

перетеканию метана в выработанное пространство. В итоге, после превышения максимума скорости подвигания забоя будет происходить сокращение выделения метана в очистную выработку.

3. Дополнительное снижение метановыделения в очистную выработку можно объяснить улучшением сортности отбиваемого угля при значительном повышении нагрузки на очистной забой, что, безусловно, приводит к увеличению скорости подачи комбайна. При этом увеличивается по гиперболической зависимости продолжительность диффузии газа из кусков угля.

4. Проведенные исследования позволили сделать вывод о том, что одним из перспективных способов сокращения эмиссии в атмосферу парниковых газов является интенсификация углевыемки выше индивидуального для каждого шахтопласта уровня, что позволяет сократить выделение метана в очистную выработку на 50 % и более.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лупий М. Г. Обоснование технологии комплексной дегазации выемочных участков при высокоинтенсивной разработке газоносных угольных пластов: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук : спец. 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» / М. Г. Лупий. – Москва, 2010. – 21 с.
2. Афендіков М. Г. Вибір раціональних параметрів очисних комбайнів зі шнековими виконавчими органами для роботи у складних умовах по зарубаємості: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.06 «Гірничі машини» / М. Г. Афендіков. – Донецк, 1980. – 202 с.
3. Проветривание и газовый режим шахты имени А.Ф. Засядько: состояние и пути совершенствования. / [Е. Л. Звягильский, А. Ф. Булат, И. А. Ефремов. и др.] – Донецк – Днепропетровск, 2003. – 228 с.
4. Назімко І. В. Обґрунтування параметрів інтенсивної технології виїмки вугільних пластів на великій глибині : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.15.02 «Підземна розробка родовищ корисних копалин» / І. В. Назімко – Дніпропетровськ, 2009. – 18 с.

УДК 622.817.47

Абакумова О.В., н.с., Денисенко В.П.,
к.т.н., Денисенко Н.О., ст. н.с., Єгоров І.М., м.н.с., ДонДТУ,
Ангеловський О.А., інж., Бандурін О.О., інж., ВАТ Краснодонвугілля
МЕТАНОВИЙ ПОТЕНЦІАЛ ШАХТИ „САМСОНІВСЬКА-ЗАХІДНА”
ВАТ „КРАСНОДОНВУГІЛЛЯ” – СУЧАСНИЙ СТАН,
ПЕРСПЕКТИВИ СУМІСНОГО ВИДОБУТКУ ВУГІЛЛЯ ТА МЕТАНУ

Приведены результаты анализа ресурсного потенциала угольного метана на поле шахты, количественных и качественных параметров метановых смесей, которые извлекаются шахтными системами дегазации. Предложены мероприятия по повышению полноты извлечения метана и качества метановой смеси для дальнейшей утилизации.

POTENTIAL OF METHANE OF „SAMSONOVSKAY-WESTERN”
MINE OF „CRASNODONCOAL” – THE MODERN STATE, PROSPECTS
OF THE JOINT EXTRACTION OF COAL AND METHANE

The results of analysis of resource potential of coal methane on the field of mine are resulted, parameters of methane mixtures which are extracted by the mine systems of degassing quantitative

and high-quality. Measures on the increase of plenitude of extraction of methane and quality of methane mixture for further utilization are offered.

У ряді вугільних басейнів за кордоном, подібних Донецькому, досить тривалий час ведеться сумісний видобуток вугілля та метану, а також промисловий видобуток метану вугільних родовищ у обсягах, що порівнюються із обсягами видобутку природного газу у цих країнах. Так, на вугільних родовищах США, де ресурси метану дорівнюють 11,4 трлн. м³, видобуток вугільного метану доведено до 50 млрд. м³/рік. В Україні (Донецький вугільний басейн) промислові ресурси метану оцінені у 11,6 трлн. м³, у тому числі ресурси, що потенційно можуть вилучатися свердловинною дегазацією складають 3,0-3,7 трлн. м³ при коефіцієнті вилучення 0,3. Це у 3-4 рази більше підтверджених запасів природного газу в Україні (1,118 трлн. м³) [1].

Відсоток обсягів метану, що утилізується, дорівнює 20-30 % від обсягів метану вилучених дегазаційними системами шахт Донбасу і складає 120-140 млн. м³/рік. Це свідчить що роботи по раціональному використанню метану вугільних родовищ в Україні тільки починаються і пов'язані з певними труднощами організаційного, технологічного, економічного плану та слабкою забезпеченістю науково-обґрунтованими методичними розробками по видобутку та використанню метану вугільних родовищ.

Відомо, що вуглегазове родовище, як і кожне родовище корисних копалин відрізняється конкретними наявними гірничо-геологічними та технологічними умовами розробки. Досвід освоєння вуглегазових родовищ показує, що специфіка вилучення метану вугільних родовищ потребує індивідуального підходу в питаннях диференційованої оцінки ресурсів метану, способів вилучення, підготовки та утилізації метаноповітряної суміші у конкретних умовах розробки не тільки даного родовища, а і конкретної шахти або її блоку.

Аналіз останніх досягнень і публікацій з проблемами вилучення та використання метану вугільних родовищ на шахтах Донецького басейну показав, що за станом на початок 2009 року на 44 шахтах здійснювалась свердловинна дегазація масиву порід, що підробляється. При цьому 32 шахти для дегазації застосовують тільки підземні свердловини; 6 шахт – поверхневі дегазаційні свердловини сумісно з підземними; 6 шахт застосовують дегазацію виробленого простору. Щорічно дегазаційні системи шахт Донбасу вилучають до 330 млн.м³ метану [2]. Усього утилізується 140 млн.м³/рік метану. На 13 шахтах метан використовується у топках шахтних котелень; на 3-х – для виробництва електроенергії та тепла (когенераційні установки); на 3-х – спалюється факельними установками. У підсумку більша половина обсягів метану, що каптується шахтами, викидається у навколишнє середовище. Основною причиною такого становища є низький вміст метану (нижче 30 %) у метаноповітряних сумішах, що вилучаються половиною дегазаційних систем. Також спостерігаються суттєві коливання дебіту та вмісту метану, котрі обумовлені як технологічними причинами, пов'язаними зі зміною

інтенсивності видобутку вугілля, так і незадовільною організацією вилучення, контролю і транспортування метану до споживача [3].

Мета роботи – дослідження впливу умов розробки вугільних пластів на обсяги видобутку метану та зміну якості метаноповітряної суміші для вибору раціональної технології і оптимальних параметрів видобутку та використання вугільного метану.

Задачі роботи:

- оцінка загальних і потенційно видобувних ресурсів метану та видів його втрат на полі шахти;
- встановлення фактичного коефіцієнту вилучення метану у межах виїмкових полів діючих лав;
- аналіз динаміки вилучення метану свердловинною дегазацією;
- обґрунтування заходів підвищення повноти вилучення метану та якості метаноповітряної суміші, яка вилучається.

Методика досліджень включала аналіз і узагальнення фактичних даних, що одержані відповідними службами шахти при планових вимірах параметрів вилучення метану засобами вентиляції та дегазації. Оцінка загальних та видобувних ресурсів метану на полі шахти „Самсонівська-Західна” проводилась у відповідності до нормативних документів, котрі діють у вугільній промисловості [4,5].

Шахта „Самсонівська-Західна” здана в експлуатацію у 1998 році. На балансі шахти два робочі вугільні пласти k_2^H та i_3^1 з природною метаносністю 20-25 м³/т. З 2007 року розпочата інтенсивна відробка уклінного поля центрального блоку шахти. Балансові запаси вугілля на не відроблених площах поля за станом на 01.01.2010 р. наведені у таблиці 1.

Проектні втрати вугілля при експлуатації вугільних пластів дорівнюють 8,5-9 % від балансових запасів. Промислові складають 106900 тис.т.

Таблиця 1 – Балансові запаси вугілля на полі шахти „Самсонівська-Західна”

Індекс пласту	Частина поля, що підлягає оцінюванню (блок)	Площа, блоку, тис.м ²	Потужність, пласту, м	Об’ємна вага, вугілля, т/м ³	Кут падіння, пласту, град.	Запаси вугілля, тис.т
k_2^H	центральний	11770	1,40	1,32	8	20810
	західний	22736	1,34	1,32	6	38480
Усього по пласту						59290
i_3^1	центральний	33116	1,01	1,33	8	42570
	західний	11635	1,00	1,33	6	14960
Усього по пласту						57530
Разом						116820

Загальні ресурси метану на полі шахти наведені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Ресурси метану на полі шахти „Самсонівська-Західна”

Найменування ділянки шахтного поля (блок)	Виймальна потужність пласту, м	Площа ділянки, тис.м ²	Густота ресурсів метану, м ³ /м ²	Загальні ресурси метану, млн.м ³
Пласт k ₂ ^H				
Центральний (діючий) гор.1050м	1,40	8839	232,5	2055
Центральний гор.1200м	1,40	2930	326,8	958
Західний	1,34	22736	279,7	6358
Усього	-	34505	-	9371
Пласт i ₃ ¹				
Центральний	1,01	33116	276,7	9164
Західний	1,00	11635	278,9	3245
Усього	-	44751	-	12409
Разом по шахтному полю	-	79256	-	21780

Ресурси метану шахти по джерелам вмісту метану дорівнюють:

- масив порід покрівлі, що підробляється – 17,8 млрд.м³;
- робочий пласт – 1,8 млрд.м³;
- масив порід підошви, що надробляється – 2,2 млрд.м³.

Підготовка шахтного поля блокова, підготовка уклінного поля (робочий горизонт) відповідно до умов залягання прийнята погоризонтна. Похила висота горизонту у середньому дорівнює 1400 м. Відпрацьовується вугільний пласт k₂^H з кутом падіння 7-8 ° та загальною потужністю 1,27-1,4 м. Для даних умов прийнята стовпова система розробки пласту – довгими стовпами по підняттю пласту. Довжина виїмкового поля дорівнює 1200-1260 м. У 2010 р. на діючому горизонті одночасно працюють 3 лави: 5 східна уклінна, 1 західна уклінна та 2 східна уклінна. довжина лав змінюється від 248 м до 290 м. Середня глибина ведення очисних робіт складає 1050 м від земної поверхні (абсолютна відмітка підошви пласту -860 м). Для видобутку вугілля застосовуються очисні комплекси 2КД-90Т. Середньодобовий видобуток вугілля з окремої лави склав 1430 т/доб.

Загальне виділення метану у виробки видобувної дільниці без застосування дегазації складає 32,6 м³/хв. (100 %), у вироблений простір – 26,1 м³/хв. (80 %), у при вибійний простір лави – 6,5 м³/хв. (20 %). Для зниження метановиділення з виробленого простору застосовується комплексна дегазація масиву покрівлі: підземними похилими і поверхневими вертикальними свердловинами. Похилі підземні свердловини глибиною 50-53 м буряться у покрівлю пласту з вентиляційних виробок кущами по дві свердловини у кожному. Свердловини буряться позаду лави з розворотом у напрямку посування очисного вибою. Відстань між сусідніми кущами свердловин дорівнює 20 м. Схема підземної

дегазаційної мережі та відомості про стан дегазаційної системи приведені на рисунку 1 та у таблиці 3.

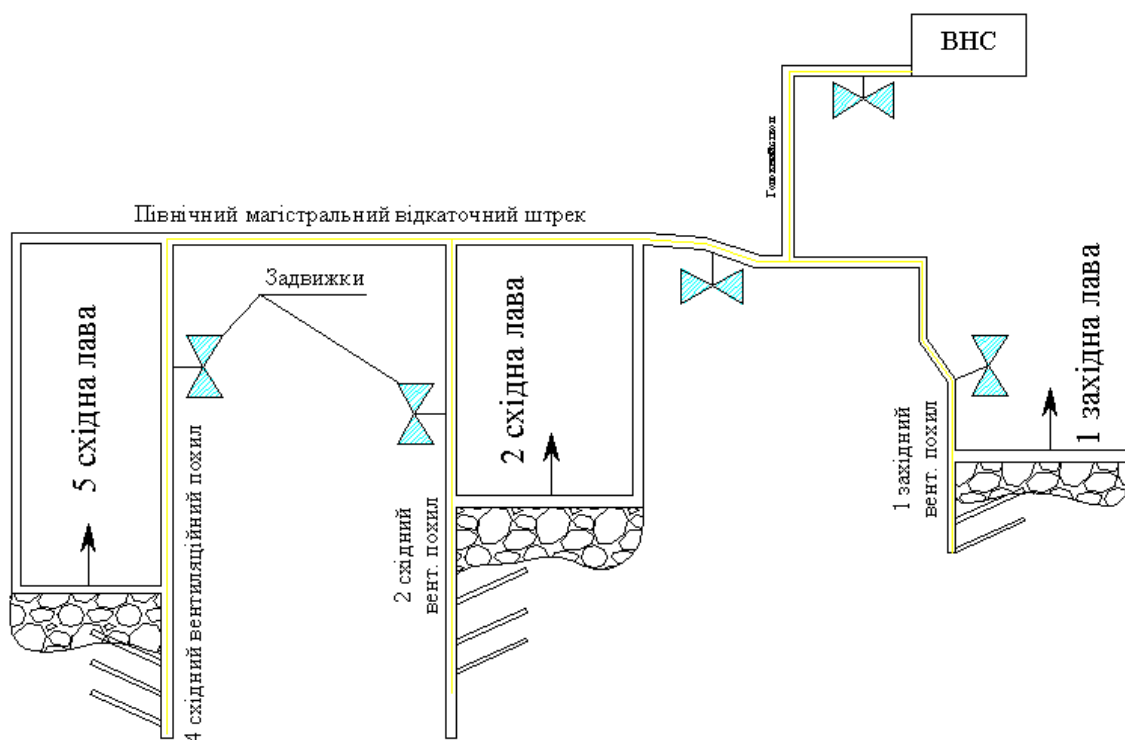


Рисунок 1 – Схема підземної дегазаційної мережі шахти

Параметри буріння вертикальних дегазаційних свердловин: відстань між свердловинами уздовж виїмкового поля 160-190 м; відстань проєкції свердловини на пласт від вентиляційної виробки складає 1/3 довжини лави і дорівнює 80-100 м. Свердловини перетинають вугільний пласт і занурюються у підшову на 1-2 м кінцевий діаметр свердловин дорівнює 100 мм така схема розташування свердловин передбачає дегазацію зближених пластів-супутників і виробленого простору лави.

Середня фактична ефективність комплексної дегазації в цілому по видобувній ділянці досягла 50-56 %. Ефективність дегазації, досягнута на шахті, значно перевищує середнє значення досягнуте на шахтах Донбасу.

Таблиця 3 – Відомості про стан дегазаційної системи шахти

Показники	Значення показників
Кількість вакуум-насосних станцій	1
Кількість пересувних вакуум-насосних установок (ПДУ)	3
Кількість лав, де застосовується дегазація	3

Середні показники дегазації у 2009 р.:	
– витрата суміші, що каптується системою підземної дегазації, м ³ /хв.	83
– дебіт метану, м ³ /хв.	32
– вміст метану, %	39
Довжина трубопроводів, м	4800

Дані, що наведено у таблиці 4, свідчать про неухильне зростання обсягів метану та якості метаноповітряних сумішей, що вилучаються дегазацією по мірі розвитку очисних робіт по пласту k_2^H . Поліпшенню показників вилучення метану сприяли: застосування раціональних схем дегазації та параметрів буріння дегазаційних свердловин; реконструкція дегазаційної системи шахти за рахунок вводу в дію нової потужної вакуум насосної станції.

Таблиця 4 – Динаміка вилучення метану вентиляцією та дегазацією і якість суміші, яка каптується, на шахті „Самсонівська-Західна”

Рік роботи шахти	Обсяги вилучення метану, млн.м ³ /рік			Вміст метану у суміші, %	Показники якості суміші		Видобуток вугілля, тис.т/рік
	вентиляцією	дегазацією	усього		К _{ст.}	К _{п.в.}	
Бремсбергові поле (відроблено)							
2005	23,2	2,7	25,9	4,3	-	0	1032
2006	21,7	4,7	26,4	8,2	-	0	942
Уклінний горизонт (діючий)							
2007	17,3	14,8	32,1	28	0,66	0,55	1112
2008	23,8	15,9	39,7	32	0,81	0,88	1261
2009	23,2	23,1	46,3	39	0,83	0,96	1188

Динаміка видобутку метану дегазацією за період з 01.01.2010 р. по 30.09.2010 р. при стабільній одночасній роботі 3-х лав наведена у таблиці 5.

Таблиця 5 – Дебіт каптованого метану та обсяги його вилучення дегазаційними системами шахти

Система дегазації	Середньомісячний дебіт метану у 2010 р., м ³ /хв.									Обсяги вилучення метану, млн.м ³
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	
Підземна	20	35,3	39	45,1	48,5	51,7	44,6	37,6	36,9	16,60
Поверхнева	9	9,8	6,7	5,9	12,2	12,1	15,8	14,3	20,5	5,05
Разом	29	45,1	45,7	51,0	60,7	63,8	60,4	51,9	57,4	21,65
Прогноз										28,90

Аналіз даних показує, що при зберіганні такого темпу видобутку вугілля та метану прогнозний загальний обсяг вилучення метану за 2010 р. може досягнути 28,9 млн.м³/рік, це на 17,5 % вище ніж за 2009 р. При цьому на кінець 2010 р. середній вміст метану буде не нижче 35-37 %, коефіцієнт стабільності ($k_{ст}$) складе 0,88, а коефіцієнт повної утилізації ($k_{п.у.}$) – 1,0 [6].

У даній роботі були розраховані коефіцієнти вилучення метану засобами вентиляції та дегазації (окремо підземною і поверхневою системами) для конкретних умов шахти „Самсонівська-Західна” (таблиця 6).

Таблиця 6 – Обсяги та коефіцієнти вилучення метану в межах видобувних дільниць

Найменування видобувної дільниці	Загальні ресурси метану, млн.м ³	Обсяги вилучення метану, млн.м ³ / коефіцієнт вилучення, %			
		загальні	вентиляцією	підземною дегазацією	поверхневою дегазацією
1 біс східна лава	43,48	19,24 / 44,2	7,48 / 17,2	6,32 / 14,5	5,44 / 12,5
1 східна лава	73,19	30,5 / 41,6	13,53 / 18,5	9,2 / 12,6	7,87 / 10,7
6 східна лава	55,22	22,42 / 40,6	8,26 / 15,0	10,17 / 18,4	4,00 / 7,2

Відомо, що коефіцієнт вилучення метану вугільних родовищ, який характеризує повноту вилучення метану з природних та техногенних колекторів, є не постійною величиною, а залежить від геологічних та технологічних факторів розробки і змінюється у широкому діапазоні при зміні факторів. Величина коефіцієнту вилучення метану, при інших рівних умовах, залежить в основному від ефективності свердловинної дегазації та інтенсивності видобутку вугілля (швидкості посування лінії очисного вибою). Розрахунки проводились для площ трьох раніше відпрацьованих виїмкових полів діючого уклінного горизонту 956 м з використанням фактичних даних про обсяги виділення метану у виробки видобувних дільниць та обсяги вилучення метану підземною і поверхневою системами дегазації за період повної відробки виїмкових стовпів.

Для досліджуваних умов при ефективності комплексної дегазації масиву покрівлі 37-52,6 % (середня 43,3 %) коефіцієнт вилучення метану дегазацією для різних лав змінювався від 23,5 % до 27,0 % (середній 25 %). Прогнозні ресурси метану, що будуть вилучені на полі шахти з метаноносного масиву у зоні впливу очисних робіт, при збереженні досягнутого значення коефіцієнту вилучення, складуть 4630 млн. м³.

У разі застосування дегазації робочих пластів та масиву порід підшви, що надробляються, коефіцієнт вилучення метану може підвищитися до 30 -35 %, а

при застосуванні послідовної дегазації вторинних (техногенних) колекторів на відроблених площах пласту коефіцієнт вилучення складе 50 %.

Можливість використання метаноповітряних сумішей та повнота утилізації метану залежить від середнього дебіту і вмісту метану у суміші та рівня коливання цих показників у часі. Досвід видобування метану на шахті „Самсонівська-Західна”, рівно, як і на інших шахтах Донбасу, показує, що при одночасній стабільній роботі двох і більше лав, на видобувних дільницях яких застосовується підземна дегазація, на один загальний газогін, середній вміст метану у суміші значно перевищує 25 %. Метаноповітряна суміш на виході із шахти характеризується як достатньо стабільна по дебіту та вмісту метану (рисунок 2).

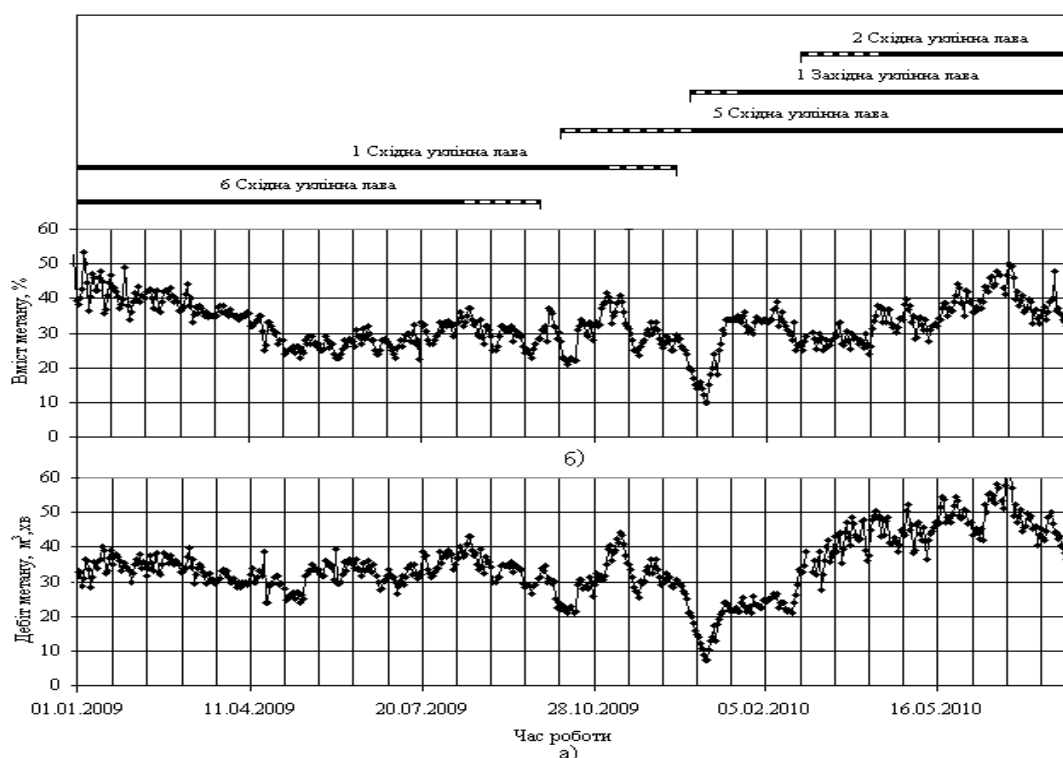


Рисунок 2 - Динаміка дебіту (а) та зміни вмісту (б) метану в суміші, що надходить з шахти на вакуум-насосну станцію, при роботі лав на загальний газогін

Не виключена ситуація, коли вибуття однієї лави приходить на початок роботи нової лави або декількох лав. У такій ситуації дебіт метану знизився з 30 м³/хв. до 10 м³/хв. (рисунок 2 а і б), вміст метану упродовж 25-30 діб був нижче 25 %, що характеризує роботу підземної дегазаційної системи як аварійну. Відмічене зниження дебіту та вмісту метану у суміші пов'язано з тим, що робота підземних свердловин характеризується низькими значеннями дебіту і вмісту метану у початковий період роботи лави (до первинного осідання покрівлі), аналогічна картина спостерігається і при остаточній зупинці лави на демонтаж технологічного устаткування. Вказані періоди роботи лав на рисунку 2 відмічені пунктирною лінією.

Для підвищення повноти вилучення метану та якості метаноповітряної суміші, що вилучається підземною системою дегазації шахти, можна запропонувати комплексний спосіб вилучення метану технологічна схема якого представлена на рисунку 3.

Спосіб включає в себе застосування глибоких нахилених та похилих дільничних свердловин, які у сукупності забезпечують роботу поточної дегазації масиву покрівлі на діючій виїмковій дільниці. Для вилучення метану з виробленого простору відроблених виїмкових полів способом передбачено буріння флангових свердловин з виробок відкаточного горизонту та підключенням їх до загального газогону. Це дасть змогу підвищити дебіт метану на 20-30 %, вміст метану у суміші дільничного газогону до 60-70 % та

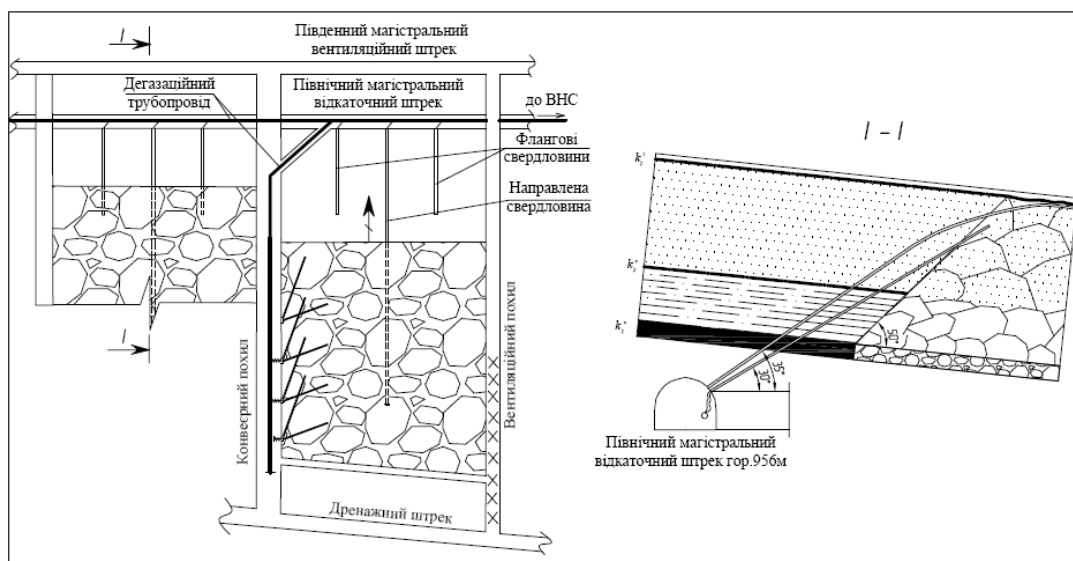


Рисунок 3 – Технологічна схема видобутку конденційної метаноповітряної суміші

його стабільність. Дозволить скоротити обсяги буріння дільничних свердловин на 25-30 %. Подібний спосіб широко застосовується у зарубіжних вугільних басейнах для вилучення метану і характеризується високими показниками роботи [7].

Висновки.

Шахта „Самсонівська-Західна” по ресурсному потенціалу вугільного метану, фактичним обсягам каптованого метану свердловинною дегазацією, якісним показникам метаноповітряної суміші, що вилучається, є перспективною для сумісного видобування вугілля і метану та його використання як альтернативного енергоресурсу. Управління якістю метаноповітряної суміші необхідно проводити на стадії вилучення метану за рахунок застосування досконалої комплексної технології дегазації джерел метановиділення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Камышан В.В. Метан угольных месторождений Украины – альтернатива природному газу / В.В. Камышан, В.В. Конарев // Геолог України. – 2009. – № 3. – С. 133-135.
2. Кочерга В.Н. Эффективность дегазации на шахтах Донбасса и пути повышения дебита контролируемого метана / В.Н. Кочерга // Геолог України. – 2009. – № 3. – С. 141 – 143.

3. Булат А.Ф. Научно-технические основы создания шахтных когенерационных энергетических комплексов / А.Ф. Булат, И.Ф. Чемерис. – К.: Наукова думка, 2006. – С. 53-55
4. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – К.: Основа, 1994. – С.3-53.
5. Методическое руководство по оценке ресурсов углеводородных газов угольных месторождений как попутного полезного ископаемого. – М.: Ротапринт Мингео СССР, 1988. – 107 с.
6. Денисенко В.П. Классификация по качеству метановоздушных смесей, извлекаемых из угольных месторождений дегазацией / В.П. Денисенко, Е.В. Абакумова, Н.Н. Лепило // Сборник научных трудов ДонГТУ. – Алчевск, ДонГТУ, 2009. – № 29. – С. 82-90.
7. Малышев Ю.Н. Комплексная дегазация угольных шахт / Ю.Н. Малышев, А.Т. Айруни – М., Академия горных наук, 1999. – С. 284-321.

УДК: 622. 475

Д-р техн. наук Костенко В.К.,
инж. Бокий А.Б.
(ДонНТУ)

ОСОБЕННОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ МЕТАНА ИЗ ГАЗОНОСНОГО МАССИВА ПОД ВЛИЯНИЕМ ГОРНЫХ РАБОТ

Розглянуто механізм формування техногенних колекторів газу в порушених породах та особливості виділення вільного метану в гірничі виробки на шахтах «Західно-Донбаська» і «Південнодонбаська» № 3.

FEATURES OF METHANE EMISSION FROM GAS-CONTAINING MASSIVE UNDER EFFECT OF MOUNTAIN WORKS

A mechanism of generation of technogenic gas reservoir in the dislocated rock and feature of methane emission in mine workings are considered in the «Zapadno-Donbasskaya» and the «Yuzhnodonbasskaya» № 3 mines.

В пределах горных отводов горнодобывающих предприятий принято выделять следующие места и ситуации, способствующие образованию и сосредоточению свободного метана:

- природные скопления («газовые ловушки», «сладкие точки») в нетронутом горными работами углеводородном массиве.
- угольные пласты и слои газоносных пород в области влияния горных работ;
- оработанные участки массива, из которых извлечены промышленные запасы угля;
- коллекторы подземных вод с растворенными в них газами.

Однако нередко в горной практике возникают случаи, когда происходит сочетание вышеназванных ситуаций, что приводит к изменению режима выделения метана в горные выработки. Они являются потенциально опасными с точки зрения промышленной и экологической безопасности.

Изменение характера метановыделения из массивов, подвергшихся влиянию горных работ, достаточно наглядно проявляется при авариях. Деформации, происходящие во вмещающей горную выработку породной толще, являются причиной изменения агрегатного состояния содержащегося в угольных пластах метана и перехода его в свободное состояние. Для обратной сорбции основной части освобожденного метана в уголь необходимо значительное время,