

ПЕРСПЕКТИВЫ ДОБЫЧИ ШАХТНОГО МЕТАНА ИЗ УГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Л.Н. Ширин, Н.А. Дудля Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Украина

Рассмотрены основные методы и процессы добычи метана из угольных отложений Донбасса и Китая.

Исследования условий и закономерностей формирования и размещения скоплений углеводородов в осадочной толще позволили оценить газоносность недр Донецкого бассейна. Особенностью является наличие, кроме угля, значительных ресурсов метана, который находится в угольных пластах и вмещающих породах.

По оценке специалистов ИГТМ на глубинах от 500 до 1800 м запасы метана составляют более 12 трлн м³.

Приведенные данные свидетельствуют о потенциальной возможности добычи и использования угольного метана при условии комплексного подхода и реализации эффективных технологий его добычи и утилизации.

Результаты опытно-промышленных работ в Донбассе по созданию технологий предварительной дегазации с применением скважин, пробуренных с поверхности, показали перспективность направления, позволяющего повысить уровень безопасности при освоении метаносных угольных месторождений с одновременным ростом производственных и экономических показателей угольных шахт; снизить экологическую нагрузку на окружающую среду и организовать извлечение метана с использованием его как альтернативного вида топлива для выработки электроэнергии, в качестве моторного топлива, технологического сырья и в коммунально-бытовых целях.

Для создания эффективной и безопасной технологии подготовки и отработки газонасыщенных углепородных толщ используются такие природные факторы как давление вмещающих пород, структура пласта и высокое содержание газа в угле. Перечень способов извлечения шахтного метана приведены на рис. 1.

На рис.2 приведена технологическая схема попутной добычи метана (так называемая комбинированная технология), которая включает три основных этапа: бурение скважины с поверхности, отработка неразгруженного пласта и его дегазация, подработка скважины горными работами и дегазация разгруженного массива в зоне сдвижения. Дегазация неразгруженных пластов является первой составной частью этой технологии [1, 2].

Ученые Института геотехнической механики НАН Украины, [3, 4, 5], разработали гидродинамический метод воздействия на углепородный массив, который позволяет эффективно произвести разгрузку и дегазацию значительной площади угольного пласта при сравнительно небольших объемах работ по бурению. Сущность процесса гидродинамического воздействия заключается в приложении к свободным поверхностям угольного пласта знакопеременных нагрузок, создаваемых повышением и сбросом давления закаченной в пласт рабочей жидкости.

При закачивании рабочей жидкости в пласт открытые поры угля заполняются водой, при этом в трещинах и порах диаметром более 10⁻⁷ см происходит прямая фильтрация, а поры с меньшими размерами заполняются жидкостью посредством сил капиллярного поднятия. Газ, находящийся в заполняемом жидкостью фильтрующем объеме, вытесняется в глубь массива.

При сбросе давления происходит резкое изменение в напряженном состоянии массива. Жидкость и вытесняющий её газ движутся в сторону скважины. Однако, скорость изменения давления на стенках скважины значительно опережает скорость обратной фильтрации жидкости в поровом пространстве угля.

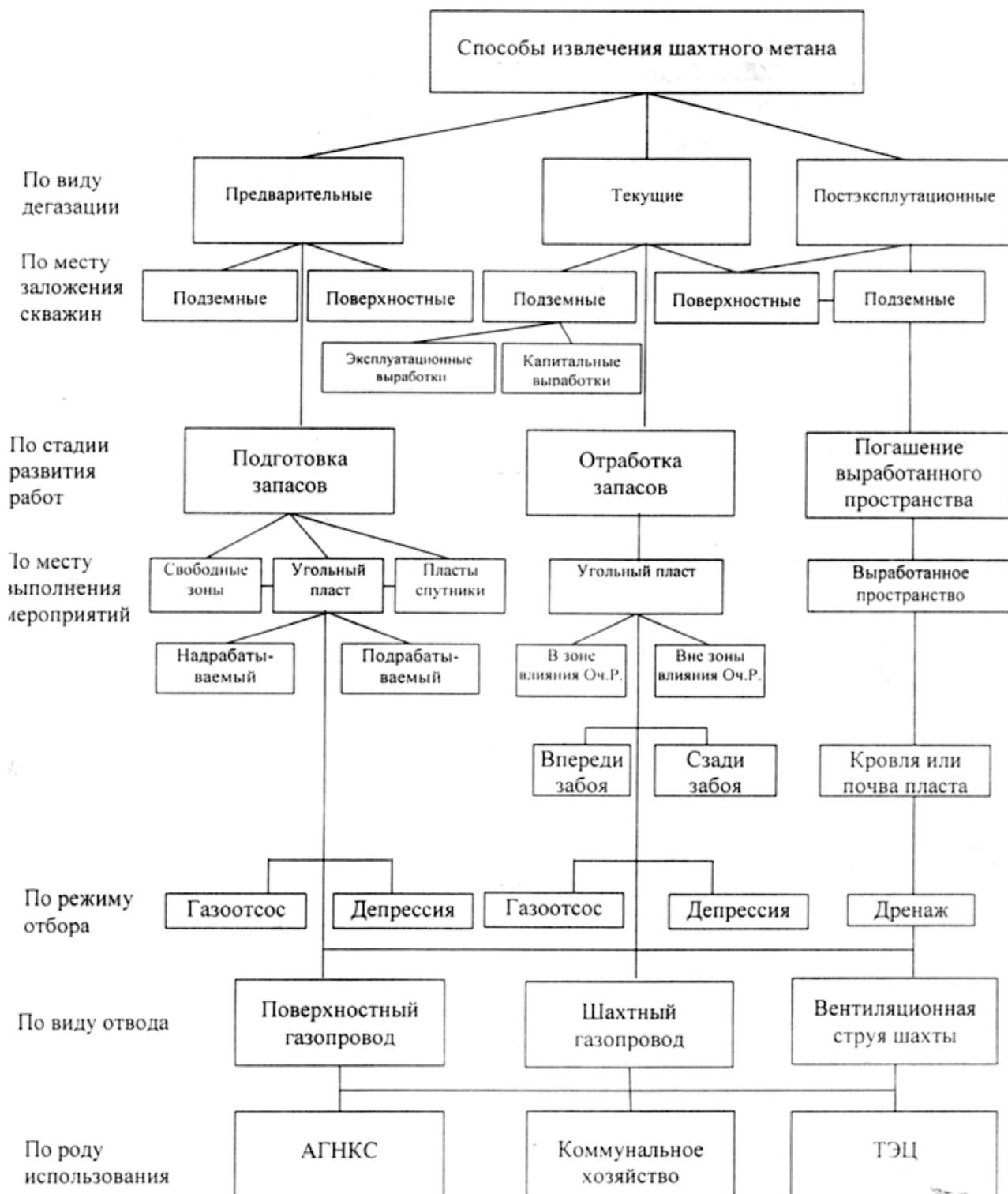


Рис. 1. Стадия развития работ по извлечению шахтного метана

В результате в пласте возникают силы, направленные на отрыв заполненного жидкостью слоя угля. Образование при отрыве этого слоя новых поверхностей вызывает десорбцию газа с этих поверхностей, что способствует дальнейшему разрушению угля. Повторение циклов повышения-сброса давления в скважине приводит к развитию разрушения угольного пласта и десорбции газа в пространстве, вплоть до развития процесса, так называемого «самоподдерживающегося разрушения», сущность которого заключается в разрушении угольного пласта за счет высвобождения энергии горного массива.

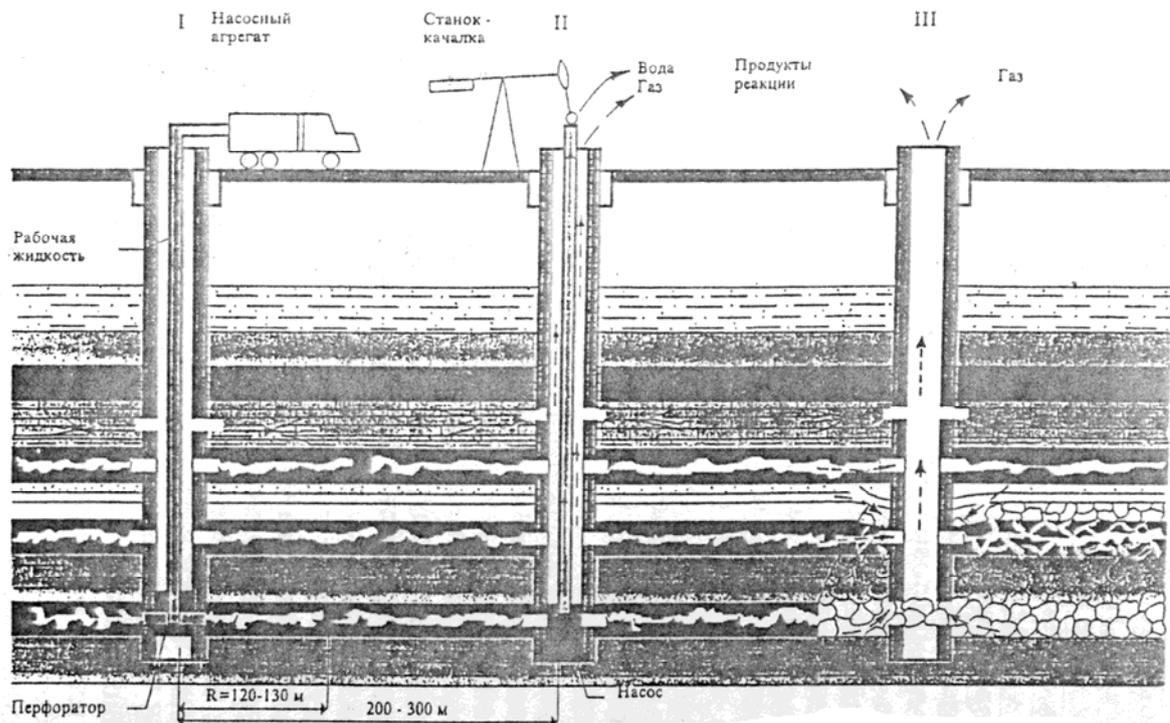


Рис. 2. Технологическая схема попутной добычи метана из угольных пластов скважинами с поверхности:

1 – гидродинамическое воздействие на пласт; II – откачка воды и газа из неразгруженного пласта; III – откачка газа из выработанного пространства после подработки скважины.

Процесс разрушения угля и сопровождающей его десорбции газа продолжается до образования в пласте фильтрующего объема, обеспечивающего движение жидкости без оказания со стороны пласта сопротивления, достаточного для отрыва частиц угля от массива. По достижении такого объема процесс разрушения угольного пласта прекращается. В результате воздействия внутри угольного массива образуется зона разупрочненного угля со значительной поверхностью обнажения, с которой десорбируется газ, и широко развитой системой трещин, обеспечивающей газовыделение в скважину в течение значительного периода времени. Интенсивная десорбция газа обеспечивает его высокую концентрацию в подключаемом к скважине дегазационном ставе.

Способ гидродинамического воздействия не требует использования сложного оборудования, а его применение способствует охране окружающей среды и позволяет интенсифицировать процессы разгрузки и дегазации обрабатываемого участка угольного пласта.

В настоящее время в мировой и отечественной практике существует два основных способа дегазации углепородного массива через скважины – с поверхности и подземных горных выработок. *Особенностью способа дегазации с поверхности является то, что скважина пересекает как угольные, так и породные пласты, поэтому дегазации подвергается и те и другие.* Однако продуктивность газоотдачи при этом сдерживается небольшой площадью контакта скважины с пересекаемыми пластами.

Способ дегазации скважинами, пробуренными из горных выработок предполагает бурение ряда скважин по угольному пласту на высоту этажа. В данном случае обеспечивается достаточно большая площадь контакта скважины с угольным пластом, но отсутствует контакт с вмещающими породами. Таким образом, дегазируется только уголь, а дегазация вмещающих пород происходит лишь благодаря фильтрации газа из пород в пласт.

Дегазация угольного массива с применением гидродинамического воздействия через скважины, пробуренные с поверхности осуществляется следующим образом.

С поверхности на заданную глубину бурят скважину диаметром более 150 мм, которую обсаживают трубами (рис. 3).

В местах контакта скважины с газонасыщенными угольными и породными пластами осуществляют перфорацию обсадной колонны. Под нижним пластом оставляется зумпфовая часть, которая предназначена для magazинирования угля, разрушенного в процессе воздействия. Устье скважины оборудуют установкой для гидродинамического воздействия.

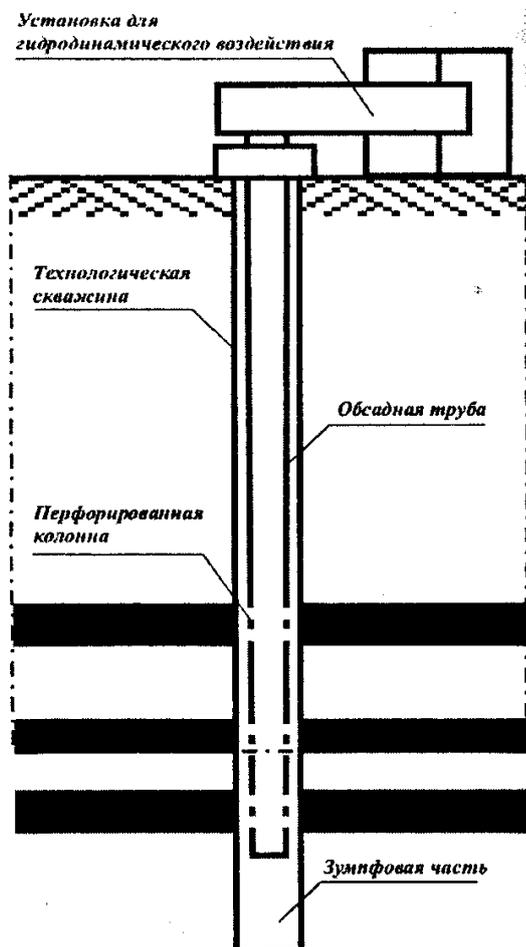


Рис. 3. Дегазация угольного массива через скважины, пробуренные с поверхности.

Для дегазации угольного массива гидродинамическим воздействием через скважины, пробуренные на пласт из горных выработок, процесс гидродинамической обработки пласта должен отвечать следующим требованиям: коэффициент дегазации должен быть не менее 0,3; длина технологической скважины должна обеспечить обработку угольного пласта на всю высоту этажа; должны быть исключены во время воздействия выбросы газа в выработку, а газ должен направиться в дегазационную систему.

Проведение работ по гидродинамическому воздействию на угольный пласт в этом случае осуществляют следующим образом.

Из ниш, сооружаемых на расстоянии 50 м одна от другой, через породную пробку на угольный пласт бурят скважины диаметром 150 мм, длиной 100 – 200 м.

Скважины обсаживают на глубину породной пробки металлической трубой, производят герметизацию, а затем монтируют оборудование для гидродинамического воздействия. Параметры нагнетания должны обеспечить достаточно надежную блокировку газа в прискважинной зоне так, чтобы он при сбросе давления не вырывался в выработку.

После достижения в скважине заданного давления воды производят его сброс путем выпуска части воды из скважины (примерно $0,2 - 0,3 \text{ м}^3$). В этот момент столб воды в скважине

перемещается вниз, в результате чего в верхней части скважины образуется разрежение, что инициирует процесс разрушения угля и десорбцию газа.

Многочисленное повторение знакопеременных нагрузок приводит к разрушению механического и газового равновесия в большом объеме угольного пласта. По окончании гидродинамической обработки скважину очищают от разрушенного угля и подключают к дегазационной системе. Газ, переведенный в свободное состояние, постепенно вытесняет воду из прискважинной зоны и поступает в дегазационную систему. Выход газа из пласта начинается через 1 – 2 суток. После снижения скорости газовыделения процесс гидродинамического воздействия повторяется до выхода из скважины расчетной массы угля.

Для увеличения радиуса эффективного воздействия и повышения дебита газа целесообразно между технологическими скважинами бурить дегазационные, что дает возможность усилить дегазационные процессы в пласте.

В Сианьском научно-исследовательском институте (Китай) разработаны установка ZLY 4000S/ZDY4000L и комплект аппаратуры для направленного горизонтального бурения скважин по угольному пласту. В ее комплект входит (рис.4.): буровой агрегат на гусеничном ходу, буровые измерительные приборы и аппаратура, немагнитные буровые трубы с проложенным внутри кабелем, забойный привод, специальные долота и комплект необходимого инструмента. Установка прошла испытания на 15 угольных бассейнах и получила широкое распространение не только в Китае, но и в других странах.



Рис. 4. Горизонтальные направленные скважины

Для очистки скважины от выбуренной породы применяется воздух, осуществляется автоматический контроль и измерение параметров расхода и давления воздуха при бурении, разработана система удаления пыли от скважины. В комплект установки входят также передвижной рудничный взрывозащитный компрессор и многоступенчатый пылеуловитель для очистки скважины.

Выводы:

Система высокоточного направленного бурения дегазационных скважин позволила существенно повысить дегазационные процессы в угленосном массиве путем бурения 24 отводных горизонтальных скважин (рис. 5). Глубина главного ствола скважин составила 1046 м, а длина максимального горизонтального отвода – 698 м, погрешности по горизонтам – менее 5 %, по вертикали – 1 % глубины скважины.

Опыты применения способа интенсификации дегазации при помощи гидродинамического воздействия на газонасыщенные пласты на шахте им. А.Ф. Засядька дали, вполне обнадеживающие результаты, позволяющие судить о его перспективности и высокой эффективности применительно к решению проблемы дегазации.



Рис. 5. Схема установки системы подземного горизонтального направленного бурения.

Список литературы

1. Ножкин Н.В. Гидравлический разрыв пласта и возможности его использования для предварительной дегазации мощного сильногазового пласта [Текст] / Н.В. Ножкин – Сб. статей по вопросам горного дела и горной механики. ЦИТИУгля. – М., 1961. – 153 с.
2. Пучков Л.А. Реальность промышленной добычи метана из неразгруженных угольных пластов [Текст] / Л.А. Пучков – М.: Изд-во Московского государственного университета, 1996. – 23 с.
3. Софийский К.К. Нетрадиционные способы предотвращения выбросов и добычи угля. [Текст] / К.К. Софийский, А.П. Калфакчян, Е.А. Воробьев. – М.: Недра, 1994. – 192 с.
4. Калфакчян А.П. Вскрытие крутых выбросоопасных угольных пластов. [Текст] / А.П. Калфакчян, Е.А. Воробьев, С.Ю. Андреев и др. – Д.: Січ, 1992 – 150 с.
5. Булат А.Ф. Гидродинамическое воздействие на газонасыщенные угольные пласты. [Текст] / А.Ф. Булат, К.К. Софийский, Д.П. Силин и др. – Д.: Поліграфіст, 2003. – 220 с.