

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 622. 411.33

В.А.Портола

О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАНА ИЗ ШАХТ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЫСОКОГАЗОНОСНЫХ ПЛАСТОВ

Присутствие метана в угле и вмещающих породах существенно осложняет работу шахт.

Метан образовался в ходе превращения органической массы в торф и уголь, а затем в процессе метаморфизма угля. Ориентировочными подсчетами установлено, что за весь период углефикации первичной растительной массы могло выделяться более 600 м³ метана на 1 т угля, а в процессе метаморфизма вещества угля от длиннопламенного до антрацита выделяется до 240 м³ метана на 1 т угля [1]. Количество оставшегося на сегодняшний день метана в угольных пластах и вмещающих породах зависит от газопроницаемости окружающих горных пород, глубины залегания пластов угля, их сорбционной способности и др. условий.

Для предотвращения образования взрывоопасных скоплений метана при добыче угля подземным способом в шахты приходится подавать огромное количество воздуха, с которым основная масса горючего газа выбрасывается в атмосферу. По современным оценкам, в России прогнозные запасы метана, которые можно извлечь из угольных пластов, насчитывают более 15 трлн куб. м, из них около 13 трлн куб. м находится в Кузбассе [2]. В настоящее время уже не рационально экономически и вредно с экологической точки зрения не использовать метан, выделяющийся из угля при его добыче.

Метан, выделяемый в шахтах при существующих технологиях подземной добычи угля, рассматривается как один из наиболее опасных факторов. Интенсивное выделение метана приводит к снижению концентрации кислорода в рудничной атмосфере, что может вызвать ухудшение состояния шахтеров и привести к гибели людей. При наличии источников воспламенения метан способен гореть и взрываться. Практика показывает, что взрывы скоплений метана в рудничной атмосфере являются причиной массового поражения людей, приводят к групповому травматизму с летальными исходами, а также выводят из строя дорогостоящее оборудование и угледобывающие предприятия.

Между тем добыча и использование метана, содержащегося в угле и вмещающих породах, в качестве горючего газа встречает существенные

трудности. В зависимости от стадии освоения угольного месторождения можно выделить три этапа, в течение которых можно извлекать метан. На первом этапе добыча метана происходит до начала отработки угля из неразгруженного угольного массива. Второй этап предусматривает получение метана в процессе очистных работ при разгрузке пластов от горного давления и дробления угля. Третий этап может начинаться после отработки угля и предусматривает откачуку метана из отработанных пластов угля уже закрытых шахт или из изолированных отдельных участков действующего предприятия.

Высокогазоносные угольные месторождения отличаются от традиционных месторождений природного газа тесной сорбционной связью метана с угольным веществом и низкой проницаемостью угольных пластов, что существенно затрудняет решение дегазации угольных шахт и организацию промышленного освоения ресурсов угольного метана [3]. Добыча метана из неразгруженных пластов угля требует больших затрат на бурение дегазационных скважин, вакуумную откачуку газа и в настоящее время малоэффективна. Предложенные способы по интенсификации выделения метана из угольных пластов путем применения гидравлических, механических, физико-химических, микробиологических и др. средств [4] не находят практического применения из-за сложности, высокой стоимости и низкой эффективности.

Сложность извлечения метана из угля заключается в том, что он находится в угольном пласте в различных состояниях. Так, в свободном состоянии внутри пор, пустот, трещин и прочих дефектах в естественных условиях залегания пласта содержится только 2-12 % метана; газ, адсорбированный на внутренней поверхности пор, трещин составляет 8-16 %; на метан, распределенный в межмолекулярном пространстве угольного вещества (твердый газоугольный раствор), приходится 70-80 %; около 2 % метана химически сорбированного; газ в клатратоподобных структурах – 1-3 % [5].

Основное выделение метана из угля происходит при разгрузке пласта от горного давления,

способствующего раскрытию природных трещин и каналов. Разрушение угольного массива угледобывающей техникой резко интенсифицирует вынос природного метана в рудничную атмосферу. Однако выделяемый в процессе добычи метан представляет большую опасность для людей и угледобывающих предприятий из-за возможности образования взрывоопасных концентраций. Взрыв метана в смеси с воздухом происходит при его концентрации 5-15 % и наличии теплового импульса необходимой интенсивности и продолжительности действия. Для предотвращения образования взрывоопасных смесей горючего газа в рудничной атмосфере существующие технологии предусматривают непрерывную подачу свежего воздуха в горные выработки, а иногда и в выработанное пространство.

Одним из главных назначений подаваемого в шахту воздуха является разбавление метана до безопасных концентраций (2 % и менее), что снижает вероятность взрывов. Однако применяемый способ предотвращения взрывов горючего газа путем нагнетания в шахту большого количества воздуха не ликвидирует полностью вероятность образования взрывоопасных скоплений горючего газа и резко осложняет получение метана из разруженного угольного массива при добыче угля.

Использование шахтного газа в двигателях внутреннего сгорания, турбинах, котлах возможно только при концентрации метана более 25 %. Между тем в настоящее время на шахтах нет оборудования, позволяющего повышать концентрации метана, содержащегося в рудничной атмосфере, до необходимой величины. Так, мембранные технологии, способные разделить смесь газов на отдельные составляющие, пока не применяются для отделения метана из-за особенности технологии, требующей значительного повышения давления исходной смеси, что приводит к повышению температуры до опасных значений. Поэтому большая часть выделяемого в шахтах метана выбрасывается в атмосферу, создавая парниковый эффект и способствуя повышению температуры атмосферы.

С позиции экологии выбросы метана в атмосферу представляют значительно большую угрозу климату Земли, чем многие другие газы, выделяемые промышленными предприятиями и задерживающие длинноволновое инфракрасное излучение, исходящее от поверхности планеты. Так, по своей способности создавать парниковый эффект на планете метан в 21 раз более опасен, чем углекислый газ. Несмотря на увеличивающиеся темпы повышения средней температуры атмосферы, проблемы утилизации метана не решены и его выброс из шахт в окружающую среду продолжает возрастать. Например, в 2000 г мировой выброс шахтного и вентиляционного метана составил 32 млрд. куб. м, что эквивалентно 456 млн. т углекислого газа, а к 2010 г ожидается увеличение выброса метана из угольных шахт до 51 млрд. куб. м,

что равносильно выделению 724 млн. т углекислого газа [6].

Перспективной остается добыча метана из закрытых шахт или отдельных отработанных и изолированных участков. Мировой опыт показывает, что в некоторых странах при определенных льготах со стороны государства (например, снижение налогов) стоимость реализуемого горючего газа, получаемого из закрытых шахт, окупает затраты на откачуку и транспортировку метана. Так, успешный опыт извлечения метана из закрытых шахт имеется в Великобритании, Германии и некоторых других странах [7,8]. Однако в России при низких ценах на природный горючий газ, видимо, не следует ожидать рентабельности от добычи метана из ликвидированных шахт. Рассматривая перспективность добычи метана на последнем этапе необходимо учитывать, что большая часть горючего газа уже удалена из угольных пластов в ходе ведения проходческих и очистных работ.

Проведенный анализ показывает, что на угольных шахтах России сложилась трудная ситуация с перспективой добычи метана при используемой технологии отработки угольных пластов. Предварительная дегазация неразгруженных пластов пока малоэффективна и требует больших затрат и длительного времени. Повсеместное применение такой дегазации существенно скажется на себестоимости угля. Дальнейшее увеличение глубины горных работ приведет к соответствующему росту горного давления и увеличению газоносности угольных пластов, что еще более осложнит проведение предварительной дегазации и снизит ее эффективность. В тоже время значительное количество метана, которое выделяется в шахтах при добыче угля, будет, как и прежде выбрасываться в атмосферу. При таком положении останется опасность возникновения взрывов газа и угольной пыли из-за аварий на оборудовании и в системах вентиляции, сохраняющейся возможности выдавливания метана из выработанного пространства, а также его выбросов из пластов угля.

Кардинально изменить ситуацию с добычей горючего газа из высокогазоносных угольных месторождений возможно в случае прекращения подачи в горные выработки угледобывающих предприятий свежего воздуха. В этом случае в рудничной атмосфере шахты образуется инертный газовый состав, в которой содержание метана будет существенно превышать взрывоопасную концентрацию. Из-за постоянного выделения метана из выработанного пространства, разрушающегося угля и вмещающих пород, его концентрация в атмосфере горных выработок приблизится к 100 %. Откачивать метан из горных выработок намного проще, дешевле и эффективней, чем из неразгруженных угольных пластов.

Кроме возможности интенсифицировать и упростить добычу метана, отработка угольных пла-

стов в созданной инертной атмосфере позволяет решить и некоторые другие проблемы. Так, в газовой среде, не содержащей кислорода, не смогут происходить взрывы метана и угольной пыли, возникать пожары эндогенного и экзогенного происхождения. В этом случае снимаются все ограничения, накладываемые на системы подготовки и отработки запасов угля с целью предупреждения пожаров. Отпадет необходимость обработки склонных к самовозгоранию углей антипригарами. Прекратятся работы по возведению перемычек для изоляции отработанных участков. Снизятся потери угля в выработанном пространстве, который в настоящее время остается в целиках для изоляции отработанных участков.

Существующий уровень развития угледобывающей техники принципиально позволяет проводить работы по отработке угольных пластов в метановой атмосфере с минимальным присутствием людей. Основные работы по добыче угля и проходке горных выработок могут управляться дистанционно. Может быть использовано два варианта работы в метановой атмосфере. По первому варианту предусматривается заполнять метановой атмосферой все горные выработки шахты. Во втором варианте можно ограничиться созданием метановой атмосферы в отдельных изолированных участках, в которых производятся работы с большим выделением метана по отработке угольных пластов, проходке выработок.

В случае применения технологии отработки угольных пластов в метановой атмосфере возникнет ряд сложностей. Наиболее существенными проблемами будут, видимо, необходимость рабо-

ты шахтеров в защитной дыхательной аппаратуре, а также доставка в шахту и на земную поверхность оборудования, материалов и людей. С целью снижения нагрузки на людей потребуется использовать угледобывающую технику, максимально оборудованную элементами автоматики, дистанционным управлением. В действующих горных выработках для улучшения условий труда могут создаваться камеры с комфортными условиями труда не только по метеорологическим параметрам, но и по газовому составу внутренней атмосферы. Для транспортировки горной массы, оборудования и людей в изолированную метановую атмосферу можно организовать систему шлюзов.

Таким образом, анализируя представленный материал, можно сделать вывод о целесообразности применения технологии отработки угольных пластов в метановой атмосфере, что существенно повысит эффективность добычи метана из угольных месторождений. Учитывая сложность и многогранность проблемы работы шахты в метановой газовой среде, необходимо привлечь специалистов разных направлений для всестороннего обсуждения возможности извлечения метана в процессе добычи угля. При оценке перспектив создания метановой атмосферы для отработки высокогазоносных угольных пластов, существенным может оказаться психологический момент, ведь «метановый барьер» (2 %) заложен в сознании всех шахтеров. В случае положительной оценки возможности такой работы в сегодняшних условиях, целесообразно отработать необходимые технические решения на полигоне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петросян А.Э. Выделение метана в угольных шахтах. – М.: Наука, 1975. – 188 с.
2. Трубецкой К.Н., Гурьянов В.В. К вопросу о развитии промышленной добычи метана угольных месторождений и ее рентабельности // Уголь. – 2007. – № 1. – С. 55 – 57.
3. Трубецкой К.Н., Ставриков А.В., Гурьянов В.В. Добыча метана – перспективное направление комплексного освоения георесурсов угленосных отложений // Уголь. – 2001. – № 6. – С. 36 – 38.
4. Сластунов С.В. Заблаговременная дегазация и добыча метана из угольных месторождений – М.: МГГУ, 1996. – 442 с.
5. Айруни А.Т. Прогнозирование и предотвращение газодинамических явлений в угольных шахтах. – М.: Наука, 1987. – 310 с.
6. Астахова С.А. Утилизация шахтного газа. Перспективы развития//Уголь. – 2006. – № 8. – С. 63 – 65.
7. Берелл Р., Керто С. Утилизация метана закрытых шахт: опыт Сибири и Великобритании. Сокращение эмиссии метана: Доклад II Международной конференции. – Новосибирск, СО РАН, 2000. – С. 518.
8. Пройесс А. Рудничный газ – от топочного продукта к самостоятельному энергоносителю // Глюка-уф (русский). – № 4. – 2002. – С. 21 – 27.

Автор статьи:

Портола
Вячеслав Алексеевич
- докт.техн.наук, проф.
каф. аэрологии,
охраны труда и природы