

фekt от повторного использования выемочных штреков 9,3 млн. грн.

Реализация высокоэффективных решений по проведению и креплению выработок и использования высокопроизводительной добычной техники обеспечили существенный рост технико-экономических показателей шахты. Темпы проходки выработок выросли с 56,6 до 109 пог. м/мес., максимальные – составили 230-360 м/мес. Объемы проведения выработок достигли 22 км в год. В совокупности это обеспечило среднемесячное подвигание очистной линии забоев до 100 м, при максимальном – 207 м/мес. Объемы добычи шахты достигли 4,617 млн. т в год, а среднесуточная добыча превысила 13000 т, рекордная – составила 20000 т/сут. Производительность труда рабочего по добыче около 80 т, а горнорабочего очистного забоя – более 600 т.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов В.В. Геомеханика управления состояния массива вблизи горных выработок. – Киев: Наук. Думка, 1989. – 192 с.
2. Байсаров Л.В., Демченко А.И., Ильяшов М.А. и др. Охрана штреков литыми полосами при разработке пологих пластов средней мощности // Уголь Украины. – 2001. - № 9. – с. 3-6.

УДК 622.831

В.В. Зберовский, А.В. Зберовский

К ВОПРОСУ ДОБЫЧИ УГОЛЬНОГО МЕТАНА НА ШАХТАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА ДОНБАССА

Приведено характеристику свердловинної геотехнології добування вугільного метану через свердловини, які пробурені з підземних гірських виробок, і попередній розрахунок економічної ефективності її застосування на шахтах Центрального району Донбасу.

TO A QUESTION OF A MINING OF COAL METHANE ON MINES OF CENTRAL REGION OF DONBASS

There's given the performance of downhole geotechnologies of coal methane withdrawal through wells drilled from underground mine workings, and preliminary calculation of an economic efficiency of applying on mines of Central region of Donbass.

Сложная экономическая обстановка поставила шахты Центрального района Донбасса (ЦРД) в разряд крайне убыточных предприятий отрасли. Отсутствие средств на шахтах не позволяет поддерживать эффективную разработку месторождения. Вместе с тем предприятия топливно-энергетического и металлургического комплексов в районе требуют увеличения добычи угля. Учитывая высокую степень выбросоопасности угольных пластов и газонасыщенность углепородного массива, эффективное извлечение метана может стать одним из путей повышения рентабельности шахт и снижения затрат на добычу угля. При этом извлеченный метан необходимо рассматривать как дополнительный энергоноситель для бытовых нужд и сырье для предприятий химической промышленности, расположенных в регионе.

Однако, в связи с отсутствием в мировой практике аналогичных горно-

геологических и горнотехнических условий по применению дегазации углеводородного массива, в данной области исследований сложилось мнение о нецелесообразности проведения широкомасштабных работ по добыче угольного метана на шахтах ЦРД. В то же время 10 шахт района было оборудовано наземными и временными подземными вакуум-насосными станциями. На протяжении длительного времени эффективность дегазации достигала 50% (шахта “Комсомолец” ПО “Артемуголь”). Но, не смотря на достигнутые результаты, считается, что предварительная дегазация угольных пластов в районе не эффективна в силу горнотехнических условий, а дегазация скважинами, пробуренными с полевых выработок не получила должного развития по следующим причинам [1]:

- из-за низкой природной газопроницаемости угольных пластов;
- в связи со сложностями при бурении длинных пластовых дегазационных скважин и малой изученности процессов разгрузки подрабатываемых и надрабатываемых пластов;
- из-за несовершенства применяемых схем дегазации и несоответствия параметров дегазационных скважин горно-геологическим условиям разработки;
- в связи с ведением горных работ одновременно на двух и более горизонтах с защитной отработкой выбросоопасных пластов.

Применение в качестве передовой дегазации “Способа дегазации и снижения выбросоопасности в нижней части полос, обрабатываемых щитовыми агрегатами, гидродинамическим воздействием через скважины” [2] показало, что отмеченные причины не являются основополагающими. В процессе ведения работ удалось достигнуть в нижней, наиболее опасной, части этажа коэффициента эффективности дегазации очистного забоя в пределах 0,68–0,88 ед. Были отработаны элементы технологии активной дегазации и режимы гидровоздействия. По предварительным расчетам при применении способа активной дегазации [3] без применения вакуумирования с 1 п.м. скважины, пробуренной по угольному пласту в течение 1 месяца можно извлекать не менее 10 тыс. м³ метана. Это соизмеримо с объемами извлечения метана в других бассейнах.

Анализ результатов исследований, позволяет отметить, что имеются предпосылки для развития новой скважинной геотехнологии извлечения угольного метана через скважины, пробуренные из подземных горных выработок.

В основу этой технологии положен механизм провоцирования и поддержания эффекта генерации метана угольным веществом [4].

Характеристика скважинной геотехнологии извлечения угольного метана

Область применения:

- | | |
|--|-----------------|
| – метаноносность угольного пласта, м ³ /т | $\chi \geq 10;$ |
| – мощность угольного пласта, м | $m \geq 0,5;$ |
| – коэффициент крепости угля, | $f \leq 2,0;$ |
| – система подготовки | полевая; |

- глубина разработки, м без ограничений;
- боковые породы без ограничений.

Параметры дегазационных скважин:

- диаметр скважины, мм $80 \leq d \leq 150$;
- длина скважины до пласта, м $3 \leq l \leq 60$;
- глубина герметизации скважины, м $l_r \geq 3,0$;
- угол бурения в вертик. плоскости, град. $\alpha \geq 10$;
- радиус коллекторной зоны скважины, м $r \geq 10$;

Технологические параметры:

- расчетная степень дегазации $k_p \geq 0,48$;
- время гидровоздействия, час. $6 \leq t_b \leq 18$;
- коэффициент интенсификации газовыделения $k_i \geq 5$;
- коэффициент извлечения угля $0,01 \leq K_{и} \leq 0,07$;
- период активной дегазации, сут. $10 \leq t_d \leq 30$;
- период извлечения метана не менее 3 мес.;
- коэффициент эффективности дегазации $0,6 \leq K_{дег} \leq 0,9$;
- дебит скважины, м³/м сут:
- при передовой дегазации $V_1 \geq 300$;
- при предварительной дегазации $V_2 \geq 200$;

Расчетные параметры:

- объем выделившегося газа и производительность скважины;
- радиус зоны эффективного влияния скважины;
- коэффициент эффективности дегазации очистного забоя.

Сущность предлагаемой технологии извлечения метана заключается в применении активной дегазации углепородного массива и повышении эффективности комплексного освоения углегазовых месторождений в условиях больших глубин. Принципиальная схема расположения скважин при разработке свиты крутых выбросоопасных пластов приведена на рис.1.

В основу скважинной геотехнологии извлечения угольного метана положены следующие принципы дегазации углепородного массива.

1. Освоение углегазовых месторождений на больших глубинах требует применения режимов активной дегазации, которые учитывают видоизмененную систему “уголь-газ” и техногенные преобразования, происходящие в подработанном и надработанном массиве горных пород от вынимаемого пласта до земной поверхности.

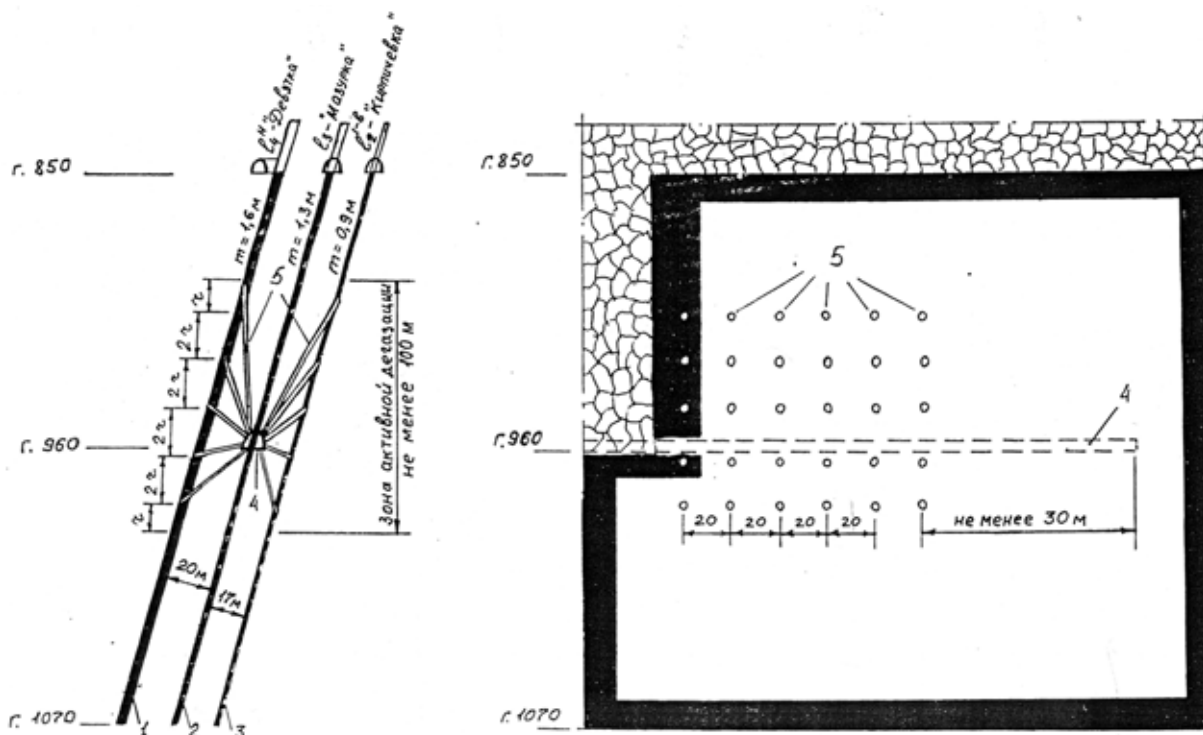
2. Основой активной дегазации является эффект генерации метана в углегазовом массиве при его газодинамическом саморазрушении, который провоцируется в угольном веществе на границе раздела сред “твердое - газообразное”.

3. Эффект генерации метана угольным веществом достигается:

- иницированием, обратным импульсом на отрыв, цепной реакции самоподдерживающегося газодинамического разрушения с лавинообразным трещинообразованием в глубину массива;

- ступенчатым скачкообразным подъемом давления подачи рабочей жидкости в импульсном режиме с целью поддержания процесса саморазрушения до прекращения развития лавинообразного трещинообразования и извлечения расчетного количества угля;

- ступенчатым снижением давления газа с пластового до атмосферного, обеспечивающим разделение нарушенного углегазового массива на уголь и газ и создание открытых газовых каналов в прискважинной коллекторной зоне.



1-3 – выбросоопасные угольные пласты; 4 – опережающая выработка; 5 – дегазационные скважины

Рис. 1 – Схема расположения скважин при активной дегазации свиты крутых выбросоопасных угольных пластов

4. Эффективность активной дегазации обеспечивается:

- достижением степени дегазации массива $k \geq k_p$ на удалении от скважины не менее 4,5 м через 6-18 часов гидровоздействия, продолжительность которого определяется по извлечению угля в пределах 1-7 % объема расчетной зоны, необходимого для формирования прискважинного коллектора и прекращением развития непрерывной акустической эмиссии при ступенчатом увеличении давления подачи жидкости;

- приращением коллекторной зоны за счет техногенного трещинообразования при перераспределении напряжений в массиве горных пород.

5. Элементы и параметры технологии извлечения метана из углепородного массива и схем применения активной дегазации должны учитывать особенности сдвижения геологической толщи при разработке свиты пластов, как всего подработанного массива от вынимаемого пласта до земной поверхности, так и

отдельных погоризонтных блоков.

В предлагаемой технологии извлечения метана объединены в единое целое элементы технологии провоцирования газодинамического саморазрушения с его поддержанием средствами гидроимпульсного воздействия и элементы техногенного инициирования газовыделения за счет перераспределения напряжений и трещинообразования в угольном веществе за пределами прискважинной коллекторной зоны.

Основная идея и режим гидродинамического разрушения углегазового массива запатентованы в Украине (патенты №21773А и №50404А).

Применение механизмов и оборудования для гидроимпульсного и гидроциклического режимов воздействия на угольный массив, разработанных в ИГТМ НАН Украины, позволит более эффективно вести работы по формированию прискважинной коллекторной зоны и увеличить на 20-30% достигнутые ранее результаты по извлечению метана из выбросоопасных угольных пластов.

Предварительный расчет экономической эффективности от применения скважинной геотехнологии на шахтах ЦРД выполнен на основе типового расчета [5] и расчета фактического экономического эффекта от внедрения способа дегазации и предотвращения выбросов в нижней части полос, обрабатываемых щитовыми агрегатами [6].

Из условия, что 1 станция включает 5 скважин, пробуренных из смежной выработки на дегазируемый пласт (см. рис.1) длиной 20-60 м и расстояния между забоями скважин не менее 20 м, выполнен расчет затрат на подготовительные работы по расценкам, действующим на период проведения работ. Принято, что в течение месяца из массива можно извлечь не менее 20 тыс. м³ метана. Таким образом, объем газа по 1 станции составит не менее 100 тыс. м³ в месяц. Учитывая, что экспериментальными исследованиями уже установлена длительность устойчивого газовыделения через технологические скважины в течение 3-х месяцев, общий объем извлеченного газа по 1 станции составит не менее 300 тыс. м³.

Из расчета, что стоимость 1 тыс. м³ газа, приобретаемого Украиной на рынке, составляет 40 дол. США. Эквивалент стоимости извлеченного из массива газа ($C_{скв}$), находящегося у добычной скважины составит не менее 12000 дол. США. С учетом затрат на подготовительные работы

$$C_{ст} = C_{скв} - 3 = 12000 - 3600 = 8400 \text{ (дол. США)},$$

где $C_{ст}$ – эквивалент газа, извлеченного в течение 3-х месяцев из массива на 1 станции из 5 скважин и находящегося в шахте в месте его добычи; $3 = 3600$ – затраты на проведение работ по активной дегазации.

Таким образом, первоначальное значение денежного эквивалента извлеченного газа по одной станции составит $C_{ст} = 8400$ дол. США. Его значение для шахты можно рассчитать по выражению

$$C_{ш} = C_{ст} \times N \times n,$$

где N – количество добычных участков, шт.; n – количество действующих станций на участке, шт.

Из опыта работ известно, что на шахте в течение года одним участком по добыче угля обрабатывается 4 панели, на которых можно оборудовать по две станции. В соответствии с [6] ожидаемый экономический эффект от увеличения добычи угля по участку составит

$$\mathcal{E}_{оэс} = \mathcal{E}_1 \times П = 20000 \times 4 = 80000 \text{ (дол. США)},$$

где \mathcal{E}_1 – фактический экономический эффект на одной панели одного участка; $П$ – количество панелей, обрабатываемых участком в год.

Минимальное значение эквивалента извлеченного газа составит

$$Ц_y = Ц_{ст} \times П \times n = 8400 \times 4 \times 2 = 67200 \text{ (дол. США)}$$

Социальный эффект от повышения безопасности работ, снижения травматизма, предотвращения внезапных выбросов, взрывов метана и улучшения экологического состояния окружающей среды, за счет снижения парникового эффекта, в денежном эквиваленте сложно оценить предварительно. При этом следует учитывать, что применение способа дегазации и снижения выбросоопасности в нижней части полос, обрабатываемых щитовыми агрегатами, позволяет успешно решать проблему газодинамического фактора.

С целью снижения затрат и повышения эффективности технологии извлечения метана необходимо решить ряд вопросов, связанных с устойчивым и эффективным транспортированием метана от дегазационных скважин на поверхность и далее к потребителю. Решение этих задач невозможно без активного участия крупных производственных структур, связанных с добычей и потреблением углеводородного сырья в ЦРД, которыми являются 3 производственных объединения по добыче угля и комплекс химических предприятий.

Региональное расположение комбината “Стирол”, одного из крупнейших потребителей природного газа на Украине, между двумя производственными объединениями “Артемуголь” и “Орджоникидзеуголь” дает возможность рассматривать его не только как основного потребителя, а и как перспективное предприятие, способное вложить финансовые средства в развитие технологии добычи метана и формирование газовой сети в регионе.

Незначительное удаление ряда шахт от комбината позволяет создать замкнутое соединение источников поставки метана на предприятие. Шахты им. Румянцева, им. Ленина, им. Гаевого и им. К. Маркса на первом этапе работ можно подсоединить непосредственно к предприятию “Стирол”. Далее, в процессе развития работ, между этими шахтами следует создать замкнутую кольцевую систему, к которой будут присоединяться более удаленные шахты. С западной стороны ПО “Артемуголь” и ПО “Дзержинскуголь”, с восточной ПО “Орджоникидзеуголь” и г. Углегорска. Кроме этого с южной стороны возможно под-

соединение группы шахт Макеевко - Донецкого региона.

Таким образом, на основании анализа современных скважинных геотехнологий, предварительного расчета технико-экономического обоснования от их применения и учитывая, что поверхностный комплекс шахт уже имеет вакуум-насосные станции можно сделать вывод о целесообразности проведения работ по извлечению метана на шахтах Центрального района Донбасса. При этом кап. вложения на проведение работ будут необходимы только на доставку метана к потребителю и модернизацию вакуум-насосных станций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проблемы разработки тонких крутых пластов на больших глубинах / М.Ф. Малюга, В.Я. Рудой и др. - ЦНИЭИуголь, 1991.-52 с.
2. Руководство по применению способа дегазации и снижения выбросоопасности в нижней части полос, обрабатываемых щитовыми агрегатами, гидродинамическим воздействием через скважины. - К.: Госуглепром Украины, 1994.
3. Пояснительная записка к расчету параметров активной дегазации выбросоопасных угольных пластов Центрального района Донбасса. - Днепропетровск: ИГТМ НАН Украины.-1999.
4. Зберовский В.В. Новые принципы дегазации крутопадающих углегазовых месторождений // Уголь, 2002.- С. 51-55.
5. Типовой расчет экономического эффекта от внедрения способа вскрытия выбросоопасных угольных пластов квершлагами с применением гидродинамического воздействия на угольный массив через скважины. - М.: Госуглепром СССР, 1988.
6. Расчет фактического экономического эффекта от применения способа дегазации и предотвращения выбросов угля и газа методом гидродинамического воздействия через скважины в нижней части полос №20 и №21 пласта I₃ – «Мазурка» участка №81, отработанных щитовым агрегатом на шахте им. Ю.А. Гагарина. – Горловка-Днепропетровск: ПО «Артемуголь», 1989.

УДК 622.831.322:635

С.П. Минеев, А.А. Рубинский,
А.Г. Радченко, А.Г. Исютин

ОЦЕНКА СВЯЗИ МЕЖДУ СЛОЖНОСТЬЮ СТРУКТУРЫ ПЛАСТА И ФОРМИРУЕМОЙ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА

Показано зв'язок між складністю структури пласта та його викидонебезпечністю. Обґрунтовується потреба у використанні критерію оцінки газодинамічної активності вуглепородного масиву.

ESTIMATION OF COMMUNICATION BETWEEN COMPLEXITY OF LAYER STRUCTURE AND FORMED GAS-DYNAMICAL ACTIVITY OF COAL-ROCK MASSIVE

The communication between complexity of layer structure and its emission danger is shown. Prove expediency of criterion use of estimation gas-dynamical activity of coal-rock massive.

Донецко-Макеевский район характеризуется сложными горно-геологическими условиями залегания угленосной толщи, высокой газоносностью и степенью тектонической нарушенности угольных пластов. Принято считать, что газодинамические явления (ГДЯ) реализуются на угольных пластах,