

газовых куполах (Луганская область / Е.С. Герасимов, А.А. Крамаренко // Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. тр. / Ин-т Геотехнической механики НАН Украины – Днепропетровск, 2010. – Вып. 87. с. 71-74.

3. Герасимов Е.С. Проблема освоения ресурсов угольного метана Донбасса (на примере Луганской области) / Е.С. Герасимов, А.А. Крамаренко // Перспективи використання нетрадиційних джерел енергії в Україні. УкрДГРІ, К. – 2009

4. Лукинов В.В. Фрактальность микроструктуры угля / В.В. Лукинов, В.И. Барановский // Геотехническая механика. Межвед. сб. науч. тр. / Ин-т Геотехнической механики НАН Украины. – Днепропетровск, 2010. – Вып. 87. с. 15-25.

5. Булат А.Ф. Концепция комплексной дегазации угленосного массива для условий шахты им. А. Ф. Засядько / А.Ф. Булат // Геотехническая механика. Межвед. сб. науч. тр. / Ин-т Геотехнической механики НАН Украины. – Днепропетровск, 2002. – Вып. 37. с. 10-17.

6. Инструкция по определению и прогнозу газоносности угольных пластов и вмещающих пород при геологоразведочных работах. М., 1977. – 75 с.

УДК 622.831:622.248

Канд. техн. наук А.П. Клец
(ИГТМ НАН Украины),

д-р техн. наук Б.В. Бокий,

канд. техн. наук П.Е. Филимонов

(ПАО «Шахта имени А.Ф. Засядько»)

ТЕХНОЛОГИЯ ДОБЫЧИ МЕТАНА ИЗ ПЕСЧАНИКОВ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Надане обґрунтування добування газу щільних колекторів та приведена технологія видобутку метану низькопористих пісковиків на вугільних шахтах.

TECHNOLOGY OF METHANE EXTRACTION FROM SANDSTONES ON COAL MINES

The substantiation of extraction of gas of dense collectors is given. The technology of extraction of methane of recovery low-porous sandstones on coal mines is resulted.

Анализ газоносности пород Донбасса показывает, что из нетрадиционных видов ископаемого газа, газ – метан угольных месторождений и газ плотных коллекторов можно рассматривать как один вид. До 80 % общего количества метана в угленосном массиве с углями марок Г, Ж, К сосредоточено в песчаниках с низкими коллекторскими свойствами. Например, в Донецко-Макеевском районе открытая пористость песчаников свиты S_2^7 в среднем находится в пределах от 5,0 до 5,6 %, эффективная – от 1,2 до 2,5 %, а газоносность – от 1,0 до 2,5 м³/м³. Проницаемость этих песчаников составляет десятые и сотые доли миллидарси, что по квалификации фильтрационных свойств горных пород ниже «почти непроницаемых» [1]. Извлекать метан из них скважинами, пробуренными с поверхности, пока не удастся даже с применением новых технологий гидроразрыва пород, о чем свидетельствуют результаты экспериментов в Донбассе. Поиск новых способов, средств и разработка технологий извлечения метана из песчаников являются актуальным направлением исследований.

В то же время исследования, направленные на разработку новых способов предварительной дегазации пород кровли выемочных участков на угольных шахтах, показали, что при определенных условиях метан из плотных низкопористых песчаников в нетронутом горными работами массиве можно извлекать.

Авторским коллективом специалистов шахты им. А.Ф. Засядько, МакНИИ и ИГТМ НАН Украины разработан способ опережающей дегазации пород кровли высоконагруженных лав [2]. В способе реализуется идея, заключающаяся в извлечении метана из плотных песчаников в нетронутом массиве скважинами, пробуренными из выработок в зону наибольшего прогиба пород (ЗНП), которая сформировалась в результате влияния предыдущих горных работ на границе подработанного и нетронутого массивов. Для ЗНП характерны деформации растяжения в направлении, перпендикулярном напластованию, уменьшение газового давления, увеличение проницаемости и фильтрационных свойств пород, особенно в направлении напластования. В поперечном разрезе выемочного участка ЗНП граничит с зоной полных сдвижений пород со стороны подработанного массива и с зоной опорного давления – со стороны нетронутого массива. На плане горных выработок ЗНП размещена по всей длине выемочного столба на сопряжении отработанного участка с нетронутом массивом. Пониженное, относительно пластового, давление газа в зоне стимулирует приток в нее метана из плотных, «почти непроницаемых» песчаников нетронутого массива. Учитывая, что площадь дренирования имеет большие размеры (прямоугольник высотой, равной мощности песчаника, и длиной, равной протяженности выемочного столба), дебиты притоков метана составляют десятки м³/мин и приемлемы для его добычи скважинами, пробуренными в ЗНП.

Эти положения подтверждены положительными результатами экспериментальной проверки способа в условиях шахты им. А.Ф. Засядько [3, 4, 5], где на четырех выемочных участках скважинами опережающей дегазации из песчаника $m_4Sm_4^1$ извлечено 4 млн 926 тыс. м³ «чистого» метана со средним дебитом скважин до 3,0 м³/мин и концентрацией метана до 95 %.

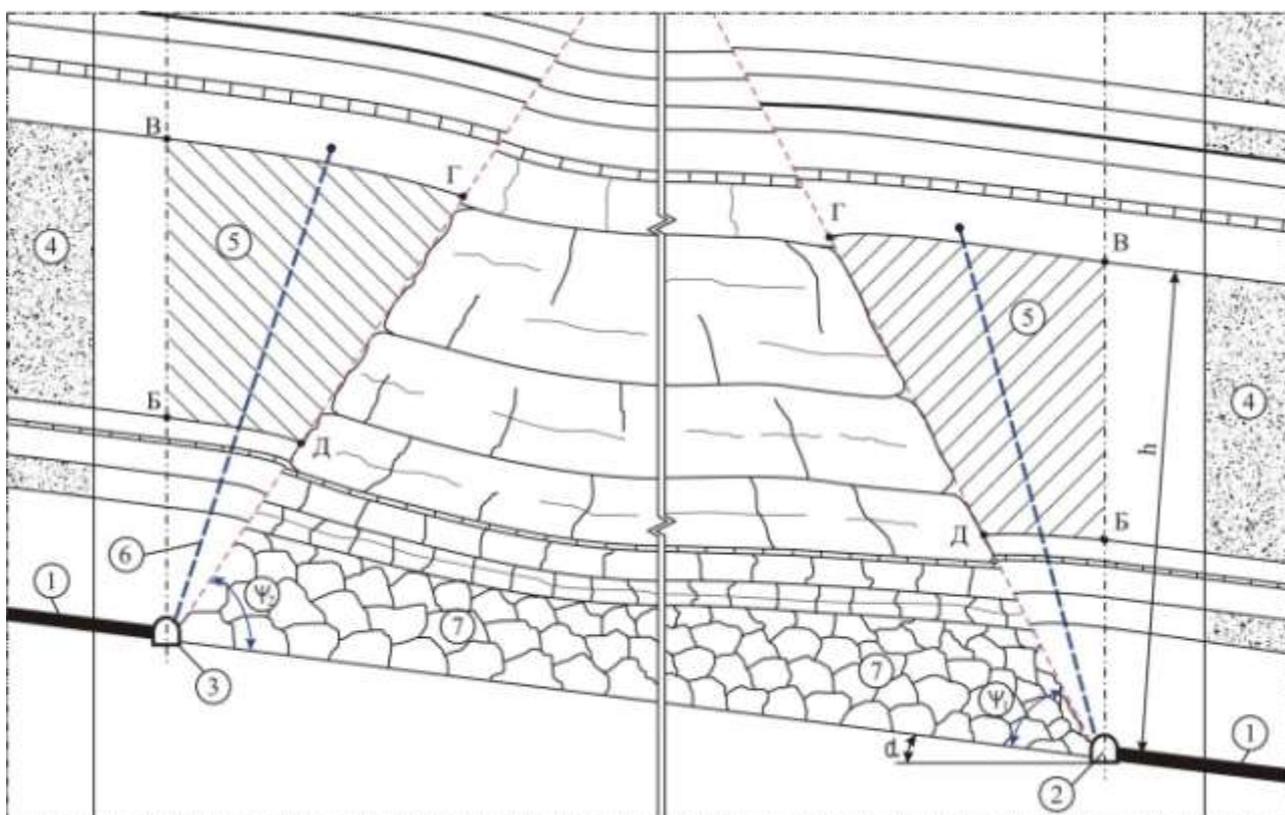
На базе этих исследований нами в 2010 году был разработан отраслевой стандарт, устанавливающий правила применения способа опережающей дегазации [6]. Стандарт введен в действие приказом Минуглепрома Украины с 1 октября 2010 года и является дополнением к действующему руководству по дегазации угольных шахт. Сейчас уже начато внедрение способа на шахте им. А.Ф. Засядько, и даны рекомендации по применению способа в условиях четырех шахт предприятия «Макеевуголь» [7].

Положительные результаты полного цикла исследований по опережающей дегазации позволяют нам начать работы по адаптации способа для добычи метана на шахтах, проводя работы по предварительной дегазации плотных песчаников.

В первую очередь определяются перспективные для дегазации шахты [7], выбираются геологические объекты дегазации, даются их характеристики и

принимается решение о проведении предварительной дегазации. После этого разрабатывается программа, определяющая очередность отработки шахтного поля таким образом, чтобы для каждого блока или панели была возможность не менее трех лет вести работы по дегазации без добычи угля.

Для этого в центральной части блока или панели подготавливается выемочный участок и отрабатывается одиночная разгрузочная лава с сохранением пластовых штреков. После посадки основной кровли и формирования ЗНП на флангах участка в поддерживаемых штреках и других выработках прокладываются дегазационные трубопроводы и подключаются к вакуум-насосам. Одновременно как из вентиляционного, так и из откаточного штреков бурятся скважины в ЗНП с параметрами, определенными в соответствии с [6], и выполняется добыча метана и предварительная дегазация песчаников кровли будущих выемочных участков, которые будут размещены ниже и выше отработанной одиночной лавы в направлении падения пород. На рис. 1 показан вертикальный разрез пород на участке разгрузочной лавы, где разрез ЗНП (5) обозначен заштрихованным сечением БВГД.



1 – рабочий угольный пласт; 2 – конвейерный штрек; 3 – вентиляционный штрек; 4 – геологический объект дегазации (добычи метана); 5 – зона наибольшего прогиба пород; 6 – дегазационная (добычная) скважина; 7 – подработанные породы кровли

Рис. 1 – Разрез пород в кровле разгрузочной лавы

В отличие от способа опережающей дегазации, в котором предусмотрена последовательная отработка выемочных участков и длина лавы не регламентируется, в предлагаемой технологии для обеспечения достаточной разгрузки пород кровли и формирования ЗНП в соответствии с требованиями [6], длина лавы ℓ должна удовлетворять условию:

$$\ell \geq h \operatorname{ctg} \psi_1 + h \operatorname{ctg} \psi_2, \text{ м,}$$

где h – расстояние от кровли разрабатываемого пласта до кровли геологического объекта дегазации; ψ_1, ψ_2 – углы полных сдвижений пород соответственно у нижней и верхней границы лавы по падению [8].

На первом этапе экспериментальных работ по добыче метана из плотных песчаников порядок определения параметров бурения скважин, методика выбора геологического объекта дегазации и расчеты дебитов скважин выполняются в соответствии с требованиями стандарта [6]. Например, в горногеологических условиях участка 18 западной лавы по пласту m_3 на шахте им. А.Ф. Засядько в кровле залегают два газоносных песчаника $m_4^0 Sm_4^1$ и $m_4^1 Sm_4^3$ мощностью 8,0 м и 26,0 м соответственно, которые удовлетворяют требованиям [6] к геологическим объектам дегазации.

Расчетный дебит метана в скважину составляет: из песчаника $m_4^0 Sm_4^1$ $Q_1 = 0,45 \text{ м}^3/\text{мин}$, а из песчаника $m_4^1 Sm_4^3$ $Q_2 = 1,01 \text{ м}^3/\text{мин}$. Суммарный дебит метана из скважины составляет $Q_c = 1,46 \text{ м}^3/\text{мин}$. Если в таких условиях отработать одиночную разгрузочную лаву с протяженностью выемочного столба 1000 м, и оборудовать участок для добычи метана, пробурив 12 скважин в вентиляционном и 12 скважин в откаточном штреке, то расчетный начальный дебит на участке составит $35 \text{ м}^3/\text{мин}$ или более 50 тыс. м^3 метана в сутки, что соизмеримо с дебитами скважин по добыче природного метана. Причем, качество газа можно поддерживать по содержанию метана в пределах 90–95 % путем регулирования уровня разрежения в каждой скважине, что продлит срок эффективной эксплуатации участка по добыче метана. Такие показатели дебита и качества газа позволят запитать топливом газогенераторную электростанцию мощностью 7,0 МВт.

Недостатки предлагаемой технологии очевидны: большие затраты средств на подготовку участка шахтного поля с отсрочкой окупаемости на период работ по добыче метана. Эти затраты окупятся после окончания дегазации и отработки выемочных участков, расположенных выше и ниже разгрузочной лавы. Вообще подготовительные работы должны на много, по сравнению с нынешними показателями, опережать очистные. Подготовка нового участка шахтного поля должна начинаться сразу же после введения в эксплуатацию участка по добыче метана на предыдущем блоке или панели. Затраты на оборудование системы дегазации в разгрузочной лаве компенсируются

отсутствием затрат на опережающую дегазацию на участках, которые будут работать после дегазации.

Достоинства. Во-первых, решается важная проблема – извлечение метана плотных песчаников. Добытый газ с высоким содержанием метана может быть использован как энергоноситель для нужд шахты или продаваться газопотребляющим предприятиям. Во-вторых, предварительная дегазация песчаников приводит к снижению общей газоносности углепородного массива и, как следствие, приведет к уменьшению поступления метана в горные выработки, что позволит увеличить темпы добычи угля без снижения уровня безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горная энциклопедия: в 5 т. / «Советская энциклопедия». – М., – 1991. – Т. 5. – С. 310.
2. Пат. К 75821 Україна, Е 21 F 7/00. Спосіб випереджаючої дегазації порід покрівлі високонавантажених лав / А.Ф. Булат, Ю.Л. Звягільський, І.О. Єфремов [та ін.]; заявники і патентоволодарі: Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Орендне підприємство «Шахта ім. О.Ф. Засядька». – № 20041108929; заявл. 01.11.04; надрук. 15.05.05, Бюл. № 5.
3. Клец, А. П. Потоки метана при опережающей дегазации / А.П. Клец, И.А. Ефремов // Материалы XVIII Международной научной школы им. академика С.А. Христиановича / – Крым, Алушта, 2008. – С. 135-139.
4. Клец, А.П. Экспериментальные исследования способа опережающей дегазации высоконагруженных лав / А. П. Клец, И. А. Ефремов, Б. В. Бокий // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2008. – Вып. № 80. – С. 72-77.
5. Ефремов, И.А. Опережающая дегазация песчаников на шахте имени А.Ф.Засядько / И.А.Ефремов // Матеріали Міжнародної конференції «Форум гірників – 2010» Д.: Національний гірничий університет, 2010.– С. 167-171.
6. Випереджаюча дегазація порід покрівлі високопродуктивних лав. Правила застосування: СОУ 10.1.001174088.023:2010 / О.І. Касімов, В.М. Кочерга, А.М. Брюханов [та ін.]. – Затверджено наказом Мінвуглепрому № 325 від 31 серпня 2010 року. – Макіївка : МакНДІ, 2010. – 21 с.
7. Клец, А.П. Опережающая дегазация пород кровли добычных участков / А. П. Клец // Геолог Украины. – 2009. – № 3. – С. 136-138.
8. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных выработок на угольных месторождениях / МУП СССР.– М., Недра, 1981. – 288 с.

УДК 550.81:553.94(477.62) 551.24.03

Докт. г.-м. н. В.А. Корчемагин,
канд. г.н. И.О. Павлов,
ассистент А.В. Никитенко

ГЛУБИННЫЕ СТРУКТУРЫ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ДОНБАССА И ИХ РОЛЬ В РАЗМЕЩЕНИИ СКОПЛЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

Скупчення газу у вугленосних відкладах південної частини Донбасу пов'язані переважно із структурними та структурно-тектонічними пастками. Утворення, просторове положення та тип цих пасток контролюються структурами кристалічного фундаменту.

ABYSSAL STRUCTURES OF THE SOUTHERN PART OF DONBAS AND THEIR SIGNIFICANCE IN ARRANGEMENT OF HYDROCARBON ACCUMULATION ANNOTATION

Gas accumulations in carboniferous deposits of the southern part of Donbas are mainly associated with structural and structural-tectonic traps. Genesis, spatial position and type of the traps are controlled by crystalline basement.