

А. Б. Бокий, аспирант
(ГВУЗ «ДонНТУ»)

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ
УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

А.Б. Бокий, аспірант
(ДВУЗ «ДонНТУ»)

**ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ
ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДЗЕМНОЇ РОЗРОБКИ ВУГІЛЬНИХ
КОПАЛЕНЬ**

A.B. Bokiy, M.S. (Tech.)
(SHEY «NMU»)

**BACKGROUND OF TECHNICAL DECISIONS ON IMPROVING OF
ECOLOGICAL SAFETY OF UNDERGROUND DEVELOPMENT OF THE
COAL DEPOSITS**

Аннотация. Основным направлением повышения эффективности добычи полезных ископаемых является интенсификация производства. Этот процесс имеет масштабное влияние на атмосферу, что делает актуальным обоснование технических решений по повышению экологической безопасности подземной разработки угольных месторождений.

На основании установленных закономерностей изменения относительной газообильности выемочного участка с учетом геомеханических особенностей формирования зон обрушений предложен способ уменьшения выхода газа на земную поверхность. Предложен аналитический метод выбора режимов работы вентиляторов главного проветривания, обеспечивающих создание нулевой зоны для управления метановыделением из выработанного пространства. Предложено орошение выработанного пространства специально подготовленной смесью для уменьшения метановыделения в рудничную атмосферу. Определены целесообразное количество и углы направления кустов скважин, предназначенных для дегазации выработанного пространства. Для использования смеси с низким содержанием метана в конгенерационных станциях предложено использовать предварительный электророзжиг в специальных камерах. Предложен экологический критерий оценки технологий подземной добычи угля, который включает постоянную составляющую, учитывающий выбросы метана в атмосферу из вентиляционных стволов при нормальной работе шахты и динамическую - отражающую выбросы метана в вентиляционную систему в результате возникновения аварийных ситуаций (внезапных выбросов угля и газа). Изложенные результаты использованы в системе комплексного обеспечения экологической безопасности функционирования горных предприятий.

Ключевые слова: экологическая безопасность, вентилятор главного проветривания, экологический критерий.

Основным направлением повышения эффективности добычи полезных ископаемых является интенсификация производства. Этот процесс имеет масштабное влияние на атмосферу, что делает актуальным обоснование технических решений по повышению экологической безопасности подземной разработки угольных месторождений [1,2].

При проектировании вентиляционных систем [3] фактор влияния метана на земную атмосферу, как правило, учитывается недостаточно. Считается, что система вентиляции, совместно с системой дегазации выработанного пространства, обеспечивает достаточное снижение концентрации метана до безопасного уровня. Однако следует учитывать, что значительное количество метана может поступать в атмосферу через зоны обрушения, минуя вентиляционные выработки. Для снижения экологического риска от влияния этих процессов необходима разработка специальных методов и технических решений.

В настоящее время выемка полезного ископаемого на угольных шахтах выполняется с полным обрушением кровли, что приводит к появлению на земной поверхности зон сдвижения горных пород. Эти деформации зачастую приводят к увеличению газопроницаемости толщи горных пород, расположенных над выработанным пространством. Определение границ этих пространств и прогнозирование газовыделения из них представляет собой сложную задачу. Отличительной особенностью происходящих процессов в этих пространствах является их периодичность, обусловленная периодичностью метановыделения на выемочном участке угольной шахты. В работах [4,5] исследован волнообразный характер метановыделения, связанный с геомеханическими процессами, происходящими на выемочном участке, и предложено выделять две составляющие процесса метановыделения: квазистационарную и динамическую. Анализ динамических составляющих метановыделения на выемочных участках угольных шахт позволяет прогнозировать вероятное загазирование земной поверхности. Предложенный подход был использован для оценки влияния направления куста пробуренных скважин (рис. 1) в зоны сдвижения горных пород; также исследовалось взаимное влияние этих скважин. На рисунке 1, 2, 3 – подземные дегазационные скважины, А – штрек, из которого они бурятся в выработанное пространство, В – вмещающие породы, С – выработанное пространство.

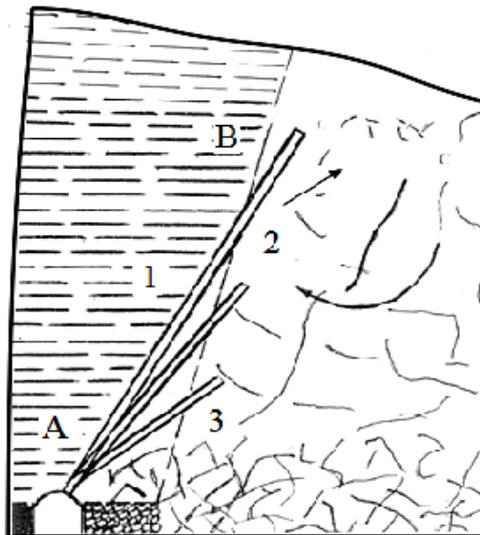


Рисунок 1- Схема возможного расположения скважин при дегазации зоны обрушения с целью управления эмиссией метана на земную поверхность

Волнистая линия вверху – нарушенная подземными горными работами земная поверхность, с целью снижения поступления метана на которую и исполь-

зуются подземные дегазационные скважины. Для оценки влияния дегазационных скважин строились линии тока, по которым устанавливалась общая схема движения метановоздушной смеси в выработанном пространстве. Показано, что взаимное влияние скважин при разных режимах вакуумирования определяется их длиной и подсосами воздуха.

Следует отметить, что отличительной особенностью шахт Донецкого региона является значительное количество выработок, связывающих выработанное пространство с земной поверхностью. Одним из эффективных методов предотвращения эмиссии метана на земную поверхность является бурение скважин, пробуренных с поверхности, т.е. соединяющих выработанное пространство и атмосферу.

Существенным источником эмиссии метана в рудничную атмосферу является выработанное пространство; величину утечек воздуха из него определяют, в основном, схема проветривания выемочного участка и наличие изолирующей полосы вдоль стенки выработки. Снизить влияние выработанного пространства на режимы работы вентиляционной сети можно достигнуть периодическим орошением, по мере продвижения выемочного участка, связывающим цементным раствором. Такая обработка сокращает поступление утечек метана из рудничной атмосферы на 10-15%.

Метановыделение из выработанного пространства существенно зависит от выбранных режимов работы вентиляторов главного проветривания (ВГП). В Донбассе распространенным случаем работы шахтных многовентиляторных систем является связь ВГП на исходящей струе воздуха. В этом случае одним из способов уменьшения эмиссии метана из выработанного пространства является так называемая зона «нулевой депрессии». Эта зона достигается использованием, как минимум, работы двух ВГП. Их режимы определяются из условия примерного равенства депрессий в двух точках, расположенных в пределах выработанного пространства. Таким образом, в шахте образуется зона с нулевой депрессией, движение воздуха в которой невозможно. Математически в этой зоне находятся узлы с заданным давлением P_i . Для каждого такого узла вводятся фиктивные ветви, соединяющие эти узлы с узлом отсчета давлений (узел с атмосферным давлением).

Предложен аналитический метод выбора режимов работы ВГП, обеспечивающих создание зоны «нулевой депрессии» для управления метановыделением из выработанного пространства. В основе его лежит расстановка потенциалов P_i для некоторой последовательности узлов. Для каждого из узлов в порядке расположения в этой последовательности определяются P_i^{min} и P_i^{max} . Далее определяются потенциалы узлов P_i в обратной последовательности по отношению к первоначальной. С использованием известных формул по давлению в начальных и конечных узлах ветвей находится их аэродинамическое сопротивление. Использование зоны «нулевой депрессии» позволяет косвенным образом регулировать эмиссию метана в земную атмосферу.

Для использования смеси с низким содержанием метана в конгенерационных станциях предложено использовать предварительный электророзжиг в специальных камерах (рис. 2).

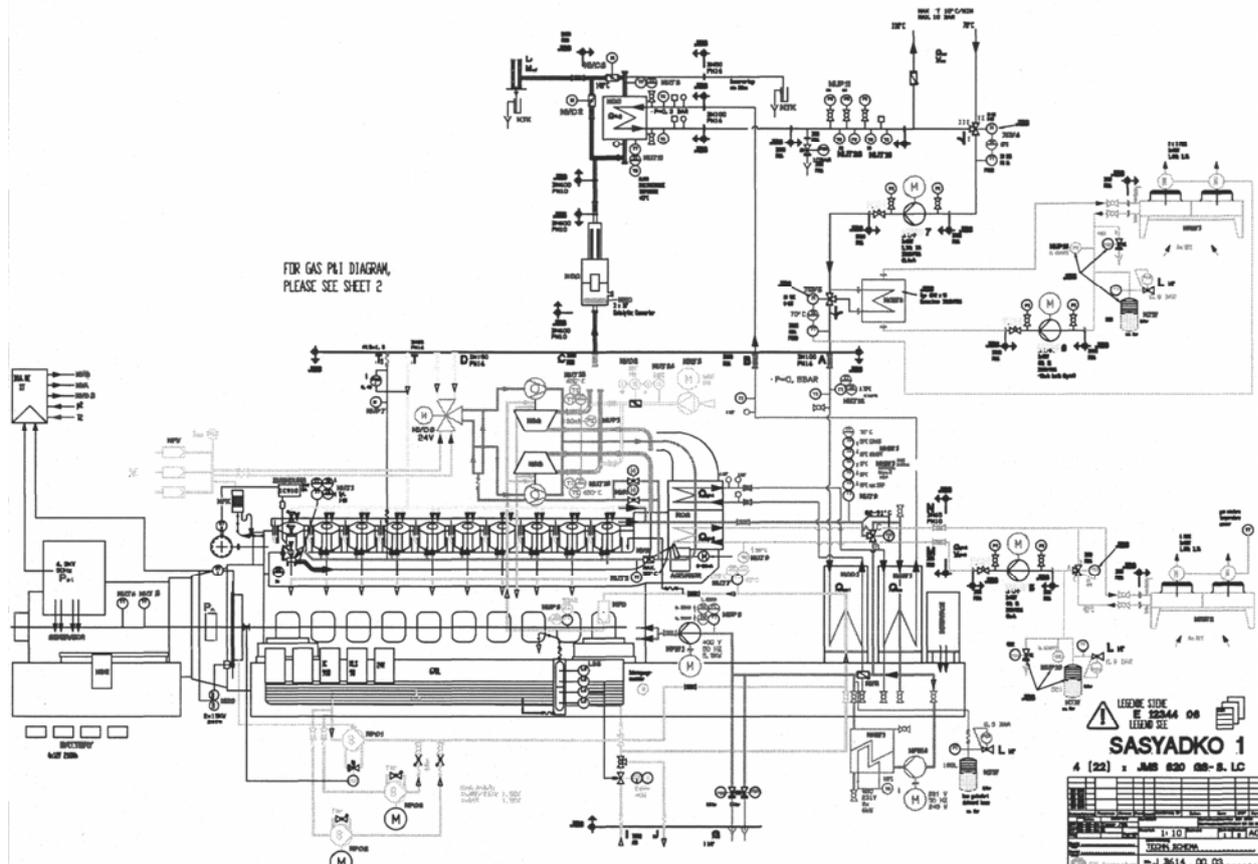


Рисунок 2.- Схема использования смеси с низким содержанием метана с использованием электророзжига

Предложен экологический критерий оценки технологий подземной добычи угля, который включает постоянную составляющую, учитывающую выбросы метана в атмосферу из вентиляционных стволов при нормальной работе шахты и динамическую - отражающую выбросы метана в вентиляционную систему в результате возникновения аварийных ситуаций (внезапных выбросов угля и газа).

Выводы. В результате проведенных исследований и проведенных в условиях шахты им А.Ф. Засядько экспериментов были разработаны и использованы для снижения экологического риска поступления метана в земную атмосферу следующие методы и технические решения:

- 1) предложен аналитический метод выбора режимов работы вентиляторов главного проветривания, обеспечивающих создание нулевой зоны для управления метановыделением из выработанного пространства;
- 2) предложено орошение выработанного пространства специально подготовленной смесью для уменьшения метановыделения в рудничную атмосферу;

3) определены целесообразное количество и углы направления кустов скважин, предназначенных для дегазации выработанного пространства;

4) для использования смеси с низким содержанием метана в конгенерационных станциях предложено использовать предварительный электророзжиг в специальных камерах.

Изложенные результаты использованы в системе комплексного обеспечения экологической безопасности функционирования горных предприятий.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. НПАОП 10.0-1.01-10. Правила безпеки у вугільних шахтах: Затв. наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 22.03.2010 № 62.- Київ: 2010 – 2154 (Нормативний документ Мінвуглепрому України) - 430 с.

2. ДСП 3.3.1.095-02. Державні санітарні правила і норми (підприємства вугільної промисловості). – К.: М-во охорони здоров'я України, 2002. – 35 с.

3. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт / Ред. кол.: С.В. Янко [и др.]; под ред. С.В. Янко. – Киев: Основа, 1994. –311 с.

4. Шинкевич, М.В. Взаимосвязи основных особенностей процессов разгрузки и сдвижения вмещающих пород с динамикой выделения метана из разрабатываемого пласта при его отработке длинными выемочными столбами / М.В. Шинкевич, Е.Н. Козырева // Вестн. КузГТУ. – 2006., № 6.2. – С. 17-19.

5. Влияние процессов разгрузки и сдвижений вмещающих пород на выделение метана из разрабатываемого пласта / Г.Я. Полевщиков, М.В. Шинкевич, Е.Н. Козырева, О.В. Брюзгина // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2008, № 2. – С. 139-143.

REFERENCES

1. Statutory broker of Ukraine from industrial safety, labour protection and mountain supervision (2010), *NPAOP 10.0-1.01-10. Pravila bezpeky u vugilnikh shakhtakh* [NPAOP 10.0–1.01-10 Rules of safety in coal mines], Kiev, Ukraine.

2. Ministry health care of Ukraine (2002), *DSP 3.3.1.095-02 Derzhavni sanitarni pravila i normi (pidpriemstva vugilnoi promislivosti)* [SSP 3.3.1.095-02. State sanitary rules and norms (enterprises of coal industry)], Kiev, Ukraine.

3. *Rukovodstvo po proektirovaniyu ventilaciyi ugolnikh shakht* [Guidance on planning ventilation of coal mines] (1994), Osнова, Kiev, Ukraine.

4. Shynkevich, M.V. and Kozyryeva, Ye. N. (2008), "Correlation basic features of processes of unloading and moving of containing breeds with the dynamics of selection of methane from the developed layer at his working off by long mining posts ", *Vestnik KuzSTU*, no. 6.2, pp. 17-19.

5. Polevshchikov, G.Ya., M.B., Shynkevich M.V., Kozyryeva, Ye.N. and Bryuzgina, O.V. (2008), "Influence of processes of unloading and moving of containing breeds on the selection of methane from the developed layer", *Mine information-analytical bulletin*, no. 2, pp. 139-143.

Об авторе

Бокий Александр Борисович, аспирант Государственного высшего учебного заведения «Донецкий Национальный технический университет» (ГВНЗ «ДонНТУ») Министерства образования и науки (МОН), Донецк, Украина bokiy@yahoo.com

About the author

Bokiy Alexander Borisovich, Doctoral student of State higher educational establishment «National technical university» of Donetsk (SHEE «DonNTU») of Ministry of Education and Science of Ukraine (NMU), Ukraine, bokiy@yahoo.com

Анотація. Основним напрямом підвищення ефективності видобутку корисних копалин є інтенсифікація виробництва. Цей процес має масштабний вплив на атмосферу, що робить актуальним обґрунтування технічних рішень щодо підвищення екологічної безпеки підземної розробки вугільних родовищ. На підставі встановлених закономірностей зміни відносної газоносності виїмкової ділянки з урахуванням геомеханічних особливостей формування

зон обвалень запропонований спосіб зменшення виходу газу на земну поверхню. Запропонований аналітичний метод вибору режимів роботи вентиляторів головного провітрювання, що забезпечують створення нульової зони для управління метановиділенням з виробленого простору. Запропоновано зрошування вироблений простір спеціально підготовленою сумішшю для зменшення метановиділення у рудникову атмосферу. Визначені доцільна кількість і кути напряму куців свердловин, призначених для дегазації виробленого простору. Для використання суміші з низьким вмістом метану в конгенераційних станціях запропоновано використовувати попереднє електророзпалення в спеціальних камерах. Запропонований екологічний критерій оцінки технологій підземного видобутку вугілля, яке включає постійну складову, що враховує викиди метану в атмосферу з вентиляційних стовбурів при нормальній роботі шахти і динамічну - що відображає викиди метану у вентиляційну систему в результаті виникнення аварійних ситуацій (раптових викидів вугілля і газу). Викладені результати є основою системи комплексного забезпечення екологічної безпеки функціонування гірничих підприємств.

Ключові слова. Екологічна безпека, вентилятор головного провітрювання, екологічний критерій.

Abstract. Increase of mining operations efficiency is based on intensification of production. However, this process greatly affects atmosphere and requires technical decisions on increase of ecological safety of underground development of the coal deposits. On the basis of specified regularities of relative gas content changes in the working area with taking into account geomechanical features of caving zone formation a method for reducing gas emission to the surface is proposed. An analytical method is proposed for choosing modes of the main ventilation operations which provide zero zone for controlling methane emitted from the goaf. It is also proposed to irrigate the goafs with a specially prepared mixture in order to reduce methane emissions into underground air. An expedient quantity of the well clusters and their direction angels are specified for degassing of the goafs. In order to use mixture with low content of methane in the cogeneration stations it is proposed to use preliminary electric ignition in special chambers. An ecological criterion is proposed for estimating different coal mining practices which includes a constant component (methane emission into air of ventilation shafts at normal operation of the mine) and dynamic component (methane emission into ventilation system due to such incidents as coal and gas outbursts). Results presented in the article are the basis for complex ecological safety system in the mining enterprises.

Keywords. Ecological safety, fans of main ventilation, ecological criterion.

Статья поступила в редакцию 20.01. 2014

Рекомендовано к публикации д-ром техн. наук Т.В. Бунько