

М.А. Ильяшов, А.В. Агафонов, И.А. Дедич

МЕТАНОДОБЫВАЕМОСТЬ ДЕГАЗАЦИОННЫХ СКВАЖИН, ПРОБУРЕННЫХ С ПОВЕРХНОСТИ В ПАО «ШАХТОУПРАВЛЕНИЕ «ПОКРОВСКОЕ»

Приведены данные о продолжительности работы и дебите дегазационных скважин, пробуренных с поверхности. Показано влияние на метанодобываемость суммарной мощности угольных пластов-спутников и свойств зон выработанного пространства, в которых расположена газопримемная часть скважины.

ВИДОБУТОК МЕТАНУ ДЕГАЗАЦІЙНИХ СВЕРДЛОВИН, ПРОБУРЕНИХ З ПОВЕРХНІ У ПАТ «ШАХТОУПРАВЛІННЯ «ПОКРОВСЬКЕ»

Наведені данні щодо тривалості роботи та дебіту дегазацийних свердловин, пробурених з поверхні. Відображений вплив на видобуток метану сумарної потужності вугільних пластів-супутників та властивостей зон виробленого простору в яких розташована газопримемальна частина свердловини

METHANE EXTRACTION FROM DRAINAGE BOREHOLES THAT DRILLED ON SURFACE IN PJSC "MINE MANAGEMENT POKROVSKOE"

Here are the details of the operating period and well rate of holes degassing mined out space of moving breakage faces drilled from the surface. Here also showed the influence of the total capacity of satellite coal-beds and of properties of mined out spaces in which the gas-collecting part of the hole is situated on methane mineability.

Актуализация научно-технических задач совершенствования способов текущей дегазации скважинами, пробуренными с поверхности, обусловлена интенсивным развитием очистного горно-шахтного оборудования и усложнением условий добычи угля, в которых существующие технологии нормализации газовой обстановки на выемочных участках, базирующиеся на использовании систем вентиляции и дегазации скважинами, пробуренными из выработок, достигли максимальной эффективности и не могут в полном объеме обеспечить наращивание нагрузок на очистные забои.

Необходимость применения мер по устранению опасных концентраций метана обусловлена исчерпанием возможностей вентиляционной сети. Объем подаваемого в выработки воздуха ограничивается в первую очередь аэродинамическим сопротивлением сети и допустимой скоростью движения воздушного потока. Увеличение площади поперечного сечения выработок с целью улучшения проветривания выемочных участков сопряжено с усложняющими факторами – снижением темпов и увеличением стоимости проведения выработок, а также необходимостью поддержания выработок в зоне влияния очистных работ. Данные факторы послужили импульсом к

разработке мер, направленных на снижение метановыделения в выработки. Впервые промышленная дегазация была применена в 1943 году в Германии, а в Донбассе в 1952 году [1]. Накопленный опыт применения различных способов дегазации, позволил определить основные параметры и сформулировать требования к способам и схемам дегазации [2]. Большинство способов основано на сооружении скважин из подземных выработок, которые подтвердили свою эффективность при незначительных затратах на реализацию. Однако, в большинстве случаев, присутствует существенный недостаток – необходимость совмещения работ по сооружению скважин и обслуживанию дегазационных трубопроводов с процессами добычи угля.

Расширение возможностей системы дегазации можно осуществить за счет применения способа извлечения метана из выработанных пространств движущихся очистных забоев скважинами, пробуренными с поверхности. Данный способ позволяет разделить во времени и пространстве сооружение скважин и очистные работы. Также достоинством способа является возможность получения источника метана с высокой концентрацией. При этом, существенными недостатками способа являются высокая стоимость сооружения скважин и относительно небольшая эффективность. Согласно [2] максимальный коэффициент эффективности дегазации выработанного пространства скважинами с поверхности составляет 0,6, при этом фактическая эффективность, достигнутая на угольных шахтах Донбасса, составляет в среднем 0,2.

В шахтоуправлении «Покровское» способ дегазации выработанных пространств скважинами, пробуренными с поверхности, эффективно применяется более 5 лет. Для оценки эффективности его применения в геологических условиях участка «Красноармейский – Западный» с 2005 по 2011 год сооружено 17 скважин. В результате наблюдений подтверждено снижение метановыделения в очистные и подготовительные выработки, позволяющее повы-

сить нагрузки на очистные забои по газовому фактору. В период с июня 2011 по май 2013 года, специально сформированным буровым подразделением компании «Донецксталь» [3] пробурено 58 дегазационных скважин. Суммарный объем извлеченного метана превысил 10 млн. м³. Газовоздушная смесь по сети трубопроводов направляется для утилизации на когенерационную станцию. Также организовано системное наблюдение за работой дегазационных скважин. Существенная вариативность показателей работы скважин (табл. 1) указывает на наличие неучтенных при проектировании факторов, которые имеют существенное влияние на метанодобываемость скважин.

В условиях шахтоуправления «Покровское» основными источниками поступления метана в выработки являются угольные пласты-спутники $d_4^1, d_4^2, d_4^3, d_4^4$, которые располагаются на расстоянии около 60 м от разрабатываемого пласта d_4 , мощностью до 2 м. На расстоянии около 140 метров располагаются пласты d_5, d_5^1 . Проектом [4] предусмотрено располагать газоприемную часть скважин так, чтобы угольные пласты $d_4^1, d_4^2, d_4^3, d_5, d_5^1$ находились в зоне перфорации. Таким образом, размер газоприемной колонны скважины составляет около 140 м. По проекту расстояние между скважинами составляет 300 м. Расстояние между скважинами № 11...№ 6 по 1 южной лаве блока № 10 и № 1...№ 3 по 2 южной лаве блока № 10 составляет 150 м. Расположение скважин на участках 1 и 2 южных лав блока № 10 шахтоуправления «Покровское» показано на рис. 1.

Факторы, влияющие на метанодобываемость, можно условно разделить на управляемые и неуправляемые. К неуправляемым факторам следует отнести: геологическое строение участка, на котором пробурена скважина; физико-механические и гидрогеологические свойства вмещающих пород; суммарную мощность

пластов спутников; газоносность подрабатываемых пластов и толщи пород. К управляемым факторам – технологические параметры добычи угля и расположение скважин относительно выработок, а также их конструкцию. Результаты исследований

влияния управляемых факторов и предложения по оптимизации схемы размещения и конструкции дегазационных скважин, пробуренных с поверхности приведены в [5].

ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ДЕГАЗАЦИОННЫХ СКВАЖИН, ПРОБУРЕННЫХ С ПОВЕРХНОСТИ

Таблица 1

| Номер скважины | Время работы, сут. | Средний/максимальный дебит, м ³ /мин. |
|------------------------|--------------------|--|
| 1 южная лава блока №10 | | |
| 11 | 23 | 0,4/0,56 |
| 5 | 488 | 2,17/6,3 |
| 12 | 148 | 1,2/6,9 |
| 6 | 102 | 1,5/7,5 |
| 19 | 111 | 3,4/13,2 |
| 20 | 61 | 3,0/9,6 |
| 40 | 105 | 2,4/9,7 |
| 2 южная лава блока №10 | | |
| 14 | 203 | 1,4/9,3 |
| 2 | 178 | 1,0/8,7 |
| 15 | 141 | 0,6/5,7 |
| 3 | 69 | 0,3/1,5 |
| 16 | 79 | 1,4/4,7 |
| 17 | 65 | 1,6/5,8 |
| 18 | 113 | 3,34/12,8 |
| 41 | 24 | 4,2/14,4 |

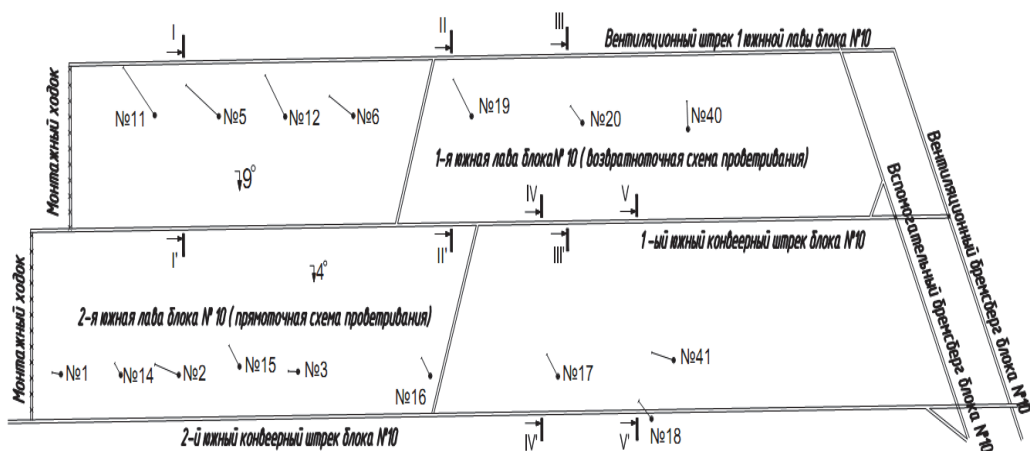


Рис.1. Схема расположения скважин на 1 и 2 южных лавах блока №10 шахтоуправления «Покровское»: I-I'...V-V' – линии сечущих плоскостей

| Номер скважины | Индекс пласта | Мощность по каротажу, м | Зольность, % | Выход летучих, % |
|-------------------------|---------------|-------------------------|--------------|------------------|
| 1 южная лава блока № 10 | | | | |
| 4067 | d_4^4 | 0,2 | – | – |
| | d_4^3 | 0,2 | – | – |
| | Суммарно | 0,4 | | |
| 2766 | d_4^4 | 0,3 | – | – |
| | d_4^3 | 0,3 | – | – |
| | d_4^2 | 0,3 | – | – |
| | d_4^1 | 0,55 | 6 | 30 |
| | Суммарно | 1,45 | | |
| 4039 | d_4^4 | 0,1 | – | – |
| | d_4^3 | 0,15 | – | – |
| | d_4^2 | 0,4 | – | – |
| | d_4^1 | 0,5 | 20 | 31,1 |
| | Суммарно | 1,15 | | |
| 2 южная лава блока № 10 | | | | |
| 4032 | d_4^4 | 0,15 | – | – |
| | d_4^3 | 0,15 | – | – |
| | d_4^1 | 0,35 | 51 | – |
| | Суммарно | 0,65 | | |
| 4042 | d_4^4 | 0,15 | – | – |
| 4040 | d_4^4 | 0,2 | – | – |
| | d_4^3 | 0,15 | – | – |
| | d_4^2 | 0,3 | 10,2 | 33,3 |
| | d_4^1 | 0,4 | 88,1 | 33,3 |
| | Суммарно | 1,05 | | |

В работе [6] для определения объема метана, который может каптироваться скважинами, принимают в расчет запасы газа в угольных пластах и породах, а также приведена зависимость извлечения метана от удельной площади, приходящейся на одну скважину. В свою очередь запасы газа определяются площадью разгруженных от горного давления угольных пластов и

суммарной мощностью угольных пачек. Данные положения частично подтверждаются для условий шахтоуправления «Покровское». Из табл. 2 видно, что мощность пластов-спутников на участке лавы существенно изменяется, и влияние этого фактора хорошо прослеживается на примере скважин 2 южной лавы блока № 10. Скважина № 3, в непосредственной близости от

которой пробурена геологоразведочная скважина 4042, имеет наименьший суммарный объем извлечения метана. На момент начала работы скважины № 3, дебит ближайшей от нее дегазационной скважины № 15 составлял около 0,2 м³/мин, поэтому взаимное их влияние можно исключить. Указанные положения справедливы и для скважин 1 южной лавы блока № 10, за исключением скважины № 5. Влияние удельной площади на метанодобываемость скважин не прослеживается. Следовательно, присутствуют более весомые факторы, которые существенно влияют на показатель дебита и продолжительность работы скважин.

Несмотря на схожую конструкцию, каждая из скважин имеет уникальную особенность – расположение газоприемной колонны в выработанном пространстве. Эта особенность вызвана отклонением при бурении ствола скважины от вертикальной оси. Одной из основных причин отклонения ствола скважин является пересечение

пород с различной прочностью. Практика сооружения скважин показывает, что ствол скважины стремится принять перпендикулярное положение к плоскости напластования пород. Величина отклонения зависит от ряда факторов: режима бурения; тапа привода; компоновки буровой колонны; типа долот и т.д.

На рис. 2 и 3 показано расположение газоприемной колонны скважин (штриховая утолщенная линия) относительно выработок выемочных участков (секущие плоскости, см. рис. 1). На разрезах показаны: проекции ствола скважин на секущую плоскость, расположение участковых выработок, обрабатываемый пласт и пласты-спутники в кровле. Также показаны условные границы зон: I – обрушения; II – полных сдвижений или шарнирно-блокового перемещения пород; III – наибольших изгибов с возможным образованием полостей и раскрытых трещин оконтуривающих зону II [7].

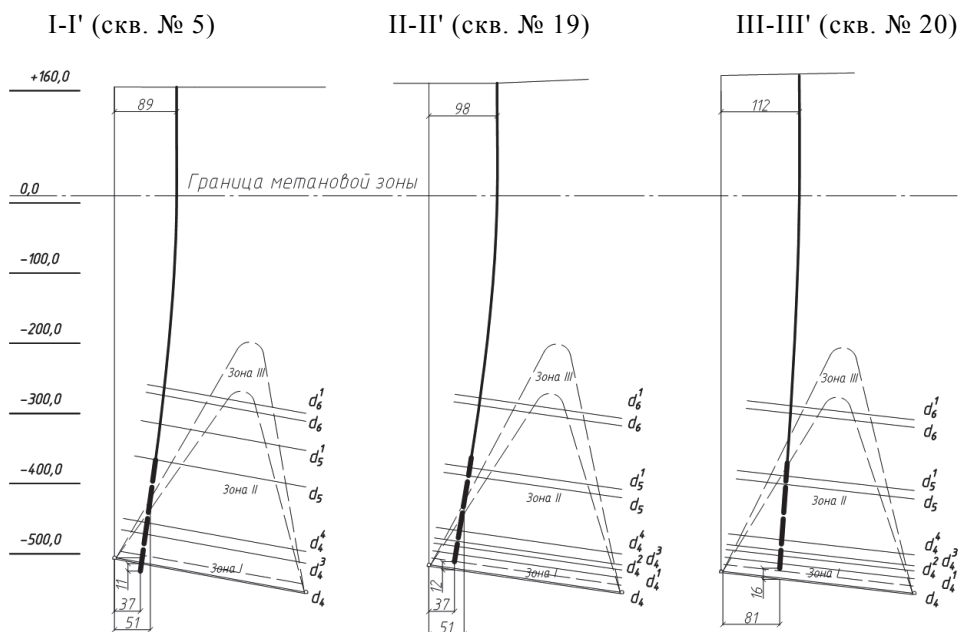


Рис. 2. Разрезы I-I', II-II', III-III' параллельные фронту очистного забоя 1 южной лавы блока № 10

По разрезам I-I' и II-II' (рис. 1) видно, что перфорированная часть скважин № 5 и 19 (имеющих наибольшие показатели дебита и продолжительности работы) расположена на расстоянии около 50 метров от вентиляционной выработки и пересекает пласты-спутники $d_4^1, d_4^2, d_4^3, d_4^4$. Также перфорированная часть скважины пересекает зону III. Пласты d_5, d_5^1 пересечены, но находятся вне зоны разгрузки. В следствие чего можно сделать вывод, что доминирующим источником метана поступающего в скважину являются пласты-спутники $d_4^1, d_4^2, d_4^3, d_4^4$. Эти пласты находятся на расстоянии около 60 м над пластом d_4 , что в полной мере соответствует рекомендациям СОУ [8]. Сравнительно высокие показатели дебита этих скважин можно объяснить различием свойств зон выработанного пространства, в которых расположена газопроницаемая часть скважин. В случае если зона III

имеет большую остаточную проницаемость после прохода лавы в сравнении с зонами I и II, то к скважинам № 5 и 19 газ может направляться с большей площади выработанного пространства. Также газоприток к скважине в зонах I и II может существенно снижаться при увеличении скорости продвижения очистных забоев за счет замедления процессов десорбции и фильтрации метана, обусловленные процессом разрушения углеродного массива укрупненными блоками с уменьшением размеров области фильтрации и проницаемости внутри нее [8, 9]. На разрезе III-III' (рис. 2) показано положение газопроницаемой колонны скважины № 20. Данный разрез является аналогом для скважины № 6. Суммарный объем каптированного метана и продолжительность работы таких скважин в 2 раза ниже, чем по скважинам № 5 и 19. Данная закономерность также прослеживается на примере скважин 2 южной лавы блока № 10 (рис. 3).

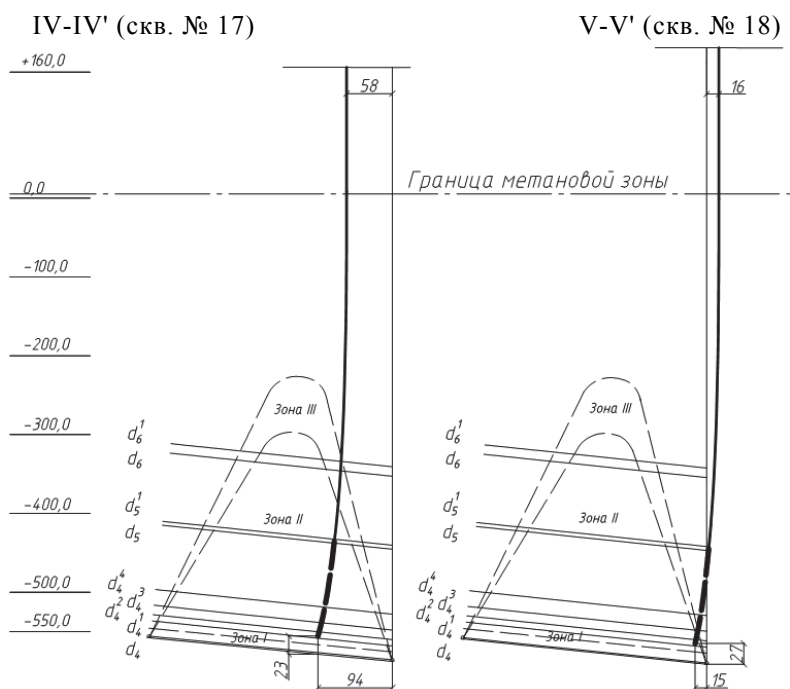


Рис. 3. Разрезы IV-IV', V-V' параллельные фронту очистного забоя 2 южной лавы блока № 10

Таким образом, установлено влияние геологического строения и свойств зон выработанного пространства очистного забоя, в которых расположена газоприемная колонна на метанодобываемость и как следствие на эффективность дегазационных скважин, пробуренных с поверхности.

Высокий потенциал способов дегазации, основанных на сооружении скважин с поверхности, обуславливает актуальность исследований и решения научно-технических задач, направленных на повышение метанодобываемости скважин.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большая советская энциклопедия: в 30 томах [Текст] / гл. ред. А.М. Прохоров. – 3-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1969-1978. – 30 т.

2. СОУ 10.1.00174088.001-2004. Дегазация угольных шахт. Требования к способам и схемы дегазации. – К., 2004. – 162 с.

3. Филатов, Ю.В. Заблаговременная дегазация метанугольных месторождений (внедрение бурового комплекса Ultra Single 150) [Текст] / Ю.В. Филатов // Уголь Украины. – 2011. – № 6. – С. 30-32.

4. Касимов, О.И. Проект извлечения метана скважинами пробуренными с поверхности на поле ОАО «Угольная компания «Шахта «Красноармейская – Западная №1» с целью использования его в качестве энергоносителя» [Текст] / О.И. Касимов, В.Н. Кочерга. – Макеевка: МакНИИ, 2010. – 93 с.

5. Кожушок, О.Д. Оптимизация схемы размещения и конструкции дегазационных скважин, пробуренных с поверхности [Текст] / О.Д. Кожушок, А.В. Агафонов, В.Н. Кочерга, И.А. Дедич // Уголь Украины. – 2013. – № 4. – С. 20-24.

6. Звягильский, Е.Л. Добыча метана из угольных месторождений Донбасса: обзор [Текст] / Е.Л. Звягильский, Б. В. Бокий, О. И. Касимов. – Донецк: Ноулидж, 2011. – 149 с.

7. Зборщик, М.П. Охрана выработок глубоких шахт в зонах разгрузки поверхности [Текст] / М.П. Зборщик, В.В. Назимко. – К.: Техника, 1991. – 248 с.

8. Ильяшов, М.А. Метанообильность очистных выработок при интенсифицированной разработке пологих угольных пластов [Текст]: межвед. сб. науч. тр. «Геотехническая механика» / М.А. Ильяшов, А.В. Агафонов, А.А. Бондарь, В.Н. Кочерга, С.И. Скипочка, В.В. Круковская. – Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2009. – Вып. 83. – С. 14-25.

9. Открытие № 411. Явление снижения удельного дебита метана в очистную выработку из углепородного массива при повышении интенсивности отработки пологих угольных пластов [Текст] / М.А. Ильяшов, С.И. Скипочка, А.В. Агафонов, В.Н. Кочерга, А.А. Бондарь, В.В. Круковская. – № А-515; Заявл.8.08.10; Приоритет 2007 и 2009.

ОБ АВТОРАХ

Ильяшов Михаил Александрович – д.т.н., профессор кафедры подземной разработки месторождений Национального горного университета, первый заместитель генерального директора ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод.

Агафонов Александр Васильевич – д.т.н., директор проектного и научно-исследовательского центра ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод.

Дедич Иван Александрович – инженер, специалист проектного и научно-исследовательского центра ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод.

