

лина, им. Поченкова, им. Бажанова, «Глубокая», где средняя метанообильность выработок 30 — 50 м<sup>3</sup>/ т.д., а максимальная достигала 90 м<sup>3</sup>/ т.д.; в Центральном — «Кочегарка и им. А.И. Гаевого. При средней метанообильности выработок в районе 10 — 25 м<sup>3</sup>/т.д. на этих шахтах она составляла 30 35 м<sup>3</sup>/т.д. Активизация современных движений влияет и на величину пластовых давлений газа. Так на шахтах им. А.И. Гаевого и им. Ю.А. Гагарина давление газа в пласте m<sub>3</sub> при одинаковой степени катагенетических преобразований соответственно равнялось 32 и 25 атм., коэффициенты разрывной нарушенности (Kp) 1,15 и 7,78, интенсивность современных движений (Ic) — 6,6 и 2.4мм.

Проведенные исследования доказывают, что предлагаемые коэффициенты палео- и современной тектонической нарушенности характеризуют особенности распределения газов в массиве и могут быть использованы для определения послеэксплуатационных мероприятий, а также при разработке принципов мониторинга.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР/ Под ред. А.И. Кравцова.— М.: Недра, 1979.— С. 1—344.
2. Тектоника и горно — геологические условия разработки угольных месторождений Донбасса / В.Е. Забигайло, В.В. Лукинов и др.— Киев: Наук. думка, 1994.— 150 с.
3. Забигайло В.Е., Широков А.З. Проблемы геологии газов угольных месторождений.— Киев: Наукова думка, 1972.— 1704 с.

УДК 622.411.33.004.1

В.Б. Демченко,  
Институт геотехнической механики НАН Украины

### УТИЛИЗАЦИЯ НЕКОНДИЦИОННОГО ШАХТНОГО МЕТАНА

*Розглянуто питання утилізації метану в складі каптусмої шахти метану-повітряної суміші вибухонебезпечної концентрації шляхом спалювання в спеціальному пальнику без попередньої підготовки.*

Сопоставление энергетической ценности угля и шахтного метана показывает, что если в среднем при добыче 1 тонны угля выделяется

20 м<sup>3</sup> метана, то добыча 15000 МДж тепла в виде угля происходит одновременно с добычей 720 МДж тепла в виде метана (5 %). То есть по критерию энергетической ценности, с учетом экологических аспектов и требований ресурсосбережения, целесообразной является попутная добыча и использование шахтного метана.

Как известно, метан угольной шахты выделяется на поверхность, в основном, в виде смеси с воздухом вентиляционной струи и каптируемого средствами дегазации. Объемы метана в этих источниках составляют сотни миллионов кубических метров в год.

В настоящее время разработка технологии утилизации метана из вентиляционной струи с концентрацией менее 1 % находится в начальной стадии.

Метан дегазационных установок с концентрацией более 25 % в настоящее время используется в отопительных целях, для заправки автотранспорта и для получения электроэнергии. Однако, при меньших концентрациях, вплоть до 5 %, метан утилизировать нельзя и его сбрасывают в атмосферу. Объемы этого метана на шахтах СНГ составляют около 900 млн. м<sup>3</sup> в год, в том числе по шахтам Украины — до 500 млн. м<sup>3</sup>.

Учитывая актуальность использования бросовых энергоресурсов, нами выполнены поисковые исследования с целью разработки технологии утилизации шахтного метана в составе каптируемой смеси при взрывоопасной концентрации — от 5 до 20 %. В основу технологии положено свойство любого ВВ передавать взрывную волну при его диаметре, превышающем некоторую критическую величину. Технология утилизации предусматривает окисление метана в специальной горелке без его предварительной подготовки.

Газовая горелка состоит из эжектора циклонного аппарата, блока окисления и узла отвода и подачи жидкости.

Эжектор выполняет тройную функцию: во-первых, в целях безопасности создает разрежение в трубопроводе подводимой метано-воздушной смеси (МВС), во-вторых, создает напор газа в горелке, необходимый для доставки смеси в зону окисления, в-третьих, образует аэрозоль, способствующий, при необходимости, отводу тепла от горелки и флегматизирующий окисление метана вне блока окисления.

В циклоне происходит основное разделение золь по фазам и отвод жидкости через поплавковый клапан в его днище.

Устройство работает следующим образом. Метано-воздушная смесь под давлением, создаваемым эжектором, поступает в блок окис-

ления, в котором расположен нагревательный элемент. Блок окисления заполнен фильтрующим термостойким наполнителем с лабиринтными каналами. После отделения воды в эжекторе, она с помощью насоса возвращается в эжектор, то есть утилизация производится по замкнутому циклу.

Пуск горелки осуществляется последовательными нагревом элемента (электрической спирали), подачей воды в эжектор и открытием крана на трубопроводе подводимой МВС. Отключение горелки производится в обратном порядке.

Нами выполнен укрупненный расчет основных параметров горелки при следующих исходных условиях:

давление газа в трубопроводе — 0,0 МПа,

температура смеси — 20 °С,

концентрация метана в смеси — 10 %,

давление воды на входе эжектора — 0,2 МПа,

внутренний диаметр блока окисления — 50 мм,

эквивалентный диаметр каналов наполнителя — 2,8 мм,

проходное сечение наполнителя — 590 мм<sup>2</sup>,

диаметры трубок в эжекторе, между циклоном и блоком

окисления — 10 мм.

При реакции 1 м<sup>3</sup> смеси выделяется 857 ккал тепла, из которых 197 ккал (23 %) расходуется на нагрев вновь поступающей смеси от 20 до 680°С, а остальные 660 ккал выделяются в атмосферу в виде раскаленных газов.

Для стабильного пространственного положения фронта горения необходимо, чтобы скорость отвода тепла из зоны горения была равна скорости подвигания фронта в направлении поступающей смеси за счет теплопередачи. Поэтому, с учетом коэффициентов теплопроводности материалов наполнителя и оболочки блока окисления, а также их геометрических размеров расчетная скорость движения смеси составила: в блоке окисления до зоны горения — 0,65 м/с, в трубке между эжектором и блоком окисления — 4,8 м/с.

При принятых геометрических размерах элементов горелки, расходе МВС и условии турбулентности движения, суммарная депрессия трения и местных сопротивлений в горелке составляет 34 Па.

Исходными в расчете эжектора являются: расход эжектируемой смеси — 0,0004 м<sup>3</sup>/с, ее давление — 34 Н/м<sup>2</sup>, плотность МВС на входе — 1,23 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент диспергирования — 0,001.

Из расчета получены следующие параметры эжектора:  
коэффициент эжекции — 12,3,  
геометрический параметр — 0,02,  
площадь сопла — 1,57 мм<sup>2</sup>,  
ширина сопла — 0,05 мм,  
рабочий расход воды — 0,04 л/с, или 0,1 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> МВС.

По приведенным расчетным данным нами построена лабораторная модель горелки. Многократная апробация ее продолжительностью по 10 мин показала, что фактический расход воды превышает расчетный на 20—30 %. Перемещения фронта горения в направлении к цикло-ну и отрыва факела от верхнего торца блока окисления не происходило.

Укрупненный расчет затрат на утилизацию метана при его 10 %-ной концентрации с применением предложенной технологии показал, что при себестоимости изготовления 1 комплекта горелки 55—70 грн. эксплуатационные затраты составят 0,04 грн/м<sup>3</sup> метана, а срок окупаемости — 14 суток.

Таким образом, предлагаемая технология утилизации некондиционного шахтного метана взрывоопасной концентрации без его предварительной подготовки технически возможна и экономически целесообразна.

УДК 622.411.332

П.П. Кудря,  
ИГТМ НАНУ, Днепропетровск

## КРИСТАЛЛОГИДРАТ ШАХТНОГО МЕТАНА

*Експериментально здобутий кристалогідрат газу метану. Установлено, що кристалогідрат цього газу являється сполукою води і газу, що утримуються у вугіллі, піску, що дозволяє зв'язати пісок і воду в тверду масу, запобігти викидам вугілля і газу при їх розробці.*

Химический состав, содержать состояние горючих природных газов, их транспортировка потребителю на сегодня достаточно хорошо изучены. В частности отмечены два способа его транспортировки:

- по трубам в газообразном состоянии (наиболее распространённый);
- в ёмкостях (баллоны и пр.) в жидком состоянии.