

ждаемого метана при диффузии соизмерим с объемом свободного метана в зоне выбросоопасного угольного пласта [4], то при ведении горных работ в шахте необходимо выполнение специальных мероприятий, в которых должен быть предусмотрен комплекс технологических воздействий, направленных, кроме всего прочего, и на управление параметрами диффузии метана у угле, в частности, на параметры диффузионного скачка. В противном случае добыча угля и газа с увеличением глубины разработки довольно часто будет сопровождаться газодинамическими проявлениями горного давления, которые в настоящее время относят к «непонятным по происхождению», что имеет место при расследовании ряда аварий на шахтах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Малышев Ю. Н. Фундаментально-прикладные методы решения проблемы метана угольных пластов / Ю. Н. Малышев, К. Н. Трубецкой, А. Т. Айруни. – М. : Изд-во Академии горных наук, 2000. – 519 с.
2. Бараш С. Ю. Силы Ван-дер-Ваальса / С. Ю. Бараш. – М. : Наука, 1988. – 344 с.
3. Минеев С. П. Активация десорбции метана в угольных пластах / С. П. Минеев, А. А. Прусова, М. Г. Корнилов. – Днепропетровск: Вебер, 2007. – 252 с.
4. Минеев С. П. Свойства газонасыщенного угля / С. П. Минеев. – Днепропетровск: НГУ, 2009. – 219 с.

**УДК 662.267.5**

Заст. техн. директора О. І. Сафонов,  
заст. ген. директора В. В. Соколовський,  
(ДП Львіввугілля)

#### **МЕТОДИ БОРОТЬБИ З МЕТАНОМ В ОЧИСТНИХ І ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБКАХ ШАХТИ «СТЕПОВА» ДП «ЛЬВІВВУГІЛЛЯ»**

В статье обобщен практический опыт борьбы с метаном в очистных и подготовительных выработках шахты «Степная» ГП «Львовуголь».

#### **ABATEMENT OF METHANE IN REFINING AND DEVELOPMENT WORKINGS MINE "STEPPE" STATE ENTERPRISE "LVOVUGOL"**

The article summarizes the practical experience in abatement methane in refining and development mine workings of the mine "Steppe" state enterprise "Lvovugol".

Безпека гірничих робіт є пріоритетним завданням держави і інженерно-технічного персоналу вугільних шахт, що підтверджено Постановою Кабінету міністрів України № 939 «Про затвердження програми підвищення безпеки праці на вугільних шахтах» та іншими законодавчими документами. Головне завдання охорони праці полягає в усуненні причин небезпеки на робочих місцях за рахунок здійснення науково-обґрунтованих профілактичних заходів. Однією з основних причин небезпеки на шахті «Степова» ДП «Львіввугілля» є значне метановиділення в гірничі виробки і суфлярні скупчення метану, в результаті чого підвищується потенційна небезпека праці шахтарів і стримуються темпи гірничих робіт. У зв'язку із цим надзвичайно важливим є впровадження

сучасних методів і технічних заходів боротьби з цими грізними явищами. Досвід впровадження на шахтах Донбасу розробок провідних науково-дослідних, академічних інститутів, кафедр і лабораторій вузів (ІГТМ НАН України, ДонНТУ, УкрНДМІ, НГУ та ін.) свідчить, що дана проблема для умов шахти “Степова” може бути вирішена за рахунок застосування сучасних схем і технологій дегазації з урахуванням процесів зрушення масиву гірських порід, у тому числі з попутним видобутком метану [1-4].

Шахта “Степова” ДП “Львіввугілля” розташована на території Сокальського району Львівської області і займає північно-західну частину Межирічанського і південно-західну частину Забужського родовища Львівсько-Волинського кам’яновугільного басейну. Глибина розробки 550 м. Площа шахтного поля складає 43 км<sup>2</sup>. Здана в експлуатацію в грудні 1978 року з проектною потужністю 2,4 млн. тон вугілля в рік.

В межах шахтного поля промислове значення мають пласти:  $n_7^H$  «Сокальський» потужністю 1,0-1,85 м,  $n_7$  «Супутник» потужністю 0,6-0,7 м,  $n_7^E$  «Західно-бугський» потужністю 0,7-0,9 м,  $n_8^E$  «Тонкий-III» потужністю 0,8-1,1 м,  $n_9$  «Тонкий-I» потужністю 0,8-0,9 м. Кут падіння пластів 0-6°. В даний час шахтою розробляються один пласт  $n_7^H$  «Сокальський». Незважаючи на те, що шахта не має пластів, небезпечних по самозапалюванню і небезпечних за гірничими ударами, вона характеризується досить складними гірничо-геологічними умовами, табл. 1. Пласти  $n_7^H$  і  $n_7^E$  вибухонебезпечні по пилу і небезпечні за суфлярними виділеннями.

Таблиця 1 – Характеристика шахти “Степова” ДП “Львіввугілля”

	Центральний блок	Північний блок
Категорійність шахти по газу	Надкатегорна	
Небезпечність по пилу	Небезпечна	
Абсолютна газовість шахти, м <sup>3</sup> /хв.	49,16	
Відносна газовість шахти, м <sup>3</sup> /т.д.в.	51,0	
Розрахункова кількість повітря для провітрювання шахти, м <sup>3</sup> /хв.	10507	5257
Фактична кількість повітря, яка надходить в шахту, м <sup>3</sup> /хв	14460	7250

Відповідно до категорії шахти вимогами передбачаються: умови і обмеження в застосуванні електроенергії та ВР; кількості повітря, необхідного для провітрювання виробок; заходи щодо боротьби з газовиділеннями в гірничі виробки.

Пласт  $n_7^H$  «Сокальський» характеризується непостійністю потужності та будови. Промислове значення пласт зберігає на площі біля 13 км<sup>2</sup>. В південній та центральній частині шахтного поля при простій будові потужність пласта досягає максимального значення 1,0-1,85 м. Марка вугілля ГЖ, вихід летючих 34,6 %, середня вологість 1,3 %, середня зольність 13,5 %, вміст сірки 2,5 %, середня природна газоносність пласта 7,9 м<sup>3</sup>/т с.б.м.

Гідрогеологічні умови відробки пласта класифікуються як складні. Виділення води при підробці вугільного пласта спостерігається як в підготовчих, так і в очисних виробках. В підготовчих виробках виділення води становить від 1 до 3 м<sup>3</sup>/год., а в очисних виробках від 12 до 25 м<sup>3</sup>/год.

Покрівля пласта  $n_7^u$  «Сокальський» середньої стійкості – міцний глинистий сланець, піщаний сланець, подошва пласта – піщаний сланець, пісковик, який характеризується високим вмістом газу метану.

Спосіб провітрювання шахти – всмоктувальний. Схема провітрювання шахти - центрально-флангова. Шахтне поле розкрито чотирма вертикальними стволами. Схема підготовки – панельна, система розробки – стовпова. Для провітрювання очисних вибоїв застосовується зворотньооттекуча схема провітрювання. Вибої підготовчих виробок провітрюються вентиляторами місцевого провітрювання типу ВМ-6, ВМЕВО-7,1А. Всі тупикові виробки обладнані апаратурою автоматичного газового захисту і автоматичного контролю повітря.

Провітрювання здійснюється двома вентиляторними установками. Вентиляторна установка на центральному блоці обладнана двома (один робочий, один резервний) вентиляторами головного провітрювання ВРЦД-4,5. Фактична подача повітря вентилятором ВРЦД-4,5 – 17000 м<sup>3</sup>/хв., при депресії Н=350 мм.вод.ст. Швидкість обертання робочих коліс 500 об./хв. Вентиляторна установка на північному блоці обладнана двома (один робочий, один резервний) вентиляторами головного провітрювання типу ВЦД-3,3. Фактична подача вентилятором ВЦД-3,3 – 9100 м<sup>3</sup>/хв., при депресії Н=360 мм. вод. ст.

При інтенсивному відпрацьовуванні виїмкових ділянок метановиділення досягає 50 м<sup>3</sup>/хв. В умовах стовпової системи розробки і зворотньооттекучої схеми провітрювання традиційними засобами вентиляції неможливо забезпечити безпечний вміст метану в гірничих виробках. У зв'язку з складною газовою обстановкою на шахті застосовуються заходи щодо боротьби з метаном в очисних і підготовчих виробках.

На підставі депресіограм, побудованих по маршрутах через виїмкові ділянки, для зменшення аеродинамічних опорів вентиляційної мережі розроблені технічні заходи щодо збільшення перетину діючих магістральних гірничих виробок.

Для забезпечення газової безпеки на шахті застосовуються технології ізолюваного відводу газоповітряної суміші. Для цього з виробленого простору по жорсткому трубопроводу в лавах №118 і №119 установлені газовідсмоктувальні установки ВМЦГ-7М. Газоповітряна суміш відводиться по металевим трубам діаметром 1000 мм, довжина ланки трубопроводу 3 м. Камери вентиляторів ВМЦГ-7М розташовані на збійці № 16 (3 шт.) і на збійці № 17 (2 шт.), змішувальні камери – на західному конвеєрному квершлагі горизонту 508 м.

Дегазаційна установка обладнана трьома вакуум-насосами типу ЖВН-50. Продуктивність вакуум-насоса - 50 м<sup>3</sup>/хв. Фактична подача вакуум-насосної установки становить 20-35 м<sup>3</sup>/хв повітряно-газової суміші, витрати метану 4,5-7,0 м<sup>3</sup>/хв. Вміст метану в відсмоктувальній газовій суміші коливається в інтервалі від 15 до 40 %, каптований газ викидається в атмосферу.

Згідно проекту дегазації лав №118 та №119 пласта  $n_7^h$  «Сокальський» для забезпечення зниження метановиділення гірничих виробок і ізолюваного відводу за межі виїмкових дільниць газоповітряної суміші здійснюється дегазація порід покрівлі пласта, супутників і виробленого простору свердловинами, пробуреними з вентиляційних штреків назустріч очисним вибоєм і підключених до вакуум-насосів через трубопровід. Свердловини буряться буровим станком СБГ-1М. Подача води проводиться з протипожежного трубопроводу. Дегазаційні свердловини буряться через 10-20 м по одній свердловині довжиною 45-60 м, кут підйому 25-45 градусів, кут розвороту 20-45 градусів.

Дільничні дегазаційні трубопроводи прокладені діаметром 150 мм, по мірі просування лав вкорочуються. Магістральні дегазаційні трубопроводи прокладені діаметром 273 мм. Дегазаційні трубопроводи обладнані засувками, діафрагмами та вогнеперегороджувачами. У газопроводі здійснюються заходи, що запобігають поширенню горіння метану в трубопроводі, узгоджені з МакНДІ.

Суфлярні виділення відбуваються з великих, видимих на око, тріщин і порожнеч у вугіллі та породах або з експлуатаційних тріщин. Дебіт їх може бути до тисяч кубічних метрів на добу, тривалість дії від декількох годин до декількох років. Суфляри становлять небезпеку внаслідок несподіванки їхнього прояву і супутнього збільшення вмісту газу у виробках. Природні суфляри, як правило, зустрічаються в зонах геологічних порушень. Суфляри експлуатаційного походження з'являються внаслідок порушення цілісності бічних порід при виїмці вугілля. При появі суфлярного виділення метану в підготовчій виробці великої довжини подальше проведення її стає неможливим через важкість подачі необхідної кількості повітря у вибій і забезпечення необхідної кількості повітря до всасу високопродуктивних ВМП.

Вперше суфлярні виділення на шахті «Степова» були зареєстровані в 1989 році на 111 конвеєрному штреку пласта  $n_7^h$  «Сокальський», в 1992 році на північному відкотному штреку пласта  $n_8^s$  «Тонкий-ІІІ», в 2008 році на 120 конвеєрному штреку пласта  $n_7^h$  «Сокальський». В 2009 році суфлярні виділення метану зареєстровані на 118 бортовому штреку з дебітом  $12,4 \text{ м}^3/\text{хв.}$  і на магістральному західному конвеєрному штреку з дебітом  $8,4 \text{ м}^3/\text{хв.}$

На шахті застосовуються способи боротьби з суфлярними виділеннями метану, які полягають в ізоляції перемичками підготовчих виробок, дегазуванні ізолюваної частини виробки за допомогою вентиляторів місцевого провітрювання, збільшенні подачі повітря у виробки, дільничної дегазації свердловинами, газовідводу з використанням обладнання ВМЦГ-7М. В результаті цих заходів була досягнута ефективність дегазації вугілля і порід покрівлі свердловинами (вугільного пласта і його супутників) в середньому до 28-45 % ( $2,04\text{-}4,99 \text{ м}^3/\text{хв.}$  чистого метану, табл. 2), з виробленого простору (газовідводом) 3,2-3,4 % ( $4,36\text{-}4,68 \text{ м}^3/\text{хв.}$  чистого метану).

Слід відмітити, що конструювання технологічних схем дегазації вугленосної товщі повинна бути науково обґрунтована на базі сучасних методів прогнозу, що враховують геомеханічні і фільтраційні процеси, зрушення джерел газо-

выделения в породном массиве (газонасичені породи, вугільні пласти-супутники), що дозволить підвищити безпеку гірничих робіт на основі комплексного керування газодинамічним станом масиву. Це можливо зробити на основі нових технологічних рішень по підвищенню газовіддачі породного масиву шляхом зміни або активізації його колекторських властивостей. Дана проблема може бути вирішена тільки при залученні провідних наукових установ, що володіють сучасними методами прогнозування геомеханічного і газодинамічного стану газонасиченого породного масиву. В цьому плані, на наш погляд, найбільш вагомими є розробки Інституту геотехнічної механіки НАН України, які дозволили створити принципово нові схеми дегазації, що підвищують ефективність дегазації масиву в складних гірничо-геологічних умовах за рахунок розділення в часі і просторі процесів видобутку вугілля та дегазації масиву.

Таким чином, боротьба з газом на вугільних шахтах, безумовно, вимагає нестандартних рішень, новітніх наукових розробок, у першу чергу по впровадженню передових технологій по дегазації вугільних пластів, встановленню закономірностей зміни газодинамічного стану газонасного породного масиву, що, в сукупності, підвищить безпеку гірничих робіт і навантаження на очисний вибій.

Таблица 2 – Результати дегазаційних заходів

	лава 118	лава 119
Фактичне газовиділення на ділянках, м <sup>3</sup> /хв.	11,53	8,95
Прийняті розрахункові витрати повітря виїмкових ділянок (без врахування газовідсосу), м <sup>3</sup> /хв.	1078	1020
Прийняті розрахункові витрати повітря виїмкових ділянок (з врахуванням газовідсосу), м <sup>3</sup> /хв.	747	663
Фактична кількість повітря, що надходить на ділянки, м <sup>3</sup> /хв.	784	768
Кількість метану, м <sup>3</sup> /хв., відведеного з ділянок дегазацією	4,99	2,04
газовідводом	4,36	4,68
вентиляцією	2,18	2,23
Концентрації метану в газопроводах, %		
дегазації	24	18
газовідводу	3,4	3,2
Коефіцієнт ефективності дегазації	0,45	0,28
Максимально допустимі навантаження на вибої по газовиділенню, т/добу	1798	2343

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Булат А. Ф. Концепция комплексной дегазации углепородного массива для условий шахты им. А. Ф. Засядько / А. Ф. Булат // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2002. – Вып. № 37. – С. 10 – 17.
2. Экспериментально-аналитический метод прогноза направлений и интенсивности газовых потоков / А. Ф. Булат, С. А. Курносов, И. Н. Слащев [и др.] // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2005. – Вып. № 59. – С. 10–21.
3. Kurnosov S. Control of gas-saturated massif behavior in the deep horizons of the coal mines / S. Kurnosov, I. Slashev, V. Osenniy // The 7th European coal conference : Abstracts, Lviv, August 26-29, 2008. – Lviv : IGGCM NASU, 2008. – P. 70 – 72.

4. Закономерности изменения газовой проницаемости горных пород при переходе их из равнокомпонентного объемного напряженного состояния в разнокомпонентное / В. Г. Перепелица, В. С. Кулинич, Г. А. Шевелев, В. В. Лукинов // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2004. – Вып. № 61. – С. 12 – 17.

**УДК 622.324.5 (477.6)**

Канд. геол. наук М. В. Жикаляк  
(ДРГП «Донецькгеологія»)

## **ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗВИТКУ МЕТАНОВИДОБУВНОЇ ГАЛУЗІ В ДОНБАСІ**

Решение проблемы добычи метана из угольных месторождений Донбасса на флангах и за пределами шахтных полей, требующее на начальном этапе весьма больших капиталовложений и инновационного подхода, должно базироваться не на скоропалительных экспериментально-буровых работах в пределах единичных локальных участков, а на системных научных и опытно-промышленных исследованиях на всех этапах их освоения с учетом достоверности оценочных параметров, технико-экономического обоснования и организации поэтапного промышленного извлечения метана как самостоятельного энергетического сырья.

## **GEOTECHNOLOGICAL PRECONDITIONS OF DEVELOPMENT OF BRANCH OF EXTRACTION OF METHANE IN DONBASS**

The solving of the problem of extraction of methane from coal deposits of Donbass on flanks and outside the mine fields, demanding on the initial stage of greatly big capital investments and the innovational approach, should be based not on hasty experimental - drilling activity within the limits of individual local sites, but on system scientific and experimental-industrial researches at all stages of their development in view of reliability of estimated parameters, technical and economic basis and organization of stage-by-stage industrial extraction of methane as independent energy raw material.

### **Вступ**

Вугільна промисловість України є однією із найстаріших галузей загальнодержавного виробництва первинної сировини та палива, яка характеризується високою ресурсною забезпеченістю (53,3 млн. т запасів кам'яного вугілля) і дуже складними гірничо-геологічними умовами вуглевидобутку. Саме безальтернативність підземної розробки вугільних родовищ, перспективи погіршення гірничих умов видобування вугілля та перманентне зростання навантаження на очисні вибої шахт визначають високу актуальність на державному рівні проблеми метанобезпеки вугільних шахт і поетапного комплексного вилучення газу метану на усіх етапах функціонування шахтних полів. Одночасно світові досягнення в області цільового видобування метану вугільних родовищ роблять його потенційно найбільш швидко зростаючим сегментом використання нетрадиційного газу – 7-22 % від традиційного видобутку природного газу. В Україні і Донбасі зокрема існує різкий контраст з передовими метановуглевидобувними країнами, оскільки розвиток нетрадиційного газу все ще перебуває на ранній підготовчо-організаційній стадії. Обумовлений такий стан