

FIRE EXTINGUISHING WITH THE USE OF A FIRE GAS COLLECTION CHAMBER AND OF THE SILTATION OF WORKED-OUT SPACE WITH A DIRECT-FLOW VENTILATION SCHEME

Minieiev S.P.^{1}, Yanzhula O.S.², Sachko R.N.², Byelikov I.B.³, Holub S.N.⁴, Samopalenko P.M.⁴*
¹Institute of Geotechnical Mekhaniks of National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine
²Private Joint Stock Company «DONETSKSTAL», Pokrovsk, Ukraine
³State Military Rescue Unit of Ukraine, Kramatorsk, Ukraine
⁴State Military Rescue Unit of Ukraine, Dymytriv, Ukraine
**Corresponding author: sergminee@gmail.com*

Abstract. The purpose of the study is to develop a technology for extinguishing a fire in the excavation area of the mine with the use of a chamber for collecting fire gases and silting the produced space. Research established that the performance of fire extinguishing work together with a number of calculated and realized special ventilating maneuvers and operating modes can exclude a possibility of formation of dangerous concentrations of methane, which could get to the combustion center. Such works can reduce to sanitary norms the maintenance of firefighters of conveyor production and give the chance to begin performance of technological waste for consolidation of the made space. At the same time the chamber of collecting of fire gases around the assembly walkway and their assignment outside of the excavation site will allow to prevent an uncontrolled exit due to leaks of air and fire gases on the made space in operating workings. To prevent air leaks from entering the combustion chamber in the upper part of the produced space of the installation walkway and further into the existing workings of the excavation site, it is advisable to build such a chamber for collecting fire gases in the work.

Key words: fire fighting, fire gases, made space, airing, explosion.

ЛІКВІДАЦІЯ ПОЖЕЖІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КАМЕРИ ЗБОРУ ПОЖЕЖНИХ ГАЗІВ І ЗАМУЛЮВАННЯ ВИРОБЛЕНОГО ПРОСТОРУ З ПРЯМОТОЧНОЮ СХЕМОЮ ПРОВІТРЮВАННЯ

Мінєєв С.П.^{1}, Янжула О.С.², Сачко Р.Н.², Бєликов І.Б.³, Голуб С.М.⁴, Самопалєнко П.М.⁴*
¹Інститут геотехнічної механіки ім. М.С.Полякова НАН України, Дніпро, Україна
²ПАТ «ДОНЕЦЬКСТАЛЬ», Покровськ, Україна
³ДВРЧ України, Краматорськ, Україна
⁴ДВРЧ України, Димитрів, Україна
**Відповідальний автор: sergminee@gmail.com*

Анотація. Метою дослідження є розробка технології гасіння пожежі на виїмковій ділянці шахти з застосуванням камери збору пожежних газів і замулювання виробленого простору. В результаті виконаних досліджень встановлено, що виконання робіт з гасіння пожежі спільно з рядом розрахованих і реалізованих спеціальних вентиляційних маневрів і режимів роботи дегазації, можуть виключити можливість утворення небезпечних концентрацій метану, які могли потрапити до осередку горіння. Такі роботи можуть знизити до санітарних норм утримання пожежних газів конвеєрної виробки і дати можливість почати виконання технологічного відходу для ущільнення виробленого простору, в тому числі місця горіння, породами, що обвалюються, безпосередньої і основної покрівлі. При цьому, камера збору пожежних газів в районі монтажного ходка і їх відведення за межі виїмкової ділянки дозволить не допустити неконтрольований вихід за рахунок витоків повітря і пожежних газів по виробленому простору в діючі виробки. А при прогнозованому місцезнаходженні вогнища пожежі в верхній частині виробленого простору в районі монтажного ходка для недопущення

попадання витоків повітря до вогнища горіння і далі в діючі виробки виїмкової дільниці, доцільно спорудження такої камери збору пожежних газів в виробці.

Ключові слова: ліквідація пожежі, пожежні гази, вироблений простір, провітрювання, вибух.

1. Вступ

В даний час для управління метановиділенням виїмкових ділянок шахт, небезпечних по метану, досить широке застосування мають різні способи збору метану в газопроводи і його відведення за межі виїмкової дільниці [1-3]. При цьому, в більшості випадках розвиток способів збору метану вдосконалено практично до можливості забору його здебільшої частині безпосередньо біля джерел виділення, що не дає можливості дренувати по ходу руху витоків повітря у виробленому просторі і в вентиляційних виробках.

Разом з тим, вимоги нормативних документів до ведення робіт по ліквідації пожеж [3, 4], були розроблені в основному за період 1980 – 1990 рр. і, в більшості випадків, не враховують нових способів управління метановиділенням в існуючих технологіях видобутку вугілля [5-7], які застосовують. Так, вимогами [1] не допускається ведення експлуатаційних робіт на виїмкових дільницях при наявності вогнища пожежі у виробленому просторі. Наведена вимога була введена в Правилах безпеки до 1987 року і діє до теперішнього часу.

Дана вимога справедливо обґрунтовувалася тим, що при ліквідації осередка горіння в виробленому просторі вкрай складно було забезпечити стійкий напрямок витоків повітря з можливою наявністю метану небезпечних концентрацій, минаючи осередок горіння. Тому, як правило, аварійні виїмкові дільниці при таких пожежах ізолювалися на безпечних відстанях, що приводило до втрати виробничих потужностей підприємства, підготовлених до виїмки запасів вугілля, обладнання робочих місць, і, в більшості випадків, до перегляду програми розвитку гірничих робіт з відповідними фінансовими втратами.

Тому, цілком очевидно, що розглянута вимога Правил безпеки [1], не враховує змін, які відбулися в технологіях видобутку вугілля за останні 10 – 30 років, не враховує індивідуальних особливостей виїмкових дільниць в тому числі і різноманітність схем провітрювання, що застосовуються, та їх особливості [13 -15].

Мета дослідження - розробка технології гасіння пожежі на виїмковій ділянці шахти з застосуванням камери збору пожежних газів і замулювання в виробленому просторі з прямою схемою провітрювання і з урахуванням посадки основної покрівлі..

2. Методика

При розробці методики досліджень необхідно аналізувати існуючі схеми гасіння ізолюваних пожеж з урахуванням позитивних особливостей, що знову з'явилися, виїмкових дільниць, в тому числі, різноманітність схем провітрювання і управління витоками в виробленому просторі, що застосовуються. До таких особливостей відносяться: напрямок прикладання депресії до вироблених просторів, величина і шляхи витоків повітря через вироблені простори, способи управління метановиділенням, характеристики вміщуючих порід покрівлі, в тому числі їх здатність до ущільнення, технології підтримки виїмкових виробок і інші гірничо-геологічні і гірничотехнічні умови ведення гірничих робіт на виїмкових дільницях. Наведені особливості в сукупності з розвитком бурильного та вентиляційного обладнання, способів комплексної дегазації із застосуванням нових матеріалів і технологій для підтримки гірничих виробок та ін. надають більше можливостей для ліквідації пожеж в вироблених просторах без ізоляції гірничих виробок і виключення відповідних фінансових втрат для підприємства. При цьому, основне завдання залишається незмінним: забезпечити стійкий напрямок витоків повітря з можливою наявністю метану небезпечних концентрацій минаючи осередок горіння.

З огляду на викладене, технологія ліквідації пожежі в виробленому просторі виїмкової дільниці із застосуванням камери збору пожежних газів і посадки основної покрівлі (далі

технологія) розроблена, як альтернативна для існуючих способів ліквідації пожеж в вироблених просторах.

Застосування такої технології дозволяє в певних умовах ліквідувати пожежу в виробленому просторі без повної ізоляції виїмкових ділянок і вирішити в ході виконання робіт головне завдання: забезпечити стійкий напрямок витоків повітря з можливою наявністю метана небезпечних концентрацій минаючи осередок горіння.

3. Результати та обговорення

При гасінні пожежі вироблений простір умовно можна розділити на дві зони від лінії очисного вибою (рис. 1), в яких здійснюється умовно контрольоване і відносно інтенсивне провітрювання частини виробленого простору за рахунок витоків повітря, в основному, через відкриті газодренажні вікна, а також відбувається відносно мінімальне провітрювання частини виробленого простору за рахунок витоків повітря непрогнозованими маршрутами, включаючи і вогнище пожежі [8, 16, 17]. Нижче наведемо схему для обґрунтування необхідності камери забору пожежних газів.

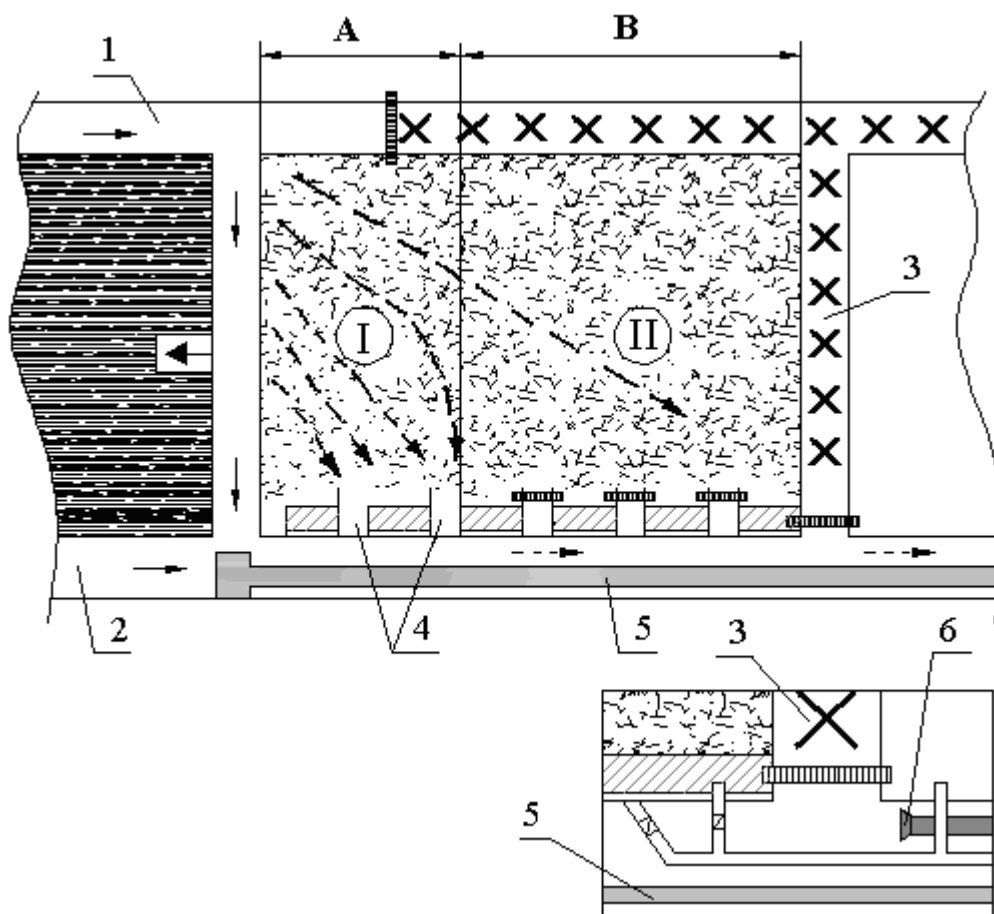


Рис. 1. Обґрунтування доцільності і конструкції камери забору пожежних газів:
1 – вентиляційний штрек, 2 - конвеєрний штрек, 3 – монтажний ходок, 4 – газодренажні вікна, 5 – стрічковий конвеєр, 6 – трубопровід газовідсмоктування

На рис.1 схематично показані умовно позначені зони виробленого простору під час пожежі: зона I – на відстані A від лінії очисного вибою, де відбувається умовно контрольоване і щодо інтенсивне провітрювання частини виробленого простору за рахунок витоків повітря в основному через відкриті газодренажні вікна; зона II – на відстані B від зони I, де відбувається щодо мінімальне провітрювання частини виробленого простору за рахунок витоків повітря

непрогнозованими маршрутами (в тому числі можливо і через вогнище пожежі) в основному через закриті газодренажні вікна і монтажний ходок.

Слід врахувати, що при гасінні пожежі в виробленому просторі шахти найбільш небезпечною є дільниця зони II. Тому необхідно прагнути до зниження вмісту пожежних газів в виробках аварійної дільниці. Це можливо в розглянутих умовах, на нашу думку, тільки дякуючи застосуванню додаткового джерела тяги, наприклад, за певними умовами можливо використання депресії ВГП та інш., чим можливо виключити вихід пожежних газів в діючі виробки. Крім того, досить важливим є виключення або мінімізація можливості утворення і потрапляння небезпечних концентрацій метану до осередку горіння з метою недопущення вибуху. При цьому, витoki повітря по виробленому простору за рахунок дегазації, дренажних вікон, розташування камери і додаткового джерела тяги слід перенаправити за пріоритетним сталим маршрутом.

Тому важливим питанням є можливість повного відведення пожежних газів за межі виїмкової дільниці, з метою безпечного перебування людей на дільниці при веденні очисних робіт, тобто питання відведення пожежних газів в допустимих межах необхідно здійснювати в виробки із загальношахтним вихідним вентиляційним струменем, де можливе їх розбавлення до гранично допустимої концентрації (далі ГДК) або в виробки з обмеженим доступом.

Запропонована технологія ліквідації пожеж в виробленому просторі виїмкових дільниць із застосуванням камери збору пожежних газів розроблена з урахуванням досвіду ліквідації подібних аварій, допрацьована і випробувана при ліквідації пожежи, яка виникла на виїмковій дільниці 12 південній «біс» лави пласту d₄, блоку № 10 шахтоуправління «Покровське». Пожежа виникла 22.01.2018 г. в 12 південній «біс» лаві після спалаху, що стався, метану. Після обстеження виробок дільниці було встановлено, що осередок горіння знаходиться в виробленому просторі, точне його місце знаходження було не відоме, з діючих виробок вплив на вогнище активним способом неможливий. Тому застосування допрацьованої технології було здійснено при веденні робіт по ліквідації пожеж в виробленому просторі 12 південної «біс» лави пласту d₄, блоку № 10 шахтоуправління «Покровське». Загальні відомості про аварійну дільницю наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Відомості про аварійну дільницю 12 південної «біс» лави пласту d₄

Показник	Значення
Вугільний пласт d ₄ , блоку № 10 шахтоуправління «Покровське».	Геологічна потужність коливається в межах 1,32÷1,65м, середня за виїмковим стовпом – 1,45 м, кут падіння пласту 3 град
Небезпека пласта: по пилу по гірським ударам по раптовим викидам по схильності до самозаймання	небезпечний безпечний загрозливий не схильний
Небезпека лави по прориву метану з підосви і її руйнування	безпечна
Крок первинної посадки основної покрівлі	40 – 45 м
Крок періодичної посадки основної покрівлі	10 – 15 м
Крок посадки безпосередньої покрівлі, м основна покрівля безпосередня покрівля безпосередня підосва основна підосва	1 – 2 песковик 19,55-23,45м А ₂ середнього руйнування, Б ₄ середньої стійкості алевроліт 0,3-1,75м Б ₃ малостійкий алевроліт 0,0-0,20м пісковик 10,3-18,9м
Система розробки	довгими стовпами по простяганню
Проектна довжина виїмкового стовпа	620 м
Довжина лави	304 м

Напрямок руху очисного вибою	зворотний хід
Спосіб керування покрівлею	повне руйнування
Плановий видобуток	1144 т/доб.
Схема провітрювання	З-В-Н-н-пт
Очікуване середнє метановиділення	в очисній виробці $Q_{оч} = 2,18 \text{ м}^3/\text{хв}$, на виємковій дільниці $Q_{дл.} = 17,20 \text{ м}^3/\text{хв}$
Витрата повітря для провітрювання	очисної виробки $Q_{оч} = 399 \text{ м}^3/\text{хв}$, $Q_{дод.} = 375 \text{ м}^3/\text{хв}$, виємкової дільниці $Q_{дл.} = 1253 \text{ м}^3/\text{хв}$.
Дегазація виробленого простору і вищерозміщених пластів - супутників	буріння дегазаційних свердловин станком типа GBH-1/89-12 по 12 південному «біс» конвеєрному штреку за лавою. Свердловини підключаються до дільничного дегазаційного трубопроводу $\varnothing 426(325)$ мм, магістрального дегазаційного трубопроводу і далі до поверхневої вакуум-насосної станції

Основні етапи допрацьованої технології ліквідації пожежі полягають в наступному: технологічний відхід від лінії зупинки під час пожежі; зняття депресії з виробленого простору; збір шкідливих газів в газопровід і їх відведення за межі дільниці. Схема провітрювання аварійної дільниці наведена на рисунку 2.

Для ліквідації осередка горіння в виробленому просторі було обрано наступний стратегічний напрям робіт: дистанційне охолодження виробленого простору вогнегасниками, його заповнення (тампонаж) негорючими речовинами, зняття депресії з виробленого простору, примусовий напрям основних (здебільшого) витоків повітря через вироблений простір на частину конвеєрного штрека, що безпосередньо примикає до очисного вибою. Причому, зниження витоків повітря через вироблений простір і їх відведення від найбільш ймовірного місця розташування осередка горіння здійснюється шляхом збору пожежних газів в спеціально споруджену камеру і їх відведення за межі виємкової дільниці по трубопроводу.

Наведена стратегія ліквідації пожежі зі збереженням існуючого режиму провітрювання аварійної дільниці була реалізована виконанням наступних видів робіт: посиленням дегазації виробленого простору свердловинами, введеними в роботу при нормальному технологічному процесі виємкової дільниці, бурінням і введенням в роботу додаткових дегазаційних свердловин на окремо прокладений газопровід, подачею в вироблений простір вогнегасника підвищеної ендометричної дії, піни і воднопінного розчину по свердловинам різної довжини, які пробурені з вентиляційної і конвеєрної виробок та з поверхні; а також подачею в вироблений простір замульованої негорючої суміші на основі глини і піску. Подача в вироблений простір замульованої негорючої суміші на основі глини і піску здійснювалась з поверхні по спеціальному високонапірному трубопроводу через свердловини різної довжини, які були пробурені з конвеєрної виробки, самопливом по свердловинам, які пробурені з поверхні, за допомогою спеціальних насосів, що встановлені в гірських виробках, по свердловинам різної довжини, які пробурені з вентиляційної і конвеєрної виробок. Крім того, ліквідація осередка горіння здійснювалась з використанням розрізу і тампонажем вентиляційної виробки, ущільненням контуру конвеєрної виробки різними технологіями, спорудженням камери забору пожежних газів, прокладанням в неї спеціального газовідсмоктуючого трубопроводу і введенням його в роботу.

При цьому, основні обсяги виконаних робіт наступні. Пробурено 85 свердловин з гірничих виробок шахти загальною довжиною 6458,1 м і 5 свердловин з поверхні загальною довжиною 4513 м (схема пробурених свердловин наведена на рис.3). По свердловинам, що пробурені, подано 106575 м^3 замульованої суміші (табл. 2) і 24151 т вогнегасящих речовин.

ПАТ "Покровське" до виникнення аварії

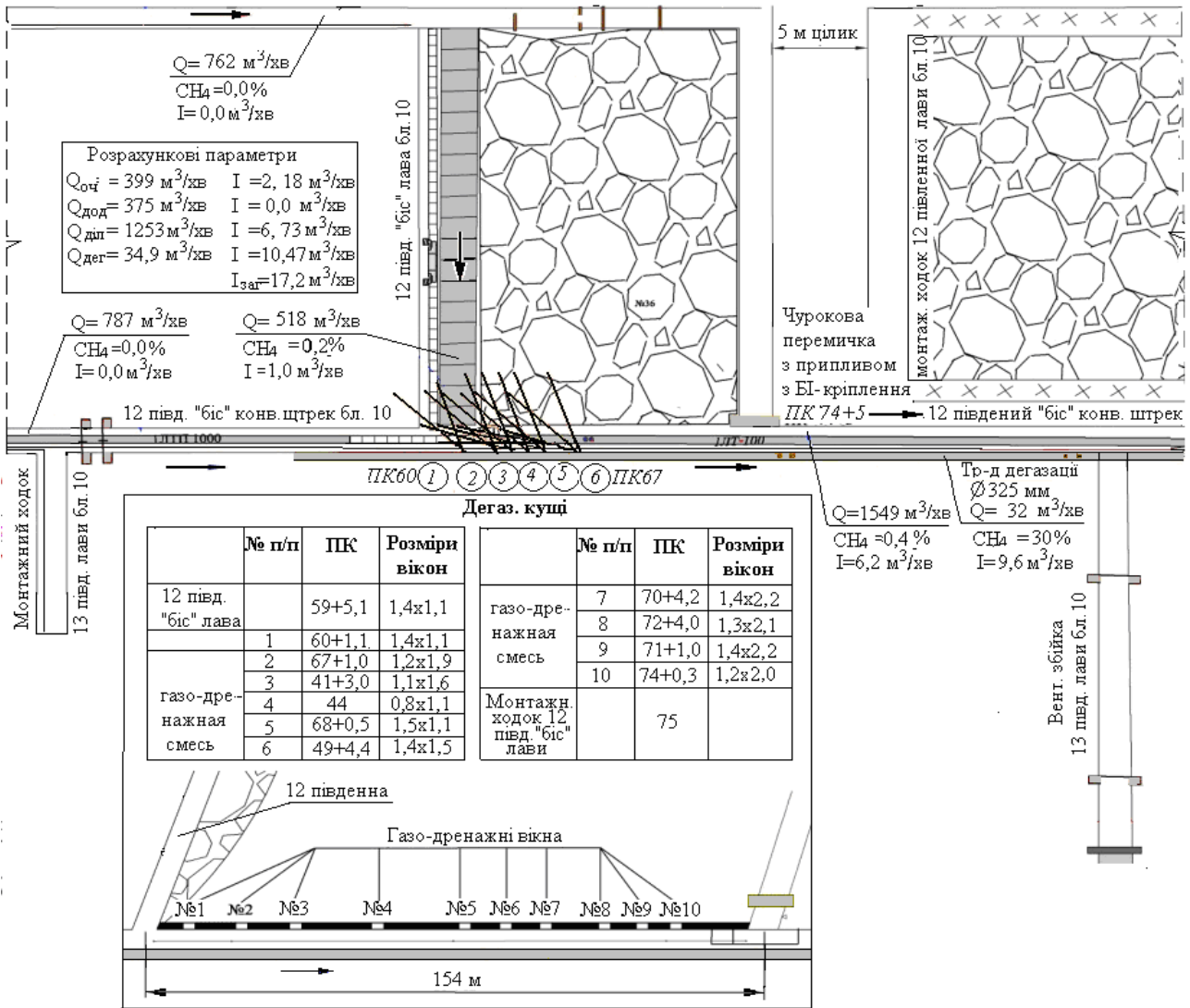


Рис. 2. Схема провітрювання аварійної дільниці

Таблиця 2 - Обсяги замулюваної суміші поданої в вироблений простір аварійної дільниці

Подача в вироблений простір	Об'єм розчину м³	Кількість глини	
		м³	т
11 південний конвеєрний штрек	1209,79	249,79	278,65
12 південний «біс» конвеєрний штрек	35085,30	7219,90	8101,84
Свердловини з поверхні	70280,00	14056,00	15770,90
Разом	106575,10	21525,70	24151,40
З виробок шахти	3505,09	911,69	1022,39
По високонапірному трубопроводу	32790,00	6558,00	7358,10
Свердловини з поверхні	70280,00	14056,00	15770,90
Разом	106575,10	21525,70	24151,40

В результаті подачі 106575,1 м³ замулюваної суміші по пробуреним свердловинам були отримані зони замулювання виробленого простору 12 південної «біс» лави пласту d4, блоку № 10 шахтоуправління «Покровське», які максимально знизили витоки повітря через вироблений простір, тобто, приплив повітря до найбільш ймовірного місця наявності осередка горіння – монтажного ходка (рис. 3).

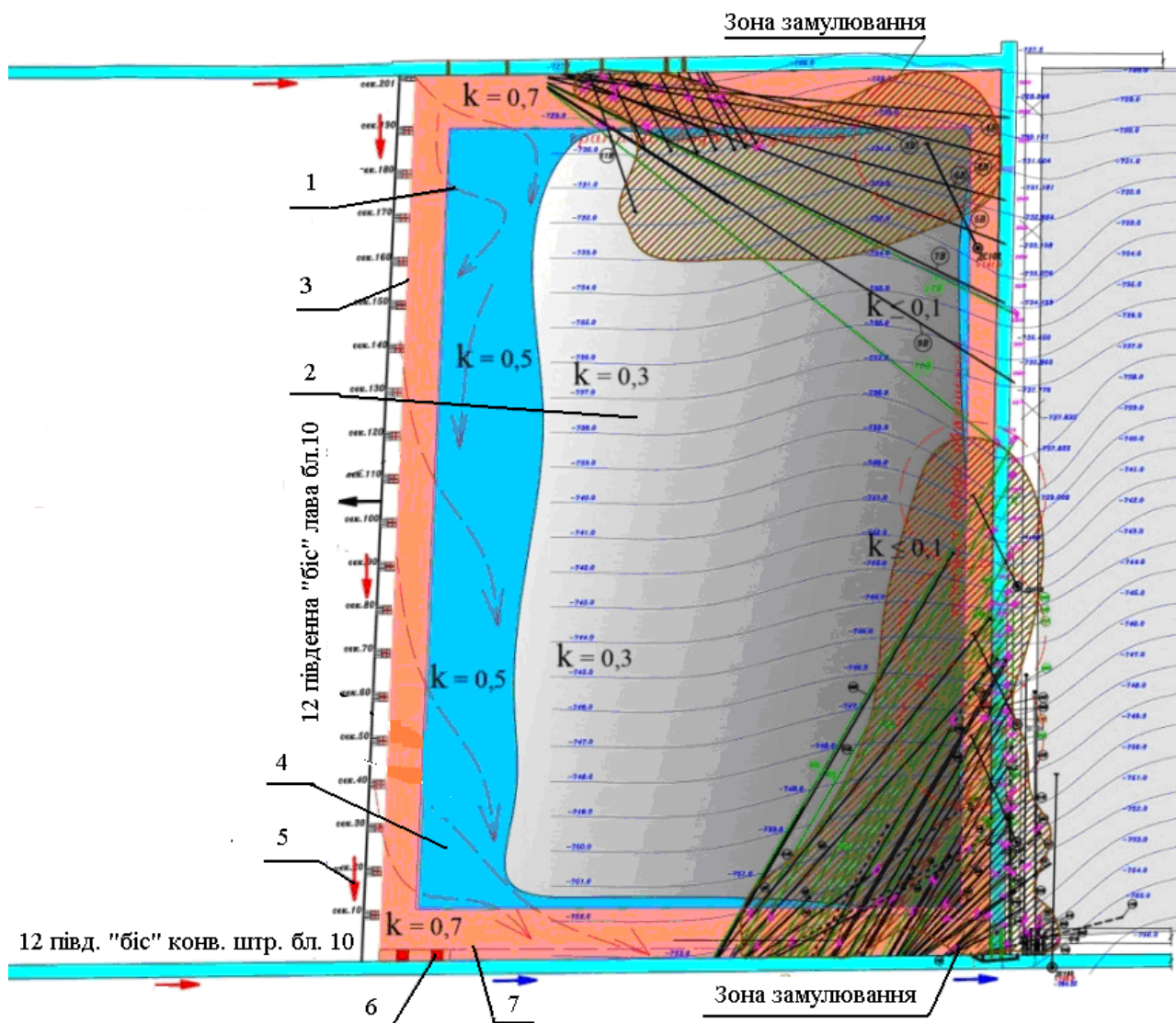


Рис. 3. Схема зон замулювання виробленого простору для зниження витоків через нього:
 1 – напрямок руху витоків повітря; 2 – зона максимального ущільнення виробленого простору з коефіцієнтом порожнини 0, 1 – 0,3; 3 – зона слабого ущільнення виробленого простору з коефіцієнтом порожнини 0, 7; 4 - зона середнього ущільнення виробленого простору з коефіцієнтом порожнини 0, 5; 5 – 75% витратів повітря, яке надходить з основним струменем; 6 – газодренажні вікна – 20% витрати повітря; 7 – 5% витратів повітря, витoki повітря по литій смузі.

На сполученні конвеєрної виробки з монтажним ходком споруджена і введена в роботу камера забору пожежних газів (рис.4), в середині якої за рахунок прокладеного газопроводу газосмокуючої установки створено знижений тиск, що виключає вихід пожежних газів з камери.

Виконання цих робіт спільно з рядом розрахованих і реалізованих спеціальних вентиляційних маневрів і режимів роботи дегазації, виключили можливість утворення небезпечних концентрацій метану, які могли потрапити до осередку горіння, знизили до санітарних норм утримання пожежних газів конвеєрної виробки і дали можливість почати виконання технологічного відходу для ущільнення виробленого простору, в тому числі місця горіння, породами, що обвалюються, безпосередньої і основної покрівлі.

В умовах, що розглядаються, відповідно до вищевикладеного, застосування камери збору пожежних газів в районі монтажного ходка і їх відведення за межі виїмкової дільниці дозволяє не допустити неконтрольований вихід пожежних газів за рахунок витоків повітря по

виробленому простору із зони II пожежних газів в діючі виробки (рис.4). При прогнозованому місцезнаходженні вогнища пожежі в зоні II (в верхній частині виробленого простору в районі монтажного ходка) для недопущення попадання витоків повітря до осередка горіння і далі в діючі виробки виїмкової дільниці, доцільно спорудження такої камери збору пожежних газів в вентиляційній виробці (конверсном штрєці) в районі сполучення з монтажним ходком.

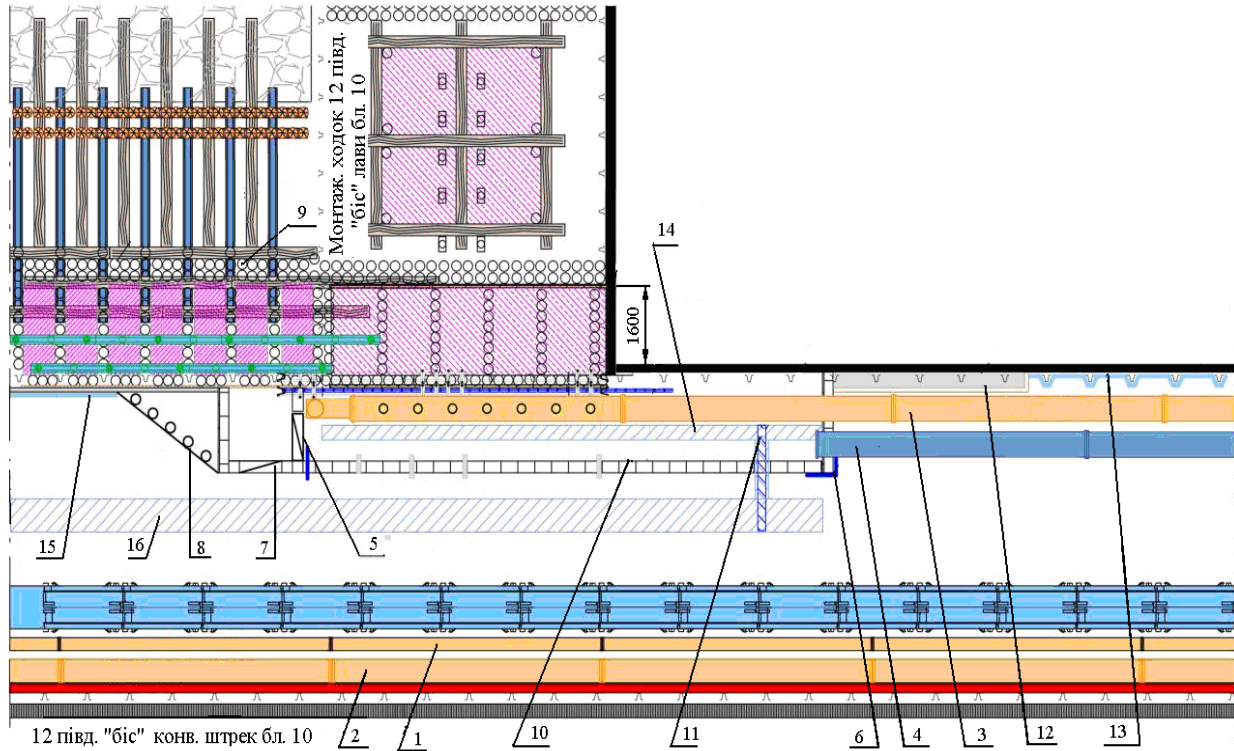


Рис. 4. Схема обладнання камери збору пожежних газів з виробленого простору:
 1 - дегазоційний трубопровід $\varnothing 219$ мм; 2 - дегазоційний трубопровід $\varnothing 325$ мм; 3 - дегазоційний трубопровід $\varnothing 426$ мм; 4 - дегазоційний трубопровід $\varnothing 800$ мм; 5 – двері вентиляційні; 6 – U-подібний манометр; 7 – двері металеві; 8 – дощато-парусна перемичка; 9 – органне кріплення (дерев’яні стойки $\varnothing 18$ мм); 10 – оштукатурювання перемички розчином гіпсу (БІ-кріплення) товщиною 2 – 3 см по всьому переиметру (всередині і зовні); 11 – гідрозатвор в канавці: $h = 0,55$ м, $V = 0,3$ м, $L = 1,5$ м; 12 – дерев’яна опалубка (дошки, долівка розчином БІ-кріплення (гіпс) до рівня замків; 13 – торкретування, шар – 2 – 3 см; 14 – канавка для відведення води ($h = 0,55$ м, $V = 0,3$ м, $L = 1,5$ м); 15 – торкретування протягом 5 м від дощато-парусної перемички, шар – 2 – 3 см; 16 – канавка для відведення води ($h = 0,7$ м до ПК 73).

Необхідно відзначити, що застосування запропонованої в статті технології в комплексі з обладнанням спеціальної камери збору пожежних газів при ліквідації пожеж в виробленому просторі лав при певних супутніх умовах для її використання має ряд очевидних переваг, які наведемо далі:

- при дотриманні умов безпеки можлива ліквідація пожежі в виробленому просторі без ізоляції виробок виїмкової дільниці;
- виключення (мінімізація можливості) утворення і попадання небезпечних концентрацій метану до осередка горіння з метою недопущення вибуху – витoki повітря по виробленому простору можна перенаправити по найбільш зручному сталому маршруту за рахунок дегазації, дренажних вікон, місцезнаходження камери збору пожежних газів і додаткового джерела тяги;
- зниження вмісту пожежних газів в виробках аварійної ділянки – дякуючи створенню зниженого тиску в самій камері за рахунок застосування додаткового джерела тяги (при певних умовах можливо також використання депресії ВГП) виключається вихід пожежних газів з камери в діючі виробки;

- можливість повного відводу пожежних газів за межі виїмкової ділянки, з метою безпечного перебування людей на ділянці при веденні очисних робіт – відведення пожежних газів в допустимих межах можливо здійснювати в виробки із загальношахтним вихідним вентиляційним струменем, де можливе їх розбавлення до гранично допустимих концентрацій (ГДК) або в виробки з обмеженим доступом;

- можливість доступу до самої камери збору пожежних газів, відповідно ТПД, конструкція камери має шлюзування, що дозволяє із застосуванням засобів захисту органів дихання проводити регулювання і ремонт обладнання безпосередньо в самій камері без істотного порушення режиму провітрювання ділянки;

- можливість контролю роботи камери із діючої виробки – газову обстановку в виробленому просторі і камері збору пожежних газів можливо контролювати по прокладеній лінії «ДистОП», а напрям і перепад тиску на стінках камери - за допомогою мікроманометру (наприклад, U-образного депресиометру) в вентиляційному і конвеєрному штретці з умовно свіжим струменем повітря.

Після організації і виконання комплексу робіт по відведенню пожежних газів за допомогою камери збору пожежних газів і додаткового джерела тяги (або депресії ВПП), при створенні і підтриманні сприятливих санітарних умов на ділянці і дотримання заходів безпеки, для подальшого скорочення витоків повітря по виробленому простору, зниженню інтенсивності горіння і недопущенню рецидиву загоряння, необхідно застосувати технологічний відхід лінії очисного вибою стабільними інтенсивними темпами для ущільнення виробленого простору, породами, що обвалюються, безпосередньої і основної покрівлі, в тому числі і в місці горіння.

4. Висновки

1. Виконання робіт по тушінню пожежі спільно з рядом розрахованих і реалізованих спеціальних вентиляційних маневрів і режимів роботи дегазації, може виключити можливість утворення небезпечних концентрацій метану, які могли потрапити до осередку горіння, знизити до санітарних норм утримання пожежних газів конвеєрної виробки і дати можливість почати виконання технологічного відходу для ущільнення виробленого простору, в тому числі місця горіння, породами, що обвалюються, безпосередньої і основної покрівлі.

2. При прогнозованому місцезнаходженні вогнища пожежі в верхній частині виробленого простору в районі монтажного ходка для недопущення попадання витоків повітря до вогнища горіння і далі в діючі виробки виїмкової ділянки доцільно спорудження в виробці камери збору пожежних газів.

3. Камера збору пожежних газів в районі монтажного ходка і їх відведення за межі виїмкової ділянки дозволить не допустити неконтрольований вихід пожежних газів за рахунок витоків повітря по виробленому простору із зони II пожежних газів в діючі виробки.

Список літератури

1. Правила безпеки у вугільних шахтах. (2015). Харьков: Форт,
2. Дегазация угольных шахт. Требования к способам и схемы дегазации. СОУ 10.1.00174088.001. (2004). Киев: Минуглепром Украины.
3. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. (1994). Киев: Основа.
4. Устав ГВГСС по организации ведения горноспасательных работ. ДНАОП 1.1.30 - 4.01.(1997). Киев: Основа..
5. Минеев С.П., Рубинский А.А., Витушко О.В. & Радченко А.Г. (2010). Горные работы в сложных условиях на выбороопасных угольных пластах. Донецк: Східний видавничий дім,
6. Янжула О.С. Обгрунтування параметрів ведення очисних робіт поблизу геологічних порушень, схильних до раптових виділень метану: автореф. дис... канд.техн.наук: Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, спеціальність 05.15.09 «Геотехнічна і гірнична механіка», Дніпро, 2020. - 24 с.
7. Минеев С.П., Прусова А.А., & Корнилов М.Г. (2007). Активация десорбции метана в угольных пластах. Донецк: Вебер.
8. Пашковский П.С. (2013). Эндогенные пожары в угольных шахтах. Донецк: Ноулидж.
9. Смоланов С.М., Голінько В.І & Грядущий Б.А. (2003). Основи гірничорятувальної справи. Дніпропетровськ: НГУ.

10. Смоланов С.Н., Беликов И.Б., Коробин С.А., Зиновьев Ю.А. & др. (2013) *Летопись горноспасательной службы*. Днепропетровск: ООО «Лизинков Прес».
11. Минеев С.П. (2016). Прогноз и способы борьбы с газодинамическими явлениями на шахтах Украины. Мариуполь: Восточный издательский дом.
12. Минеев С.П., Кочерга В.Н., Дубовик А.И., Лосев В.И., Кишкань М.А. (2016). Расследование аварии с двумя взрывами метановоздушной смеси. *Уголь Украины*, 9-10, 14-22.
13. Булат А.Ф., Минеев С.П., Смоланов С.Н. и др. (2018). Об особенностях управления метановыделением при ликвидации последствий взрывов метановоздушной смеси. *Уголь Украины*, 8, 29-34.
14. Булат А.Ф., Минеев С.П., Смоланов С.Н. и др. (2018). О некоторых особенностях управления метановыделением при ликвидации последствий взрывов метановоздушной смеси в угольных шахтах. *Український гірничий форум: Матеріали міжнар. конф., Дніпро*, 242-250.
15. Минеев С.П. (2019). Вопросы ликвидации некоторых аварий, связанных со взрывами метановоздушных смесей и пожаров. *Фізико-технічні проблеми горного виробства: зб. наук. праць*, 21, 9-21. <https://doi.org/10.37101/ftpgp21.01.007>
16. Булат А.Ф., Минеев С.П., Смоланов С.Н. и др. (2020). Деякі пропозиції щодо підвищення рівня промислової безпеки вугільних підприємств до реагування на надзвичайні ситуації. *Український гірничий форум: Матеріали міжнар. конф., Дніпро*, 162-169.
17. Минеев, С.П., Беликов И.Б., Самопаленко П.М. (2018). Вопросы метановыделения на выемочных участках при ведении горных работ. *Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць*, 141, 166 – 175. <https://doi.org/10.15407/geotm2018.141.166>

References

1. *Pravyla bezpeky u vugilnykh shakhtakh*. [Safety rules in coal mines], (2015), Kharkov: Fort.
2. *Degazatsiya ugolnykh shakht. Trebovaniya k sposobam i skhemy degazatsii*: [Degassing of coal mines. Requirements for methods and schemes of degassing]. SOU 10.1.00174088.001. (2005). Kiev: Ministry of Coal Industry of Ukraine.
3. *Rukovodstvo po proektirovaniyu ventilyatsii ugolnykh shakht* [Coal Mine Ventilation Design Guide], (1994), Kiev: Osnova.
4. The State Standard (DNAOP) .1.30-4.01.97. *Ustav GVGSS po organizatsii vedeniya gornospasatelnykh robot* [Charter of GVGSS on the organization of mine rescue operations], (1997). Kiev: Osnova, Ukraine.
5. Mineev, S.P., Rubinskiy, A.A., Vitushko, O.V. and Radchenko, A.V. (2010), *Gornye raboty v slozhnykh usloviyakh na vybrosoopasnykh plastakh* [Mining operations in difficult conditions in the outburst seams]. Donetsk: Skhidny vidavnichiy Dim.
6. Yanzhula, O.S. (2020), “Substantiation of parameters of cleaning works near geological disturbances prone to sudden methane emissions”, Abstract of Ph. D. dissertation, under specialty 05.15.09 “Geotechnical and mining mechanics”, Institute of Geotechnical Mekhaniks of National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine.
7. Mineev, S., Prusova, A. and Kornilov, M. (2007). *Aktivatsiya desorbtsiyi metana v ugolnikh plastakh*. [Activation of methane desorption in coal seams]. Donetsk: Veber.
8. Pashkovskiy, P.S. (2013). *Endogennye pozhary v ugolnykh shakhtakh*. [Endogenous fires in a coal mine]. Donetsk: Noulidge.
9. Smolanov, S.M., Golinko, V.I. and Gryadushchiy, B.A. (2003). *Osnovy girnychoryativalnoi spravy*. [Basics of mining rescue]. Dnipropetrovsk: NGU.
10. Smolanov, S.N., Belikov, I.B., and Korobin, S.A. (2013) *Letopis gornospasatelnoy sluzhby* [Chronicle of the rescue service]. Dnepropetrovsk: ООО “lizinkov press”.
11. Mineev, S.P. (2016). *Prognoz I sposoby borby s gazodinamicheskimi yavleniyami na shakhtakh Ukrainy*. [Forecast and methods of combating gas-dynamic phenomena in the mines of Ukraine]. Mariupol: Vostochniy izdatelskiy dom.
12. Mineev, S.P., Kocherga, V.N. and others (2016). Investigation of an accident with two explosions of methane-air mixture. *Ugol Ukrainy*, 9-10, 14-22.
13. Bulat. A.f., Mineev, S.P., Smolanov, S.N., and others (2018). On the features of methane release control during elimination of the consequences of methane-air mixture explosions. *Ugol Ukrainy*, 8, 29-34.
14. Bulat, A.F., Mineev, S.P., Smolanov, S.N., and others (2018). On some features of methane emission control during elimination of the consequences of methane-air mixture explosions in coal mines. In: *Ukrainian mining forum – 2020*, 242-250.
15. Mineev, S.P. (2019). Elimination of some accidents associated with explosions of methane-air mixtures and fires. *Physical and technical problems of mining*, 21, 9-21. <https://doi.org/10.37101/ftpgp21.01.007>
16. Bulat, A.F., Mineev, S.P., Smolanov, S.N., and others (2020). Some proposals to increase the level of industrial safety of coal enterprises to respond to emergencies. In: *Ukrainian mining forum – 2020*, 162-169.
17. Mineev, S.P., Bielikov, I.B. and Samopalenko, P.M. (2018). Issues of methane release in mining areas during mining. *Heotekhnichna mekhanika. IHTM NANU*. 141, 166 – 175. <https://doi.org/10.15407/geotm2018.141.166>.