

Академик А.Ф. Булат,
канд. техн. наук А.П. Клец
(ИГТМ НАН Украины),
А.В. Васильев
(ГП «Макеевуголь»),
С.В. Макаренко
(ООО «НПО «Энергометан»)

ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕТАНА ТЕХНОГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ОТРАБОТАННЫХ ПОЛЕЙ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Надане обґрунтування способу добування метану техногенних колекторів та приведені результати щодо його реалізації на відроблених полях шахти імені В.М. Бажанова.

EXTRACTION OF THE METHANE THE TECHNOGENIC COLLECTORS OF THE FULFILLED FIELDS OF THE COAL MINES

The substantiation of a way of getting of methane technogenic collectors is given. The results concerning methane realisation on the fulfilled fields of V.M. Bazhanovs mine are resulted.

Вовлечение метана угольных месторождений в энергетический баланс Украины является важной народно-хозяйственной задачей, решение которой обеспечит комплексность освоения углеметановых месторождений и снизит экологическую нагрузку на окружающую среду.

Разработка способов добычи метана угольных месторождений Донбасса развивается в трех направлениях: добыча свободного метана на площадях еще не занятых угледобычными работами при благоприятных геологических условиях; сопутствующая добыча шахтного метана; добыча метана из техногенных коллекторов отработанных полей действующих и закрытых шахт. В мероприятиях по дегазации угольных шахт эти направления квалифицируются как предварительная, текущая дегазация и дегазация выработанного пространства [1].

Каждое направление имеет свои особенности и связано с определенными проблемами, требует детальной проработки и постоянного совершенствования.

В данной работе рассмотрены некоторые аспекты добычи метана из техногенных коллекторов и приведены результаты ее реализации на шахте.

В процессе ведения очистных работ при выемке рабочих угольных пластов в боковых породах в результате их расслоения и трещинообразования происходит нарушение равновесного газодинамического состояния. Часть метана подработанных угольных пластов переходит из сорбированного в свободное состояние и вместе со свободным метаном из песчаников перетекает в зоны с меньшим газовым давлением, попадает в рабочее пространство лав и других выработок, в выработанное пространство и в скважины дегазационных систем. Другая часть газа перетекает в образовавшиеся в углепородном массиве трещины, полости расслоения и поровое пространство пород с меньшим газовым давлением, формируя техногенные скопления метана. Техногенные

скопления метана, сформировавшиеся в результате взаимодействия природных и техногенных факторов, с одной стороны, опасны по внезапным прорывам газа в горные выработки, а с другой, – представляют собой залежи ценного энергоносителя.

Извлечение метана из техногенных коллекторов может осуществляться как скважинами, пробуренными из подземных выработок, так и скважинами, пробуренными с поверхности. При своих различиях достоинств и недостатков в обоих вариантах присущ общий порядок оценки перспективности техногенного коллектора. И в том и в другом случае сначала определяются размеры площади коллектора, величина интервала разгруженных пород, изолированность от выработок, имеющих газодинамическую связь с шахтной атмосферой, степень газонасыщения и способность к газоотдаче. Анализируется геологическая и технологическая информация, характеризующая отработанное поле в горном отводе действующей или закрытой шахты, которое выбрано для добычи метан. Определяются общие данные: количество отработанных угольных пластов, выше которых залегают газоносные породы; размеры выемочных участков и способы управления кровлей на них. Для каждого отработанного угольного пласта определяют его вынимаемую мощность – m_b и марку угля. В соответствии с нормативным документом [2] для этих углей определяется коэффициент k_l , учитывающий влияние степени метаморфизма угля на размеры свода разгрузки подработанных пород. По анализу стратиграфических колонок пород кровли отработанных угольных пластов определяются наличие газоносных пород, их природная газоносность x_n и механические свойства, в частности, величины критических деформаций растяжения $\varepsilon_{кр.р}$ и их среднее значение.

Далее, в соответствии с разработанным ИГТМ НАН Украины отраслевым стандартом [3], определяются интервалы разгрузки пород $h_{р.п}$ выше каждого отработанного пласта:

$$h_{р.п} \leq 250 \cdot k_l \cdot m_b / \varepsilon_{кр.р} \cdot 10^3, \quad (1)$$

где $h_{р.п}$ и m_b – в метрах, а k_l и $\varepsilon_{кр.р}$ – безразмерные величины.

В границах этих интервалов определяются газоносные породы, их мощность m_n и расстояние по нормали от кровли отработанного угольного пласта до середины мощности этой породы M_n . По этим данным для каждой породы в интервале разгрузки рассчитывается плотность остаточных запасов метана $P_{3.3}$ по формуле:

$$P_{3.3} = M_n \cdot m_n \cdot x_n / h_{р.п}, \quad (2)$$

где M_n , m_n – в метрах, x_n – в $\text{м}^3/\text{м}^3$, а $P_{3.3}$ – в $\text{м}^3/\text{м}^2$ (метр кубический газа на метр квадратный площади породы).

По результатам расчетов определяются геологические объекты – газоносные породы с наибольшей плотностью остаточных запасов метана, которые являются перспективными для извлечения техногенного метана и принимается решение по его добыче.

Работы по извлечению метана техногенных коллекторов подземными скважинами начаты на временно не работающей шахте имени В.М. Бажанова ГП «Макеевуголь» на участке 8-й восточной лавы уклонного поля по пласту m_3 .

На первом этапе выполнены работы по оценке газонасыщенности техногенного коллектора выше отработанного пласта m_3 . Величина интервала разгруженных пород в кровле пласта m_3 , рассчитанная по формуле (1), составляет $h_{p.n} = 162$ м. В этом интервале залегают 3 газоносных песчаника (геологический разрез пород кровли взят по скважине Щ817). По формуле (2) для каждого песчаника рассчитаны величины плотности остаточных запасов метана в них. Показатели этих величин и характеристики песчаников приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Плотность остаточных запасов метана в подработанных песчаниках кровли отработанного пласта m_3 на участке 8-й восточной лавы уклонного поля

Индекс песчаника	Глубина залегания, м	Расстояние от кровли пласта m_3 , M_p , м	Мощность песчаника m_p , м	Природная газонасыщенность x_p , m^3/m^3	Плотность остаточных запасов метана $P_{3.3}$, m^3/m^2
$m_4^0Sm_4^1$	1213	54	18,8	2,7	16,9
m_4^1SAI	1168	100	26,5	2,0	31,8
$AlSm_5^4$	1125	143	12,2	0,8	8,6
Всего					57,3

Как видно из таблицы, наибольшей величиной плотности остаточных запасов метана обладает песчаник m_4^1SAI – $31,8 m^3/m^2$ или 55 % запасов, содержащегося в интервале разгруженных пород. Вместе с песчаником $m_4^0Sm_4^1$ эти запасы составляют 85 % при их плотности, равной $48,7 m^3/m^2$ и средней газонасыщенности, равной $1,1 m^3/m^3$.

Таким образом, в горногеологических и технологических условиях отработанного участка 8-й восточной лавы уклонного поля, техногенным коллектором, перспективным для добычи метана, являются песчаники $m_4^0Sm_4^1$ и m_4^1SAI .

Расстояние по нормали от кровли пласта m_3 до кровли песчаника m_4^1SAI составляет 113,3 м, и чтобы его переburить скважиной с углом подъема 60° , ее длина должна быть не менее 130 м, что неприемлемо по фактору бурения на этой шахте. Поэтому, с учетом характеристик бурового оборудования на шахте, ИГТМ НАН Украины разработаны рекомендации по извлечению метана

техногенных коллекторов только из песчаника $m_4^0Sm_4^1$ скважинами длиной не более 80 м.

В рекомендациях разработаны параметры бурения скважин из вентиляционного штрека 8-й восточной лавы в техногенный коллектор метана – подработанный песчаник $m_4^0Sm_4^1$, которые приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Параметры бурения скважин на участке 8-й восточной лавы

Наименование	Параметры	Примечания
Угол разворота от оси вент. штрека в сторону 8-й восточной лавы, град.	90	
Азимут направления скважин, град.	45	
Угол подъема к горизонту, град.	60	
Диаметр скважин, мм	93	
Длина скважины, м	74	Перебурить песчаник $m_4^0Sm_4^1$

На участке 8-й восточной лавы по разработанным параметрам были пробурены 14 скважин. После подключения скважин к дегазационному трубопроводу специалистами участка ПР и ТБ не реже одного раза в неделю замерялись газодинамические показатели работы скважин: дебит метана и его содержание в каптируемом газе.

Показатели работы скважин приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Показатели работы скважин на участке отработанной 8-й восточной лавы уклонного поля

№ скв.	Привязка	Продолжит. работы, суток	Средний дебит метана, м ³ /мин	Концентрация метана, %	Кол-во извлеченного метана, тыс. м ³	Состояние скважины на 9.04.2012 г.
Участок 8 восточной лавы уклонного поля						
296 К	ПК 26+2,5	24	0,175	30–50	6,1	Закрыта
297 К	ПК 24+17	151	0,492	45–100	107,1	Работает
300 К	ПК 20+1	54	0,275	30–100	21,4	Закрыта
301 К	ПК 17+1	38	0,654	30–100	35,8	Закрыта
302 К	ПК 16+5	103	0,463	40–100	68,6	Работает
303 К	ПК 14+6	18	0,294	30–60	7,6	Закрыта
304 К	ПК 12	86	0,397	35–100	49,2	Работает
305 К	ПК 45	76	0,330	25–100	36,2	Работает
306 К	ПК 47+17	69	0,243	30–100	24,2	Работает
307 К	ПК 50+14	62	0,308	35–100	27,5	Работает
307 П	ПК 50+15	55	0,359	45–100	28,5	Работает
308 К	ПК 53	47	0,406	50–100	27,5	Работает
309 К	ПК 54+2	34	0,591	90–100	28,9	Работает
309 П	ПК 54+3	28	0,750	90–100	30,3	Работает
Итого					498,8	

Таким образом, за 5 месяцев работы скважин по состоянию на 09.09.2012 года из техногенного коллектора извлечено около 0,5 млн м³ «чистого» метана. Дебит скважин был от 0,14 до 1,38 м³/мин, а содержание метана в каптируемом газе было в пределах 25–100 %. Такие показатели позволили обеспечить работу котельной для обогрева воздухоподающего ствола в течение зимнего периода, когда на шахте работы по добыче угля не велись. На следующем этапе работы планируется поиск техногенных коллекторов метана как на площадях отработанных полей, так и в толще подработанных пород – в интервале разгрузки.

Выводы. Во-первых, промышленные эксперименты свидетельствуют о наличии метана в техногенных коллекторах, сформировавшихся в результате взаимодействия природных и техногенных факторов после отработки шахтных полей. Во-вторых, показана возможность извлечения метана техногенных коллекторов отработанных полей угольных шахт подземными скважинами с показателями, позволяющими его использование в хозяйственных целях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дегазація вугільних шахт. Вимоги до способів та схеми дегазації: СОУ 10.1.00174088.001:2004 / О.І. Касімов, В.М. Кочерга, В.О. Маркін [та ін.]. – Чинний від 2005-01-01. – К: Мінпаливенерго України, 2005. – 169 с.
2. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – К.: Основа, 1994. – 312 с.
3. Техногенні скупчення метану у порушеному вуглепородному масиві. Методика прогнозування зон підвищеної газонасиченості та визначення їх параметрів. Стандарт Мінвуглепрому України: СОУ 10.1.05411357.007:2007/ А.Ф. Булат, Д.П. Гуня, А.П. Клець [та ін.]. – Видання офіційне. – Введ. 24.10.07, № 469. – К., 2007. – 14 с.

УДК 622.8(088.8)

канд.техн.наук П.Е. Филимонов,
докт.техн.наук Б.В. Бокий,
канд. техн. наук В.В. Чередникова
(ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько»);
докт.техн.наук К.К. Софийский,
канд.техн.наук Д.П. Силин,
инженер Р.А. Агаев,
(ИГТМ НАН Украины);
канд.техн.наук И.С. Швец,
(ИИПТ НАН Украины)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕГАЗАЦИОННЫХ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ ПНЕВМОГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЙ

Розглянуто проблеми й перспективи виділення метану через поверхневі дегазаційні свердловини. Викладено результати експериментальних робіт на ПАО «Шахта ім. О.Ф. Засядька» при застосуванні пневмогідродинамічної, пневмодинамічної, електророзрядної дії на гірській масив. Визначено умови розколювання присвердловинної зони і тривалого стійкого газовиділення через поверхневі дегазаційні свердловини з вуглепородного масиву.