

УДК 622.817

Н.И. Волошина¹, И.Е. Кольчик¹, В.Д. Иващенко²

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

¹Институт физики горных процессов НАН Украины

²Донецкий национальный технический университет

Приведен краткий анализ существующих способов дегазации угольных пластов, выполняемых из выемочных выработок. Предложен способ дегазации угольных пластов, имеющих труднообрушаемую основную кровлю.

Ключевые слова: угольный пласт, метан, способ дегазации, дегазационная скважина, выемочная выработка, разгруженная зона

Как известно, Украина обладает огромными запасами угля, разведанные ресурсы которого составляют 46,5 млрд. т, а общие – 117,5 млрд. т. И при этом в каждой тонне угля содержится от 5 до 40 м³ метана. Не будучи в настоящее время должным образом востребованным как перспективный источник энергии, метан продолжает оставаться источником непрерывной опасности для шахтеров, а также одним из самых крупных загрязнителей окружающей среды. Формы, в которых метан проявляет свое присутствие в шахтах, разнообразны: внезапные выбросы угля и газа, воспламенения и взрывы метана, загазирование горных выработок.

Снижения метановыделения в горные выработки добываются путем применения способов дегазации отрабатываемого угольного пласта, вмещающих пласт пород и пластов-спутников, а также выработанного пространства. Одним из наиболее часто применяемых мероприятий по снижению количества газа в разрабатываемом угольном пласте является его предварительная дегазация, т.е. извлечение газа скважинами, пробуренными с поверхности до подхода фронта очистных работ либо еще до начала ведения подготовительных. Однако, поскольку последний вариант является весьма дорогостоящим при достигнутых глубинах разработки, ограничимся рассмотрением способов дегазации разрабатываемого пласта, предусматривающих бурение дегазационных скважин из выемочных выработок.

На рис. 1 представлены такие схемы дегазации. Один из наиболее распространенных способов дегазации (рис. 1,а) включает бурение восстающих и нисходящих параллельно-одиночных скважин из откаточного и вентиляционного штреков по угольному пласту, подключение скважин к газопроводу и ва-

куумной системе и отвод газа из угольного пласта [1]. Недостатком данного способа является большая степень разбросанности работ по обслуживанию скважин. Это происходит из-за необходимости дегазировать угольный пласт продолжительное (до 6 месяцев) время, т.к. в не разгруженном от горного давления состоянии значительно медленнее протекает процесс десорбции газа.

Отдельными модификациями рассматриваемого способа предусматривается бурение лишь восстающих (рис. 1,а), горизонтальных (рис. 1,б) и других видов скважин. Особого внимания заслуживает бурение восстающих дегазационных скважин по направлению к очистному забою (рис 1,г) [2]. Данный вариант способа обеспечивает извлечение метана не только на участке, испытывающем действие горного давления, но и в разгруженной призабойной части пласта. Степень дегазации у этого способа выше, нежели у его аналогов, однако и он не лишен недостатков. В частности, это весьма малое содержание метана в извлекаемом метано-воздушном потоке, поскольку происходят значительные поступления воздуха в скважины из очистного забоя, и сложности при сооружении длинных скважин на пласте, не выдержанном по углу падения.

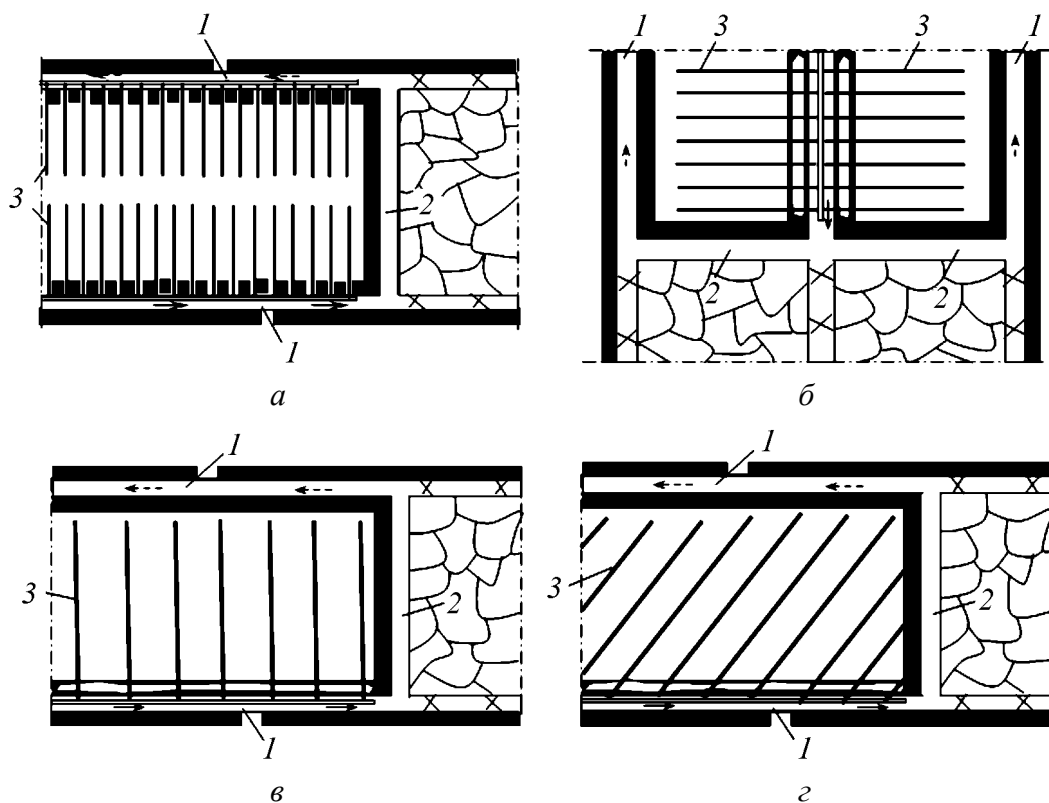


Рис. 1. Схемы расположения дегазационных скважин: 1 – выемочные выработки, 2 – очистной забой, 3 – дегазационные скважины

Известны также способы, предусматривающие предварительное создание разгруженных зон, в частности способ, включающий предварительное бурение в угольном пласте длинных параллельно-одиночных дегазационных скважин, располагаемых параллельно линии очистного забоя, из вые-

мочной выработки, герметизацию их и отвод газа из угольного пласта (рис. 2) [3]. При этом с целью повышения эффективности дегазации до начала бурения дегазационных скважин из выемочной выработки в кровлю угольного пласта подготавливаемой к отработке полосы, смежной с обрабатываемой полосой, последовательно бурят взрывные скважины и производят локальную разгрузку угольного пласта от горного давления путем торпедирования взрывных скважин. Данный способ позволяет вести дегазацию в разгруженной от горного давления локальной зоне, однако создание искусственной зоны разгрузки путем торпедирования пород основной кровли приводит к их интенсивному дроблению вокруг скважин, а это, в свою очередь, способствует возникновению высыпаний породы при ведении очистных работ. Кроме того, скважины бурятся параллельно напластованию, поэтому отсутствует возможность вскрыть ими все пачки угольного пласта и все плоскости их контакта, по которым в зоне разгрузки будут наиболее интенсивно распространяться трещины и происходить фильтрация газа.

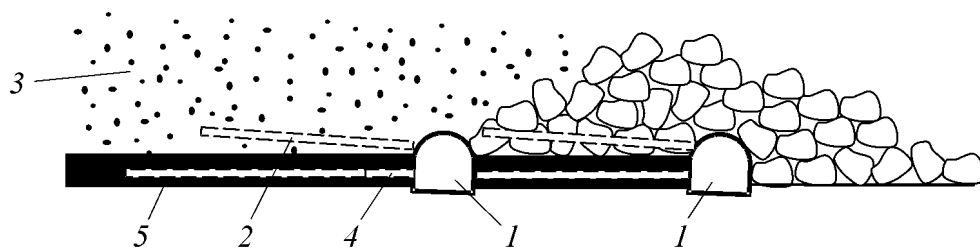


Рис. 2. Схема расположения дегазационных скважин при способе дегазации, включающем принудительную разгрузку угольного пласта: 1 – выемочные выработки, 2 – взрывные скважины, 3 – труднообрушаемая основная кровля угольного пласта, 4 – дегазационная скважина, 5 – угольный пласт

Таким образом, наиболее благоприятные условия для истечения метана (наличие разгруженной от горного давления зоны) создаются принудительно и ведут к дополнительным затратам, которых можно было бы избежать, используя некоторые закономерности поведения горного массива, выявленные в ИФГП НАН Украины. Так, к примеру, в полной мере можно использовать закономерности формирования зоны разгрузки, возникающей естественным путем и располагающейся впереди зоны временного опорного давления при разработке угольных пластов с труднообрушаемой кровлей. Наличие зоны разгрузки доказано замерами высоты выемочных выработок. В этой зоне в зависимости от скорости подвигания лавы происходит увеличение высоты штреков на 2–5 см при рамной крепи и на 8–12 см – при рамно-анкерной [4]. Зона разгрузки формируется впереди зоны временного опорного давления за счет поднятия породных слоев по механизму рычага под действием сил горного давления, приходящихся на зависающую в выработанном пространстве породную консоль из основной кровли пласта. Расчетная формула для определения протяженности зоны разгрузки приведена

в работе [4]. При этом основным фактором, влияющим на протяженность зоны разгрузки, является длина породной консоли основной кровли пласта, которая, в свою очередь, зависит от горно-геологических условий ведения работ (особенно от прочностных характеристик породного слоя основной кровли и его мощности), а также горнотехнических, в частности от скорости подвигания очистного забоя.

Вертикальные напряжения в угольном пласте в зоне изгиба (поднятия) породных слоев при зарегистрированных величинах прироста высоты выемочных выработок должны изменяться от γH до 0 (где γ – объемный вес вышележащих породных слоев, т/м³; H – глубина ведения работ, м), что приводит к образованию многочисленных трещин, располагающихся параллельно напластованию. В разгруженной зоне происходит интенсивная десорбция метана, причем не только в пределах области влияния дегазационной скважины, как это было бы при дегазации не разгруженного от горного давления пласта, но и в пределах всей зоны. Преобладающее направление фильтрации метана при данном виде напряженно-деформированного состояния пласта – по трещинам, параллельным напластованию. Именно эта особенность обуславливает необходимость пересечения скважиной всего угольного пласта от кровли до почвы. Такой способ дегазации может быть реализован на выемочных участках, оконтуренных с двух сторон выемочными выработками в случае залегания в кровле пласта мощных и прочных породных слоев (рис. 3).

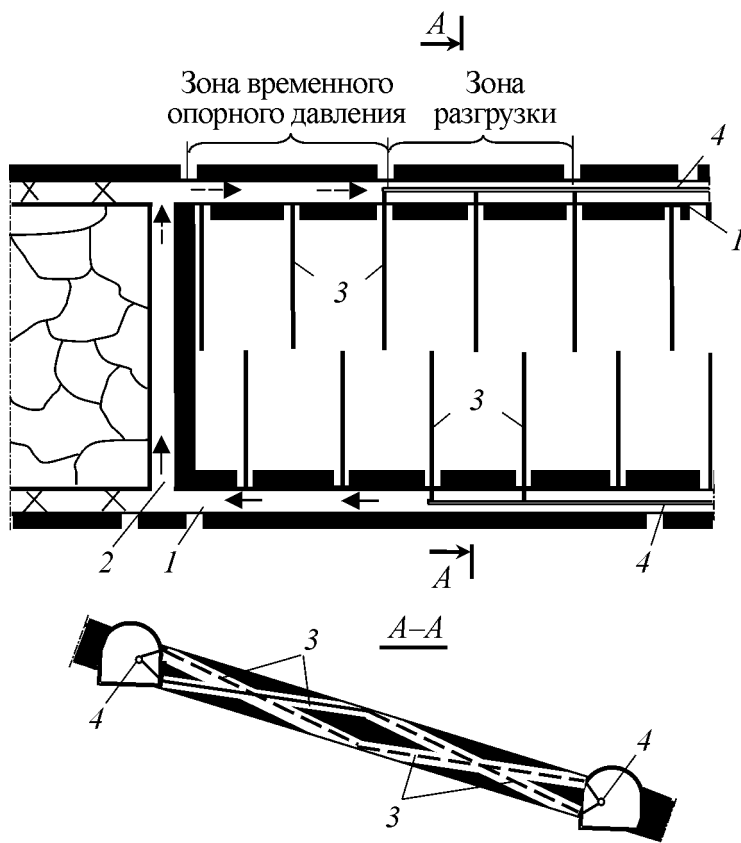


Рис. 3. Схема расположения дегазационных скважин: 1 – выемочные выработки, 2 – очистной забой, 3 – дегазационные скважины, 4 – дегазационный трубопровод

Чтобы установить места заложения дегазационных скважин, вначале необходимо определить протяженность зоны временного опорного давления и возникающей впереди нее зоны разгрузки при движении очистного забоя. Затем из выемочных выработок (рис. 3) по угольному пласту параллельно очистному забою производится бурение восстающих и нисходящих параллельно-одиночных скважин длиной $0,5l_{\text{л}}$ (где $l_{\text{л}}$ – длина лавы, м) на расстоянии друг от друга, которое определяется согласно Руководству по дегазации угольных шахт [1].

Скважины бурят под углом к напластованию

$$\alpha = \arctg \frac{m}{0,5l_{\text{л}}}, \text{ град}, \quad (1)$$

где α – угол наклона скважины относительно напластования, град; m – мощность пласта, м.

Устье скважин располагают поочередно у кровли и у почвы пласта. Затем их герметизируют и подключают к дегазационному трубопроводу. Извлечение газа из пласта по скважине начинают после ее попадания в разгруженную зону и прекращают после попадания в зону временного опорного давления.

Согласно [2] коэффициент дегазации неразгруженного от горного давления угольного пласта параллельно-одиночными восстающими скважинами составляет 0,3, а развернутыми на забой восстающими параллельно-одиночными скважинами, позволяющими вести дегазацию угольного пласта не только в неразгруженной от горного давления части пласта, но и в разгруженной призабойной зоне, – 0,4. Таким образом, дегазация угольного пласта в разгруженной зоне позволяет десорбировать метана на 25 % больше, чем в неразгруженной.

Согласно исследованиям [5] установлено, что угольный пласт в разгруженном состоянии имеет газопроницаемость в направлении, параллельном плоскостям естественных трещин (в ненарушенном угольном пласте данные плоскости совпадают с плоскостями напластования), в 8–10 раз большую, чем в направлении, перпендикулярном им. Следовательно, при использовании для дегазации угольного пласта скважин, пробуренных в разгруженной от горного давления зоне и пересекающих на своей протяженности весь угольный пласт, время дегазации пласта сократится в 8–10 раз по сравнению со скважинами, располагающимися параллельно напластованию.

Таким образом, предлагаемый способ позволяет сократить время дегазации угольного пласта за счет выполнения ее в разгруженной от горного давления зоне скважинами, вскрывающими все угольные пачки, а также сохранить устойчивость пород кровли путем использования для интенсификации процесса десорбции метана зоны разгрузки угольного пласта, образующейся естественным путем в процессе ведения очистных работ. Поскольку наличие зоны разгрузки и ее протяженность обусловлены в первую очередь протя-

женностью породной консоли над выработанным пространством, а также ввиду того, что именно в этой зоне применение способов управления состоянием горного массива может дать максимальный эффект (известные способы повышения устойчивости выемочных выработок), задача управления кровлей извлекаемого угольного пласта вновь приобретает актуальность.

1. *Руководство по дегазации угольных шахт.* – М.: Недра, 1975. – 189 с.
2. *Дегазация угольных шахт. Требования к способам и схемы дегазации (СОУ 10.1.00174088.001-2004).* – [Введен в действие 2004-11-17]. – Киев: Минтопэнерго Украины, 2004. – 161 с. – (Стандарт Минтопэнерго Украины).
3. *А.с. 877071, СССР, МКИ Е 21 F 5/00. Способ дегазации угольных пластов / Л.Н. Гапанович, С.Ф. Попков, А.В. Савостьянов, А.А. Чурилов, Е.Ф. Козловчунас.* – № 2870266/22-03. Заявл. 11.01.80. Опубл. 30.10.81. Бюл. № 40.
4. *Кольчик Е.И. Влияние подземной разработки угольных пластов на смещение земной поверхности / Е.И. Кольчик, В.Н. Ревва, И.Е. Кольчик, К.К. Софийский, А.Е. Кольчик // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць.* – 2008. – Вып. 74. – С. 118–130.
5. *Алексеев А.Д. Прогноз и управление состоянием горного массива / А.Д. Алексеев, Н.С. Сургай.* – К.: Наукова думка, 1994. – 201 с.

Н.І. Волошина, І.Є. Кольчик, В.Д. Іващенко

ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБІВ ДЕГАЗАЦІЇ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ

Проведено короткий аналіз існуючих способів дегазації вугільних пластів, виконуваних з виїмкових виробок. Запропоновано спосіб дегазації вугільних пластів, які мають основну покрівлю, що важко обрушується.

Ключові слова: вугільний пласт, метан, спосіб дегазації, дегазаційна свердловина, виїмкова виробка, розвантажена зона, нашарування

N.I. Voloshina, I.E. Kolchik, V.D. Ivashenko

PROGRESS IN COAL SEAM DEGASSING METHODS

Brief review of up-to-date in-seam coal degassing methods is presented. A new degassing method is proposed for coal seams with a hard basic roof.

Keywords: coal seams, methane, degassing methods, degassing borehole, mine working, unloaded zone, bedding

Статья поступила в редакцию 16 июня 2010 года