

**ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ  
НОВОГО СПОСОБУ ДЕГАЗАЦІЇ НА ШАХТІ «ГОРСЬКА»  
ДП «ПЕРВОМАЙСЬКВУГІЛЛЯ»**

Обоснован альтернативний спосіб супутствующей дегазации углегазового массива, базирующийся на бурении скважин с направленно-горизонтальным окончанием навстречу подвиганию лавы. Реализация способа будет иметь значительную социальную, экономическую и экологическую эффективность, содействовать повышению культуры производства и престижа шахтерского труда.

**APPLICATION FEASIBILITY OF THE NEW DEGASSING METHOD,  
MINE “GORSKA”, SC “PERVOMAYSKVUGILLYA”**

The was analyzed the alternative method of produced coal&gas massif degassing, based on horizontal wells drilling directed to lava zone. Method application will substantially heighten social, economic and ecological efficiency as well as production standards and mining priority.

Реструктуризація вугільної галузі України привела до закриття більшості нерентабельних шахт, в тому числі і з дегазацією. Шахти, що залишилися, почали оснащувати сучасною вуглевидобувною технікою, яка дозволяє забезпечувати видобуток вугілля в декілька тисяч тонн на добу. Але така продуктивність не досягається, або досягається дуже важко у метанонадмірних шахтах, оскільки газовий фактор обмежує можливості використання сучасної техніки в очисних вибоях, якщо не застосовувати ефективні методи дегазації та вентиляції підземного простору. Не є винятком у цьому шахта «Горська» ДП «Первомайськвугілля».

Шахта «Горська» цього року святкує сторічний ювілей. Шахта була побудована та стала до ладу у далекому 1912 році та відновлена в 1949 році. Проектна виробнича потужність складала 400 тис. тонн вугілля на рік. У лютому 2011 р. на шахті, яка не працювала до цього 5 років, запущена нова 10 північна лава. На шахті працюють 1400 людей. За період діяльності шахти сталося три аварії (1968, 1980, 1989 р.р.). пов'язаних із вибухами метано-повітряної суміші, найбільша з яких трапилась у 1980 році коли загинули 66 гірників. Вентиляційні системи шахти не розраховані на постійно зростаючі темпи видобутку вугілля, які у рази повинні перевищувати проектні характеристики. Тому серед головних напрямків безпечного видобутку вугілля є проведення дегазаційних робіт через впровадження нових ефективних способів і технологічних підходів до їх виконання від якості яких залежатиме як безпека гірників, так і продуктивність їх робіт.

Існує цілий ряд причин які визначають низьку ефективність систем дегазації шахт, що використовуються. Це *технічні* – відсутність техніки та технологій буріння довгих горизонтальних дегазаційних свердловин, велика довжина трубопроводів і їх погана герметичність, відсутність сучасної техніки для направленою і вертикального буріння для скорочення шляхів транспортування

метану на поверхню, і *методичні* – відсутність науково обґрунтованих методик комплексної дегазації вугільних пластів, відсутність надійної системи контролю кількості та якості вилученого газу [1].

Вирішення цих актуальних питань дозволить підвищити не тільки рівень безпеки на шахтах, але видобувати та використовувати вугільний метан як альтернативний енергоносіє, збільшити продуктивність діючих лав за рахунок зниження емісії у гірничі виробки.

Зупинимось коротко на геолого-технічних характеристиках шахти «Горська». У геологічній будові шахтного поля беруть участь породи кам'яновугільного, палеогенового та четвертинного періодів. Відклади карбону представлені світами  $C_2^5$ ,  $C_2^6$ ,  $C_2^7$ . Продуктивна товща вугленосних порід включає до 50 робочих пластів і прошарків, із яких 12 досягають робочої товщини. Відклади середнього карбону представлені континентальними та лагунними літотипами, які чергуються у розрізі перешаруванням горизонтів пісковиків з алевролітами та аргілітами, а також прошарками вугілля та вапняків. Робочої товщини на оцінюваній шахті досягають два пласти  $k_8$  і  $m_3$ , які розробляються. Фаціальні умови седиментації та катагенезу вуглевміщуючої товщі поля шахти «Горська» обумовили такі фільтраційно-ємнісні властивості порід, що сприяли утворенню та захороненню у них покладів метану.

Шахта надкатегорійна за метаном. Промислові запаси вугілля на 01.01.2011 складала 45,4 млн. тонн. Пласт  $m_3$  характеризується товщиною 0,8 – 1,4 м,  $k_8$  - 1,4 – 1,85 м та марками вугілля ДГ та Г відповідно.

Лава № 10, що експлуатується, північного блоку пласта  $k_8$  розташована у північній частині шахтного поля. Очисні роботи ведуться по підняттю пласта. Довжина виймального стовпа становить 820 м, довжина лави – 300 м. Кут падіння пласта 5-8°. Видобування вугілля проводиться комбайном 2ГШ-68Б з механізованим комплексом 3МКД-90Т, конвеєр СП-326. Глибина розробки 900-1050 м. Очікуване планове навантаження на очисний вибій – 1700 т/добу. Виймальна потужність пласта 1,81-2,05 м на дільниці, середня – 1,93 м. Мінімальна площа поперечного перерізу вибійного простору 4,4 м<sup>2</sup>. Управління покрівлею – повне обвалення. Якісні характеристики вугілля: зольність 16,0%, волога 4,8%, вихід летких 42,0%, природна метанонасиченість більше 16,0 м<sup>3</sup>/т с.б.м. Безпосередня покрівля пласта представлена вапняком товщиною 2,8 м, аргілітом - 4,6 м та пісковиком – 30-40 м. Безпосередня підшва – аргіліт вуглистий товщиною 0,1 – 0,35 м, алевроліт 1,8 м та пісковик – 8-15 м. Пористість пісковиків більше 6-7 %, газонасиченість перевищує 60 %. Орієнтовні запаси метану 10 млн. м<sup>3</sup>.

Відповідно до «Керівництва по проектуванню вентиляції вугільних шахт» очікувану метанонадмірність гірничих виробок для нових горизонтів визначають по фактичній метанонадмірності виробок шахтопласта-аналога. На сусідній лаві № 9 північного блоку при довжині очисного вибою 200 м та навантаженні 421 т/добу, аналогічних системах розробки та глибинах, а також аналогічній газонасиченості середній дебіт метану на дільниці становив 6,22 м<sup>3</sup>/хв.

Очікуване середнє метановиділення на виймальній ділянці ( $\bar{I}_{\text{вил}}$ , м<sup>3</sup>/хв) визначається за формулою (1):

$$\bar{I}_{\text{вил}} = \bar{I}_{\text{вил.ф}} \left( \frac{l_{\text{оч.р}}}{l_{\text{оч.ф}}} \right)^{0,4} \left( \frac{A_p}{A_{\text{ф}}} \right)^{0,6} k_{\text{с.р}} k_{\text{г.р}}, \quad (1)$$

де  $l_{\text{оч.р}}$  – довжина очисної виробки, для якої розраховується очікуване метановиділення, м;

$l_{\text{оч.ф}}$  – довжина очисної виробітки, для якої визначене фактичне метановиділення, м;

$A_p$  – видобуток вугілля, що планується, т/добу;

$A_{\text{ф}}$  – середній видобуток вугілля, при якому визначалось фактичне метановиділення, т/добу;

$k_{\text{с.р}}$  – коефіцієнт, що враховує зміну системи розробки;

$k_{\text{г.р}}$  – коефіцієнт, що враховує зміну метанонадмірності виробітки з глибиною;

$$\bar{I}_{\text{вил}} = 6,22 \cdot \left( \frac{300}{200} \right)^{0,4} \left( \frac{1700}{421} \right)^{0,6} \cdot 1 \cdot 1 = 16,9 \text{ м}^3/\text{хв. (24,3 тис. м}^3/\text{добу)}$$

Отже, при збільшенні навантаження на очисний вибій до 1700 т/добу і більше середнє метановиділення у порівнянні з традиційним для шахти зросте більш як утричі, що вимагає посилення додаткових заходів безпеки. Ці заходи зазвичай зводяться до наступного: збільшення подачі повітря до виймальної ділянки, здійснення дегазації покрівлі пласта бурінням підземних дегазаційних свердловин, збільшення внутрішніх діаметрів трубопроводів, встановлення у газопроводі вогнеперегоджувачів, посилення контролю за газовим режимом та інші. Як свідчить практика, усі ці заходи носять запобіжний характер, але, на жаль, не можуть гарантувати високого ступеня безпеки очисних вибоїв. Крім цього, слід пам'ятати, що у зонах впливу тектонічних порушень, флексурних перегинів тощо, метанонадмірність може раптово та неконтрольовано збільшуватись, перевищуючи розрахункові показники у рази. Все це характеризує майбутні роботи як **роботи у зоні підвищеного ризику за газовим фактором!**

З метою збільшення ефективності проведення дегазаційних робіт на шахті «Горська», в першу чергу для безпечної роботи гірників, а також нарощування обсягів видобутку вугілля, вилучення метану на поверхню і використання його у господарстві пропонується новий спосіб дегазації, який здійснюється через спеціально пробурену з поверхні у покрівлю розроблюваного пласта дегазаційну свердловину назустріч посуванню лави. Свердловина будується завчасно, до початку проведення очисних робіт. Таким чином досягається розширення обмежених можливостей діючих вентиляційних систем шахти за рахунок буріння додаткових стволів, створення незалежної дегазаційної системи з виводом газового колектора на поверхню землі та обв'язкою його із системою утилізації газу (рис. 1). З метою пришвидшення впровадження

способу на шахті «Горська» на замовлення ДП «Центр альтернативних видів палива» Міненерговугілля України у 2011 р. фахівцями «Групи НАДРА» було розроблене ТЕО та передане для реалізації замовнику [2].

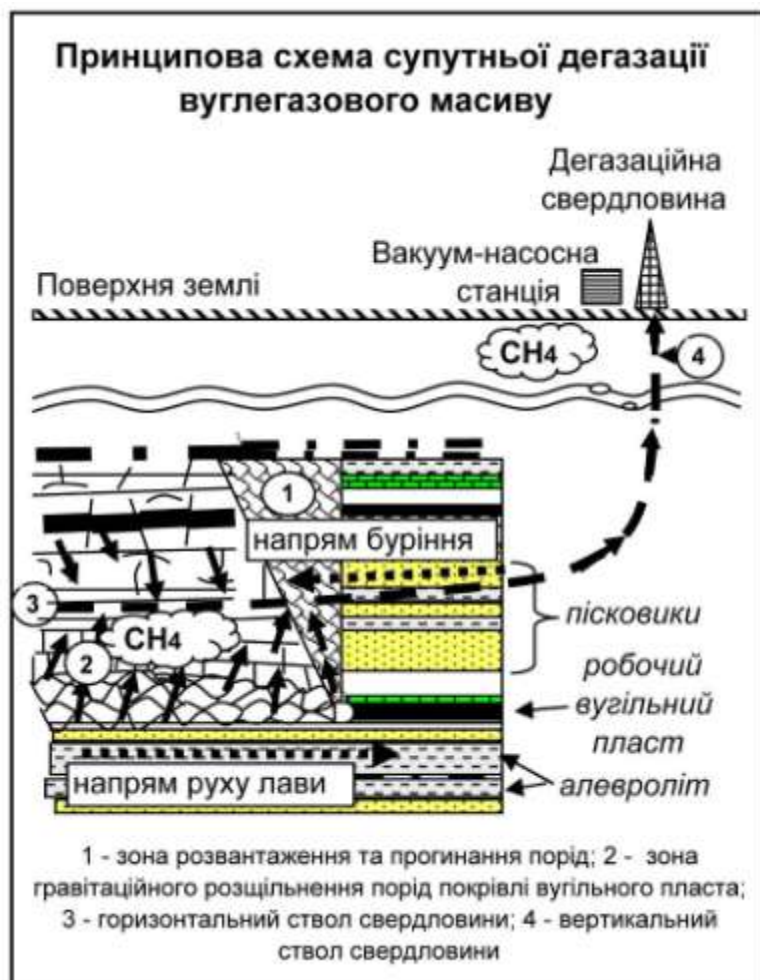


Рис. 1 - Схема супутньої дегазації пласта  $k_8$  на шахті «Горська» способом буріння спрямовано-горизонтальної свердловини у покрівлю пісковика  $L_1Sl_1^I$  назустріч посуванню лави (глибина розробки 900-1050 м)

Дегазація вуглегазового масиву відбувається унаслідок руйнування структури газонасиченого пласта при видобутку вугілля і супутнього гравітаційного розвантаження газоносних порід покрівлі (підшви) пласта із вивільненням значної кількості газу із закритих пор. Реверсний напрямок буріння до напрямку посування гірничих робіт дозволяє зберігати ствол газозбірного колектора (свердловини) у постійному робочому стані, адже його руйнування разом із вміщуючими породами пласта буде відбуватися від вибою свердловини. Спосіб пропонується як альтернативний до підземних способів супутньої дегазації (буріння підземних свердловин, створення спеціальних газозбірних горизонтів та ін.) і повністю виключає підземний людський фактор на стадії підготовки та будівництва дегазацийної свердловини [3].

При розробленні способу була розрахована та рекомендується для реалізації наступна конструкція для буріння дегазацийної свердловини. Загальна довжина

свердловини 1400 м, в тому числі 900 м – вертикальна частина та 500 м - горизонтальна. Відповідно до геологічного розрізу на шахті «Горська» передбачається буріння 30 м під направляючу колону Ø324 мм, 200 м під кондуктор Ø219 мм та 715 м технічна колона «впотай» Ø146 мм. Всі труби у свердловині передбачалось цементувати. Направлену та горизонтальну частину свердловини можна проходити з використанням колтубінгової установки або з використанням навігаційних систем та гвинтових двигунів.

Для перевірки «достатності» діаметрів у рекомендованій конструкції для забезпечення повноти дегазації газоносного масиву звернемося до аналізу лінійного закону Дарсі (Формула Дюпюї), де добре відображені основні напрямки удосконалення технології вилучення шахтного метану:

$$q = \frac{\pi k \cdot l_k \cdot \gamma_0 \cdot (P_1^2 - P_0^2)}{\mu P \cdot \ln \frac{R}{r_k}} \quad (2)$$

Згідно із виразом (2), дебіт метану в канал ( $q$ ) прямо пропорційний його довжині ( $l_k$ ), у зв'язку з чим, довгі горизонтальні бурові канали по газоносних породах і вугільних пластах повністю оправдані. Значення радіусу каналу досить обмежене ( $\ln R/r$ ), тому діаметр буріння не матиме принципового значення. Віддаль до контуру джерела живлення ( $R$ ) вимірюється сотнями метрів, і якщо бурити свердловину (як планується) по місці скупчення метану або в максимально розвантажену (тріщинувату) зони, тобто зменшити  $R$  в сотні разів, таким чином можна суттєво збільшити приплив метану до каналу.

В процесі впровадження нового способу дегазації будуть отримані такі **головні переваги**:

- ефективне очищення від газу очисного вибою, що сприятиме значному підвищенню безпеки праці гірників у шахті;
- підвищення у чотири і більше рази (з 400-500 т/добу до більше 2 000 т/добу) видобутку вугілля за рахунок використання високопродуктивних механізованих комплексів у безпечних по газу очисних вибоях;
- очікуваний середній дебіт дегазаційної свердловини понад 20 000 м<sup>3</sup>/добу газу, який можна буде використати у господарчих цілях та зменшити витрати на придбання палива;
- крім цього, при застосуванні на діючій шахті нових ефективних способів дегазації, є можливість обґрунтування «принципу додатковості» та залучення кредитів за механізмами Кіотського протоколу;
- очікуваний прибуток від видобутого газу за рік складе  $\$416 \times 20 \times 365 = \$3\,036\,800 = 24\,294\,400$  грн (де, вартість газу взята  $\$416$  за 1000 м<sup>3</sup>);
- очікуваний прибуток за рахунок нарощування потужностей видобутку вугілля складе **571 590 000 грн** (вихідні дані: а) середня собівартість 1 тонни вугілля на шахті «Горська» станом на 01.12.11 р. складала 1044 грн при

видобутку на добу 500 тонн; б) очікуваний видобуток при впровадженні способу – 2 000 тонн/добу);

- орієнтовна розрахункова комплексна вартість буріння однієї свердловини складе 8 537 000 грн.;

**- сумарна самоокупність капітальних витрат на впровадження способу від буріння однієї дегазаційної свердловини становить п'ять! (5) днів, або чотири місяці тільки за рахунок вартості видобутого газу.**

## ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Спосіб спрямовано-горизонтального буріння з поверхні у покрівлю газонасиченого вугільного пласта назустріч посуванню лави для здійснення ефективної супутньої дегазації є перспективним для його впровадження на шахті «Горська» ДП «Первомайськвугілля» і може бути рекомендованим для впровадження на інших діючих шахтах старого фонду України.
2. Спосіб призначений у першу чергу для підвищення безпеки робіт, видобутку цінного енергоресурсу – вугільного метану (вміст  $\text{CH}_4$  більше 90 %) та зменшення його викидів до атмосфери, створення умов для значного нарощування потужностей видобутку вугілля.
3. Спосіб є альтернативним до застосовуваних на сьогодні технологій супутньої дегазації діючих шахт.
4. При впровадженні способу є можливість отримання додаткових інвестицій за рахунок продажі квот на скорочення викидів за механізмами Кіотського протоколу;
5. За попередніми розрахунками економічна ефективність повернення капітальних витрат від впровадження способу очікується від перших днів до перших місяців.
6. Впровадження способу сприятиме підвищенню виробничої культури у вугільній галузі, підняттю престижу шахтарської праці.
7. Рекомендуємо спосіб для впровадження у виробництво на діючій шахті «Горська» та в процесі апробації способу та набуття досвіду пропонуємо наші послуги у розробленні Методичних керівництв та рекомендацій щодо його широкого використання у галузі.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Рубан А.Д., Забурдяев В.С., Артемьев В.Б. и др. Совершенствование нормативно-методической базы дегазации угольных шахт // Безопасность труда в промышленности, № 8, 2010.
2. Лелик Б.И. Разработка технико-экономического обоснования на подземную часть комплекса дегазации шахты «Горская» ГП «Первомайскуголь» способом бурения с поверхности вертикальной и направленно-горизонтальной части скважины навстречу подвиганию лавы (фонды «Группы компаний НАДРА»). Киев – 2011 г.
3. Лелик Б. И. Супутня дегазація газонасного вуглепородного масиву за допомогою пробуреної з поверхні у покрівлю вугільного пласта свердловини зі спрямовано-горизонтальним закінченням // Геолог України. – 2011. - № 2 (34). – с. 55-59.

## **ХАРАКТЕР И ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ГАЗА (МЕТАНА) В ПОРОДАХ УГЛЕНОСНОЙ ТОЛЩИ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА (ЛУГАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

У роботі приділена увага характеру та формам знаходження газу (метану) у породах вугленосної товщі Східного Донбасу (Луганська область). Виділені дві газові зони: газового вивітрювання і метанова. Умовна межа метанової зони проводиться по вмісту метану 70 %. Це дозволяє судити про газонасність верхніх горизонтів родовища природну дегазацію вугільних пластів.

## **NATURE AND FORMS OF GAS (METHANE) IN THE COAL-BEARING ROCKS SEQUENCE EASTERN DONBASS (LUGANSK REGION)**

We paid attention to the nature and forms of finding natural gas (methane), coal-bearing strata in the rocks of the Eastern Donbass (Lugansk region). Identified two gas zones: weathering and methane gas. The notional boundary of the zone is carried out by a methane content of 70% methane. This gives an indication of gas content of the upper horizons of the deposit, the natural degassing of coal seams

В составе газов угленосной толщи Восточного Донбасса установлены метан, тяжелые углеводородные газы, водород, углекислый газ и азот, в микроконцентрациях иногда отмечается гелий. Основную опасность для угольных шахт представляет метан, но он уже может быть и ценным полезным ископаемым при комплексном освоении угольных месторождений, с попутным (или самостоятельным) извлечением и использованием метана [1].

Основной источник углеводородных газов в угленосной толще – уголь как в концентрированной (в угольных пластах), так и в рассеянной (в породах) формах. В процессе метаморфизма (катагенеза) угля образовались главные компоненты газов угольных месторождений – метан, его тяжелые гомологи и, возможно, водород. Подток углеводородных газов в угленосную толщу из подстилающих отложений экспериментально не установлен в масштабах, доступных геологоразведочным определениям, хотя и не исключается возможность их слабой локализованной миграции.

Природные газы в угленосной толще находятся в трех основных формах: в сорбированном состоянии, в форме свободного газа и в водорастворенном виде. В углях и углистых породах преобладают сорбированные газы, составляющие около 90 – 95 % от общего объема содержащихся в них газов на глубинах до 1,5 – 2,0 км [2]. В породах с малым содержанием органики основная масса газа находится в свободной фазе в порах, трещинах или в растворенном виде в пластовых и поровых водах. В особых случаях при благоприятных термобарических условиях возможно существование метана и его гомологов в кристаллогидратной форме (Зимаков и др., 1986).