



НАПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

ECOLOGICAL SAFETY OF MINING REGIONS THROUGH CREATION OF POWER-HEATING COMPLEXES

*I. A. YEFREMOV, S. V. PODKOPAEV, O. K. MOROZ
Donetsk National Technical University*

Резюме:

Указаны пути эффективного использования нетрадиционного источника энергии – шахтного метана, использование которого на угольных шахтах является основным направлением диверсификации угледобывающих предприятий в вопросах переработки капируемого метана в электрическую и тепловую энергию, решения экологических проблем региона, внедрения высокоэффективных теплоэнергетических технологий и создания на их базе шахтных энергокомплексов.

Abstract:

There was presented a method of use of alterative source of energy, namely coal mine methane, the use of which as a fuel for power and heating generation is a main direction in coal mines. By this means some ecological problems of the region are solved. Highly efficient power and heating technologies are implemented and energy complexes are established.

Ключевые слова: энергокомплекс, когенерация, выбросы загрязняющих веществ, электрическая и тепловая энергия.

Key words: energy complex, cogeneration, emission of pollutants, electricity, heat

ВВЕДЕНИЕ

В целом реструктуризация угольной промышленности плотно связана с проблемой диверсификации деятельности угледобывающих предприятий. Не обходимо отметить, что одним из наиболее перспективных подходов есть переработка шахтного метана на месте его добычи путем производства тепловой и электрической энергий [1, 2, 3, 4]. Реализация этой концепции в Украине на базе угледобывающих предприятий со значительными промышленными запасами угля и шахтного метана целесообразна путем создания шахтных энергокомплексов, в которых будут использоваться технологии с газотурбинными или газопоршневыми установками, обеспечивающими эффективный передел метана в тепловую и электрическую энергии.

Объединение в единый комплекс процессов добычи и переработки топлива в электрическую и тепловую энергию открывает возможность существенного повышения экономической эффективности всего комплекса.

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Предлагаемый подход составляет основу концепции создания теплоэнергетических комплексов на базе

использования метана угольных шахт и позволяет решить следующие задачи:

- улучшение экологической безопасности, в том числе создание безопасных по газовому фактору условий для добычи угля, и снижение загрязнения окружающей среды за счет уменьшения выбросов в атмосферу метана – одного из газов, участвующих в создании парникового эффекта, а также уменьшение вредных выбросов в атмосферу от шахтных котельных при их переводе на сжигание метана вместо угольного топлива. При этом существенно сокращаются выбросы в атмосферу окислов азота NO_x , оксидов серы SO_2 , окиси углерода CO и пыли, являющихся основными вредными веществами, образующимися при сжигании угля в шахтных котельных. Кроме того, при этом имеет место косвенный экологический эффект, заключающийся в уменьшении количества сжигаемого угля на ГРЭС при замещении части электрической энергии из энергосистемы собственной электроэнергией шахты, вырабатываемой при сжигании метана;
- снижение себестоимости угля вследствие увеличения нагрузки на очистной забой при выемке угольного пласта, подвергнутого предварительной дегазации, а также за счет

самообеспечения шахт дешевыми тепловой и электрической энергиями, получаемыми при утилизации метана в когенерационных энергетических модулях. Коэффициент полезного действия шахтных энергетических когенерационных модулей достигает 86%, что недостижимо в других энергетических объектах. Например, КПД большинства тепловых угольных электростанций не превышает 33%, а КПД парогазовых установок (ПГУ) достигает лишь 50-55%;

– получение дополнительного энергетического и технологического сырья.

Наиболее перспективными для энергетического передела являются когенерационные технологии, к основным вариантам которых относятся:

- шахтные энергокомплексы на базе паротурбинной когенерации. Их реализация обусловлена наличием технологии, которые разрешают сжигать низкосортный уголь и отходы углеобогащения с высоким КПД и низким уровнем выбросов вредных веществ. Такой технологией являются сжигание топлива в циркулирующем кипящем слое (ЦКС). Основными преимуществами этой технологии являются: высокоэффективное, на уровне 99%, сжигание угля любого качества и состава, с зольностью до 60% и теплотой сгорания от 2500ккал/кг; относительно низкие рабочие температуры (в среднем 850°C), вследствие этого низкие уровни выбросов оксидов азота; эффективное, на уровне 90-95%, скрепление серы известняком. Шахтный метан при технологии ЦКС может быть использован в паровых котлах как по каналу воздушного дутья, так и по каналу основного топлива. Паровые котлы на базе технологии ЦКС в сочетании с паровыми турбинами и электрическими генераторами обеспечивают реализацию паротурбинной когенерации на угледобывающих предприятиях. Кроме того, перспективными являются варианты создания шахтных когенерационных энергокомплексов на базе турбинизации существующих шахтных котельных, а также на базе каталитических реверс-текущих реакторов для утилизации метана исходящих вентиляционных струй. Каждый из перечисленных вариантов характеризуется тем или иным типом топлива, которое используется, или его соединений (низкосортный уголь, отходы углеобогащения, шахтный метан) и рациональной сферой применения, определяемой как запасами того или другого топлива, так и характером и объемом потребляемых тепловой и электрической энергий;
- шахтные энергокомплексы на базе газопоршневой когенерации. Их реализация обусловлена достаточно большими запасами шахтного метана на угледобывающих предприятиях и наличием высокоэффективного когенерационного энергетического оборудования для утилизации шахтного метана путем изготовления тепловой и электрической энергий с соотношением приблизительно 1:1 и коэффициентом полезного действия при полной загрузке до 86%. Таким оборудованием являются энергетические модули на базе газопоршневых установок (ГПУ),

обеспечивающие реализацию газопоршневой когенерации.

Строительство шахтных энергокомплексов на базе угледобывающих предприятий позволяет решить следующие вопросы [1]:

1. Обеспечить надежность электро- и теплоснабжения угледобывающих предприятий, а также близлежащих к ним жилых массивов и промышленных предприятий. Надежность электроснабжения обеспечивается работой электрических генераторов шахтного энергокомплекса параллельно с энергосистемой.
2. Существенным образом сократить затраты импортного природного газа за счет вывода из эксплуатации газовых котельных.
3. Использовать как топливо высокозольные отходы углеобогащения, которые идут сегодня в отвал (паротурбинная когенерация), и шахтный метан, который до настоящего времени выбрасывался в атмосферу (газопоршневая когенерация).
4. Организовать рентабельное производство с комбинированным изготовлением электроэнергии и тепла в сравнении с низкорентабельной, экологически "грязной" шахтной котельной и необходимостью закупки электроэнергии из энергосистемы.
5. Создать дополнительные рабочие места и решать социальные проблемы, связанные с закрытием шахт.

Принципиальным отличием данной концепции диверсификации от предлагаемых ранее является техническая возможность и экономическая целесообразность включения в структуру шахтного энергокомплекса модульных блоков, которые могут реализовать принципы энерготехнологической переработки топлива на месте его добычи с использованием собственного тепла и электроэнергии [1]. Для бурого угля и углей с низкой степенью метаморфизма предлагается технология переработки угля методом гидрогенизации. Использование тепловой энергии шахтного энергокомплекса для добычи синтетического бензина, дизельного топлива, смазывающих материалов, парафинов, воска и так далее разрешит значительно понизить величину энергетической составляющей затрат на получение данной продукции. Для угля с высокой степенью метаморфизма предлагается использование технологии извлечения пиритовой серы. При этом пиролизные газы, которые получаются в результате паровоздушной обработки угля, перерабатываются в высоколиквидный товар – серную кислоту – для дальнейшего использования в химической промышленности, а обессеренные угли сжигаются в топках шахтного энергокомплекса, не теряя своей теплотворной способности. Весьма перспективным является включение в состав шахтного энергокомплекса модуля, который позволит реализовывать теплоэнергоемкую технологию добычи из низкосортного угля искусственного жидкого топлива, которое с успехом может заменить дорогой кокс в доменном производстве.

В состав энергокомплекса на базе паротурбинной когенерации целесообразно включать цех по производству строительных материалов с утилизацией гипсосодержащих золошлаковых отходов комплекса,

Таблица 1

Реализация результатов работы по комплексной дегазации и использованию метана на шахте им.А.Ф.Засядько (на31 декабря 2013г.)

Годы	Объем потребления метана по проекту, млн. м ³	Выработанная электроэнергия, МВт·ч	Выработано тепла, Гкал	Зачет по CO ₂ экв, т
2004	2.220091	–	–	34.328
2005	2.194690	–	–	33.936
2006	26.212291	94.313	8.120	428.311
2007	59.663640	200.586	33.337	963.940
2008	40.307841	131.893	59.612	650.851
2009	39.850335	132.620	56.508	647.111
2010	52.570787	175.932	74.582	852.158
2011	36.995773	122.046	53.709	620.534
2012	20.317776	65.667	31.836	340.402
2013	11.392428	38.130	17.223	191.205
Всего:	291.725672	961.187	334.427	4.762778

Таблица 2

Снижение вредных выбросов в атмосферу в связи с выводом из эксплуатации угольных шахтных котельных по годам

Источники выбросов	Выбросы, т/г					
	NO _x	SO ₂	CO	CO ₂	Пыль	Всего
2006 год						
Котельная № 1	116,887	740,906	67,348	50924,416	222,901	52072,458
Котельная № 2	8,212	52,053	4,732	3577,767	104,401	3747,165
Итого:	125,099	792,959	72,080	54502,183	327,302	55819,623
2007 год						
Котельная № 1	72,002	456,398	41,509	31369,440	137,307	32076,656
Котельная № 2	5,059	32,065	2,915	2203,904	64,406	2308,349
Итого:	77,061	488,463	44,424	33573,344	201,713	34385,005
Снижение выбросов	48,038	304,496	27,656	20928,839	125,589	21434,618
2008-2012 годы						
Снижение выбросов	125,099	792,959	72,080	54502,183	327,302	55819,623

Расчет выбросов вредных веществ в атмосферу от котельных № 1 и № 2 производился по методике определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от энергетических установок [7].

Величины выбросов угольных котельных и их сокращение по сравнению с 2006 годом приведены в таблице 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ суммарного снижения выбросов вредных веществ в атмосферу при внедрении энергетического комплекса на угольном метане в условиях шахты им. А. Ф. Засядько показывает, что внедрение газопоршневых установок по утилизации шахтного метана позволит за счет экономии угля, который ранее сжигался на шахтных котельных Центральной промплощадки, сократить вредные выбросы в атмосферу на 55,8 тыс. т в год.

Полученные практические результаты являются показателем того, что одним из перспективных путей сокращения вредных выбросов в атмосферу является утилизация шахтного метана в когенерационных энергетических комплексах, утилизирующих шахтный метан путем выработки тепловой и электрической энергий, используемых как для энергетического

самообеспечения шахты, так и для отпуска сторонним потребителям.

Таким образом, реализация рассмотренной концепции создания малых теплоэнергетических комплексов на базе угольных шахт является одним из перспективных направлений диверсификации деятельности угледобывающих предприятий и решения социально-экономических проблем шахтерских регионов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] А. Ф. Булат. Научно-технические основы создания шахтных когенерационных энергетических комплексов/А. Ф. Булат, И. Ф. Чемерис. Киев: Наукова думка, 2006. с. 176.
- [2] А. Ф. Булат. «Методические основы оценки эффективности энергосберегающих проектов для объектов топливно-энергетического комплекса» А. Ф. Булат, В. Г. Перепелица, И. Ф. Чемерис, Д. Г. Подтуркин, М. Н. Кибкало *Геотехническая механика.* , Межвед. сб. науч. тр./ИГТМ НАН Украины. Днепропетровск, 2002. Вып. 36. с. 146-155.

- [3] В. В. Лукинов. „Создание энергоэффективного комплекса извлечения и использования шахтного газа метана” В. вВ. Лукинов, В. Г. Перепелица, Б. В. Бокий, И. А. Ефремов *Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр./ИГТМ НАН Украины. Днепропетровск, 2010. Вып. 88. с. 3-8.*
- [4] И. Ф. Чемерис, „Технико-экономические аспекты работы шахтных энергетических комплексов” М.Ф. Чемерис *Геотехническая механика. Днепропетровск.1999. Вып. 15. с. 55-61.*
- [5] K. Rafferty. Geothermal power generation on low-temperature, small-scale applications, Geo-Heat Center. 2000. № 1. P. 12-1
- [6] Пат. 83560 Украина, МПК (2006) F 01 K 23/02, F 01 K 23/10, F 01 K 3/00/ Когенераційна система з використанням теплоти димових газів/Булат А. Ф. Звягельский Е. Л. Чемерис И. Ф. Бокий Б. В. Ефремов И. А. Оксень Ю. И. № а 200611179; заявл. 23.10.2006; опубл. 25.04.2008, Бюл. № 14.2008. 5. 76.
- [7] Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от энергетических установок//Методика определения: Министерство топлива и энергетики Украины. Объединение энергетических предприятий „Отраслевой резервно-инвестиционный фонд развития энергетики”. Киев, 2002. с. 44.

PhD Eng, I. A. Yefremov, PhD Eng, S. V. Podkopaev,
PhD Eng, professor O. K. Moroz
Donetsk National Technical University
Artyom Street 58, 83001 Donetsk, UKRAINE
e-mail: ggeom@donntu.edu.ua
etyurin@mail.ru
odm@mine.dgtu.donetsk.ua