

Форма No ДН-8.06.2

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

Факультет «Гірничий»

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра «Управління гірничим виробництвом»

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____/Ляшок Я.О./

“ ____ ” ____ 2021 року

Випускна кваліфікаційна робота

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Розробка способу дегазації зон порушень вугільних пластів»

Виконав: студент 2 курсу, групи ОПГзм-19

напряму підготовки (спеціальності) 184 «Гірництво», спеціалізація «Охорона праці в гірництві»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Борисов А. М.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник проф. каф. ОП, д.т.н., Подкопаєв С.В.

(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
посилань.*

Студент Борисов А.М.

(підпис)

Покровськ – 2021

ДВНЗ «Донецький Національний Технічний Університет»
 Факультет Гірничий
 Кафедра Управління гірничим виробництвом
 Освітньо-кваліфікаційний рівень (освітній ступінь) магістр
 Напрямок підготовки (спеціальність) 184 «Гірництво»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____/Ляшок Я.О./

“ ____ ” _____ 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРУ

 Борисову Андрію Михайловичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. «Розробка способу дегазації зон порушень вугільних пластів»
 керівник роботи Подкопаєв Сергій Вікторович
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом № _____ від “ ____ ” ____ 2021 року

2. Строк подання студентом роботи

3. Вихідні дані до роботи Матеріали переддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити:

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1			
2			
3			
4			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/ п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз сучасних досліджень дегазації шахт	18.02.2021-13.03.2021	
2	Дослідження методик побудови математичної моделі газопереносу в деформованому масиві гірських порід	13.03.2021-01.04.2021	
3	Дослідження структури газових балансів і газорясності виїмкових стовпів	01.04.2021-15.04.2021	
4	Експериментальні дослідження способів та методика дегазації виробленого простору виїмкового стовпа і вугільних пластів	15.04.2021-03.05.2021	
5	Оформлення роботи і підготовка до захисту	03.05.2021-10.05.2021	

Студент

(підпис)

Борисов А. М
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Подкопаєв С.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Борисов А. М. Розробка способу дегазації зон порушень вугільних пластів / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 184 «Гірництво» (спеціалізація «Охорона праці»).-ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ, 2021.

Мета роботи. Полягає в розробці способу дегазації зон порушень вугільних пластів при відпрацюванні високогазообільних виїмкових стовпів шахт.

Виявлені методом шахтного РВЗ зони підвищеної тріщинуватості в розробляється вугільному пласті, що дозволяють підвищити витрата і концентрацію газу свердловин при веденні гірських робіт; Обґрунтовані параметри дегазації зон порушень вугільних пластів, дозволяє оптимізувати схеми розташування дегазаційних свердловин в виїмкових стовпах, для боротьби з газопроявленням при веденні гірських робіт; Розроблений спосіб дегазації зон порушень вугільного пласта, що дозволяє підвищити газобезпеки робіт в виїмкових ділянках.

Отримані результати дозволяють:

- використовувати отримані результати по дегазації зон порушень вугілля-них пластів для розрахунку параметрів дегазаційних систем;
- розширити сферу застосування способів дегазації вугільних пластів для боротьби з газом і ГДЯ в шахтах;
- оптимізувати схеми розташування дегазаційних свердловин при веденні гірських робіт;
- розробляти проекти ефективної і безпечної роботи ділянок по газопроявленням при відпрацюванні порушених пластів вугілля.

Ключові слова: дегазація, газорясності виїмкових стовпів, гірський масив, свердловина, газопроникність, пробурення.

ABSTRACT

Borisov AM Development of a method of degassing of zones of violations of coal seams / Final qualification work for obtaining the educational degree "master" on a specialty 184 "Mining" (specialization "Labor protection"). - SHEE DonNTU, Pokrovsk, 2021.

The purpose of the work. Is to develop a method of degassing areas of violations of coal seams during the development of high-gas excavation pillars of mines.

Identified by the method of mine RVZ zones of increased fracturing in the developed coal seam, which increase the flow rate and concentration of gas wells during mining operations; The substantiated parameters of degassing of zones of violations of coal seams, allows to optimize schemes of an arrangement of degassing wells in excavation columns, for struggle against gas occurrence at conducting mining operations; A method of degassing of coal seam violation zones has been developed, which allows to increase gas safety of works in excavation sites.

The obtained results allow:

- to use the obtained results on degassing of zones of violations of coal seams for calculation of parameters of degassing systems;
- to expand the scope of methods of degassing of coal seams to combat gas and GDJ in mines;
- to optimize the layout of degassing wells during mining operations;
- to develop projects of effective and safe work of sites on gas manifestation at working off of the broken layers of coal.

Key words: degassing, gas clearings of excavation columns, mountain massif, well, gas permeability, drilling.

ЗМІСТ

1. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЕГАЗАЦІЇ ШАХТ	13
1.1 Стан вивченості дегазації шахт	13
1.2. Аналіз фактичного стану дегазації на шахтах	17
2. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФІЛЬТРАЦІЇ ГАЗУ В ДЕФОРМОВАНОМУ МАСИВІ	25
2.1. Фізико-математична модель фільтрації газу в дегазаційної свердловину	25
2.2. Розрахунок газовиділення з деформованого пласта	26
3. ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ГАЗОВИХ БАЛАНСІВ І ГАЗОРЯСНОСТІ ВІЙМКОВИХ СТОВПІВ	28
3.1. Вивчення газових балансів виїмкових стовпів.....	28
3.2 Дослідження структури газових балансів в залежності від видобутку вугілля	29
3.3. Дослідження газорясності виїмкових стовпів в залежності від часу відпрацювання.....	32
3.4. Дослідження газорясності виїмкових стовпів в залежності від площі виробленого простору.....	34
3.5. Порівняльна оцінка газорясності виїмкових стовпів розрахункова з фактичної.....	36
4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ТА МЕТОДИКА ДЕГАЗАЦІЇ ВИРОБЛЕНОГО ПРОСТОРУ ВІЙМКОВОГО СТОВПА І ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ	41
4.1. Аналіз умов застосування дегазації при веденні гірських робіт.....	41
4.2. Дослідження ефективності дегазації вироблених просторів свердловинами, пробурених над куполами обвалення.....	43
4.3. Дегазація підроблюваних пластів і вироблених просторів свердловинами, пробурених з поверхні.....	49

4.4. Відведення метану з виробленого простору по непідтримуваній виробленні до свердловині	52
4.5. Спосіб дегазації суміжних вироблених просторів виїмкових полів фланговими свердловинами.....	57
4.6. Спосіб дегазації ізольованих вироблених просторів.....	59
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	73

ВСТУП

Актуальність роботи. Збільшення обсягів видобутку вугілля і темпів проведення гірничих виробок супроводжується ускладненням гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов, відпрацювання вугільних пластів, пов'язаних з збільшенням газовиділення і газодинамічними явищами (ГДЯ) в шахтах. У зв'язку з цим особливого значення набуває проблема зниження газонебезпеки виробок застосуванням дегазації розроблюваних вугільних пластів при веденні гірських робіт.

В умовах Донбасу абсолютна газовість очисних виробок з виробленими просторами перевищує 15-20 м³ / хв, що обмежує можливості вентиляції, як засобу боротьби з метаном (газом) і викликає необхідність застосування нових способів дегазації розроблюваних вугільних пластів.

В даний час дегазія розроблювальних пологих вугільних пластів на шахтах Донеччини практично не застосовується.

Аналіз сучасних способів дегазації показує, що величини коефіцієнтів дегазації залежать від напружено-деформованого стану газоносного масиву.

Застосовувані в даний час способи дегазації пластів, що розробляються передбачають збільшення їх газопроникності шляхом застосування гідророзриву або гідроросщеплення, що ускладнює технологію ведення гірничих робіт, значно збільшує енерго - трудовитрати і підвищує собівартість видобутого вугілля. Більшість застосовуваних способів дегазації вугільних пластів для підвищення ефективності дегазації передбачають збільшення числа свердловин і застосування перехресшуються схем їх розташування, що приводить до тих же негативних наслідків.

Досвід роботи шахт показує, що в зв'язку із застосуванням сучасної техніки видобуток вугілля в лавах з механізованими комплексами досягає 10000-15000т на добу і більше. З цієї причини змінилася структура газового балансу виїмкових стовпів зі збільшенням частки газовиділення з розробляемого пласта до 50%. При розтині зон порушень очисними і підготовчими

забоями виникає підвищене газовиділення з вугільних пластів, перевищувати величину газовиділення поза цими зонами в 2-4 рази - в Донбасі.

Крім того, фактичний стан і наукові дослідження свідчать про те, що практично всі газодинамічні явища приурочені до зон порушень вугільних пластів.

Застосовувані в даний час способи дегазації при розтині вугільних пластів небезпечних за ГДЯ передбачають заходи, що виключають їх прояв. Однак, при проходці виробок по пластах, які мають зони порушення такі заходи, не застосовуються через відсутність відомостей про розміри і напрямках зон порушень.

Розроблені способи і апаратура радіоволнового зондування (РВЗ) масивів гірських порід, що дозволяють оперативно і достовірно визначати зони порушень масивів гірських порід в шахтах, що зумовило можливість розробки способу дегазації зон порушень вугільних пластів.

Викладене підтверджує актуальність цієї роботи, присвяченій розробці способу дегазації зон порушень вугільних пластів для підвищення безпеки ведення гірничих робіт в шахтах.

Мета роботи. Полягає в розробці способу дегазації зон порушень вугільних пластів при відпрацюванні високогазообільних виїмкових стовпів шахт.

Об'єкт дослідження. Породи покрівлі на вироблення простором лав пологих пластів.

Предмет дослідження. Напружено-деформований стан порід покрівлі при веденні очисних робіт на пологих пластах.

Задачі роботи:

1. проаналізувати шляхи підвищення ефективності сучасних способів дегазації вугільних пластів і вміщуючих порід;
2. вибрати методи дослідження;

3. обґрунтувати прийняту фізико-математичну модель фільтрації газу в деформованому масиві;

4. встановити особливості структури газових балансів виробок виїмкових стовпів вугілля;

5. виявити зв'язок ефективності та способів дегазації деформованих масивів і вугільних пластів зі схемами розташування свердловини;

6. розробити спосіб дегазації зон порушень вугільних пластів.

Новизна роботи

1. виявлені методом шахтного РВЗ зони підвищеної тріщинуватості в розробляється вугільному пласті, що дозволяють підвищити витрата і концентрацію газу свердловин при веденні гірських робіт;

2. обґрунтовані параметри дегазації зон порушень вугільних пластів, дозволяє оптимізувати схеми розташування дегазаційних свердловин в виїмкових стовпах, для боротьби з газопроявленням при веденні гірських робіт;

3. розроблений спосіб дегазації зон порушень вугільного пласта, що дозволяє підвищити газобезпеки робіт в виїмкових дільницях.

Практичне значення роботи полягає в тому, що отримані результати дозволяють:

- використовувати отримані результати по дегазації зон порушень вугілля-них пластів для розрахунку параметрів дегазаційних систем;

- розширити сферу застосування способів дегазації вугільних пластів для боротьби з газом і ГДЯ в шахтах;

- оптимізувати схеми розташування дегазаційних свердловин при веденні гірських робіт;

- розробляти проекти ефективної і безпечної роботи ділянок по газопроявленням при відпрацюванні порушених пластів вугілля. Структура и об'єм роботи.

Магістерська робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, викладених на 68 сторінках машинописного тексту, містить 14 рисунків, 12 таблиць і список літератури з 30 найменувань.

1. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЕГАЗАЦІЇ ШАХТ

1.1 Стан вивченості дегазації шахт

Перші спроби вилучення метану з вугільних пластів були предприняті в Англії в 1730 р, але тільки через більш ніж сто років були отримані відчутні результати по зниженні загального дебіту газу в гірничих виробках на шахтах Німеччини.

В даний час дегазація широко застосовується на шахтах нашої країни і за кордоном.

Аналіз показує, що найбільш широке поширення дегазація отримала на шахтах, СНД, Англії та Японії. У СНД на необхідність дегазації вказували ще в 20-х роках акад. Скочинського, в 30-х роках проф. І.М.Печук, але через відсутність необхідної техніки, розвитку вона не отримала. У 1952 році вони почали застосовуватися в Донбасі, а з 1955-1957 р.р на шахтах Карагандинського, Печерського, Львівсько-Волинського і родовищах Далекого Сходу [1].

Теоретичні та практичні питання дегазації не руйнування, частково зруйнованих масивів гірських порід і вироблених просторів знайшли розвиток у працях академічних, галузевих, навчальних, проектних інститутів. Дослідженнями багатьох вітчизняних вчених, наприклад, А.А. Скочинського, А.Т. Айруно, Б.Д. Алідзаєвим, Д.В. Аюровим, А.С. Бурчаковим, А.І. Бобровим, Г.А. Бесп'ятова, В.А. Бонецкая, Ю.Ф. Васючковим, С.П. Брабандер, Ю.П. Ванжа, В.Н. Вилегжані- ним, Ф.М.Гайбовічем. К.А. Єфремовим, В.С. Забурдяєвим, В.І. Ільїним, Н.Ф. Кременчуцький, Ф.С. Клебанова, В.А. Колмакова, О.І. Касимова, І.О. Ка-Ледіна, Л.Н. Карагодіна, В.С. Лудзішем, Г.Д. Лідін, В.П. Лавцевінем, А.М. Морєва, А.А. М'ясникова, Ю.Н. Малишевим, В.І. Мурашова, В.П. Мазикін, І.Д. Мащенко, Н.В. Ножкина, В.Н. Пузирьова, Г.Я. Полевщіковим, Л.А. Пучковим, М.А.

Патрушевим, А.Е. Петросяном, Є.І. Преображенської, А.С. Рябченко, М.К. Сирошем, І.В. Сергєєвим, В.В. Силаєва, А.В. Сурковим, Г.Г. Стеколицьковим, Б.Г. Тарасовим, В.В. Ходот, О.І. Черновим, Л.А. Шевченко, С.А. Друніна і ін. Внесений істотний внесок в розробку заходів боротьби з газопроявленнями в шахтах. Дегазація вугільних пластів і вміщуючих товщ на шахтах здійснюється різними способами, в залежності від виду газового колектора і ступеня розвантаження його від гірського тиску.

В даний час всі основні способи дегазації вугільних пластів і вміщуючих товщ розділені на 3 групи [2, 3].

1. дегазація порід, що вміщують і вугільних пластів в зонах, не схильних до розвантаження від гірського тиску;
2. дегазація порід, що вміщують і вугільних пластів з використанням ефекту розвантаження їх від гірського тиску;
3. дегазація вироблених просторів.

Всі ці способи включають в себе більше десяти основних схем, в яких може бути виділено більше 50 варіантів.

Доцільність застосування цих способів, довгий час вважалися неефективними, в даний час доведено і знаходить все більше застосування і розвиток, що видно з розгляду наступної літератури [4, 5, 6, 7, 8, 9].

Однак, найбільшого поширення набули способи дегазації з розвантаженням порід від гірського тиску. В результаті останньої підвищуються фільтраційні властивості і газовіддача масиву.

На думку деяких дослідників [10, 15,] при розвантаженні порід, в них утворюються порожнини (щілини), в яких накопичується метан і при певних умовах він проходить через междупластья в вироблення пласта.

Сутність цих методів дегазації полягає в уловлюванні і видалити-ванні метану з підроблюваних вугільних пластів свердловинами, пробурений-ними в пласт-супутник або в купол обвалення порід покрівлі або за допомогою газозбірних виробок. Дані способи дозволяють видаляти від 20 до 50%

метану, а деякі його варіанти до 60-70%, що достатньо освітлене в наступній літературі [12,13].

Основним стримуючим фактором у розвитку способів дегазації з розгрузкою пластів від гірського тиску є недостатня вивченість фільтраційної здатності порід в зонах впливу очисної виробки.

Відсмоктування газу з вироблених просторів обмежено застосовується на шахтах, що викликано труднощами ізоляції завалу і низькою ефективністю дегазації - 20-40%, з огляду на невелику змісту газу в метано - повітряної суміші.

Вивчення літератури з досліджуваного питання показує, що в даний час немає класифікації шляхів підвищення ефективності дегазації, а тому зроблена спроба узагальнити всі відомі шляхи по кожній з розглянутих груп способів.

Шляхи підвищення ефективності дегазації порід і вугільних пластів, в зонах, не схильних до впливу очисних робіт передбачають:

- створення додаткових внутрішніх поверхонь грузоотдачі в вугільному пласті з метою підвищення його газопроникності (торпедування) вугільного масиву зарядами через шпури і свердловини, спрямоване гідравлічне розчленовування пласта і ін.;

- створення оголених контурних поверхонь пласта (підготовчі виробки; витяг газу з вугільного пласта свердловинами, пробурених по падінню або повстанню пласта (збільшення числа дегазаційних свердловин на контурній площі вугільного пласта, орієнтований напрям дегазаційних свердловин щодо кліважних тріщин, зміна відстаней між свердловинами);

- ізоляція газу у вугільному пласті (нагнітання у вугільний пласт води або розчину поверхнево-активної речовини, застосування водо- та газонепронікаємих плівкових покриттів для ізоляції стінок і покрівлі виробки від надходження метану з масиву вугілля).

Шляхи підвищення дегазації вугільних пластів і вміщуючих товщ з використанням ефекту розвантаження їх від гірського тиску передбачають:

1. вибір певного порядку відпрацювання пластів у світі з метою найбільш сприятливого розподілу метанових потоків в свердловини (перехід від висхідного до низхідного порядку виїмки);
2. створення штучних колекторів з подальшим видаленням з них метану (дегазація за допомогою газозбиральних виробок, свердловин великого діаметра);
3. зміна способу управління покрівлею, тобто зміна газопроникності підробляється товщі (перехід від обвалення порід до закладці виробленого простору);
4. отримання оптимальних технологічних режимів роботи дегазаційних систем з метою найбільш ефективного вилучення газу (створення оптимального вакууму, високої концентрації метану в каптованій метано - повітряної суміші);
5. вибір раціональних параметрів дегазації (буріння дегазаційних свердловин, орієнтованих щодо газового колектора і спрямованих в області максимальної газовітдачі масивів, тобто встановлення оптимальних довжин і кутів закладення свердловин, відстаней між ними).

Шляхи підвищення дегазації вироблених просторів передбачають:

1. вибір раціональних схем дегазації для ізолюваного відводу газу з виробленого простору (відведення газу по трубах за рахунок загальношахтної депресії);
2. створення спрямованих витоків повітря через вироблений простір, що підвищують дебіт свердловин;
3. відсмоктування газу зі старих вироблених просторів і відпрацьованих ділянок, що примикають до діючих.

В результаті вивчення літератури і наведених в даній роботі результатів досліджень вдалося визначити шляхи підвищення ефективності

дегазації з урахуванням визначальних її факторів з якісної і кількісної сторони.

1.2. Аналіз фактичного стану дегазації на шахтах

У тому випадку, коли допустиму концентрацію газу в рудничній атмосфері не представляється можливим підтримувати засобами вентиляції, здійснюють дегазацію масивів.

Дегазація - це комплекс технологічних процесів і засобів, спрямованих на масив для запобігання виділення з нього в гірничу атмосферу газів шляхом їх вилучення, уловлювання та ізолюваного відводу на поверхню, а також фізичного, хімічного, біологічного та комплексного зв'язування газу в масиві. Вибір способу дегазації проводиться відповідно до керівництвом по дегазації вугільних шахт [3].

Дегазація при проведенні горизонтальних і похилих виробок по вугільних пластах проводиться при метановиділенні у виробки більше 3л м / хв і здійснюється шляхом буріння бар'єрних свердловин довжиною до 200 м і розрідженням в 0,026 - 0,033 МПа. Дегазація пласта підготовчих виробками застосовується при стовпових системах розробки, пластової підготовки виїмкового поля і будь-якої потужності пласта. Термін ефективної дегазації стовпа становить 6-8 міс. Дегазація розроблювальних вугільних пластів свердловинами, пробурених з виробок, здійснюється при підготовці пласта до виїмки з бурінням свердловин в площині пластами з підготовчих виробок через порідну товщу навхрест простягання пласта. Довжина свердловин ви-вибирається виходячи з умов розробки при діаметрі 80-150 мм і розрідженні до 0,026-0,04 МПа. Дегазація розроблювальних вугільних пластів свердловинами, пробурених з підземних виробок з гідророзривом пласта, проводиться для підвищення інтенсивності метановиділення з пласта. При гідророзриві пласта створюється область підвищеної газовітдачі за рахунок утворення тріщин і таким шляхом досягаються завчасність і скорочення терміну дегазації масива при витриманій і складній гіпсометрії пласта. Свердловини буряться з полевих и

пластових виробок в залежності від стратиграфії товщі. Гідроразривні свердловини обсаджують на глибину не менше 30-40 м. Гідророзрив пласта здійснюється при швидкості закачування робочої рідини 30-40 м / ч і загальному її л обсязі 100-120 м. Радіус гідророзриву слід приймати 40-50 м, а відстань між забоями свердловин 60-100 м.

Обсяги та види робіт по дегазації

Завчасна дегазація шахтних полів свердловинами з гідророзчленуванням вугільних пластів рекомендується при газовому тиску в масиві більше 1-2 МПа. Свердловини бурять з поверхні діаметром 100-150 мм на рас-стоянні одна від одної 200-300 м. Сутність технології гідроросщеплення залягає у підвищенні газопроникнення і газовіддачі пласта шляхом створення в ньому щілини піскоструминним апаратом і каптажу газу.

Дегазація пластів-супутників і порід, що вміщують при їх підробці змінюється з використанням ефекту розвантаження. Дегазація пологих і похилих підроблюваних вугільних пластів і порід свердловинами проводиться з збереженням виробок, з яких бурять свердловини, з погашенням їх і з використанням третьої вироблення. Місця закладення, кути нахилу і довжина свердловин расчитуються відповідно до потужності між пласту, кутами зрушення і обвалення порід. Розрядження на гирлах свердловин при дегазації порід має становити 0,004-0,005, а при дегазації вугільних прошарків - 0,012-0,013 МПа. Дегазація підроблюваних і надрабативаемих тонких крутих вугільних пластів свердловинами застосовується при бурінні їх по породі з виробок розробника - Тива пласта при суцільній, стовпової системі розробки і з виробок, сусідніх із технічною характеристикою пластом. Свердловини бурять з відкатувального і вентиляційного штреків пласта в зону, розвантажену від гірського тиску відповідно до розрахунків. Коефіцієнт ефективності дегазації, в залежності від відстані до зближеного пласта, змінюється від 0,2-0,3 до 0,6-0,7 при

розташуванні зближеного пласта в ґрунті на відстані 6-30 м. Дегазація підроблюваних і надрабативаємих потужних крутих вугільних пластів здійснюється в залежності від їх розташування поодинокими і груповими свердловинами, довжина яких встановлюється розрахунком.

Дегазації виробленого простору застосовуються при метанообільності виїмкової ділянки більше 3-4 м / хв в наступних варіантах:

- дегазація виробленого простору виїмкових ділянок при розробці тонких і середньої потужності пластів проводиться за допомогою свердловин, пробуріння над куполом обвалення порід покрівлі. Кути нахилу свердловин до гори-парасолі і до осі свердловин штреку розраховуються відповідно до кутами зрушення порід. Довжини свердловин приймаються до 100 м, діаметр 50 мм, величина розрядження 0,0025-0,005 МПа, а коефіцієнт ефективності дегазації дорівнює 0,2-0,4

- дегазація вироблених просторів вертикальними свердловинами здійснюється в залежності від глибини розробки. При глибинах 200-300 м вертикальні свердловини бурять у вироблений простір відпрацьовується виємочного стовпа через 800-100 м на відстані 20-40 м від вентиляційного штреку вниз по падінню пласта. При великих глибинах знаходять застосування вертикальні свердловини, які бурять діаметром 400-600 мм на фланзі виїмального стовпа. Ефективність їх дегазації становить 0,6-0,8.

Дегазація старих вироблених просторів здійснюється похилими кушовими свердловинами, які бурять в верхню частину першого по падінню виїмального стовпа панелі або вертикальними свердловинами, які бурять на два флангу виїмкової блоку вентиляційного ділянки. Дегазація виробленого простору при розробці потужних вугільних пластів здійснюється свердловинами, пробурених з полевих виробок. Довжина свердловин дорівнює 50-70 м, відстань між ними 15-20 м, величина розрядження 0,0025-0,005 МПа;

- дегазація спрацьованого простору ізольованим відведенням газу за межі виїмкової ділянки проводиться за допомогою газовідсмоктувальних установок. При цьому частка газу відводиться з виробленого простору повинна складати не менше 35% загальної метанообільності ділянки. Відведення газу з використанням підтримуються виробок може застосовуватися лише на пластах, схильних до самозаймання.

Коефіцієнт ефективності дегазації ізольованого відводу дорівнює 0,3-0,8.

Комбінація декількох способів і схем дегазації газonosних масивів застосовується при розробці високо газonosних пластів, коли багаті на газ Л ділянки більше 10-15 м / хв і не вдається знизити концентрацію газу до допустимого рівня. Найбільш елективних є такі комбінації способів дегазації. При розробці тонких і середньої потужності пластів - дегазація пласта свердловинами, пробурених в оконтурювати масив вугілля і на зближення пласти, а також відсмоктування газу з виробленого простору; дегазація кошторисних підроблюваних вугільних пластів і відсмоктування газу з вироблених просторів за допомогою вертикальних свердловин, пробурених з поверхні.

При розробці потужного одиночного пласта - дегазація пластовими свердловинами і підсос газу з виробленого простору. При розробці пологих і похилих пластів зі збереженням вентиляційних штреком і з поділом поверху на подетажі - дегазація зближених пластів і розроблюваного пласта. Комбіновані способи управління газовиділенням включають в себе різні варіанти поєднання аеродинамічних, які перерозподіляють і знижують газовиділення способів, коли необхідно запобігти загальні, місцеві та шарові загазування.

Наприклад, збільшення повітря, повна зміна схеми провітрювання ділянки - дегазації; збільшення швидкості руху повітря - часткову зміну схеми провітрювання - зміна способу управління гірським тиском;

зменшення депресії виробок, оконтуриваючих вироблений простір - ізольований відвід газоповітряної суміші газу, що виділилась дегазація підробленого масиву і т.д.

У зв'язку зі збільшенням глибини гірничих робіт, підвищенням видобутку вугілля і зростанням швидкості посування підготовчих забоїв збільшується газовиділення і значимість дегазації як способу зміни газорясності гірничих виробок.

В результаті вивчення стану дегазації на шахтах встановлено, що в Донбасі дегазація застосовується тільки на 56% шахт від загального числа (таблиця. 1.2.). Дегазуються очисні підготовчі ділянки, в основному шляхом каптірування газу з пласта (40% від загального числа), пластів - супутників або вироблених просторів (35%) і декількох джерел газовиділення (25%). [18].

В умовах шахт набули поширення поверхневі дегазаційні установки (57% від загального числа) як більш високопродуктивні і не потребують прокладки дегазаційних трубопроводів. Підземні установки для видалення газу практично (8%) не знайшли застосування для дегазації шахт, що обумовлено небезпекою їх експлуатації і великими капітальними витратами.

Ефективність дегазації по районах Донеччини, нерівномірна. Встановлено, що за останні 40 років число шахт, які застосовують дегазацію вугільних пластів, зросла в 16 разів, а дегазацію пластів-супутників і вироблених просторів - в 10 разів. Причому темпи впровадження дегазації пластів, що розробляються в останні 15 років переважають над темпами впровадження дегазації інших джерел газовиділення. За останні п'ять років значно знизилася число шахт, які застосовують дегазацію пластів-супутників, і зросла кількість шахт, які застосовують дегазацію декількох джерел газовиділення. Загальний характер зростання числа шахт з дегазацією свідчить про стабілізацію темпу дегазації на сучасних глибинах ведення

гірських робіт. На шахтах буриться в рік понад 200 км свердловин, з них більше половини буриться з поверхні.

Аналіз показує, що в Донбасі застосовуються чотири способи дегазації: пластів, що розробляються, пластів-супутників, вироблених просторів і комплексне поєднання цих способів.

Вважаючи на особливості структури газового балансу шахт частка дегазації пластів, що розробляються становить 40%, а дегація пластів-супутників, випрацює просторів і їх поєднання становить 60%. При цьому на пластах пологого і похилого падіння переважають способи дегазації випрацьованих просторів, а на пластах потужних і крутого падіння - дегація розробника-розроблюваних пластів.

В основному дегазуються потужні розробляються пласти і незначне кількість шахт, що розробляють пласти середньої потужності.

На шахтах де в структурі газового балансу проволодіє газовиділення з вироблених просторів, цей вид дегазації майже не використовується, а використовується дегація пластів-супутників вироблених просторів. Способи дегазації визначають стан дегазаційних систем, вид дегазаційних установок і протяжність газопроводів. Відповідно до приміняти способами дегазації найбільше число стаціонарних дегазаційних установок змонтовано на шахтах. При розробці пологих і похилих пластів, що мають велике число пластів - супутників, застосовуються поверхневі пересувні дегазаційні установки.

Аналіз стану дегазації на шахтах показує, що дегація розроблювальних вугільних пластів не враховує розташування в них зони порушень пластів до яких приурочена підвищене газовиділення і раптові викиди вугілля і газу.

У зв'язку з цим розробка способу дегазації зон порушень вугільних пластів при відпрацюванні високогазообільних виїмкових стовпів вугілля є актуальною науковою задачею.

Висновки

1. Зрушення гірських порід і перерозподіл гірського тиску в товщі порід, в результаті ведення очисної виїмки, розділяється на 9 зон.
2. Аналіз різних гіпотез щодо гірського тиску показав, що основними механічними процесами, які відбуваються в масиві гірських порід, є розшарування порід покрівлі очисного вибою по мірі відходу останнього від розрізної печі.
3. Область зсуву обмежена кутами прогину і обвалення.
4. Породні шари при зсуві над виробленим простором починають розшарування і взаємодіють між собою. Характер взаємодії такий: шари діляться на несучий і шари привантаження.
5. Концентрація напружень на кожному породний шар є результат прогину породних шарів над виробленим простором. Сума напружень які виникають при прогинів породних шарів, параметри яких обмежуються областю зсуву порід, являється додатковим опорним тиском.

2. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФІЛЬТРАЦІЇ ГАЗУ В ДЕФОРМОВАНОМУ МАСИВІ

2.1. Фізико-математична модель фільтрації газу в дегазаційної свердловини

На підставі проведених досліджень з урахуванням роботи [18-21] складена математична модель фільтрації газу в деформованому вугільному пласті у вигляді:

$$\frac{1}{a} \cdot \frac{\partial F}{\partial t} = \frac{\partial^2 F}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial F}{\partial r} \quad (3.1)$$

при початкових і граничних умовах

$$\begin{aligned} F(r, 0) &= F_0(r), \\ F(r_c, t) &= F_1(t), \\ \left. \frac{\partial F(r, t)}{\partial r} \right|_r &= R_c = 0, \end{aligned} \quad (3.2)$$

де r - поточний радіус впливу свердловини; r_c - радіус свердловини;
 R_c - радіус впливу свердловини; t - час, с;
 a - коефіцієнт, що враховує властивості пласта і газу.

$$a = \frac{kP}{\mu \left[m_n + \frac{a_1 v_1 R_r T}{(1 + a_1 P)^2} \right]} \quad (3.3)$$

де k - газопроникність шару; P - тиск газу в пласті; μ - в'язкість газу; m_n - пористість пласта; $a_1 v_1$ - коефіцієнти Ленгмюра;

R_r - газова постійна; T - температура пласта;

F - потенціал масової швидкості потоку газу поза зоною або в зоні порушення пласта

$$F_i = \int \rho L \left(\frac{H}{r} \right)^m d \left(m \cdot \ln \frac{H}{r} \right) \quad (3.4)$$

де H - перепад тисків;

r - опір руху газу в пласті;

ρ - щільність газу;

m - показник режиму фільтрації газу;

I - індекс пласта ($I = 1, 2$, при $I = 1$ - потенціал поза зоною порушення пласта; при $I = 2$ - в зоні порушення пласта).

Радіус впливу свердловини розраховується на основі експериментальних даних за формулою:

$$R_c = \sqrt{\frac{a \cdot 14,4t}{\ln \frac{J_0}{J}}} \quad (3.5)$$

де J_0, J - відповідно початковий і поточний витрата газу в кожен момент часу.

З формул видно, що математична модель враховує всі основні фактори, що визначають фільтрацію газу в деформованому вугільному пласті

2.2. Розрахунок газовиділення з деформованого пласта

Вирішуючи рівняння (3.1) за умов (3.2) з урахуванням формул (3.3) - (3.5) отримаємо формулу для розрахунку газовиділення в свердловину, пробурену в зону порушення або поза зоною порушення пласта у вигляді:

$$j_{\text{скв}} = \left[\frac{37(F_0 - F_1)r_c \cdot S}{P_r R_c^2} \cdot \exp\left(-\frac{17 \cdot 7at}{R_c^2}\right) \right]_i \quad (3.6)$$

Відмінність математичне моделі (3.6) від відомих полягає в тому, що вона враховує дебіт метану в зонах порушень пласта. З урахуванням математичної моделі розроблена методика розрахунку газовиділення з зон порушень вугільного пласта, яка зводиться до наступного: визначаються зони порушень в пласті вугілля, складається план розташування в пласті зон порушень виймальних стовпа, буряться свердловини в зони порушень пласта і поза зонами для контролю, розраховуються параметри, що входять в формули (3.1) - (3.5), розраховується витрата газу свердловин, пробурених в зони порушень за формулою (3.6), визначаються коефіцієнти ефективності дегазації, розраховуються радіуси впливу свердловини, з урахуванням розмірів і розташування зон і коефіцієнтів ефективності дегазації визначається необхідну кількість свердловин за формулою:

$$n = \frac{B}{R_{\text{скв.}}} \quad (3.7)$$

де B - ширина зони порушення.

ВИСНОВКИ

На основі результатів досліджень фільтраційного газопереносу в деформованих вугільних пластах можна зробити наступні висновки.

1. Розроблено математичну модель газопереносу в напружено деформується масиві вугільного пласта, що відрізняється урахуванням наявності зон порушень у вугільному пласті.

2. Для відпрацювання виїмкових стовпів пологих пластів Донбасу при бесцеликовій схемі розроблена методика розрахунку витрати газу вугільного пласта в свердловини, включаючи зони порушень.

3. На основі розробленої методики представляється можливим управляти змінною витратою газу і концентрацією газу у вихідних струменях виїмкової стовпа для виключення спалахів і вибухів газу.

4. ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ГАЗОВИХ БАЛАНСІВ І ГАЗОРЯСНОСТІ ВИЙМКОВИХ СТОВПІВ

3.1. Вивчення газових балансів виймкових стовпів

Структура газових балансів виймкових стовпів визначає вибір заходів боротьби з газом при веденні видобувних і підготовчих робіт.

В даний час структура газових балансів діючих виймкових стовпів включає газовиділення з розробляє мого вугільного пласта і виробленого простору. При цьому вважається, що газовиділення з розроблювального вугільного пласта рівномірно по довжині стовпа. Виходячи з цього проаналізовані газові баланси виймкових полів, які включають два елементи.

Частка газовиділення в розробляється вугілля-них пластів становить в середньому 23%, а з вироблених просторів - 77%. При цьому в виймкових полях з високою видобутком вугілля частка газовиділення з вугільного стовпа підвищується проти середньої величини до 46–68%. Це свідчить про необхідність більш детально дослідити газовість розробляється вугільного пласта для боротьби з газом при відпрацюванні виймкових стовпів, що включають зони підвищеної газовітдачі.

У зв'язку з цим виникає необхідність записати формулу структури газового балансу виймальних стовпа у вигляді:

$$J_{\text{вс}} = (J_{\text{пл}} + J_{\text{зп}}) + J_{\text{вп}}$$

де $J_{\text{вс}}$ - газовість виймкового стовпа;

$J_{\text{пл}}$ - газовість пласта поза зонами;

$J_{\text{зп}}$ - газовість пласта в зонах;

$J_{\text{вп}}$ - газовість виробленого простору.

3.2 Дослідження структури газових балансів в залежності від видобутку вугілля

Аналіз факторів, що визначають газовий баланс, тобто газонасності і газорясності вугільних пластів, що відпрацьовуються шахтами проведений на основі залежності (3.43) і даних табл. 4.2. З таблиці 4.2 видно, що шахтами району відпрацьовуються пологопадаючі середньої потужності вугільні пласти на глибинах від 100 до 450 м. Видобуток вугілля з пласта становить від 42 до 1215 тисяч тонн в рік, що визначається гірничо-геологічними і гірничотехнічними умовами. Природна газонасність вугілля цих пластів знаходиться в межах від 3 до 18 м / т. При цьому абсолютна газорясність пластів за метаном знаходиться в межах 1-69 м / хв, а відносна від 1,4 до 34,7 м / т. Одночасно зі зміною величин абсолютної і відноси-котельної газорясності за метаном вивчалася багаті на газ пластів і по вуглекислого газу. Результати показали, що величини абсолютної газорясності пластів з вуглекислого газу знаходяться в межах від 0,3 до 24,4 м / хв, а відносна відповідно від 0,7 до 12,4 м / т.

Проведені дослідження (табл. 4.3) показали, що абсолютна газорясність по метану і вуглекислого газу в залежності від видобутку вугілля і по довжині стовпа (рис.4.1) змінюється по закономірності виду:

$$J_{абс_i} = a_i + b_i \ln A,$$

де $J_{абс_i}$ - абсолютна багаті на газ пласта;

i - число газів (i = 1,2, при i = 1 - газ метан, при i = 2 вуглекислий газ); a, b - емпіричні коефіцієнти; A - видобуток вугілля.

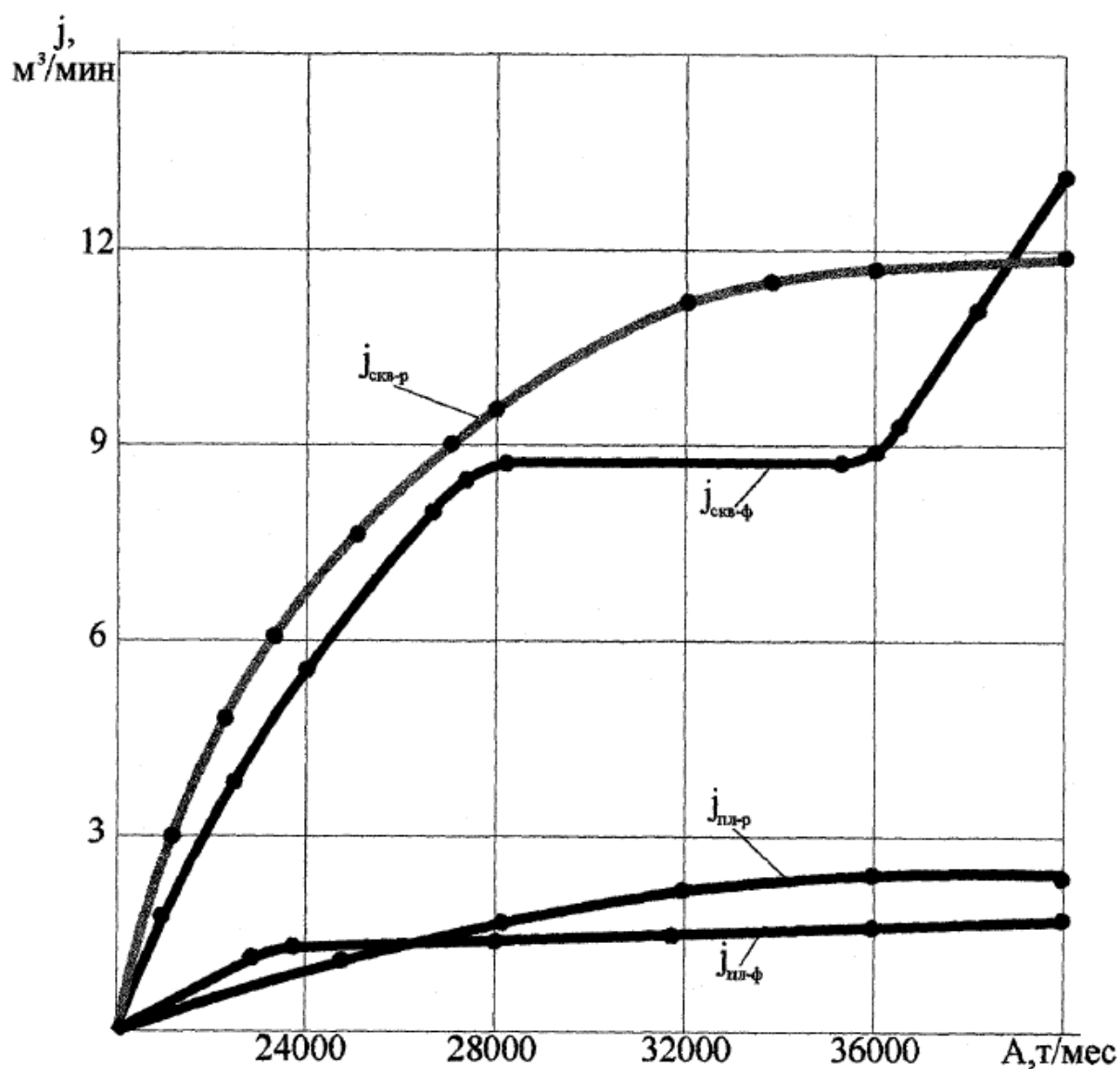


Рис.4.1. Залежність газорясності виймальних стовпа від зміни видобутку вугілля: 1,2 - відповідно фактична газовість вентиляційного штреку і свердловини; 3,4 - відповідно розрахункова газовість вентиляційного штреку і сумарна залежність газорясності від видобутку вугілля і часу відпрацювання виїмкового стовпа по лавах № 1708 році, 1709, 1 710 шахти

Таблиця 1.1.

Показатели	сентяб.	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август
A, т.тн	58676	81404	76272	91902	80073	102857	88239	88355	75254	65287	61522	42125
Q, в/ш.	788	682	634	595	588	620	682	672	672	525	535	537
J _{абс} , м ³ /мин	1,39	16,37	2,54	0,89	2,31	2,18	2,4	2,33	2,69	1,58	1,07	1,67
q _{отн} , м ³ /т	1,02	0,72	0,36	0,43	0,24	0,85	1,17	1,14	1,24	1,05	0,77	1,54
J _{дег} , м/мин	17,5	19,8	19,8	19,6	12,4	38,4	31,2	10,86	18,0	29,08	34,6	31,3
J _{абс} , м ³ /мин	5,3	17,9	15,6	13,7	1,2	29,5	28,7	8,6	71,2	20,9	27,4	26,5
q _{отн} , м ³ /т	3,9	9,5	8,25	6,65	0,60	1166	2,27	2,45	3,9	13,8	19,9	24,5
Q _{отс} , м ³ /мин	220	216	211	201	190	184	178	170	167	166	164	153
J _{абс} , м ³ /мин	2,2	2,16	2,74	4,0	4,0	3,86	4,63	5,0	4,9	5,3	5,6	5,0
q, м ³ /т	1,6	1,15	1,5	1,95	2,15	1,5	2,27	2,45	2,63	3,5	4,9	4,6
	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентяб.
A, т.тн	11219	52770	61090	67236	71787	69740	78099	64464	78039	4528	63423	51964
Q, в/ш., м ³ /мин	675	477	620	585	559	517	490	548	519	369	378	378
J _{абс} , м ³ /мин	0,86	0,72	1,24	1,17	1,09	1,03	0,98	1,1	1,04	0,74	0,76	0,76
J _{отс} , м ³ /мин	1,1	0,55	0,9	0,72	0,63	0,66	0,55	0,7	0,77	0,47	0,53	0,67
Q _{отс} , м ³ /мин	230	230	230	230	220	220	210	210	200	190	190	180
q _{отс} , м ³ /т	3,2	3,5	7,4	7,8	7,5	5,7	7,7	7,4	7,4	7,0	6,7	6,3
J _{в.ш.} , м ³ /мин	5,3	2,6	5,4	5,7	3,38	4,9	4,01	4,81	3,9	4,2	6,7	5,23

При цьому встановлено, що відносна багаті на газ пласта по метану і вуглекислого газу в залежності від видобутку вугілля змінюється по закономірності виду:

$$J_{отн} = c_i + \frac{d_i}{A},$$

де c, d - емпіричні коефіцієнти;

i - значення ті ж, що i у формулі;

$J_{отн}$ - відносна газообільність.

З табл. видно, що видобуток вугілля по довжині виїмкового стовпа змінюється дискретно, що пояснюється зміною гірничо-геологічних умов залягання пласта у вигляді розташування в ньому зон підвищеної багаторазовості та порушень в пласті. Для виявлення місць їх розташування розроблений спосіб і апаратура радіоволнового зондування вугільного пласта [25].

3.3. Дослідження газорясності виїмкових стовпів в залежності від часу відпрацювання

На підставі залежності (3.43) зроблені дослідження зміни газообільності виїмкових стовпів вугілля від часу їх відпрацювання.

На рис.4.3. показаний характер зміни закономірності, яка залежить від періодів відпрацювання стовпа. Дослідження показали, що весь термін відпрацювання стовпа можна розділити на 4 основні періоду. Протягом першого періоду газовість стовпа невисока, так як газ виділяється тільки з розроблювального вугільного пласта. Другий період відпрацювання стовпа характерний зростанням його газорясності за рахунок розвантаження масиву порід після первинної їх посадки. Протягом третього періоду відбувається стабілізація газовиділення з вугільного пласта і розвантаженого масиву порід до четвертого періоду, коли відбувається завершення відпрацювання стовпа.

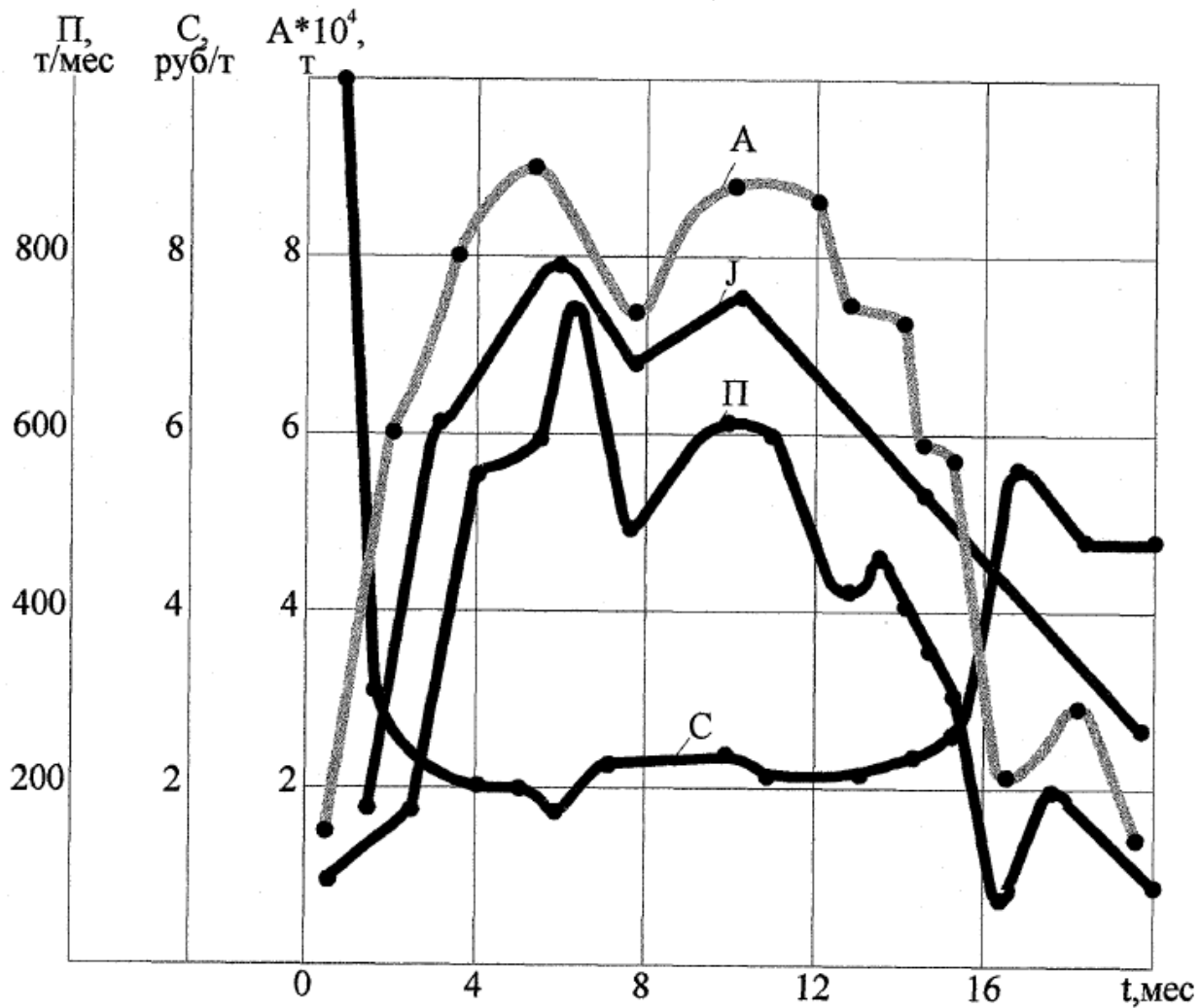


Рис.4.2. Характер залежності зміни видобутку вугілля (А), продуктивності праці робітника очисного забою (П) і собівартості вугілля (С) по довжині виїмкового стовпа в часі Х

Проведені дослідження показали, що багаті на газ виїмальних стовпів істотно залежить від часу його відпрацювання і змінюється на початковому і кінцевому періодах (рис. 4.2) по кривій виду

$$J = a_3 + b_3 \cdot \ln t,$$

де a_3, b_3 - емпіричні коефіцієнти;

t - час.

Під час другого періоду газовість залишається постійною на середньому рівні. Зміна її в цей період відбувається за рахунок різного

напружено-деформованого стану газоносного масиву порід і вугільного пласта, обумовлених гірничо-геологічними і гірничотехнічними факторами.

Проведені дослідження показали, що аналогічно газорясності про- виходить зміна продуктивності праці робітника і видобутку вугілля. Величина ж собівартості тонни вугілля обернено пропорційно залежить від розглянутих величин і змінюється по кривій

$$C_y = \frac{1}{a_y + b_y \ln \Pi},$$

де C_y - собівартість тонни вугілля;

a_y, b_y - емпіричні коефіцієнти;

Π - продуктивність праці робітника.

3.4. Дослідження газорясності виїмкових стовпів в залежності від площі виробленого простору

З урахуванням залежності газорясності від визначальних її факторів (3.43) досліджено зв'язок між газовістю вироблених просторів і їх площею. Аналіз стану гірничих робіт на шахтах показує, що площа виробленого простору, що впливає на газовий баланс шахти, залежить від системи розробки.

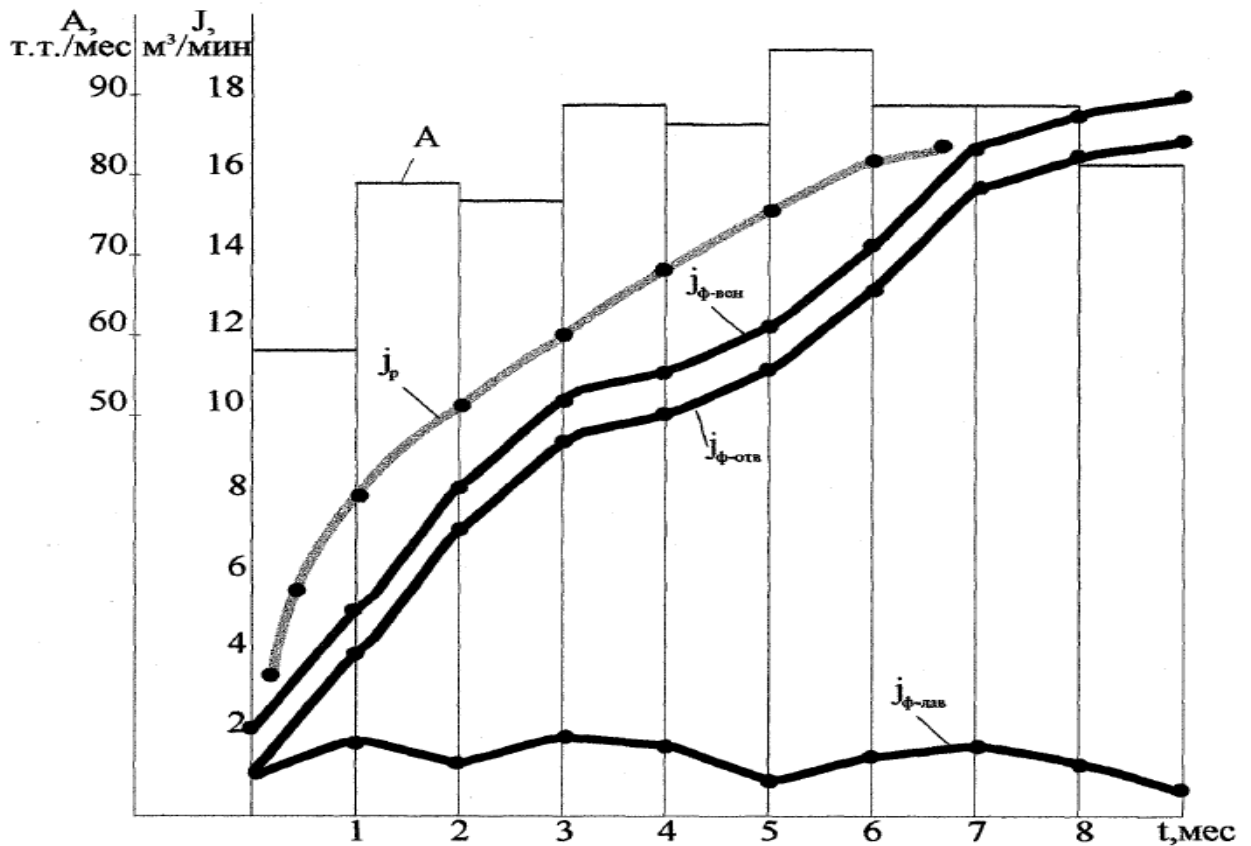


Рис.4.3. Залежність газорясності видобутку вугілля і часу відпрацювання виїмкового стовпа: 1 - видобуток; 2,3,4 - фактична багаті на газ, відповідно на вентиляційному штреку, в відведеної струмені на фланг поля, по очисному забою; 5 - розрахункова багаті на газ.

В умовах відпрацювання пологих і похилих пластів шахт застосовуються три основні варіанти стовпової системи відпрацювання пластів: стовпова система з залишенням ціликів вугілля; стовпова - без залишення ціликів вугілля і комбінована - з залишенням бар'єрних ціликів вугілля між групою бесцеликових стовпів (рис. 4.4).

У зв'язку з цим спостерігається різна структура газових балансів виємочних полів і стовпів вугілля. Так, при одному виїмковій стовпі вугілля багаті на газ виробленого простору з схемою провітрювання мінімальна і становить за даними досліджень (табл. 4.1) 77% від загальної газорясності навіть з урахуванням виділення газу з ізолюваних вироблених просторів, а в розробляється вугільних пластів багаті на газ становить 23% від загальної. На рис.4.5 наведено характер залежності газорясності виємочного стовпа від площі виробленого простору. Результати показали, що характер зазначеної залежності підпорядковується закономірності виду:

$$J_{b_n} = a + b \ln S,$$

де J_{b_n} - газовість;

a, b - емпіричні коефіцієнти;

S - площа виробленого простору.

При декількох виїмкових стовпах газовість вироблених про-просторів в залежності від їх площі рекомендується визначати на підставі формули (3.37) з урахуванням формул (3.29) - (3.36).

3.5. Порівняльна оцінка газорясності виїмкових стовпів розрахункова з фактичної

Для розробки заходів боротьби з газом в виїмкових стовпах шахт необхідно знати розрахункові значення елементів газового балансу. У наукових цілях це

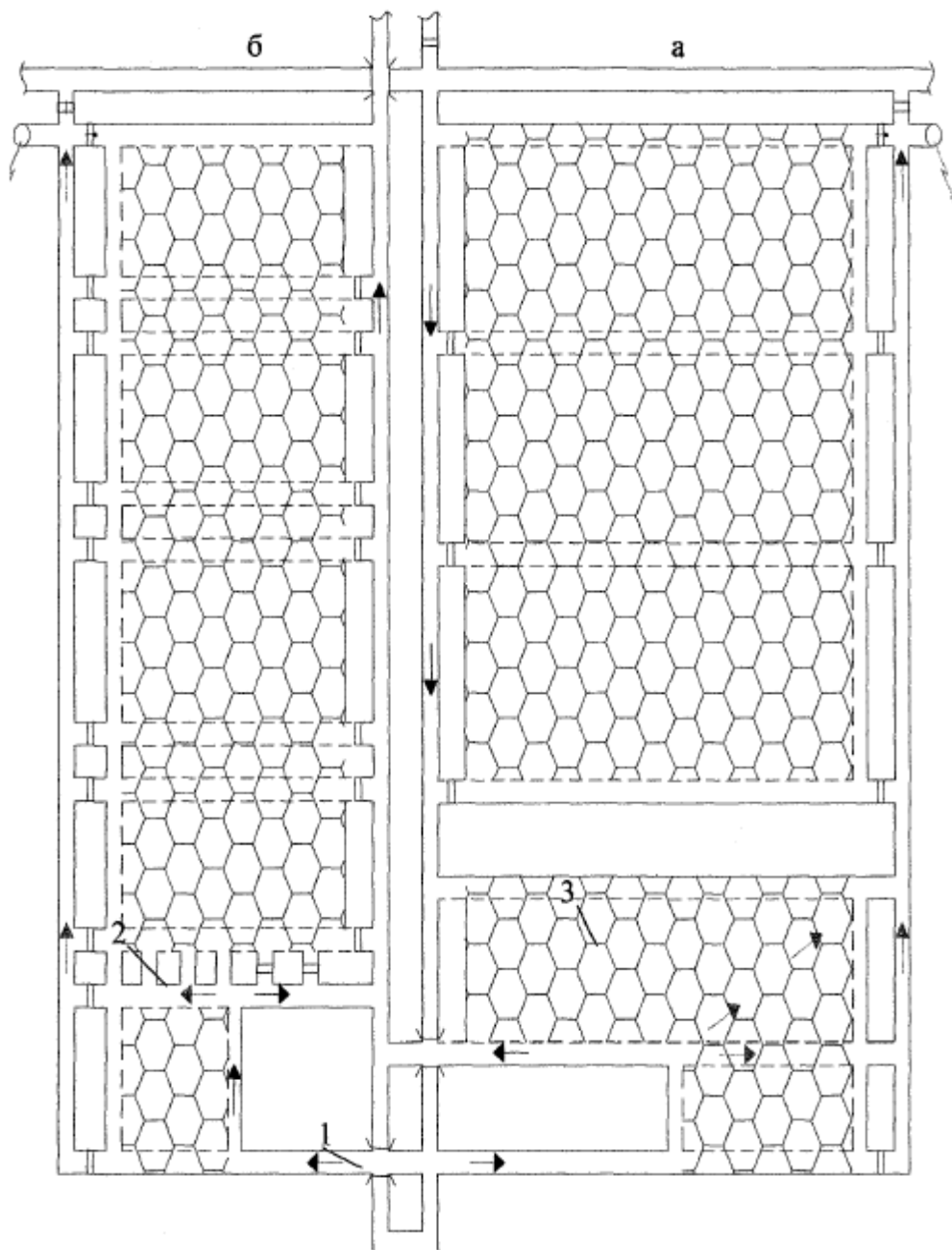


Рис.4.4. Схема відпрацювання виїмкової поля без відводу (а) і з відведенням газу з виробленого простору (б): 1,2,3 - відповідно з одним

стовпом, з кількома стовпами і групою стовпів. Необхідно для оцінки застосовуваних і розробки нових більш досконалих і безпечних заходів боротьби з газом.

В даний час розрахунок газорясності шахт проводиться в відповідно з «Керівництвом з проектування вентиляції шахт». На підставі даного «Керівництва» зроблено розрахунок газових балансів виїмкових стовпів вугільних пластів, на яких проводилися експериментальні спостереження (табл.4.4).

Таблица 4.4.

Индекс пласта	Газообильность, м ³ /т				
	Угольного пласта	Подготовительных выработок	Спутников и пород	в т.ч. доля из угольного пласта, %	Общая по столбу
16	2,2	0,74	3,1	51,3	5,3
17	3,8	0,36	7,5	64,3	11,3
18	5,8	0,26	6,31	51,0	12,11
19	7,7	0,19	12,64	61,6	20,34
Средние	4,9	0,40	7,3	57,1	12,2

З табл.4.4. видно, що частка газовиділення відповідно з розробляемого вугільного пласта і виробленого простору при відпрацюванні одного виїмкового стовпа і без управління газовиділенням становить по Ленінському району в середньому 40% і 60% від загального по стовпу.

Порівняння фактичних даних (табл. 4.1) з розрахунковими (табл. 4.4) поки-показують, що фактичні дані відповідно рівні 23% і 73%. Це про те, що при відпрацюванні стовпів використовується відведення газу через вироблені простору і це призводить до зміни структури газовідсмоктувальних вентиляторів з вироблених просторів декількох стовпів призводить до м3 / хв

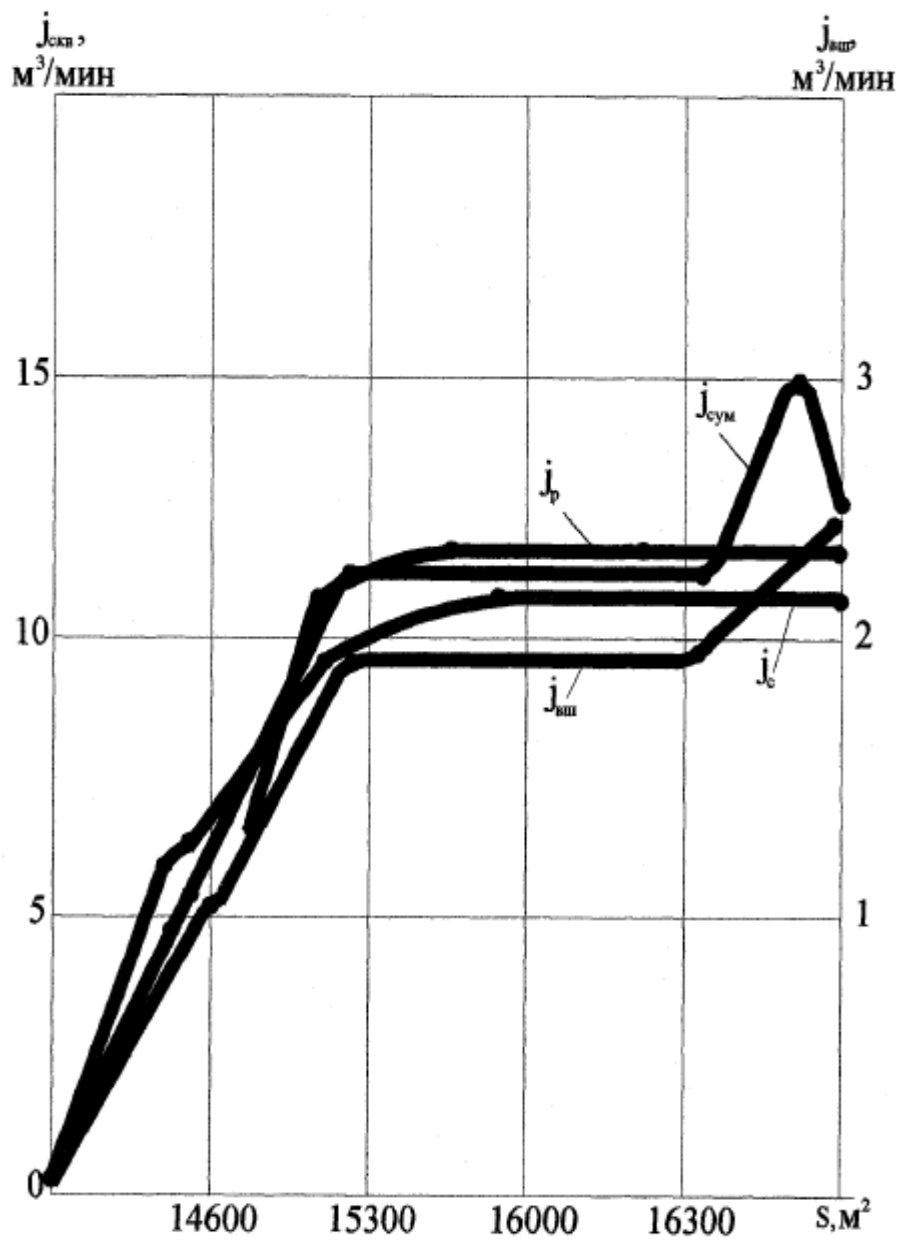


Рис.4.5. Залежність газорясності виймальних стовпа від зміни площі виробленого простору: $J_{\text{вн}}$, $J_{\text{с}}$, $J_{\text{сум}}$ - відповідно фактична газовість вентиляційного штреку, свердловини і сумарна; $J_{\text{р}}$ - розрахункове сумарне багаті на газ.

До збільшення газовиділення на газовідсмоктувальних вентилятор до 30 - 40 м / хв і більше.

При таких величинах абсолютної газообільності потрібно подавати віз

духу для розрідження газу навіть до 2%, в кількості більше 1500 - 2000 м / хв, що неможливо з технічних, технологічних умов і продуктивності газовідсмоктувальних вентиляторів.

У зв'язку з цим виникає необхідність пошуку шляхів зниження газообільності виїмкових стовпів, виключення загазування атмосфери і вибухів метано - повітряної суміші.

ВИСНОВКИ

На основі результатів досліджень газових балансів і газорясності виїмкових стовпів вугілля можна зробити наступні висновки:

1. Вивчено газові баланси виїмкових стовпів вугілля, які свідком обхідних про необхідність врахування в газовому балансі виїмальних стовпа додаткового елемента у вигляді складових із зон підвищеної газовітдачі пласта.

2. Встановлено, що в виїмковій стовпі вугілля абсолютна багаті на газ по метану і вуглекислого газу змінюються за однаковими закономірностям.

3. Визначено, що структура газового балансу виїмальних стовпа залежить від періоду його відпрацювання. При цьому виділено чотири характерні періоду, мають різні кількісні величини газорясності, які визначають закономірності зміни продуктивності праці робітника і собівартість тонни вугілля.

4. Порівняльна оцінка фактичної і розрахункової газорясності виїмочних стовпів вугілля показала, що при існуючих величинах газообільностей в 30 - 40 м / хв практично не можливо подавати необхідну витрату воздуха для підтримки безпечної концентрації газу в газоотводящих виработках і в газовідсмоктувальних вентиляторах. Це вимагає розробки нових засобів боротьби з газом в виїмкових стовпах вугілля.

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ТА МЕТОДИКА ДЕГАЗАЦІЇ ВИРОБЛЕНОГО ПРОСТОРУ ВІЙМКОВОГО СТОВПА І ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ

4.1. Аналіз умов застосування дегазації при веденні гірських робіт

Під дегазацією в даний час розуміють сукупність заходів, спрямованих на вилучення та уловлювання метану, що виділяється з різних джерел, з ізольованим відведенням його на поверхню або в гірські виробітки, в яких можливо розбавлення до безпечних концентрацій [26].

Згідно «Керівництва» дегазацію рекомендується застосовувати якщо одна з вимог:

$$J_{\text{уч}} \leq 0,007 Q_{\text{уч}} \cdot C,$$

де $J_{\text{уч}}$ - середнє газовиділення на виїмковій ділянці, м / хв;

$Q_{\text{уч}}$ - витрата повітря, що подається на виїмкових ділянку, м / хв;

C - норма концентрації метану по ПБ, % [27].

І коли засобами вентиляції неможливо забезпечити концентрацію метану в повітрі в межах встановлених норм, тобто .:

$$J > J_{\text{доп}} = \frac{0,6 \cdot S \cdot V \cdot C}{K_{\text{н}}},$$

де J - фактична газовість вироблення, м / хв;

$J_{\text{доп}}$ допустима багаті на газ за фактором вентиляції без дегазації,

$J_{\text{доп}}$ - мінімальний перетин вироблення, м²;

V - допустима швидкість руху повітря по ПБ м/с;

C - допустима по ПБ концентрація газу, %;

$K_{\text{н}}$ - коефіцієнт нерівномірності газовиділення.

Відповідно до формули (5.2) визначається коефіцієнт ефективності дегазації, при якому забезпечуються нормальні по газу умови робіт [28]:

$$K_{\text{эф-тр}} = \frac{J - J_{\text{доп}}}{J}$$

Оскільки кожен спосіб дегазації має властиві йому фактичний коефіцієнт ефективності, то це можна записати у вигляді:

$$K_{\text{эф-тр}} = \frac{J - J_{\phi}}{J}$$

де J_{ϕ} - фактична багаті на газ, м / хв.

Для нормальної роботи в шахті необхідний, щоб фактичний коефіцієнт ефективності дегазації дорівнював або перевищував необхідний, тобто

$$K_{\text{эф-ф}} \geq K_{\text{эф-тр}}$$

У тих випадках, коли в виїмкових дільницях мають місце газонебезпечні зони, то визначається коефіцієнт, що характеризує небезпеку утворення місцевих скупчень [23], який в загальному вигляді можна записати

$$K_0 = \frac{K_1 J_{\text{вп}} K_2}{Q_{\text{оч}}^n \cdot (K_{\text{ут.в}} - 1)^n K_3}$$

так:

де K_1 - коефіцієнт, при $K_1 = 1434$, $K_3 = 1$, $n = 1,5$, $K_2 = 1$ (для схеми 1-м), при $K_1 = 113,2$, $K_2 = 1$, $K_3 \neq 1$, $n = 1$ (для схем 1В и др.) [23]; n - середнє фактичне газовиділення з виробленого простору, м / хв.

За дослідженнями [29] рекомендується визначати умови освіти місцевих скупчень в зонах на сполученнях очисних і підготовчих виработок за формулою:

$$C = a + vJ - cQ - dV$$

де C - концентрація газу, %;

a, v, c , (1 - емпіричні коефіцієнти;

d - газовиділення з виробленого простору, м³ / хв;

Q - витрата повітря, м³ / хв;

V - швидкість руху повітря в місцевому скупченні, м / с.

На підставі аналізу газових балансів гірничих виробок і умов при-трансформаційних змін дегазації представляється можливим оцінити ефективність існуючих способів дегазації для зниження газорясності загальної і в небезпечних зонах виробок.

Аналіз показує, що в даний час всі способи дегазації діляться на три групи:

- способи дегазації на розвантажених вугільних пластах;
- способи дегазації зближених вугільних пластів і вміщуючих порід;
- способи дегазації виробленого простору.

На рис. 5.1. показана схема розподілу способів дегазації на шахтах за питомою вагою, що визначається структурою газового балансу, звідки видно, що переважають способи дегазації вугільних пластів, а в північній - зближених пластів, порід і вироблених просторів.

У табл. 5.1. наведені дані, що характеризують багаті на газ при добуванні вугілля і проведення підготовчих виробок. З табл. 5.1. видно, що дегазія вугільних пластів на шахтах не проводиться.

4.2. Дослідження ефективності дегазації вироблених просторів свердловинами, пробурених над куполами обвалення

В даний час глибина ведення гірничих робіт на шахтах. Метаноносності розроблюваних пластів вугілля становить 10-20 м³ / т, що обумовлює абсолютну газовість шахт 60-100 м / хв. Частка метановиділення з вироблених просторів в газовому балансі виїмкових дільниць досягає 60-80%. при збільшених навантаженнях на очисний вибій до 3000-6000 тонн на добу обсяг метановиділення на виїмкових дільницях сягає 30-40 м³ / хв. Для розведення метано-повітряної суміші до необхідних правил безпеки

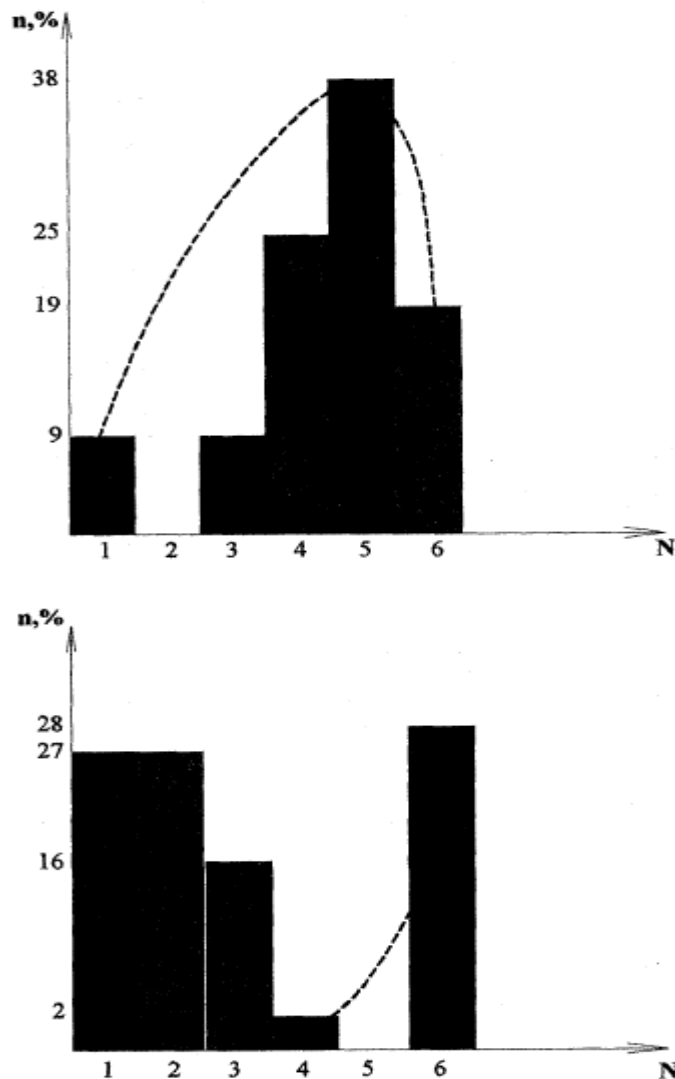


Рис.5.1. Схема розподілу способів дегазації по об'єднаннях шахт

Порівняльні дані газорясності, видобутку вугілля і метану на шахтах нормальними засобами вентиляції, витрата повітря на виїмковій ділянці перевищити 2000-3000 м / хв., що технічно не здійснимо.

Для зниження метановиділення в діючі виробки необхідна в першу чергу дегазація джерела, що визначає газовий баланс виїмкової ділянки.

У 1960-70 рр. при роботі на найбільш багаті на газ виїмкових ділянках на шахтах застосовувався спосіб дегазації виробленого простору свердловинами, пробурених назустріч очисному забою з вентиляційної виробки над куполом обвалення. При значній трудомісткості робіт з буріння свердловин, прокладання та демонтажу газопроводів, експлуатації стаціонарних вакуум-насосних станцій, при цьому способі не виключалися місцеві і загальні загазування при винесенні метано-повітряної суміші з виробленого простору на сполученнях очисного забою з вентиляційними виробками.

Спосіб дегазації похилими дегазаційними свердловинами характеризується наступними технологічними параметрами. Свердловини буряться довжиною 70м і діаметром 55 мм з вентиляційного штреку віялоподібно назустріч лаві під кутом 10° - 15° до лінії простягання пласта (поздовжньої осі штреку) з нахилом свердловини до горизонту 14° - 16° . Відстань між свердловинами приймається рівним 40 м.

Для ізоляції свердловин від гірських виробок проводиться герметизація гирла свердловин на глибину не менше 6 м шляхом нагнітання розчину цементу з піском в за трубний простір.

Після перевірки герметизації гідравлічним способом проводиться подальше буріння свердловин.

Дренажні свердловини приєднуються до всмоктуючого газопроводу діаметром 100 мм гумовим шлангом. Прокладка газопроводу ведеться з неходовий боку виробок на невеликій відстані від ґрунту на опорних балках. У місцях приєднання ділянки газопроводу до магістрального встановлюється

засувка. Знову пробурені дегазаційні свердловини повинні бути пробурені на повну довжину і приєднані до газопроводу при підході лави до гирла робочої свердловини не менше ніж за 30 м.

Спосіб дегазації похилими дегазаційними свердловинами має гідності: більшу маневреність верстатів при бурінні свердловин, високу точність буріння свердловин в області газового колектора, невисоку вартість бурових робіт зважаючи на малу протяжності «непридатних» ділянок свердловин. Недоліками даного способу є: висока нерівномірність дебіту каптованого газу через змінного відстані від похилій свердловини до газового колектора, розташованого в завалених породах покрівлі. Низький і нерівномірний коефіцієнт ефективності дегазації становить в середньому 0,2-0,3. Область застосування даного способу можливістю поєднання бурових робіт з очисної виїмкою.

На рис. 5.2. показана схема розташування похилих свердловин, використавши на шахтах і залежність витрати газу свердловин від їх розташування у виробленому просторі. У табл. 5.2. наведені дані зміни витрати газу і його концентрації по свердловині з максимальною витратою метану.

Таблиця 5.2

Залежність зміни витрати газу по довжині похилої свердловини при дегазації виробленого простору лави

Дата замера	Концентрація метана, %	Расход газа, м ³ /мин	Расстояния от устья скважины до забоя, м
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
14.08	2	2,3	69
20.08	1,6	3,1	62
25.08	18	5	56
27.08	25	5	55
03.09	51	8,5	48

продолжение таблицы 5.2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
05.09	47	10	44
08.09	45	7,7	40
16.09	45	18,2	30
18.09	60	18	29
23.09	34	18	26
30.09	43	18,1	20
01.10	25	13,6	18
07.10	20	16,4	16
09.10	26	15,8	12

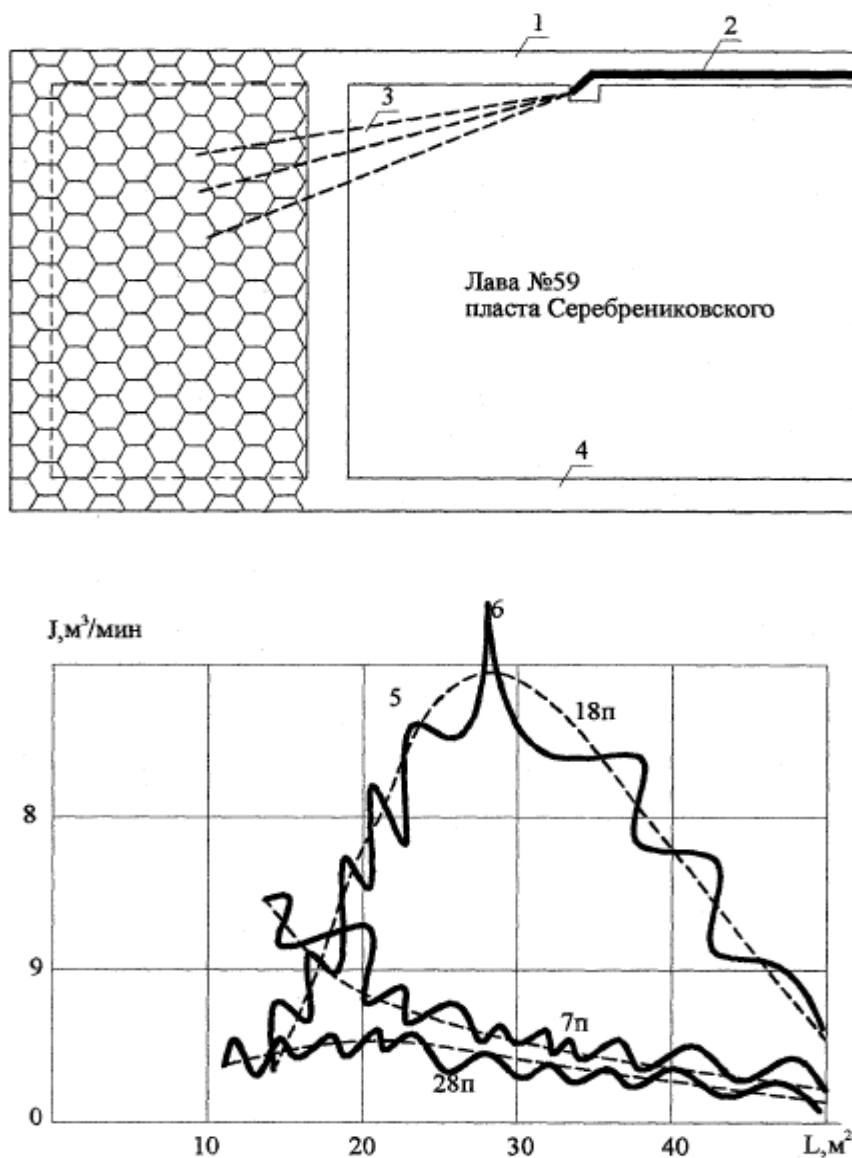


Рис.5.2. Схема розташування похилих дегазаційних свердловин (а) і залежності витрати газу свердловин (б) від їх розташування у виробленому просторі: 1 - вентиляційний штрек; 2 - газопровід; 3 - свердловина; 4 конвеєрний штрек; Комерсант - відносна відстань забою свердловин до нижнього борту штреку до потужності пласта; 5,6 - теоретична і експериментальна крива по лаві пласта

З рис. 5.2 видно, що схема розташування свердловин змінює витрати їх свердловин в 6 і більше разів.

4.3. Дегазація підроблюваних пластів і вироблених просторів свердловинами, пробурених з поверхні

Зі збільшенням глибини ведення гірничих робіт і метанообільності вимочних ділянок в значних обсягах застосовується дегазація підроблюваних пластів-супутників і виробленого простору свердловинами з поверхні за допомогою пересувних дегазаційних установок (ПДУ). При відпрацюванні найбільш багаті на газ виїмкових діляниць в одночасній роботі знаходилися 2-4 ПДУ.

Технологічні параметри свердловин наступні: вертикальні дегазаціювання свердловини буряться з поверхні до підходу вибою лави до місця їх застигання. Діаметр свердловини дорівнює 120-130 мм (рис. 5.3). Свердловини обсаджувати сталевими, звареними між собою трубами, нижня частина труб не повинна доходити до пласта на 3-4 його потужності. 10-15 м і нижній частині обсадної труби перфорується, а вище встановлюється сальник, в за трубний простір, куди подається цементний розчин для герметизації свердловини, яка приєднується до газопроводу ПДУ (поверхневої дегазації установки). ПДУ має бути віддалена від найближчих житлових будинком і технічних споруд не менше ніж на 20 м, а від високовольтних ЛЕП та трансформаторних кіосків на 30 м.

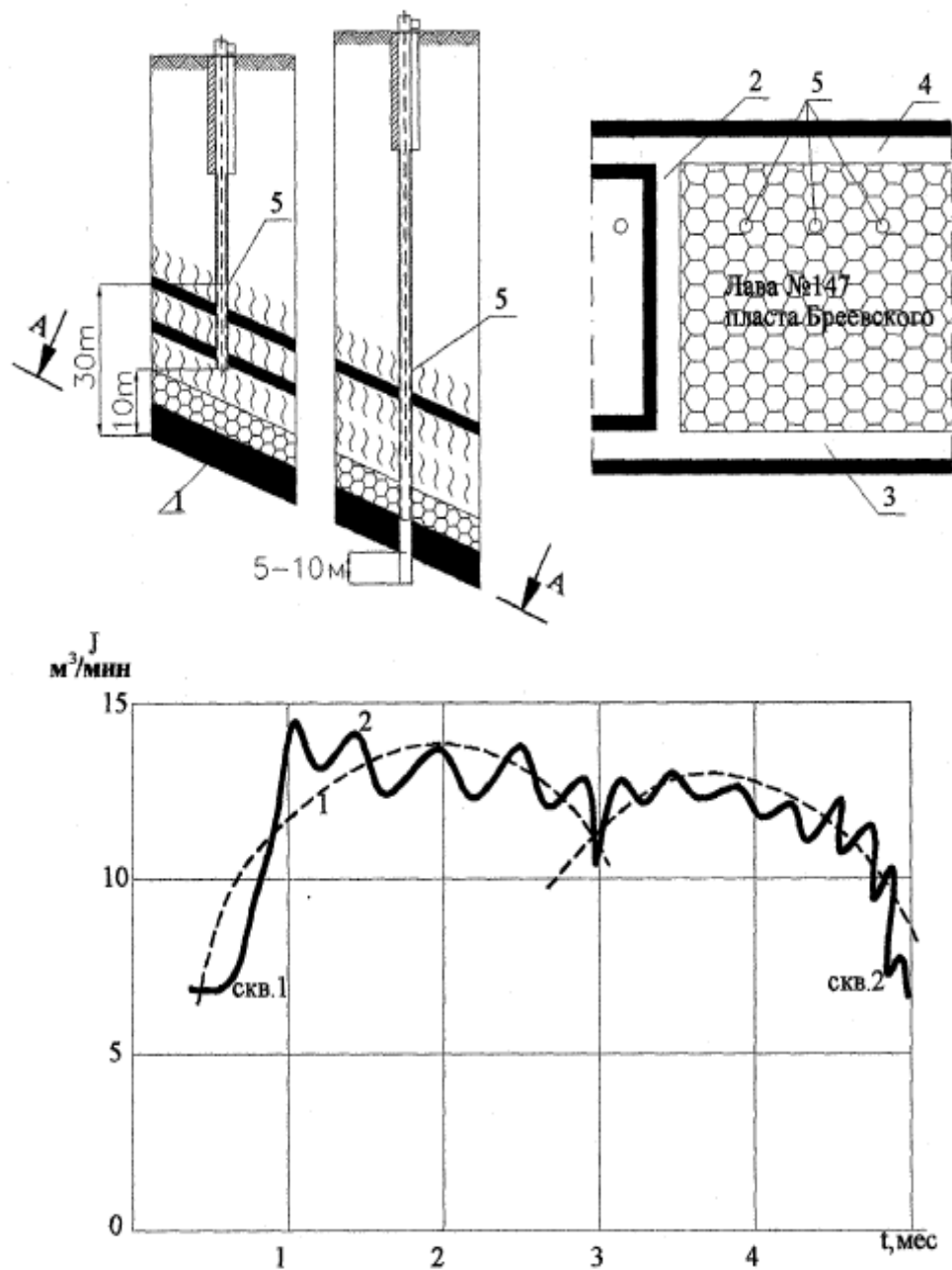


Рис. 5.3. Схема дегазації підроблюваних пластів і виробленого простору свердловинами, пробурених з поверхні (а): 1 - розробляється пласт; 2 - розрізна піч; 3 - конвеєрний штрек; 4 - вентиляційний штрек; 5 - свердловина з поверхні; 6 - дегазація підроблюваних пластів; 7 - дегазація виробленого простору; (б): 8 - витрата газу свердловин по довжині виїмкового стовпа; 9,10 - теоретичний і фактичний витрата газу свердловин.

На рис. 5.3 показаний характер зміни витрати газу вертикальної скважини (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Залежність витрати метану і його концентрації в суміші вертикальної польовий свердловини від довжини виробленого простору по лаві

Дата замера	Концентрация метана, %	Расход газа, м ³ /мин	Расстояния от забоя лавы до скважины, м
05.10	42	8	10
10.10	56	14,5	20
16.10	68	17,0	30
20.10	70	17,0	40
26.10	58	13,0	50
01.11	58	14	60
08.11	55	13	70
13.11	56	13,5	80
18.11	60	18	90
23.11	58	13,0	100
28.11	55	12,5	110
04.12	54	12	120
09.12	53	12	130
14.12	45	11	140
18.12	40	10	150

У міру того, як лава йде далеко від свердловини, породи починають слеживатися, кількість тріщин зменшується, опір зростає і зростає вакуум. Досвід роботи показує, що вертикальна флангова свердловина не дає бажаного результату на всьому протязі її роботи. Тривале використання її стає не вигідним, з огляду на малий дебіту.

Для підвищення використання можливостей дегазації застосовують нескільки дегазаційних свердловин на одному виїмковій поле. При цьому свердловини в залежності від рельєфу місцевості буряться на відстані 200-300 м.

Радіус дій свердловини визначається дослідним шляхом і дорівнює зазвичай 100-150 м. Час дій вертикальних дегазаційних свердловин визначають за кількістю витягується по свердловинах газу, а коефіцієнт ефективності їх роботи становить зазвичай 0,4, -0,5.

Основними недоліками даного способу дегазації є наступні: великий обсяг буріння свердловин; неможливість в окремих випадках закладення свердловин в оптимальних точках за умовами поверхні (водойми, лісопосадки); неминучі перерви в роботі (ПДУ), обумовлені їх перемонтажами на чергові свердловини; прокладка на поверхні гірничих відводів часних ліній електропередач; нестабільна ефективність дегазації в міру віддалення очисного забою від свердловин.

Зі збільшенням глибини ведення гірничих робіт витрати на буріння свердловин з поверхні багаторазово зростають, а ефективність дегазації знижується, що і визначило прийняття нових технічних рішень.

4.4. Відведення метану з виробленого простору по непідтримуваній виробленні до свердловині

Час роботи флангової свердловини дорівнює часу відпрацювання виїмкового стовпа. З початку дії системи дегазації свердловини витрата газу і концентрація метану зростають, так як збільшується площа виробленого простору. Потім витрата газу починає падати, так як породи починають злежуватися і збільшується відстань від свердловини до вибою лави.

На рис. 5.4. показана схема реалізації способу і характер зміни витрати газу в свердловину. Звідки видно, що витрата метану не залишається постійним по довжині виїмкового стовпа, а коефіцієнт ефективності даного способу більш високий, ніж попереднього і становить 0,5-0,6. Розглянутий спосіб має такі переваги: високий дебіт газу свердловин в початковий період їх роботи, знижується в міру віддалення лави від свердловини; можливість дегазації

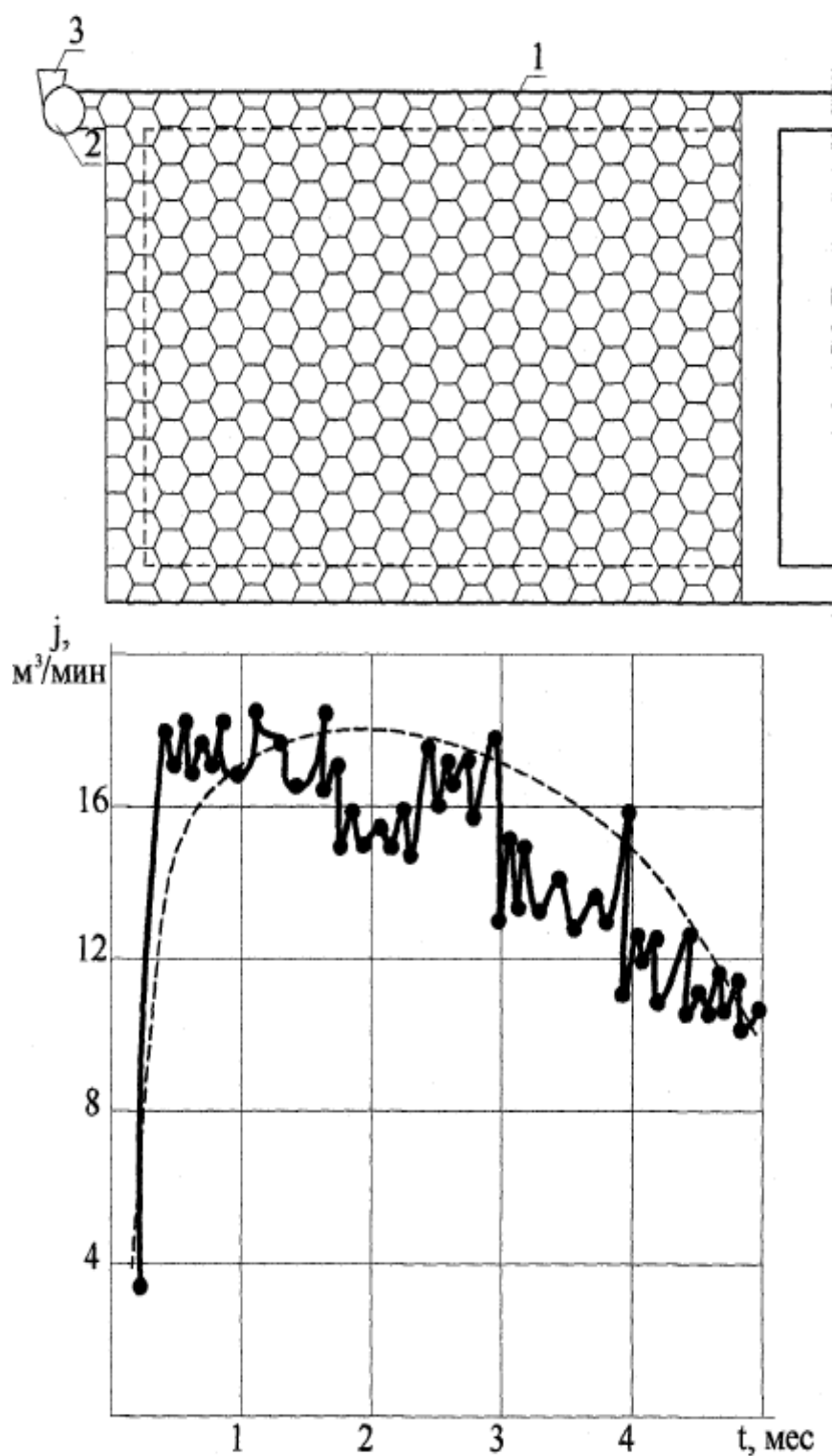


Рис.5.4. Схема ізольованого метану по непідтримуваній виробленні до свердловини (а) і витрати газу по довжині стовпа (б): 1 - не підтримуване вироблення; 2 - свердловина, пробурена з поверхні; 3 - вакуум-насос; 4 - витрата газу. Великий площі виробленого простору і великого числа підроблюємих пластів-супутників і порід, що вміщують.

Дана схема отримала широке поширення на шахтах при відпрацювання не самовозгораючихся вугільних пластів. За схемою відпрацьовано виємочні стовпи довжиною по простяганню пласта 1500-2000м. У табл. 5.4 наведені аерогазові параметри виїмкових дільниць, відведення метану з вироблених про-просторів на шахтах.

Аерогазові параметри виїмкових дільниць, провітрюваних за комбінованою схемою за допомогою газовідсмоктувальних вентиляторів на шахтах.

Таблиця 5.4.

Лава №	Газообильность, м ³ /мин		Параметры сква- жины		Объем отсас. смеси, м ³ /мин	Концентр. метана в смеси, %
	выемоч. уч-ка	очист. забоя	диаметр, мм	глубина, м		
19-96	5,0	2,0	800	160	250	1,2
18-171	9,0	3,0	800	220	500	1,3
13-59	4,2	2,7	400	190	200	1,0
17-15	14,0	3,5	2x300	370	250	4,0
18-31	11,0	3,0	350	350	200	4,0
17-20	23,0	3,0	2x270	370	100	20,0
18-21	14,0	4,0	2x270	380	250	4,0
879	6,0	3,0	600	200	150	2,0
905	39,5	3,5	800	190	600	6,0

З табл. 5.4 видно, що на шахтах з даною схемою відводу метану концентрація його становить 4-20%, тобто є вибухонебезпечною, проте це дозволяється нормативними документами [26, 27, 31].

Для зниження аеродинамічного опору виробленого простору доцільно проводити паралельно вентиляційному штреку газовідвідну вироблення, поєднуючи між собою збійками через 150-200 метрів, що дозволить відводити метаноповітряну суміш практично в необмежених обсягах на значні відстані від лави. Перетин газовідвідної вироблення може не

перевищувати 6,0 - 8,0 м², що істотно не збільшує втрату депресії на шляху руху метано-повітряної суміші до свердловини. Свердловини рекомендується розташовувати на передньому чи задньому флангах виїмкових полів.

За умови, коли висока газовість виймальних стовпа застосовується додатково, дегазація виробленого простору вертикальними польовими свердловинами з поверхні з щільністю сітки буріння 150-200 м по простяганню (рис. 5.5).

На застосовується так само схема відведення метану з виробленого простору по виробках, які мають зв'язок з діючою вентиляційною мережею (рис. 5.5, табл. 5.4).

З табл. 5.2 видно, що концентрація метану у виробках при даній схемі становить 1,2-2%.

Нормативом з проектування комбінованого провітрювання при наявності зв'язку газоотводящих виробок з діючої вентиляційної мережею, допустима концентрація метану в суміші обмежена - 2%. При наявності в експлуатації газовідвідної свердловини діаметром 0,8-1,0 м забезпечується вентилятор до 600-700 м³ / хв, що дає можливість відводити до 10-15 м³ / хв метану з розведенням його до встановленого нормативом рівня. Однак, необхідну при цьому поділ газоотводящих і діючих виработок вибухостійкими перемичками пов'язане з великими затратами при їх зведенні та розтині, що технічно недоцільно.

За результатами дослідження відведення газу за такою схемою можна зробити наступні висновки.

Ізольований відведення метану з вироблених просторів, тривалий час застосовується на шахтах, дозволив значно збільшити рівень газобезпеки умов в підземних виробках, багаторазово зменшити частоту їх загазування і зняти проблему дефіцит повітря. Для винятку аеродинамічний зв'язок діючих очисних вибоїв раніше

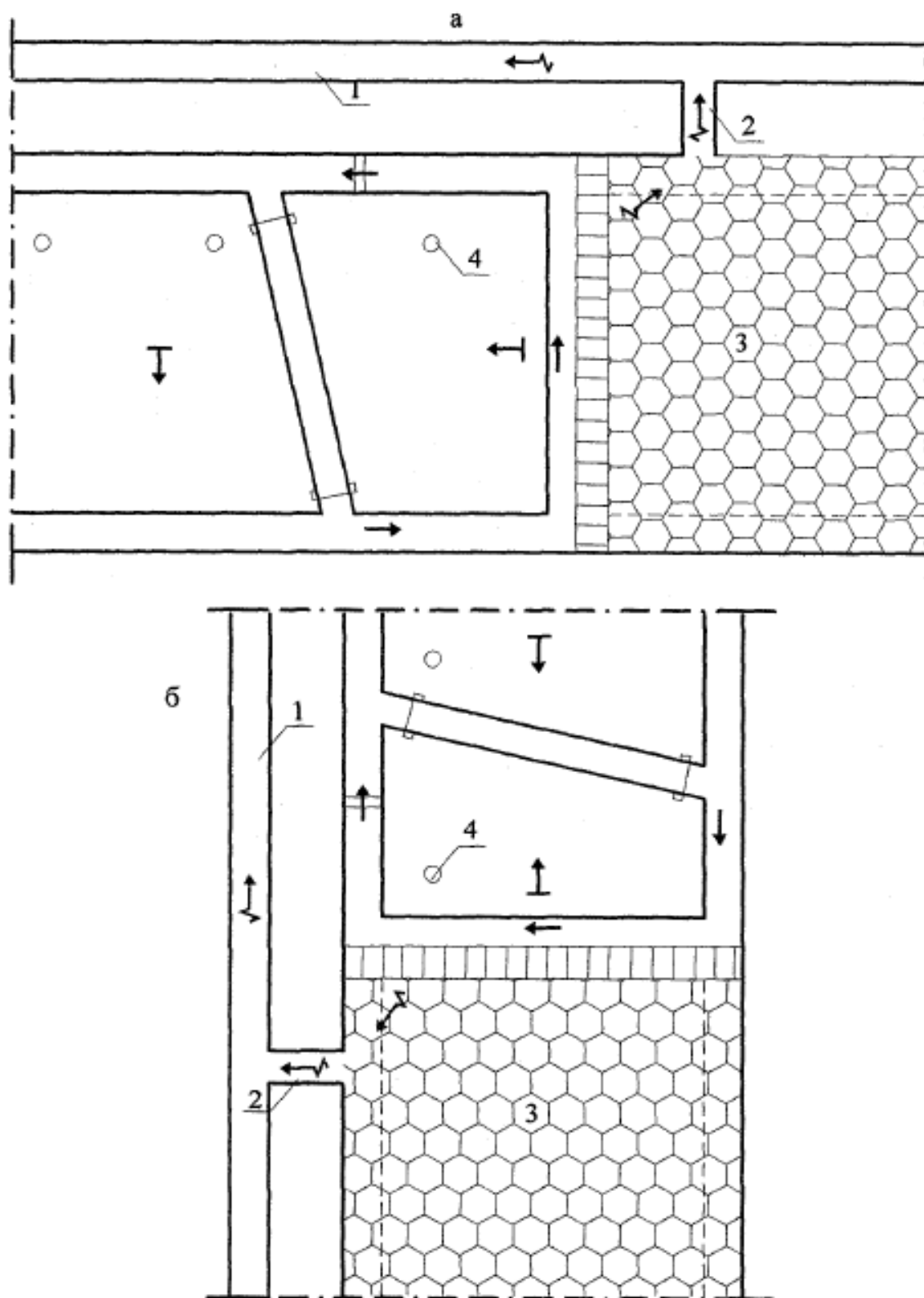


Рис.5.5. Схеми відведення метану з виробленого простору по виробках мають зв'язок з діючою вентиляційною мережею при відпрацюванні стовпів

по простяганню (а) і повстання (б): 1 - газовідвідними вироблення; 2 - збійка; 3 - вироблений простір; 4 - вертикальні дегазаційні свердловини

Відпрацьованими виїмковими стовпами необхідна їх своєчасна і якісна ізоляція. Діаметр газоотводящих свердловин повинен прийматися з розрахунку забезпечення ефективного розподілу повітря для провітрювання очисного забою і створення стійкого руху метано-повітряної суміші в виробленому про-просторі в напрямку до свердловини. Підвищення надійності електропостачання газовідсмоктувальних установок і виконання вимог безпечної їх експлуатації - основна умова безаварійної роботи високопродуктивних очисних вибоїв за газовим фактором.

4.5. Спосіб дегазації суміжних вироблених просторів виїмкових полів фланговими свердловинами

На рис. 5.6 показана схема реалізації способу, який дозволив шляхом управління витратою вертикально-горизонтальних дегазаційних свердловин, пробуріння в підтримуються гірничі виробки отримати коефіцієнт ефективності дегазації 0,6-0,8. Спосіб дозволяє одночасно дегазувати до чотирьох виїмкових полів і отримувати до 60 м / хв і більше висококонцентрованного метану для використання в народному господарстві.

При цьому визначено, що управління витратою газу вертикальної свердловини дозволяє управляти величиною концентрації метану на сполученні лави з вентиляційним штреком.

Проведені дослідження ефективності даного способу дегазації дозволеного встановити, що він дозволяє знизити багаті на газ ізольованих вироблених раніше відпрацьованих і діючих виїмкових діляниць.

З рис. 5.6 видно, що багаті на газ свердловини до 15 м / хв призводить до збільшення відсисається метану в заміряних пункті спостереження до 4,5 м / хв. При цьому на сполученні лави з вентиляційним штреком в сторону

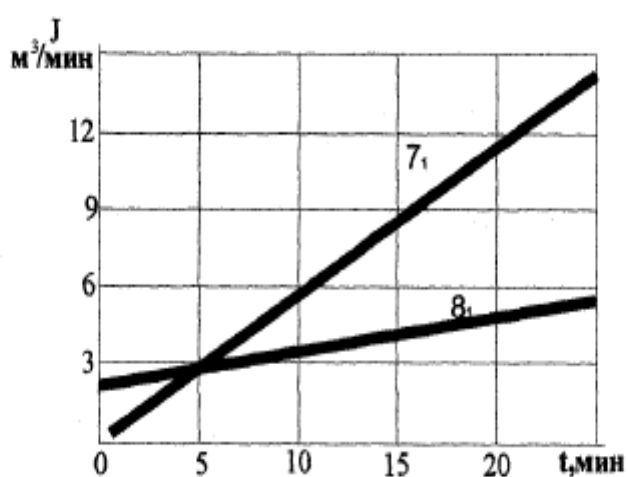
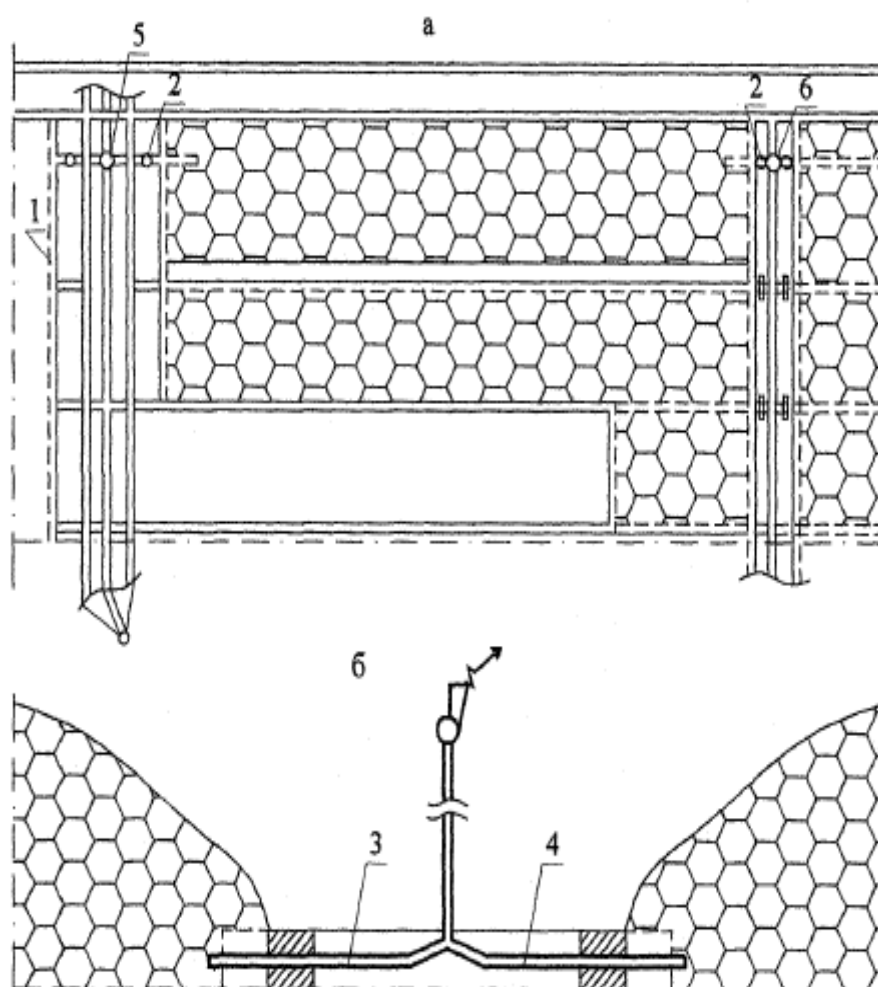


Рис.5.6. а - вид в плані; б - вид збоку: 1,2,3,4 - пристрої регулювання витрати газу; 5,6 - свердловини; 7 - витрата газу свердловини; 8 - витрата газу на сполученні лави з вентиляційним штреком.

завалу відбувається зниження газорясності з 2,6 до 1,7 м³ / хв, а концентрації газу з 0,3 до 0,2% (табл. 5.5).

Залежність витрати газу і концентрації метану на сполученні лави № 1711 в бік завалу від продуктивності свердловини

Таблиця 5.5

№ опытов	Расход газа, м ³ /мин					Концентрация метана, %					Расстояние точек замера от забоя, м				
	п ₁	п ₂	п ₃	п ₄	п ₅	п ₁	п ₂	п ₃	п ₄	п ₅	п ₁	п ₂	п ₃	п ₄	п ₅
1	2,6	2,2	1,5	1,4	1,2	0,2	0,3	0,4	0,50	0,70	0	1	2	3	4
2	1,8	1,5	1	0,7	0,5	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0	1	2	3	4

З табл. 5.5 видно, що регулювання витрати газу свердловини дозволяє знизити витрату метану і його концентрацію не тільки в свердловині, а й на лаві з вентиляційним штреком.

4.6. Спосіб дегазації ізолюваних вироблених просторів

При відпрацюванні ізолюваних вироблених просторів виїмкових стовпів лав. Досвід відпрацювання чинного виїмального стовпа лави показав, що метан з верхніх ізолюваних виїмкових стовпів через тріщини в цілинах вугілля в діючий вентиляційний штрек.

Пропонований спосіб призначений для дегазації ізолюваних виробок опрацьованих просторів, що примикають до діючих гірничих виробках. Метою застосування способу є зниження газорясності ділянки і запобігання загадувань гірничих виробок.

Спосіб дозволяє підвищити безпеку праці гірників і поліпшити техніко-економічні показники робіт шахт, за рахунок відводу газу з ізолюваного виробленого простору в частково ізолюваний простір, а в загальну вихідну вентиляційну струмінь (рис. 5.7).

Проведені дослідження дозволили встановити, що виділяє метан з виробленого простору ізолюваною лави збільшував газообільність чинного вентиляційного штреку. Застосування запропонованого способу дозволило дегазувати через свердловини вироблений простір лави і знизити газовість вентиляційного штреку до 1,6 м / хв, тобто в 1,8 рази (табл. 5.6).

Залежність витрати газу і концентрації вентиляційного штреку від часу дегазації ізолюваного виробленого простору

Таблиця 5.6

Время дегазации, мес.	Абсолютная газообильность, м ³ /мин			Концентрация газа в отсасываемой смеси, %
	у лавы	у уклона	в отводимой смеси по газопроводу	
0	3,0	4,0	1,0	30
3	2,9	3,5	0,6	25
4	1,8	2,3	0,5	20
5	1,6	2	0,4	15
6	1,5	1,8	0,3	13
7	1,4	1,6	0,2	10

З табл. 5.6 видно, що застосування способу ізолюваного відводу метану з ізолюваного простору, дозволяє знизити витрату газу на вентиляційному штреку більш ніж в два рази, а концентрацію газу в 3 рази.

Область застосування способу поширюється на дегазацію вироблених просторів виїмкових стовпів пологих, похилих і крутих шарів будь-якої потужності, що мають ізолювані області виробленого простору, заповнені газом і примикають до неізолюваних областям при будь-якій глибині гірських робіт і довжині очисного вибою. Залежно від газорясності ви працюєте простору, його обводнення і кута падіння пласта, дегазаційні свердловини можуть буритися в ізолюване вироблений простір з верхньої, нижньої або бічних виробок.

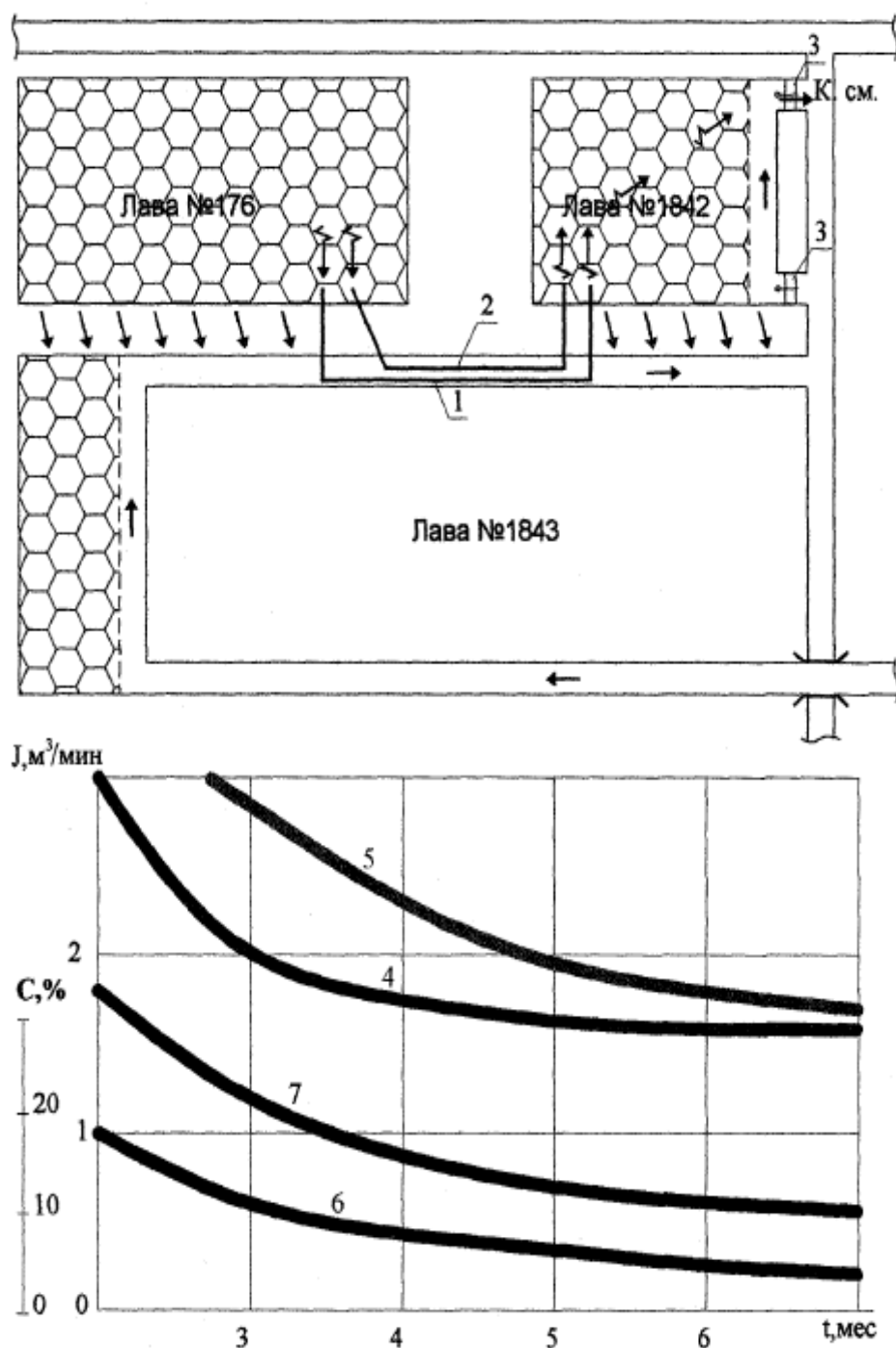


Рис.5.7. Схема дегазації ізолюваного виробленого простору лав (а) і характеру зміни газорясності (б) лави пласта шахти: 1 - свердловини; 2 - газопроводи; 3 - камера розрідження газу; 4,5,6 - абсолютна багаті на газ на вентиляційному штреку №1843 у лави; у ухилу №4 і в відведеному по газопроводу струмені в завал лави №1842 відповідно; 7 - концентрація газу в газопроводі.

Область застосування способу розширюється в залежності від зменшення ширини цілика, який інтенсивніше деформується і легше пропускає через себе газ.

Спосіб здійснюється наступним чином. У шахтному полі вибирають виїмкову стовп, який має ізольоване вироблений простір, примикає до неізольованих, з якого газ може віддалятися за допомогою будь-якого засобу: загально шахтного, дільничного або газовідсмоктувальних вентилятора, вакуум-насоса; геофізичних методом визначають стан масиву. Потім бурять через цілик по одній або по дві дегазаційні свердловини, в залежності від газорясності виробленого простору, в неізольоване і ізольоване вироблені простору з дотриманням мінімальної відстані між найближчими свердловинами, з'єднують їх газопроводами, обладнають газопроводи засувками, і пристроями виміру в них швидкості руху суміші та відбору проб газу, герметизують гирла свердловин, підключають неізольоване вироблений простір до пристрою видалення з нього газу, відкривають засувки на газопроводах, заміряють витрата газу видаляється з ізольованого виробленого простору і концентрацію газу в суміші, розраховують витрату видаляється газу, потім заміряють витрата газу, що видаляється вентиляційним струменем до і після дегазаційних свердловин, визначають величину різниці витрати газу, що видаляється вентиляційним струменем на штреку до і після свердловин протягом часу достатньому для визначення темпу зниження витрати газу на вентиляційному штреку до і після свердловин. У координатах витрата газу - час дегазації будують графіки зміни витрати газу на вентиляційному штреку в місцях до і після свердловин при їх роботі, враховують темпи зниження витрати газу на штреку за графіками, апроксимують криві витрати газу на вентиляційному штреку до і після свердловин у часі до перетину кривих. Визначають за графіком час від початку роботи дегазаційних свердловин до точки перетину кривих витрати газу видаляється з штреку вентиляційним струменем і виробляють протягом

цього часу дегазацію ізолюваного виробленого простору, визначаючи при цьому витрата газу в газопроводах через необхідні періоди часу. Спосіб впроваджений при дегазації ізолюваного виробленого простору лави і неізолюваного виробленого простору лави тисяча вісімсот сорок два, що примикають до діючих виробках лави і може застосовуватися в аналогічних умовах.

Схеми дегазації вироблених просторів

На підставі досліджень і аналізу дегазації вироблених просторів узагальнені схеми дегазації і їх ефективність. (табл.5.7).

Таблица 5.7

Параметры	Наклонные скважины на-встречу лаве	Прямые скважины с поверхности	Фланговая скважина с неподдерживаемыми выработками	Фланговая скважина с поддерживаемыми выработками
1	2	3	4	5
Диаметр скважины, мм	55	100-130	500-1000	500-1000
Расстояние между скважинами, м	30-80	80-140	-	-
Угол наклона скважин, град	23-30	90	90	90
Дебит метана, м ³ /мин	2-10	8-18	6-30	5-15
Концентрация метана, %	10-70	35-80	6-50	2-10
Коэффициент дегазации, ед	0,2-03	0,4-0,8	0,2-0,5	0,5-0,8

З табл. 5.7 видно, що найбільш ефективними є польові скважини з поверхні і флангові з підтримуваними виробками. Але оскільки концентрація метану при даній схемі, як правило, вибухова, то кращою є схема дегазації з флангової свердловиною з неподдержима виробками.

ВИСНОВКИ

На підставі дослідження ефективності способів дегазації виємочних стовпів вугілля можна зробити наступні висновки.

1. Проаналізовано умови застосування дегазації при веденні гірських робіт. В результаті встановлено, що умови застосування дегазації визначаються запасом витрати повітря, що подається на ділянку, величиною загальної абсолютної газорясності ділянки і величиною концентрації метану в місцевих сколеннях.

2. В результаті проведених експериментів на шахті, проведено порівняння ефективності дегазації вироблених просторів при різних схемах. Так дегазія вироблених просторів свердловинами, пробуреними над куполами обвалення, дозволяє знизити загальну газовість участка в середньому на 10-30%.

3. Дегазія підроблюваних пластів-супутників і вироблених просторів дозволяє отримати коефіцієнт $KEF = 0,4-0,8$, однак великий обсяг бурових робіт зажадав розробки інших способів дегазації.

4. Спосіб відведення метану з вироблених просторів по не підтримуваних виробках дозволяє отримати коефіцієнт ефективності дегазації $KEF = 0,2-0,5$, а по підтримуваним виробках до 0,6-0,7. Визначено, що застосування відсмоктування газу з вироблених просторів по не підтримуваних виробках призводить до виникнення зон з високими концентраціями метана у свердловинах.

5. Спосіб дегазації суміжних вироблених просторів виїмкових полів дозволяє отримати $KEF = 0,7-0,8$ і, крім того, забезпечує відсмоктування метану із зон місцевих скупчень, запобігаючи загазування лав.

6. Розроблений на шахті «Комсомолец» спосіб дегазації ізольованих випрацює просторів дозволяє знизити загальну газовість діючі виїмкових дільниць в 1,8 рази і відповідно збільшити навантаження на забій.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На підставі виконаної кваліфікаційної магістерської роботи можна зробити такі висновки:

1. Встановити особливості структури газових балансів гірничих виробок виїмкових стовпів, що визначають вибір способів управління газопроявлення. Неоднорідність напружено-деформованого і газонасиченого стану вугільного пласта обумовлюється наявністю в пласті зон, викликаних геологічними порушеннями, які призводять до зростання в 2-4 рази газорясності діючих виробок виїмкової стовпа і до виникнення газодинамічних явищ.

2. Збільшення газорясності виробок і небезпека виникнення при відпрацюванні вугільного пласта створюються локальна зміна структури газового балансу виробленого стовпа і обумовлюють необхідність управління метановиділення гірничих виробок засобами дегазації та вентиляції для створення безпечних по газу умов робіт.

3. Підтвердження досвідом відпрацювання виїмкових стовпів вугілля висока достовірність визначення методом шахтного радіоволнового зондування зон у вугільному пласті.

4. Установлені за допомогою методу РВЗ місця розташування зон в виємочоних стовпах вугільних пластів. Визначено, що за простяганням виїмкових стовпів до 2000 - 3000 м в них знаходиться до 10 і більше зон із загальною протяжністю 700м і більше.

5. Сформовані умови, що визначають зміну концентрації метану у виробках залежно від витрати газу дегазації свердловини, витрати газозовдушної суміші і нерівномірності газовиділення розробляється з зон вугільного пласта і виробленого простору.

6. Розробити математичну модель газопереносу з виробленого простору до системи дегазації свердловини, з урахуванням наступних параметрів: змінного газодинамічного опіру, швидкості посування вибою

лави, часу її робіт, відстані між забоєм лави і свердловиною, газопроніцаємості і пористості виробленого простору, опору регулятора витрати газу свердловин, режиму фільтрації газу в виробленого простору і перепади тиску дозволяє управляти витратою газу, що виділяється з виробленого простору в свердловину і в вироблення ділянки.

7. Розроблено новий спосіб комплексного управління газовиділенням із зон розробляється вугільного пласта і вироблених просторів. Дегазація зон шляхом направленої буріння в них свердловин дозволяє: підвищити їх дебіт в 2-4 рази, оптимізувати геометрію розташування свердловин в пласті, в 5 - 10 разів скоротити обсяг бурових робіт, довжину свердловин, знизити газовиділення з пласта в 40 -50%, виключити загазування вентиляційних виробок і забезпечити високопродуктивну роботу дільниць. З іншого боку розроблений спосіб керованої дегазації вироблених просторів виїмкових стовпів пут м підключення дегазаційних свердловин до виробленого простору через регулятор з системою засувки, які працюють в різних поєднаннях дозволяє управляти витратою газу, його концентрацією і витратою повітря в дегазаційних свердловинах і в вентиляційних виробках, не виключаючи випуску в них частини газоповітряних сумішей з виробленого простору для розрідження засобами вентиляції. Встановлено, що шляхом регулювання депресії у газовідсмоктувальних вентиляторів з 200 до 800 даПа вдається змінити витрата газу свердловин в 6 разів, витрат видаляється газоповітряної суміші в 2 рази і концентрацію метану в суміші до 6 разів. При цьому досягалася завдання експериментів по зниженню концентрації метану до допустимих норм в діючих виробках виїмкових дільниць.

8. Оцінка техніко-економічної ефективності застосування розроблених 140 способів дегазації зон вугільних пластів при відпрацюванні високогазообільних виїмкових стовпів в Кузбасі

дозволила встановити область застосування способу і отримати економічний ефект в сумі 480 тис. руб. при відпрацюванні одного виймальних стовпа шахти.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дегазація вугільних шахт. Вимоги до способів та схеми дегазації. СОУ 10.1.00174088.001-2004. - К .: Мінпаливенерго України, 2004. – 162 с.
2. Керівництво по дегазації вугільних шахт. - М .: Недра, 1990. – 186 с.
3. Керівництво з проектування вентиляції вугільних шахт. - К .: Основа, 1994. – 312 с.
4. Технологічні схеми розробки пологих пластів на шахтах України. Керівний нормативний документ. КД 12.01.201 - 98. - МУП України, 1998. – 244 с.
5. Правила безпеки у вугільних шахтах. НПАОП 10.0-1.01-10. – К.: Держгірпромнагляд, 2010. – 432 с.
6. Збірник інструкцій до правил безпеки у вугільних шахтах. Том 1 и 2. – К.: Мінпаливенерго, 2003.
7. Довідник по рудничної вентиляції / Под ред. К.З. Ушакова. - М .: Недра, 1977. – 328 с.
8. Руднична вентиляція: Довідник / За ред. К.З. Ушакова. - 2-е изд., Перераб. і доп. - М .: Недра, 1988. – 440 с.
9. Інструкція щодо прогнозу і попередження раптових проривів метану з ґрунту гірничих виробок. - Макіївка-Донбас: МакНДІ, 1987. – 29 с.
10. Айруно А.Т. Теорія і практика боротьби з копальневими газами на великих глибинах. - М .: Недра, 1981. – 335 с.
11. Алідзаев Е.Д. Дегазація вугільних пластів. - М .: Госгортехіздат, 1960. – 47 с.
12. Колмаков В.А. Метановиділення і боротьба з ним в шахтах. - М .: Недра, 1981. – 134 с.
13. Малєєв В.Б., Малашкіна В.А. Водовідлив і дегазація вугільних шахт. - М .: Недра, 1995. – 208 с.

14. Морев А.М., Євсєєв І.І. Дегазація зближених пластів. - М.: Недра, 1975. – 168 с.
15. Морев А.М., Сахаров Н.М. Дегазація вугільних шахт і використання метану. - Донецьк: Донбас, 1974. – 109 с.
16. Мякенький В.І., Курдіш І.К. Мікробіологічне окислення метану вугільних шахт. - Київ: Наукова думка, 1991. – 148 с.
17. Ножкин Н.В. Завчасна дегазація вугільних родовищ. - М.: Недра, 1979. – 48 с.
18. Устаткування і апаратура для дегазаційних робіт в шахтах: Каталог / М-во вугільної пром-ти СРСР, ЦНДІ економіки і наук.-техн. інформ. вугільної пром-ті. – М., 1989. – 48 с.
19. Прогноз багатогазовості та управління метановиділення у вугільних шахтах: Учеб. посібник / Н.Ф. Кременчуцький, Н.К. Масленко, С.В. Балашов та ін. - К.: УМК ВО, 1989. – 88 с.
20. Пудак В.В. Дегазація вуглепородного масиву спрямованими свердловинами, пробурених з поверхні. - М.: ІАЦ ГН, 1993. – 111 с.
21. Пучков Л.А., Каледіна Н.О. Динаміка метану у вироблених просторах вугільних шахт. – М., МГГУ, 1995. – 312 с.
22. Управління газовиділенням при розробці вугільних пластів / А.А. М'ясників, А.С. Рябченко, В.А. Садчиків. - М.: Недра, 1987. – 216 с.
23. Керівництво по застосуванню дегазації при ліквідації горіння метану в шахтах. - М.: Недра, 1983. – 100 с.
24. Муха О.А., Пугач І.І. Розрахунок параметрів дегазаційних систем: Монографія. – Д.: Національний гірничий університет, 2009. – 182 с.
25. Кудінов Ю.В. Удосконалення вибухозахисту шахтних дегазаційних систем. Монографія. - Макіївка: МакНДІ, 2006. – 115 с.
26. Правила безпеки у вугільних шахтах: НПАОП 10.0-1.01-10. – К.: Держпромнагляд України, – 212 с.

27. Керівництво з проектування вентиляції вугільних шахт: НПАОП 10.0-1.7.08-93 - К .: Держнаглядохоронпраці України, 1994. – 312 с.

28. Дегазація вугільних шахт. Вимоги до способів та схеми дегазації: СОУ 10.1.00174088.001-2004. - К .: Мінпаливенерго України, 2004. – 167 с.

29. Правила застосування способу дегазації виїмкової ділянки з використанням свердловин і газопроводів, що залишаються в неконтрольованих виробках. Доповнення до СОУ 10.1.00174088.001-2004. «Дегазація вугільних шахт. Вимоги до способів та схеми дегазації». – К.: Минтопэнерго Украины, 2012. – 20 с

30 . Кочерга В.М. Ефективність комплексної дегазації виїмкових ділянок на шахті «Краснолиманська» / В.М. Кочерга, І.В. Ситник, Г.С. Левчинський // Вугілля України. – 2014. – №11. – С. 26-30.