

левой модели широко используется при анализе и синтезе энергетических систем. Элементы построенной при этом матрицы инцидентий записываются в виде булевой функции. Можно сделать вывод, что метод, основанный на булевой модели, целесообразно использовать при оценке надежности технических систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Надежность технических систем: Монография / Переверзев Е., Алпатов А., Даниев Ю., Новак П. – Днепропетровск: Пороги, 2002. – 396 с.
2. Нормирование надежности технических систем: Монография / О.В. Берестнев, Ю.Л. Солитерман, А.М. Гоман. – Мн.: УП "Технопринт", 2004. – 266 с.
3. Ушаков И.А., Гадасин В.А. Анализ надежности структурно-смежных систем. – М.: Знание, 1976.
4. Райншке К. Модели надежности и чувствительности систем. Перевод с нем. – М.: Мир, 1979. – 452 с.
5. Томович Р., Вукобратович М. Общая теория чувствительности. – М.: Советское радио, 1972.
6. Садыхов Г.С. Теоретические основы остаточного дискретного ресурса технических объектов // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 1999. – № 3. – С. 102-108.
7. Садыхов Г.С., Савченко В.П. Оценка остаточного ресурса изделий с использованием физической модели аддитивного накопления повреждений // Докл. РАН. – 1995. – № 4. – С. 469-472.
8. Харари Ф. Теория графов. – М.: Мир, 1973. – 300 с.
9. Новиков П.С. Элементы математической логики. – М.: Физматгиз, 1973.

Получено 10.02.2009 г.

УДК 621.311.2:331.82

Богуслаев В.А.

ОАО «Мотор Сич»

КОГЕНЕРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ШАХТНОГО МЕТАНА

Представлено інформацію про стан справ в Україні з утилізацією шахтного метану, описано досвід та технологію його використання в якості палива газотурбінних електростанцій з виробленням електричної та теплової енергії.

Представлена інформація о состоянии вопроса в Украине с утилизацией шахтного метана, описаны опыт и технология его использования в качестве топлива газотурбинных электростанций с выработкой электрической и тепловой энергии.

The article provides information on the situation with mine methane disposal in Ukraine and describes the experience and technology of using methane as fuel for gas-turbine power-generating sets producing electrical and heat energy.

Цена каждого добытого в Украине миллиона тонн угля – четыре человеческих жизни. За годы независимости в украинских шахтах погибло более трех с половиной тысяч человек, а искалеченных – в несколько раз больше.

Опасностей, которым подвергаются наши шахтеры на рабочих местах, много. Но главной из них, как и раньше, остается **шахтный газ - метан**. Взрывы и выбросы метана – вот причина многих крупномасштабных аварий на угольных предприятиях.

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Во время буровых работ происходит непредвиденный выброс из угольного массива большого количества метана, который мгновенно распространяется по лаве и прилегающим штрекам, смешиваясь с воздухом до взрывоопасной концентрации. По такому сценарию происходят аварии на угольных приисках Украины.

Усугубляет ситуацию устаревшее оборудование и отсутствие средств на обеспечение безопасности труда шахтеров. Однако, и современное оборудование, и новейшие системы безопасности не решают коренным образом проблему шахтного газа, если мы не научимся извлекать его из недр, превращая из «убийцы» в «кормильца» не только для шахтеров, но и всей инфраструктуры угледобывающих регионов Украины.

Украина обладает огромными, фактически не разработанными, ресурсами метана угольных месторождений. По утверждениям ученых, запасы метана в угленосных толщах в несколько раз превышают те, которые содержатся в газовых месторождениях. Мировые ресурсы метана угольных пластов составляют от 93,4 до 285,2 триллиона кубометров. Украина по ресурсам метана занимает четвертое место в мире, уступая лишь Китаю, России и Канаде. По разным подсчетам на территории Донецкого угольного бассейна запасы метана превышают 14...22 трлн. кубометров.

Запасы метана на отдельных шахтах колеблются от 0,2 до 4,7 млрд. кубометров. Например, в недрах шахты им. Засядько содержится 3,6 млрд. кубометров, имени Скочинского – 4,7 млрд. кубометров, «Южнодонбасской» – 3...3,5 млрд. кубометров газа.

Но пока обилие метана в украинских шахтах по большому счету приносит нам только горе.

Еще в 1998 году была принята «Государственная программа добычи попутного метана с угольных месторождений Донбасса на 1998 – 2010 годы», но в настоящее время добыча и переработка налажена настолько слабо, что «шахтный» метан

выбрасывается на ветер. Как это ни прискорбно – вместе с человеческими жизнями.

Расчеты специалистов и зарубежная практика показывают, что проблему эффективного использования шахтного метана решает применение когенерационных технологий.

В настоящее время на предприятиях и в организациях Украины (Запорожское ОАО «Мотор Сич», Киевская инженерно-техническая компания ЧНПП «Синапс», Северодонецкий филиал ОАО «Украинский институт по проектированию нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий») накоплен опыт проектирования и практического использования когенерационных установок.

Прогрессивные научно-технические, конструкторско-технологические решения, которые разрабатываются и внедряются на ОАО «Мотор Сич», опираются на новейшие достижения науки и техники. Среди них – разработки по использованию низкокалорийных природных и промышленных газов в качестве топлива для газотурбинных электростанций и теплоэнергокомплексов.

Так в 1989 году предприятием совместно с Карагандинским научно-исследовательским институтом угля (КНИУИ) проведен комплекс научно-исследовательских работ, в процессе которых были выработаны технические решения по утилизации угольных метано-воздушных смесей (МВС). На шахте Кировская «ПО «Карагандауголь» проведены опытно-промышленные испытания с запуском в эксплуатацию электростанции ПАЭС – 2500 (номинальная мощность 2,5 МВт), работающей на МВС.

Предлагаемая ОАО «Мотор Сич» схема применения электростанций ПАЭС-2500 в составе теплоэнергетических газотурбинных утилизационных комплексов КГТЭУ-2,5/7,0-МС работает следующим образом:

– в газоносных слоях в районе, прилегающем к шахте, используется обычная технология бурения подземных и наземных дегазационных скважин, объединенных в единую дегазационную систему шахты;

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

– газ из шахтной дегазационной сети при помощи водокольцевого вакуум-насоса ВВН2-150М (1) подается в блок подготовки рабочего газа (2), расположенный в отдельном модуле;

– здесь газ очищается от влаги, обеспечивается контроль и регулирование параметров шахтного газа перед его подачей в дожимной компрессор (3);

– после сжатия в модульном компрессорном агрегате ГВ-60/0,1 – 12УХЛ4 до давления 1,0...1,2 МПа газ подается в газотурбинную электростанцию «Мотор Сич ПАЭС – 2500Г» (4), которая, сжигая в газотурбинном двигателе метано-воздушную смесь, вырабатывает 2,5 МВт электроэнергии;

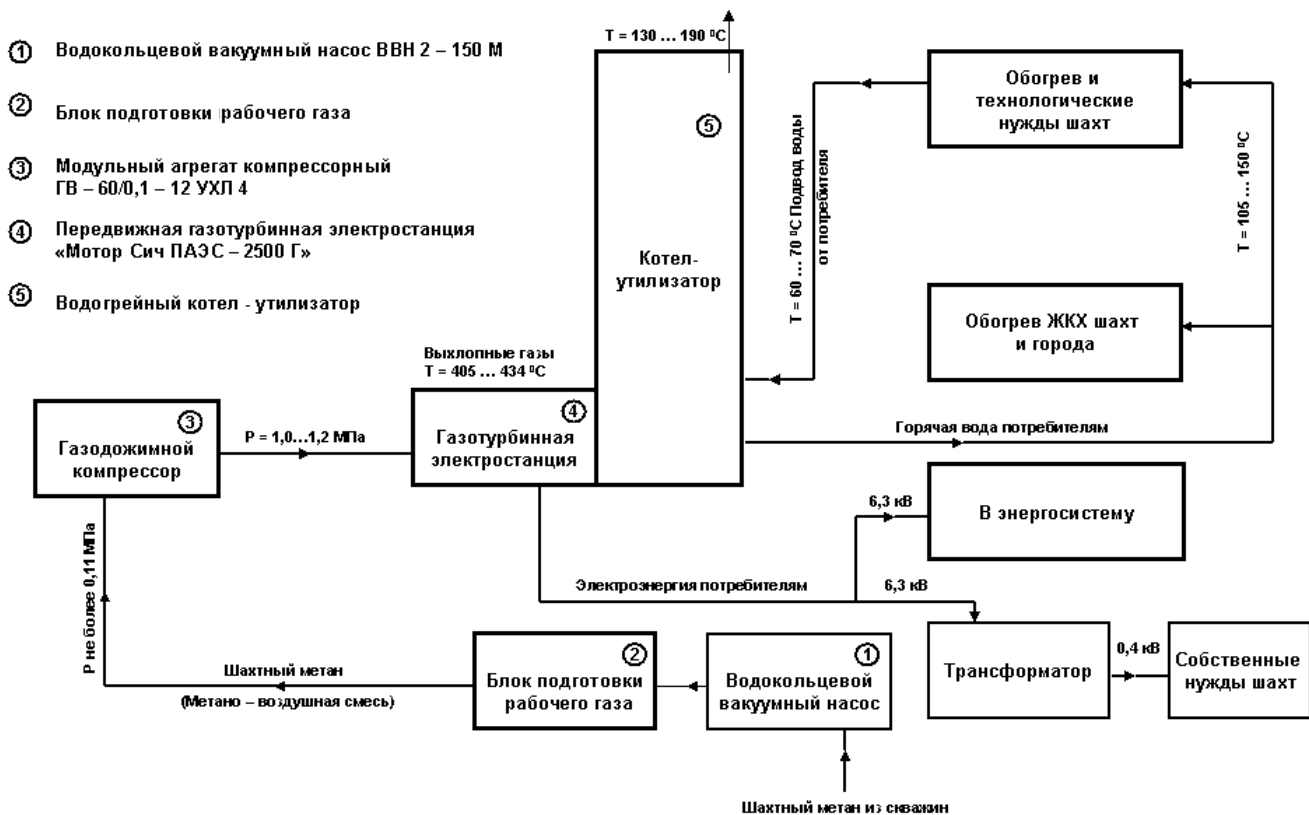
– выхлопные газы электростанции, имеющие температуру 405...434 °С, направляются на вход водогрейного котла-утилизатора (5), где утилизируются, вырабатывая при этом 5,0...7,0 МВт тепловой энергии в виде 70...140 т/ч горячей воды.

Таким образом, внедрение комплексов КГТЭУ-2,5/7,0-МС в пересчете на имеющиеся промышленные запасы шахтного метана Украины, позволит получить 6...9 млн. МВт электрической и 12...25 млн. МВт тепловой энергии в час.

С 2006 года ОАО «Мотор Сич» активно сотрудничает с Минуглепромом Украины по внедрению теплоэнергетических газотурбинных утилизационных комплексов. Предыдущим составом Минуглепрома Украины (во главе с С.Б. Тулубом) были выделены две шахты ГП «Макеевуголь» для внедрения теплоэнергетических газотурбинных утилизационных комплексов КГТЭУ-2,5/7,0-МС.

Технико-экономическое обоснование использования когенерационных установок для утилизации шахтного метана на шахтах ГП «Макеевуголь», разработанное специалистами ОАО «Мотор Сич», в ноябре 2007г. направлено в Минуглепром Украины, ГП «Макеевуголь» и

Схема утилизации шахтного метана комплексом КГТЭУ – 2,5 / 7,0 – МС



ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

МакНИИ по безопасности работ в угольной промышленности.

Шахты «им. С.М. Кирова» и «Чайкино» оборудованы поверхностными вакуум-насосными станциями (ВНС), с помощью которых газ извлекается по дегазационным трубопроводам диаметром 200...300 мм. Часть его сжигается в шахтных котельных, обеспечивая теплом собственные нужды шахт, а остальной сгорает в «свече». Поверхностные ВНС (1987 – 1997 г.г. выпуска) имеют износ порядка 50%. Диаметры менее изношенных дегазационных трубопроводов не обеспечат повышения объемов дегазации, необходимого для обеспечения номинальной мощности газотурбинных электростанций.

Кроме того, отсутствует оборудование, в т.ч. компрессорное, для приведения метано-воздушных смесей в соответствие с требованиями к топливному газу для газотурбинной электростанции.

Бюджетного финансирования с трудом хватает на приобретение индивидуальных средств защиты, которые, по сути, не являются гарантией безопасности в шахтах.

Международный опыт подтверждает, что проекты по утилизации шахтного метана не могут быть реализованы без государственных инвестиций с гарантированной окупаемостью вложенных средств. Все инвестиции в данные проекты могут окупиться за счет реализации полученных электроэнергии и тепла.

А самое главное – внедрение этих проектов обеспечит безопасность труда шахтеров за счет достижения безопасного уровня метана (менее 2,5 %).

Очевидна важность и необходимость решения на государственном уровне проблемы добычи и эффективного использования метана из угольных пластов шахт Минуглепрома Украины и разработки государственных программ по данной тематике с соответствующим бюджетным финансированием.

Выводы

Имеющиеся запасы метана на действующих и закрытых шахтах Украины требуют серь-

езного отношения государства к вопросу утилизации шахтного метана, в том числе с помощью описанной в статье технологии использования метано-воздушной смеси, добытой методом дегазации шахт, в качестве топлива газотурбинных электростанций с выработкой электрической и тепловой энергии.

Внедрение предлагаемой когенерационной технологии позволит повысить энергетическую независимость Украины, экологическую безопасность в регионах угольных бассейнов страны и безопасность труда шахтеров.

Получено 30.12.2008г.