

УДК 621.3:622

А.М. БРЮХАНОВ, д-р техн. наук, директор, МакНИИ, г. Макеевка

ШАХТНЫЙ МЕТАН И ПОВЫШЕНИЕ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Проанализировано состояние извлечения метана из угольных месторождений Украины и обоснованы предложения по его совершенствованию.

Ключевые слова: каменный уголь, метан, дегазация, шахта, взрывобезопасность, парниковый газ, скважина, концентрация газа.

Метан в угольных шахтах представляет опасность взрыва и пожара в подземных выработках, а возникновение взрыва приводит к разрушениям выработок и оснащения шахт, а также к групповым несчастным случаям и гибели людей. В среднем на один взрыв метана приходится 29 травмированных, в том числе 13 смертельно, а ущерб от одного взрыва – 30 млн. грн. Поэтому удаление метана из угля и горных пород имеет существенное значение для повышения взрывобезопасности угольных шахт.

Целью статьи является анализ состояния извлечения метана из недр и обоснование предложений по совершенствованию такой работы.

В угольных месторождениях Украины содержится по разным оценкам $8 \div 25$ триллионов метров кубических метана [1, 2].

Для сравнения потребность Украины в природном газе составляет в настоящее время порядка 40 миллиардов метров кубических в год, а объем собственной добычи природного газа составляет 20 миллиардов метров кубических в год.

Метан угольных недр может использоваться взамен природного газа, покрывая его дефицит на многие десятки лет, если обеспечить его извлечение и каптацию для полезного использования в энергетике.

В настоящее время в Украине метан извлекается из недр попутно с подземной добычей каменного угля и применением систем дегазации в шахтах.

В Украине имеется 155 действующих шахт с производственными возможностями примерно 100 млн. тонн в год. Всего при работе шахт извлекается примерно 1,4 миллиарда метров кубических метана. Шахтными системами дегазации извлекается порядка 360 миллионов метров кубических метана (26%), примерно 50% его каптируется и полезно используется, остальная часть поступает в окружающую атмосферу. Кроме того, с шахт-

ным отработанным воздухом на поверхность поступает порядка 1,2 миллиарда метров кубических метана, вызывая негативное влияние на атмосферу Земли, так как метан является парниковым газом.

В Украине действует Закон Украины «О газе (метане) угольных месторождений» от 2009 г. №40 [2]. Статья 10 Закона предусматривает стимулирование деятельности по добыче и использованию метана угольных месторождений, в том числе по налоговым льготам и государственной поддержке и гарантиям производителям и поставщикам вырабатываемой энергии с добываемого газа, однако механизмы такого стимулирования неопределенны и не применяются. Наоборот, шахты, где эффективно используется дегазация, облагаются налогами.

Постановлением правительства Украины от 6 июля 2002 г. № 939 утверждена Комплексная программа по дегазации угольных пластов на угольных шахтах.

Постановлением правительства Украины от 22 февраля 2006 г. № 206 «Об утверждении порядка рассмотрения, одобрения и реализации проектов, направленных на уменьшение антропогенных выбросов или увеличение абсорбции парниковых газов в соответствии с Киотским протоколом к рамочной конвенции» определен порядок разрешения процедурных вопросов по рассматриваемым проблемам.

В качестве нормативной базы в угольной промышленности действуют: Правила безопасности в угольных шахтах, Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт, отраслевой стандарт «Дегазация угольных шахт. Требования к способам и схемы дегазации».

Анализ показал, что существенная нормативная база соответствует мировому уровню развития науки и техники, она совершенствуется и дополняется. Но по объемам реализации мер и средств, а также эффективности дегазации за последние годы в Украине и, в частности, в угольной промышленности, наметилось отставание. В нормативной и законодательной базе Украины отсутствует регламентация мер по утилизации метана низкой концентрации в воздухе, выводящегося из шахт системами вентиляции.

Для нейтрализации вредного влияния метана в технологии горных работ в Украине применяется много мер, в том числе ограничение объемов добычи забоев по газовому фактору, меры взрыво- и пожаробезопасности технологических процессов и горношахтного оборудования, дегазация угольных пластов и выработанных пространств, изолированный отвод метана и недопущение опасных скоплений метана в забоях и выработках и др.

Дегазация на угольных шахтах осуществляется на основе бурения вертикальных скважин с поверхности, а также с горных выработок - наклонных к горизонту на угольно-породный массив. Для создания разрежения и транспортировки метана по металлическим трубопроводам применяются вакуум-насосные установки и газоотсасывающие вентиляторы. По нормам концентрация метана в дегазационных трубопроводах должна быть не менее 25% в смеси с воздухом, а концентрация метана в выходящей из шахты струе воздуха по условиям безопасности – не выше 0,75%.

Заметим, что без дегазации невозможно обеспечить увеличение объемов добычи угля и рентабельность украинских шахт.

В Украине разработан и применяется целый ряд способов полезного использования метана: использование метана для производства электроэнергии в электрогенераторных установках; использование как топлива в шахтных котельных и бойлерных; подача метана в газопроводы природного газа и добавление его к другим видам топлива при обогреве жилых районов и шахт и при осушении угля; использование в специальных установках для топлива транспортных машин с двигателями внутреннего сгорания; использование метана в качестве сырья для производства угольной сажи, метанола, диметилового эфира и др., а также применяется «факельное» сжигание метана.

Имеется положительный опыт по извлечению и использованию метана на угольных предприятиях Украины. Как пример, на шахтах Трудовская и им. Засядько применяются предварительная (с поверхности) и сопутствующая (с выработок) дегазация и использование метана, главным образом, для автотранспорта с применением установок «Синекс», построены и эксплуатируются когенерационные электростанции мощностью 36 МВт электроэнергии и 35 МВт – тепловой энергии. Эти шахты полностью обеспечены собственной электроэнергией.

Шахты «Краснолиманская», «Покровская», «Бажанова», «Холодная Балка», им. Кирова, «Коммунарская», «Щегловская-Глубокая» используют метан как топливо шахтных котельных.

В шахтоуправлении «Донбасс», шахте «Чайкино» и других предприятиях ГП «Макеевуголь», а также на шахтах «Комсомолец Донбасса» и «Краснодонская – Западная» метан используется для обогрева шахтных стволов и предотвращения обмерзания в зимнее время.

В настоящее время дегазация применяется на 40 шахтах. По имеющимся данным перспективы применения дегазации имеют еще 29 шахт, где годовые объемы добычи угля превышают 250 тыс. тонн, а удельное содержание метана в угле более 20 м³/т и запасы угля достаточны для эксплуатации шахт в течение не менее 10 лет. Соблюдается тенденция расши-

рения применения дегазации на других шахтах и увеличения объемов капитруемого метана.

В 2012 году системами дегазации шахт Украины извлечено 371 млн. м³ метана, что составляет 26% к общему объему выделившегося метана 1397 м³. За счет дегазации на угольных шахтах сейчас снижены выбросы метана в атмосферу объемом порядка на 200 млн. м³ в год.

Однако ни на одной из шахт Украины не применяются меры улавливания и утилизации метана низкой концентрации, выносимого в атмосферу воздухом, выходящим из шахт по системам вентиляции, хотя в мировой практике известны примеры утилизации метана из воздушных струй методами низкотемпературного окисления (рис. 1) [3].

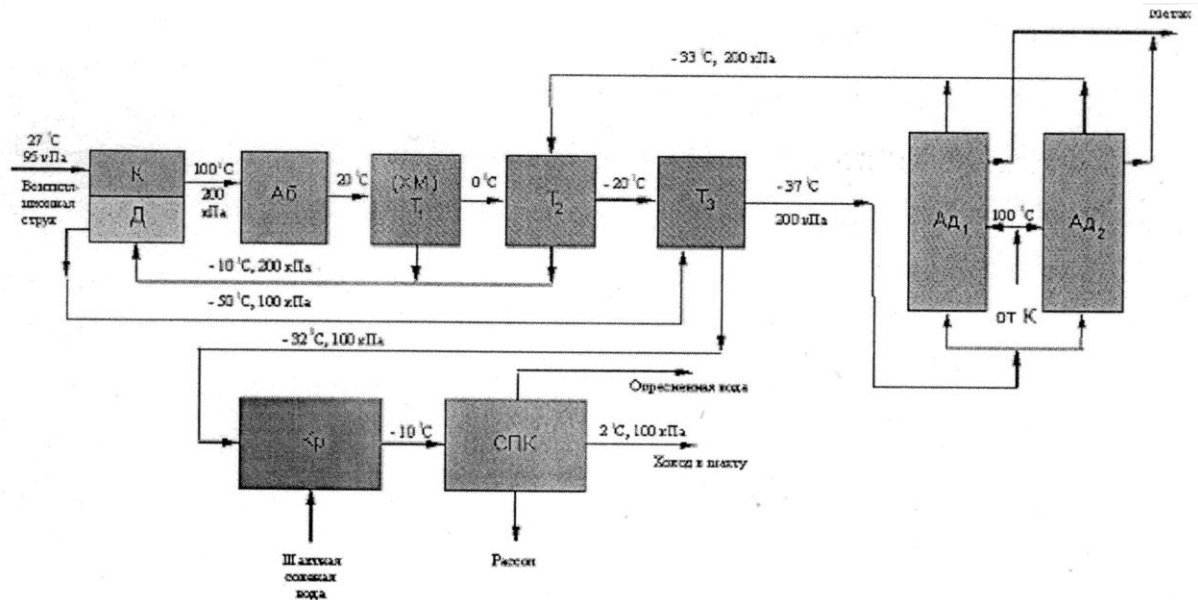


Рис. 1. Принципиальная схема извлечения метана из сжатой метановоздушной смеси метановоздушной струи путем низкотемпературной адсорбции с получением холода путем кристаллических процессов:

К – компрессор; Д – детандер; Аб – водяной барботажный абсорбер; Т – теплообменники; ХМ – холодильная машина; Ад – адсорберы; Кр – кристаллизатор; СПК – сепарационная промывочная колонна.

Исходя из мировых достижений по проблеме борьбы с выбросами метана вентиляционных струй угольных шахт, для условий Украины, наиболее пригодны 2 метода:

1. Использование технологии беспламенного реактора с неподвижным катализатором для окисления метана и получения тепла в виде горячей воды на основе энергии, выделяющейся в результате окисления метана [4].

Эта технология опробована на одной из шахт Китая с объемом добычи 1,5 млн. т/ год. Применяемая установка по использованию метана вентиляционных струй состоит из реактора с неподвижным слоем катализатора РТО с пропускной способностью 62500 м³/ час или 1042 м³/мин (17,4 м³/ сек). Полученный эффект оценивается нагревом воды до 70⁰ С и получением электроэнергии в 1 МВт при концентрации метановоздушной смеси 0,3% и 8 МВт – при концентрации 0,6%. Установка производила горячую воду для душевых комнат шахтеров и для обогрева соседних зданий (рис. 2).

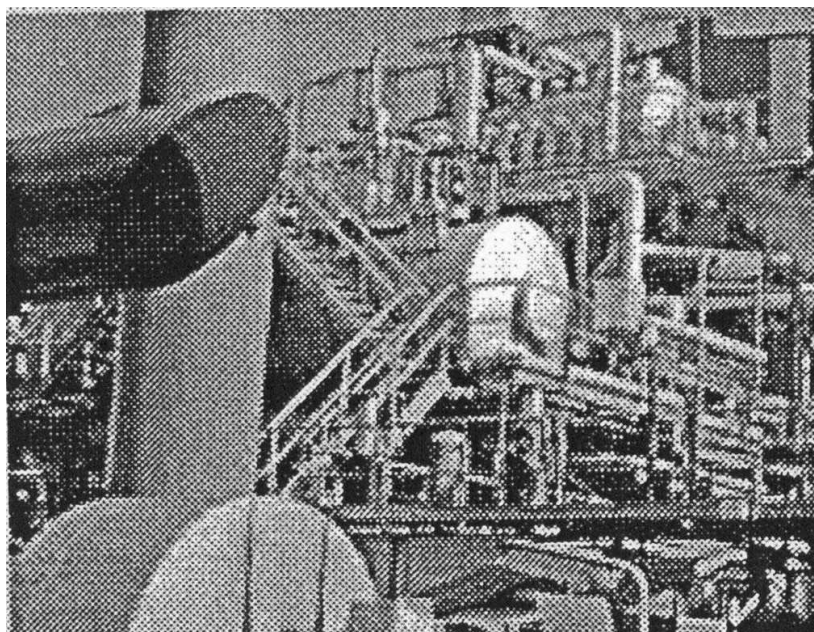


Рис. 2. Общий вид установки по утилизации шахтного метана и использования в VAM – электростанции для получения электроэнергии

В Китае финансирование проекта обеспечивалось государственной горнодобывающей группой КНР и разработчиком проекта совместно с организацией – поставщиком технологий.

2. Использование технологии беспламенного окисления метана воздушной шахтной вентиляционной струи для производства электроэнергии на основе блоков реакторов РТО как специальной печи с паровым циклом турбогенератора.

Реализовано на шахте «Аппин» в Австралии. Использовано четыре блока реакторов РТО для обработки вентиляционного воздуха при дебите в 250 000 м³/ час (4170 м³/мин) или 69,4 м³/сек при средней концентрации метана 0,9%. Для этого в поток вентиляционного воздуха добавлялся газ-метан с дегазации с концентрацией 25 % и выше.

Установка за период с июля 2007 по 2009 гг. «заработала» углеродные квоты в размере около 500 000 единиц и более 80 000 МВт/ч электроэнергии.

Финансирование проекта обеспечено в виде субсидий от правительственных источников для компании, владеющей шахтой «Аппин»

Из рис. 1 и 2 видно, что рассматриваемые установки по утилизации метана весьма сложные и для их реализации требуются многомиллионные затраты.

Поскольку проблема сохранности окружающей среды планеты Земля имеет глобальное значение, реализация мер снижения негативного влияния метана должна осуществляться за счет спонсорских средств мирового сообщества и бизнесовых инвестиций, либо бюджета заинтересованных стран на основе разработки и внедрения дорогостоящих инновационных проектов. Для этого целесообразна разработка государственных или (и) межгосударственных программ.

К основным проблемам шахтного метана можно отнести:

1. Недостаточная эффективность существующих систем извлечения метана из недр. Системами дегазации действующих шахт Украины извлекается не более 23% метана, содержащегося в добываемых объемах угля, причем на предварительную дегазацию поверхностными скважинами приходится не более 10% извлекаемого метана.

Причиной этого являются недостаточные объемы предварительной дегазации и отсутствие достаточно эффективных методов обеспечения газопроницаемости угольных пластов и горных пород, низкая их газоотдача, а также отсутствие в Украине эффективных технологий бурения скважин по пластам, в том числе и бурения горизонтальными скважинами по типу технологий бурения скважин для извлечения, так называемого, сланцевого газа, с разработанными за рубежом методами обеспечения газопроницаемости и газоотдачи пород.

При текущей подземной дегазации не удастся избежать разбавления метана и снижения его концентрации из-за подсосов воздуха по трещинам и в местах соединения труб (фланцев), что грозит опасностью образования взрывчатой концентрации при транспортировке метана трубопроводами, а также непостоянством дебита и концентрации метана, поступающего из скважин, обусловливаем неравномерностью нагрузки на забой. На объем работ по дегазации и, следовательно, ее эффективность, существенное негативное влияние оказывает налоговый прессинг на угледобывающие предприятия, применяющие подземную дегазацию.

2. На многих шахтах дегазация вовсе не применяется и весь выделяющийся при добыче угля метан системами вентиляции выносится в окружающую атмосферу.

В большинстве случаев это шахты, не имеющие средств на реализацию систем дегазации и работающие нерентабельно. Но для 29 шахт, где имеются благоприятные условия дегазации, целесообразно разработать бизнес-план применения дегазации и привлечь к этой работе на конкурсной основе спонсорские организации, имеющие средства и способные реализовать соответствующие бизнес-проекты по утилизации и использованию метана дегазации.

3. Принятый Верховной Радой Украины Закон «Про газ (метан) вугільних родовищ» не обеспечивает стимулирование, а наоборот, снижает целесообразность утилизации метана из-за налогового давления на результаты успешной деятельности шахт по утилизации и использованию метана.

4. Отсутствие на шахтах систем и способов улавливания или утилизации метана из воздушных струй проветривания выработок действующих шахт.

Выделяющийся при добыче угля метан по требованиям безопасности должен разбавляться подаваемым в шахту воздухом до низких концентраций. Поэтому из шахты системами вентиляции выдается воздух с низким содержанием метана (концентрацией не более 0,75 %, а в среднем фактически 0,4-0,75%), но из-за больших объемов воздуха в атмосферу в настоящее время ежегодно попадает 1,2-1,5 миллиарда м³ метана. Известные по литературным данным системы VAM утилизации на основе окисления метана, содержащегося в шахтном воздухе, или системы низкотемпературной адсорбции являются сложными и весьма дорогостоящими, они требуют значительных капитальных затрат и пока не нашли применения на угольных шахтах, хотя и имеют перспективу применения на шахтах большой мощности с высокой метанообильностью угля и длительным сроком службы.

5. Отсутствие в Украине специализированной бизнесовой (не угольной) организации по извлечению и использованию метана угольных недр с достаточными финансовыми и техническими ресурсами, способной обеспечить проведение комплекса работ по бурению скважин с дневной поверхности, сбору метана, его очистке и доведению до высокой концентрации, а также разработки систем полезного использования и их коммерциализации.

В настоящее время каждая угольная шахта решает проблему извлечения, дегазации и использования метана, исходя из собственных ресурсов и

возможностей, которые в большинстве случаев недостаточны для реализации крупных дорогостоящих проектов, особенно таких, которые требуют больших капитальных затрат, окупаемость которых на начальных стадиях реализации проблематична. Многие шахты не в состоянии осуществить разработку крупных проектов, закупку дорогостоящего оборудования и строительство систем утилизации VAM с использованием тепловых реакторов, установок VOCSIDIZER с окислением шахтного воздуха и применением когенерационных мини электростанций без финансовой помощи международных спонсорских организаций.

6. В решении проблем, связанных с шахтным метаном и его влиянием, как парникового газа на озоновый слой планеты, Украина не имеет финансовой помощи и никаких денежных грантов от соответствующих организаций мирового сообщества, которые решают проблемы глобальной безопасности и сохранения жизнедеятельности планеты. Это не способствует реализации мер и крупных проектов по извлечению метана из недр, его утилизации и полезному использованию, а также снижению загрязнения природной среды и предотвращению разрушения озонового слоя атмосферы планеты.

ВЫВОДЫ

1. На основании анализа известных работ и публикаций, а также опыта ведения горных работ при извлечении содержащегося в угольных недрах метана обеспечивается:

- повышение безопасности горных работ по добыче угля;
- увеличение промышленной добычи и использования метана взамен (или дополнение) природного газа;
- снижение вредного влияния как парникового газа на атмосферу земли;
- обосновывается реализация нижеприведенных мер.

2. Для повышения эффективности систем дегазации действующих высокометановых забоев угольных шахт необходимо предложить ДТЭК и ПРАО «Донецксталь» рассмотреть совместно с МакНИИ применяемые на действующих шахтах способы дегазации и проветривания и разработать меры по повышению их эффективности и увеличению объемов утилизации метана применительно к индивидуальным условиям каждой шахты.

3. Директивным предписанием Госгорпромнадзора Украины обязать предприятия и организации, осуществляющие проектирование систем текущей (подземной) дегазации, предусмотреть для обеспечения взрывобезопасности шахт меры по бесперебойности электроснабжения вакуумнасо-

сов и газоотсасывающих вентиляторов с применением резервных трансформаторных подстанций или подстанций ТСВПВ-630/6/ с независимым выходом от технологических токоприемников, и для соединения дегазационных скважин с трубопроводом – негорючие или трудногорючие гибкие рукава, исключающие выход из строя дегазационной системы от прогорания при пожарах.

4. Для побуждения расширения объемов применения дегазации на 29 шахтах с высокой газообильностью рекомендуется:

4.1. Минэнергоуглю Украины подготовить постановление КМУ о механизмах реализации Статьи 11 Закона Украины «Про газ (метан) вугільних родовищ» относительно стимулирования и государственной поддержки деятельности субъектов хозяйствования, осуществляющих добычу газа (метана) угольных месторождений.

4.2. Просить Комитет Верховной рады Украины по вопросам топливно-энергетического комплекса разработать законодательную инициативу по снижению налогов с результатов такой деятельности, обеспечению гарантии сохранения собственности инвесторов, стимулирования инвестиций, а также по упрощению процедур выделения земельных площадей под бурение с поверхности дегазационных скважин и устройства вакуумнасосных станций и других сооружений.

4.3. Во исполнение Закона Украины «Про газ (метан) вугільних родовищ» просить Минполитики Украины с участием НАН Украины подготовить проект постановления КМ Украины о промышленной добыче и использовании газа (метана) угольных месторождений страны методами предварительной дегазации скважинами с поверхности по примеру технологии добычи сланцевого газа с участием международных бизнесовых структур и их капитала на конкурсной основе.

4.4. Предложить компаниям ДТЭК или ПРАО «Донецксталь» разработать проект и бизнес-план применения на одной из шахт Донбасса (пилотный проект) окислительной установки метана в воздухе, выдаваемом из шахты системами вентиляции (например, компании MEGTEC Systems) с когенерационной установкой получения электрической и тепловой энергии, и реализовать такой проект за счет собственных средств на одной из шахт Донбасса, оценить экономическую эффективность его и разработать план расширения применения таких проектов на других шахтах, как меры снижения вредного влияния на атмосферу планеты.

4.5. Просить Минэнергоуголь Украины поручить компании Укруглеструктуризации с привлечением украинской или зарубежной специализированной научно-исследовательской организации разработать типовой проект дегазации выработанных пространств закрывающихся шахт и под-

готовить план реализации таких проектов на закрытых и закрывающихся шахтах за счет средств инвесторов или госбюджета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рябцев Г. Запасы украинского метана угольных пластов остаются не востребуемыми / Г. Рябцев // Терминал. – 9.12.2013. – № 49(687). – С. 6-13.
2. А. Старокольцева. Шахтный метан и его рациональное использование / А. Старокольцева, В.Н. Артамонов // ВНЗ Донецкий Национальный Технический университет. Кафедра природоохранной діяльності. Сайт <http://jib.convdocs.org/docs/index-24105.html> page 7, 18.09.2013.
3. Способ извлечения метана из вентиляционных струй шахт / М.: Научный центр Московского государственного горного университета. Сайт http://www.Shestopalov.org/sh_hp/arcl.files/id_27_m.htm. 18.09.2013.
4. Закон України «Про газ (метан) вугільних родовищ» // Відомості Верховної ради України. – 2009. – №40. – 578 с.

Получено: 12.06.2013

Проаналізовано стан видобування метану з вугільних родовищ України та обґрунтовано пропозиції щодо його вдосконалення.

Ключові слова: кам'яне вугілля, метан, дегазація, шахта, вибухобезпека, парниковий газ, свердловина, концентрація газу.

The condition of methane extraction from coal fields of Ukraine is analysed and offers on its improvement are proved.

Key-words: coal, methane, degassing, coal mine, explosion safety, greenhouse gases, chink, gas concentration.