

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАНА ОТ ДЕГАЗАЦИИ В СИСТЕМАХ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ШАХТНОГО ВОЗДУХА

Н.В. Малеев, А.А. Мартынов, Государственное предприятие «Донецкий экспертно-технический центр Госгорпромнадзора Украины», Украина

А.К. Яковенко, Государственный Макеевский научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности, Украина

Рассмотрены технические решения по использованию метана от дегазации для выработки тепловой и электрической энергии, используемой в стационарных установках кондиционирования шахтного воздуха на примере польской шахты «Пнювэк». На основе оценки данных, характеризующих показатели работы установки кондиционирования шахтного воздуха с использованием метана от дегазации, установлено, что разработка и внедрение таких систем для условий глубоких угольных шахт Донбасса является перспективной задачей.

Неблагоприятное тепловое состояние рудничной атмосферы в горных выработках глубоких шахт является одним из основных факторов, сдерживающих развитие добычи угля. Особенно остро эта проблема стоит для шахт в Украинской части Донбасса с глубиной ведения очистных и подготовительных работ 1000-1400 м. При температурах горного массива на таких глубинах 40-50°C температура воздуха в выработках без принятия действенных мер по ее снижению может достигать 32-34°C и более [1].

В настоящее время в связи с указанным ряд наиболее глубоких шахт (им. А.А.Скочинского, им. А.Ф.Засядько, «Шахтерская-Глубокая», «Прогресс» и др.) находится в ситуации так называемого «теплового барьера», когда подготовка новых выемочных участков и очистная выемка становятся из-за температурного фактора без решения вопроса нормализации теплового режима горных выработок практически невозможными [2].

Сложившееся положение обуславливает необходимость дальнейшего всестороннего изучения данной проблемы с целью совершенствования известных и разработки новых современных технологий и эффективных технических решений по нормализации тепловых условий в выработках глубоких шахт.

На основании аналитических исследований и зарубежного опыта кондиционирования рудничной атмосферы установлено, что для газовых шахт приемлемой в реализации технологией на достигнутом уровне развития подземной добычи угля является использование уловленного метана от дегазации при разработке угольных пластов в качестве потенциального источника энергии для работы высокопроизводительных шахтных стационарных холодильных установок.

В Украинской части Донбасса угли представлены практически всеми существующими марками от бурых до высокометаморфизованных суперантрацитов. Метаноносность углей наблюдается в широких пределах – от отсутствия метана в суперантрацитах до 30-40 м³ на одну тонну сухой беззольной массы в углях марок К, ОС, Т.

Абсолютное метановыделение на действующих высокопроизводительных угольных предприятиях ПАО «Шахтоуправление «Покровское», ПАО «Шахта им А.Ф.Засядько», ПАО «ДТЭК шахта Комсомolec Донбасса», им. А.А. Скочинского и др. составляет от 60 до 300 м³/мин (таблица).

В связи с этим, дегазация при разработке высокометаноносных угольных пластов является неотъемлемой частью технологического процесса добычи.

В настоящее время для дегазации угленосного массива и извлечения метана используются традиционно принятые в Донбассе технологии и оборудование для бурения с поверхности и подземных дегазационных скважин с последующим подключением их к вакуумнасосным станциям [3]. Концентрация метана в отводимой метано-воздушной смеси

колеблется на шахтах от 35 до 56 %, в отдельных случаях – превышает 60%.

Таблица

Характеристика глубоких шахт Украинской части Донбасса

Наименование шахты	Максимальная глубина горных работ, м	Максимальная температура горного массива, °С	Относительное метано-выделение, М ³ /т	Абсолютное метано-выделение, М ³ /мин
Им. А.А. Скочинского	1300	50	51	64
Им. А.Ф. Засядько	1400	49	84	247
«Краснолиманская»	970	39	62	162
«Красноармейская-Западная» №1	840	34	65	238

Метан от дегазации угольных месторождений Донбасса является ценным энергетическим сырьем. Его состав и теплотворная способность равноценны «сухому» природному газу, добываемому из лучших газовых месторождений, например, Уренгойского в России [4].

Подтверждающим примером перспективности использования метана от дегазации в технологии кондиционирования шахтного воздуха может являться опыт польской каменноугольной шахты «Пнювэк» Ястжембского угольного общества А.О.[5].

На шахте «Пнювэк» с точки зрения использования шахтного уловленного метана существуют очень выгодные условия. Абсолютное метановыделение составляет 232,0 м³/мин, из которого 97,5 м³/мин (42%) входит в сеть дегазации, а около 134,5 м³/мин выбрасывается с вентиляционным отработанным воздухом в атмосферу.

Согласно польскому законодательству горнорабочим разрешается работать в течение суток под землей полное рабочее время 7,5 час, если температура рудничного воздуха, измеряемая сухим термометром, не превышает 28°С. Выше этой температуры в интервале 28÷33°С рабочее время сокращается, разрешается работать не более 6 час. Если же температура воздуха превышает 33°С - работать запрещается.

Для улучшения климатических условий в шахте «Пнювэк» с целью обеспечения добычи угля 14-15 тысяч тонн в сутки на глубоких горизонтах обосновано применение кондиционирования воздуха с использованием высокопроизводительных холодильных установок: суммарной холодильной мощностью 5 МВт для горизонта 830 м; 10 МВт – для ведения работ на горизонте 1000 м.

Именно необходимость улучшения условий работы под землей и перспектива добычи на горизонте 1000 м дали основу принять на польской шахте «Пнювэк» решение о внедрении высокопроизводительной системы кондиционирования воздуха, сущность которой заключается в следующем.

Имеющийся в распоряжении уловленный метан от дегазации шахтой используется, как топливо для питания газовых двигателей, которые в свою очередь вводят в движение электрическую турбину.

Выработанное тепло используется в абсорбционных холодильных машинах для получения хладоносителя с температурой около 7°С. Часть вырабатываемой генератором электрической энергии служит для питания винтовых компрессоров холодильных установок и получения при этом дальнейшего охлаждения рабочего тела до температуры около 3°С. Остальная часть полученной электрической энергии и тепла используется для других нужд шахты.

Стационарные холодильные установки располагаются в этом случае на поверхности

шахты, а хладоноситель подается по теплоизолированным трубопроводам диаметром 300 мм на горизонт 830 м и доставляется к воздухоохладителям, расположенным в горных выработках.

В качестве понизителя давления первичного хладоносителя на глубоком горизонте шахты «Пнювэк» применен трехкамерный напорный шлюз «Siemag»[6]. Данный шлюз служит для передачи подверженной высокому напору охлажденной воды из трубопровода в шахтном стволе во вторичный контур на горизонте 830 м низкого давления.

Шлюз состоит из трех водяных камер. Через циклическое наполнение камер холодной и отепленной водой попеременно реализуется транспорт холодной охлаждающей воды для питания вторичного контура и отепленной воды из вторичного контура наоборот в первичный контур. Благодаря применению трех камер осуществляется непрерывное течение воды с небольшими пульсациями напора. Размеры трехкамерного напорного шлюза: длина - 28 м, высота - 2,2 м, ширина - 1,2 м.

Максимальный расход воды, протекающей через трехкамерный напорный шлюз «Siemag», составляет 300 м³/час при переносимой холодильной мощности 6,1 МВт. Номинальное давление в первичном контуре составляет 10,0 МПа, рабочее давление – 9,5 МПа. Во вторичном контуре номинальное давление равняется 4,0 МПа, а рабочее 2,0 МПа. Повышение температуры хладоносителя в трехкамерном напорном шлюзе «Siemag» составляет около 0,5°С, потеря давления всего около 0,05 МПа. Температура хладоносителя за трехкамерной шлюзой равняется +3,0°С со среднечасовым допуском, составляющим ±1,0°С и со среднесуточным допуском равным ± 0,5°С. Данная система характеризуется небольшим расходом электрической энергии и малыми потерями тепла.

На горизонте 830 м шахты «Пнювэк» монтируется сеть изолированных трубопроводов низкого давления, распределяющих холодную воду к воздухоохладителям, размещенным в воздухоподающих выработках выемочных участков и подготовительных тупиковых выработках. Обратную сеть от воздухоохладителей до трехкамерного напорного шлюза образуют неизолированные трубопроводы, которые дополнительно охлаждают воздух, подаваемый на проветривание очистных и подготовительных забоев.

Охлаждение воздуха в очистных выработках осуществляется в воздухоохладителях, параллельно подсоединяемых к системе хладоносителя и устанавливаемых в выработках перед лавами на расстоянии не более 200 м от них. По мере продвижения лав воздухоохладители переустанавливаются.

Отработанная отепленная вода с горизонта 830 м по неизолированным трубопроводам диаметром 300 мм выдается на поверхность в холодильный агрегат.

Такая сопряженная энергетико-холодильная система по сравнению с системами, в основе которых лежит применение исключительно компрессорных холодильных установок, характеризуется необходимостью значительных финансовых расходов в первой фазе реализации инвестиций, зато с момента внедрения установки кассовые поступления за проданную электрическую энергию, тепло и выгоды, полученные из-за освоения метана от дегазации, превышают понесенные расходы на эксплуатацию установки. Окупаемость капиталовложений наступит по расчетам Польских специалистов после 6 лет реализации данной системы.

Эффекты, благодаря внедрению сопряженной энергетико-холодильной системы, представляются Польскими специалистами следующим образом: сокращение закупок электрической энергии от электрической сети на 42 тыс. МВт в год, сокращение эмиссии метана в атмосферу на 8 млн. м³ в год, получение холода – около 41 тыс. МВт в год, ликвидация стоимости «теплового эффекта».

Другие эффекты: повышение комфорта работы и уровня безопасности труда, рост производительности труда, уменьшение эмиссии загрязнений в окружающую среду.

Представленная и реализованная в условиях шахты «Пнювэк» система кондиционирования является уникальным техническим решением. В его основе лежит сопряжение систем энергетико-тепловой и холодильной. Кроме этого является первой

установкой центрального кондиционирования в Польше, которая открыла перед польским горным делом, добычей каменного угля и руд, возможности их добычи на глубоких горизонтах, даже ниже 1000 м, где первичная температура горного массива превышает 45°C.

Аналогичных систем кондиционирования шахтного воздуха, в основе которых предусматривается использование уловленного метана от дегазации, на шахтах Украинской части Донбасса в настоящее время нет. Но разработка и практическая реализация таких систем в связи с указанной выше характеристикой глубоких угольных шахт (таблица) является весьма перспективной.

Дегазация при разработке угольных пластов в Украинской части Донбасса является неотъемлемой составляющей технологического процесса добычи угля. При применении высокоэффективных технологий по опыту зарубежных стран США, Германии процентное содержание извлекаемого метана в смеси может достигать 80-95 % и его можно со значительными выгодами использовать в качестве потенциального источника энергии. На примере Польской шахты «Пнювэк» показано прогрессивное использование метана от дегазации для выработки тепловой и электрической энергии, используемой в стационарных установках кондиционирования шахтного воздуха. Данное направление использования метана от дегазации на глубоких высокопроизводительных шахтах Украины является весьма перспективным.

Список литературы

1. Мартынов А.А., Лунев С.Г., Яковенко А.К., Солдатов В.И., Розенберг А.С. Кондиционирование воздуха в действующих глубоких шахтах. - Уголь Украины, № 5.- 2002.- С. 44-48.
2. ДСП 3.3.1.095-2002. Державні санітарні правила та норми. Підприємства вугільної промисловості.- Київ: МОЗ України, 2003.
3. Побережный О.В., Бурых Ю.Е., Махов В.Г. Перспективы добычи, использования и переработки угольного метана. Известия Донецкого горного института: Всеукраинский научно-технический журнал горного профиля. Под ред. Александрова С.Н.- Донецк: ДонНТУ. –2`2001.- С.59-62.
4. Конарев В.В. Опыт Донбасса по дегазации угольных месторождений. В кн.: Доклады II Международной конференции «Сокращение эмиссии метана». Новосибирск, 18-23 июня 2000.- С. 379-382.
5. Barteczko B., Nawrat S., Rzepski H. (Poland), Scholer J. (Germany). The installation for energy production on the base of associated cooling system of «Pniowek» colliery. Papers 9 th session of the international busean of mining thermophysics.- Poland, Gliwice.-2000.-С.151-162.
6. Nawrat S. (Poland), Christian O. (Germany). Three-chamber pipe feeder in function of heat exchanger for mine air cooling. Papers 9 th session of the international busean of mining thermophysics.- Poland, Gliwice.-2000.-С.163-179.