома індуктивність, мГн / км	200 0,05 0,7
Чутливість входу приймача кожного КП, мА	1
Умови застосування: - температура навколишнього середовища, °С - відносна вологість повітря при температурі + 35°С	5 – 35 до 80

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Техніка безпеки при проведенні виробки комбайном КСП-42 (43)

При експлуатації комбайна КСП - 42 машиніст зобов'язаний [2, 15]:

1. Строго дотримуватися Правил безпеки у вугільних шахтах;
2. Попереджати всіх присутніх в забої про включення комбайна (знаходження людей в забої і біля машини категорично забороняється);
3. При експлуатації комбайна забороняється:
 - змінювати конструкцію вузлів комбайна, його електричну і гідравлічну схеми без узгодження з заводом виробником;
 - застосовувати в гідросистемі суміші масел або масло, вживане;
 - працювати при недостатньому рівні масла в гідробаку;
 - працювати з порушеними блокуваннями;
 - працювати з поламаними або відірваними резцедержателями коронки, зношеними або поламаними різцями [2, 15];
 - виробляти буріння коронки, різання забою в режимі "прискорення ходу" [2, 15];
 - проводити маневри комбайном при опущених на ґрунт гідроопорах;
 - працювати в умовах гірничо-геологічних порушень без помічника машиніста [2, 15];
 - працювати при порушенні електричного блокування і вибухобезпеки комбайна; - залишати рукоятки управління включеними після відключення електроенергії [2, 15];
 - проходити під перевантажувачем;
 - поправляти або розбивати шматки породи або вугілля при роботі нагортають лап живильника скребковий ланцюга [2, 15];
 - очищати барабанні ролики, а також натягувати стрічку стрічкового перевантажувача комбайна під час роботи [2, 15];

- перевищувати тиск в гідросистемі вище передбаченого керівництвом по експлуатації;
- робити навантаження живильником породи крупністю шматків більш 300мм [2, 15];
- перевищувати рівень масла в редукторах гусеничної частини понад контрольного отвору при горизонтальному положенні комбайна;
- працювати комбайном, коли рівень обводнення забою перевищує кліренс машини (більше 200 мм) [2, 15];
- при зарубки в нижній частині забою (по ґрунті) категорично забороняється включати живильник щоб уникнути заклинювання лап (рамою виконавчого органу або шматками породи) і виходу з ладу його редуктора [2, 15].

Забороняється вирубування комбайном забою більше кроку установки кріплення [15].

4. Не працювати при несправному обладнанні.
5. Регулярно проводити контроль і обтягування болтових з'єднань.
6. Не допускати подштибовкі обвідного барабана перевантажувача, регулярно щозміни прочищати жолоб для збору просипу, розташований у обвідного барабана.
7. Не заглиблювати захисту електроприводів комбайна.
8. При тривалих зупинках не залишати штоки гідроциліндрів відкритими, а витягати їх або вкривати від корозії.
9. Маневрувати комбайном, забезпечуючи збереження кабелю.
10. Працювати тільки в гумових рукавичках.
11. Попереджати членів прохідницької бригади при русі комбайна назад.
12. Не включати комбайн при непрацюючій системі пилоподавлення і вентиляторі місцевого провітрювання.
13. Перед включенням гідросистеми проконтролювати рівень масла в баку в мірній склі [15].

14. Не проводити підйому живильника при опущеному в крайнє положення виконавчому органі.

15. Чи не перевантажувати електродвигун виконавчого органу понад 85%.

16. До управління комбайном допускаються особи, які мають посвідчення за професією МГВМ 5 або 6 розряду [15].

6.2 Техніка безпеки при нарощуванні вентиляційних труб

1. Роботи з подовження вентиляційного ставу та перенесення апаратури контролю повітря повинні проводитись у присутності гірничого майстра ділянки.

2. Для зручності виконання робіт у виробці необхідно зберігати ланки трубопроводу довжиною 5-10м у кількості, достатній для забезпечення необхідної наростки вентиляційного ставу.

3. У виробках великого перерізу необхідно обладнати робочі полиці для забезпечення можливості доступу до місць роз'єднання та з'єднання трубопроводу.

4. Перед виконанням робіт з подовження ставу гірничий майстер зобов'язаний повідомити оператора служби АГЗ про перенесення датчика швидкості повітря.

5. Перенесення датчика швидкості повітря, його встановлення на новому місці, під'єднання до вентиляційного ставу, заземлення та підключення до апаратури контролю здійснюється тільки після подовження вентиляційного трубопроводу.

При заміні вентиляційних труб усі робітники, не зайняті даним видом робіт, виводяться на свіжий струмінь і з усіх струмоприймачів виробки знімається напруга.

Кінці тросика з двох сторін та металевий патрубок вентиляційного ставу мають бути заземлені місцевим заземленням.

7. Подачу електроенергії на всі струмоприймачі проводять після відновлення нормального провітрювання вибою та доведення вмісту метану в вибої, біля місць розташування струмоприймачів, до допустимої концентрації.

8. При нарощуванні вентиляційних труб та вимиканні вентилятора місцевого провітрювання необхідно постійно заміряти наявність газу-метану, при концентрації понад 2 % люди виводяться на свіжий струмінь та проводиться розгазування виробки [14].

6.3 Заходи з попередження небезпечних і шкідливих виробничих факторів, засоби колективної і індивідуального захисту

1. Працівники шахти повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) відповідно до діючих норм і навчені правилам їх застосування [15].

2. Зберігання засобів індивідуального захисту поза територією шахти не допускається [15].

3. Заборонено використання в шахті спецодягу, спецвзуття, захисних касок, саморятівників та інших засобів індивідуального захисту без сертифікатів МакНДІ, НДІГС та інших організацій і дозволу МОЗ та Держнаглядохоронпраці [15].

4. Спецодяг повинен захищати тіло людини від різних механічних впливів, забруднення, вогкості і т.д. Правильно підібраний для відповідних умов спецодяг сприяє попередженню професійних і простудних захворювань [15].

5. Для захисту ніг працюючих від механічних пошкоджень, температурних впливів, дії різних агресивних речовин і електричного струму видається спеціальне взуття [15].

6. Всі робітники, що спускаються в шахту повинні бути в захисних касках. Конструкція індивідуального світильника повинна забезпечувати

необхідну освітленість протягом 10 год безперервної роботи, а також виключати можливість попадання електроліту на одяг і тіло працюючого [15].

7. Для захисту очей повинні застосовуватися захисні окуляри, що не пітніють, екрани і щитки [15].

8. Буріння шпурів перфораторами, управління пневматичними лебідками, обслуговування компресорів без застосування ЗІЗ органів слуху (протигаласливих вкладишів, касок, віброзахисних рукавиць і навушників) забороняється [15].

9. У підготовчих забоях, а також під час перекріплення гірничих виробок окрім захисних касок в обов'язковому порядку повинні застосовуватися засоби індивідуального захисту хребта, рук і ніг працюючих.

10. Робітники, зайняті в забоях тонких пластів, повинні забезпечуватись і користуватися ЗІЗ, що попереджають захворювання бурсит (необхідно користуватися наколінниками і налокітниками) [15].

11. При запиленості повітря на робочих місцях вище гранично допустимих концентрацій у разі, якщо люди не можуть бути розміщені на свіжому струмені повітря, передбачено застосування протипилових респіраторів [15].

12. Всі працівники шахти повинні бути навчені наданню першої допомоги потерпілим і мати при собі індивідуальні перев'язувальні пакети в міцно водонепроникною оболонці, що видаються в установленому порядку [15].

13. Перед виконанням виробничих процесів, всі робочі повинні застосовувати засоби індивідуального захисту [15].

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської роботи вирішено актуальне завдання розробки оптимальної технології підготовки виїмкових полів довжиною більше 2 км в умовах пл. d₄ блоку 10 ПРАТ «ш/у Покровське».

Розвиток відпрацювання вугілля лавами йде по шляху збільшення розмірів виїмкових полей, як за рахунок збільшення довжин лав, так і за рахунок збільшення довжини поля. Аналогічна ситуація спостерігається і в ПРАТ «ш/у Покровське». Зараз в умовах блока 10 при відпрацювання вугілля на глибині більше 900 м, довжина дільничних штреків досягає вже майже 3 км. Проведення таких виробок пов'язано з проблемами їх провітрювання і підтримання.

Тому актуальним є завдання розробки оптимальної технології підготовки виїмкових полів довжиною більше 2 км.

Проведений аналіз літературних джерел і відомих технологічних рішень дозволив узагальнити існуючі способи провітрювання екстрадовгих підготовчих виробок. На основі цього було запропоновано 3 варіанти провітрювання штреків в умовах ПРАТ «ш/у Покровське».

Було проведено розрахунок провітрювання і вибір засобів вентиляції для кожного варіанта. Обґрунтовані параметри і режими роботи вентиляторів.

Для вибору кращого варіанту проведено їх техніко-економічне порівняння. Проведено розрахунок витрат на електричну енергію, амортизацію, матеріали і проведення додаткових виробок. Обрано як кращий варіант номер три, який передбачає проведення діагональної вентиляційної виробки. Після цього наведено порядок розгазування виробок, обрана апаратура контролю надходження повітря в тупикові виробки.

Наведено вимоги охорони праці і заходи з техніки безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Проект дальнейшего развития ПАТ «ШУ «Покровське (арх. №177998), Дніпрогірпрошахт. 2010. 456 с.
2. Паспорт строительства горной выработки конвеерного штреку 2 лави південної панелі блоку 10, Покровск. 2021. 105 с.
3. НПАОП 10.0-5.14-04. Інструкція з облаштування, огляду і вимірювання опору шахтних заземлень. Київ. 2012р.
4. СОУ 10.1.00174088.002-2005 "Труби вентиляційні гнучкі шахтні й фасонні частини до них. Загальні технічні вимоги" Київ. 2005р.
5. Peng, S. S., and Chiang, H. S. (1984). *Longwall Mining*. New York: John Wiley & Sons.
6. Mcpherson, M. J. (1993). *Subsurface Ventilation and Environmental Engineering*. New York: Champan & Hall/
7. Hartman, H. L., Mutmansky, J. M., Ramani, R. V., Wang, Y. J. (2012). *Mine Ventilation and Air Conditioning*. Third Edition. Wiley-Interscience Publication John Wiley and Sons, Inc.
8. Meyer, C.F, 1989. The Effect of Last Through Road Air Velocities on Unventilated Headings, Chamber of Mines Research Organisation (COMRO) Project CC8E10, 28 April 1989.
9. Luxner, J. V. (1969). Face ventilation in underground bituminous coal mines. Airflow and methane distribution patterns in immediate face area - line brattice, Report of investigations 7223, US Department of Interior, Bureau of Mines.
10. Aminossadati, S. M., and Hooman, K. (2008). Numerical Simulation of Ventilation Air Flow in Underground Mine Workings. 12th U.S./North American Mine Ventilation Symposium. Reno, Nevada, 9-12 June. pp. 253-259.
11. Taylor, C. D., Timko, R. J., Thimons, E. D., and Mal, T. (2005). Using Ultrasonic Anemometers to Evaluate Factors Affecting Face Ventilation

Effectiveness. Presented at the 2005 Society for Mining, Metallurgy and Exploration (SME) Annual Meeting. Salt Lake City, Utah. 28th February to 2nd March. pps. 7.

12. Thimons, E.D., Taylor, C.D., and Zimmer, J. A. (1999). Ventilating the box cut of a two-pass 40ft extended cut. Journal of the Mine Ventilation Society of South Africa, Vol 59(3). 108-115.

13. Wang, P. F., Feng, T., Ronghua, L. (2011). Numerical simulation of dust distribution at a fully mechanized face under the isolation effect of air curtain. Mining Science and Technology. Volume 21(1). pp. 65–69.

14. ДНАОТ 1.1.30-6.09.93. Вентиляція вугільних шахт. Керівництво з проектування Київ: Основа. 2011г - 494с.

15. НПАОП 10.0-1.01-10. Правила безпеки у вугільних шахтах. - К., 2010. - 400 с.

16. Невский, А.В. Шахтные исследования изменения концентрации метана по длине подготовительных выработок / А.В. Невский // Вопросы аэрологии угольных шахт: сб. науч. тр./ ИГД им. А.А. Скочинского; ВостНИИ; Гипроуглемаш; ЦНИИподземмаш. - М., 1981. - Вып.198. - С. 20-23.