

ОПЫТ ДЕГАЗАЦИИ И УТИЛИЗАЦИИ ШАХТНОГО МЕТАНА В ФРГ И СНГ

Наведені результати досвіду використання шахтного метану та перспективи його утилізації у ФНР і СНД.

PRACTICE OF GERMANY AND CIS IN THE FIELD OF METHANE DEGASSING AND UTILIZATION

The article presents results of experience of Germany and countries of CIS in the field of usage of methane and aspects of its utilization.

В последние годы, в связи с вступлением в силу Киото-Протокола, значительно выросло внимание к утилизации шахтного газа. Однако подготовка уже первых утилизационных проектов совместного осуществления (ПСО) в странах СНГ показала значительные проблемы с его утилизацией:

- более 90 % шахтного газа выделяется с концентрацией недостаточной для эффективной его утилизации;

- имеющий мировой опыт утилизации шахтного газа основан на единичных экспериментах и не может быть по техническим и экономическим причинам использован для широкого распространения в ближайшие годы;

- Киото-Протокол действует в н.в. только до 2012 г., что сдерживает инвестиции в долгосрочные проекты и со сроком окупаемости более чем 2-3 года;

- цена на утилизационные сертификаты на международном рынке в 2006 г. оказалась в 5-10 раз ниже прогнозов до 2005 года.

От имени группы немецких фирм: Демета ГмбХ, А-ТЕС Анлагентехник ГмбХ, Про-2 Анлагентехник ГмбХ, Эмиссионс-Тралер FT ГмбХ, Мингаз-Павер ГмбХ, госинститута безопасности и новых видов энергии УМЗХТ союза шахтный метан «IVG» представляем результаты многолетнего опыта организации широкомасштабного изучения и использования шахтного метана в Рурском угольном бассейне Германии, опыта организации первых ПСО, торговли эмиссионными сертификатами.

На начало 2006 г. только в Рурском бассейне работали более 130 контейнерных ТЭС на шахтном газе с установленной мощностью более 150 МВт электрической энергии (на шахте «Антрацит Иббенбюрен» кроме 4 КТЭС действует еще стационарная установка в 27 МВт электроэнергии). Большинство из них установлены на отработанных шахтных полях, где их показатели примерно на 20 % лучше, чем на активных шахтах. На июль с.г. фирма Эмиссионс-Традер ЕТ подала заявки на 55 эмиссионных проектов по шахтному газу. Два из этих проектов (г. Херне) уже полностью признаны и функционируют в действительности как «утилизационные - эмиссионные проекты», они, по нашей информации, на данный момент единственные в мире реально действующие эмиссионные проекты на шахтном газе, соответствующие всем критериям дополнительности Киотского Протокола,

имеют положительное заключение Валидатора и сертификаты уже частично оплачены конечным покупателем. (В начале августа 2008 в ООН на утверждении находились первые 3 проекта МЧР/CDM по шахтному газу, все они из Китая). То есть в ФРГ шахтный газ используется уже в больших промышленных масштабах и Киото-Протокол уже действует в рамках ЕС и развивающихся стран.

Интенсивное внедрение КТЭС стало возможно благодаря:

- закону ФРГ о возобновляемых видах энергии, гарантирующего передачу электроэнергии в сеть по цене 7,7евросента за кВтчас по проектам до 5 МВт в течение 20 лет;

- наличие Указаний земли Норд-Рейн-Вестфален об использовании установок на шахтном газе, позволяющих использовать шахтный газ при любой концентрации метана, если содержание кислорода меньше 6 %, что наблюдается практически всегда на отработанных шахтных полях;

- активной поддержки правительства земли НРВ и методического, инженерного сопровождения немецкого института прикладных исследований УМЗИХТ (государственного института экологии, безопасности и новых видов энергии).

Широкомасштабное использование шахтного газа в течение 6 лет для выработки электроэнергии выявило и имеющиеся проблемы:

- на отдельных закрытых шахтах газ после 3-5 лет работы резко убывает, падает концентрация, происхождение шахтного газа еще недостаточно изучено, интенсивность отсасывания газа следует оптимизировать;

- на действующих шахтах среднее время работы КТЭС не превышает 7.000 час/год, причины: технологические и профилактические работы в шахтах, а также нестабильность концентрации CH_4 , снижение ниже 25-30 %;

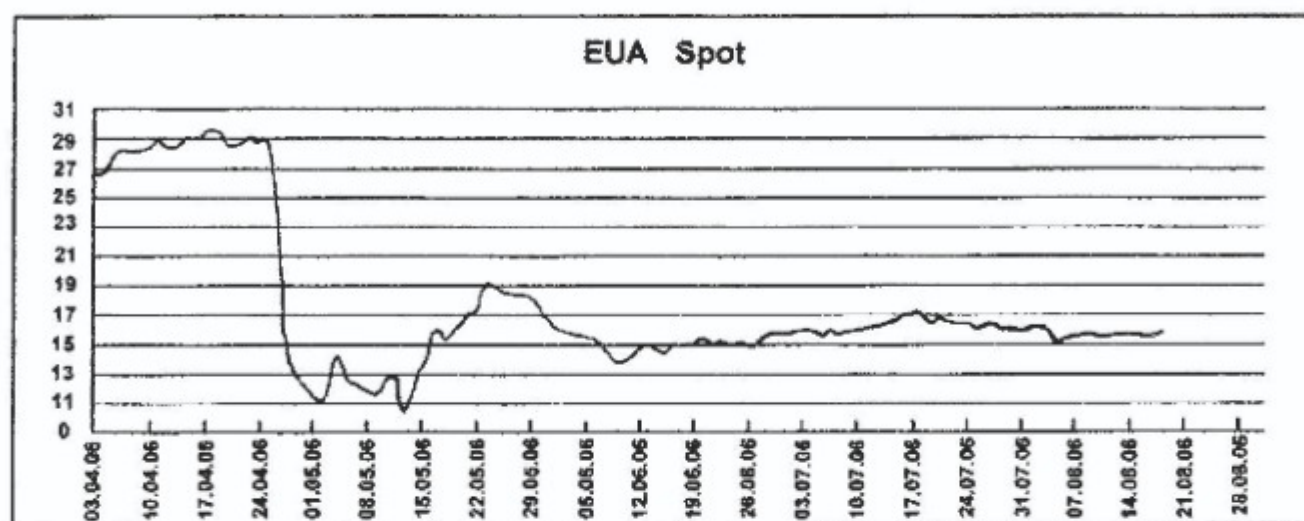
- большие капитальные (1 млн. евро/1МВт) и эксплуатационные затраты (более 200.000-300.000 евро/год на 1 МВт);

- резкое возрастание эксплуатационных затрат при значительных колебаниях и при длительной концентрации CH_4 менее 30 % в шахтной смеси (сравнимо с работой автомобиля на 1 передаче).

Дополнительные возможности утилизации шахтного газа предоставляет Киото-Протокол. По нашим оценкам действующие и прогнозируемые цены до 2012/2017 гг. могут дать дополнительную прибыль в размере 2-6 евросентов на 1 кВт*час электроэнергии.

Сегодня никто не знает, какими будут цены на ECB/ERU в 2008-12 гг. На этот счет имеется много предположений, которые зачастую не имеют никакой связи с фактическими данными рынка. В целом следует различать сертификаты, которыми уже торгуют ЕС и сертификаты, которые будут продаваться после 2008 г. во всем мире в рамках торговли по Киотскому протоколу. Торговля в ЕС – достаточно замкнутая система в условиях, которые после 2008 г. существенно изменятся. Из-за задержки ратификации Киотского Протокола отдельными развивающимися странами и еще ограниченного эмиссионного рынка сертификаты CCB/CER из проектов МЧР/CDM производятся пока в небольших количествах. Поэтому в настоящее время в ЕС

любые незначительные политические и экономические изменения сильно влияют на неустойчивый рынок эмиссионных сертификатов. В конце апреля 2006 г. цены достигли уже 30 евро/т CO₂, и прогнозы были уже в 40-50 евро, но в первой декаде мая цены в ЕС упали до 9 Евро за уже реализованные снижения эмиссий.



Однако с 2008 г. рынок эмиссионных сертификатов значительно расширится, увеличится число покупателей и продавцов, сертификаты можно будет получать и из проектов совместного осуществления (ПСО/Л), и цены должны стабилизироваться. На сертификаты с 2008 г. прогнозируются цены от 6 до 15 Евро, если речь идет о скупке большого количества и соответствующих гарантий их поставок, при продаже сертификатов вперед (фьючерсные сделки). Стоимость сертификатов, полученных по проектам с закрытых шахт или депони (свалок) будут дороже, чем от активных шахт, из-за значительно большего риска нарушения выполнения договора поставок сертификатов действующими шахтами.

Не все действующие сегодня утилизационные проекты могут быть признаны эмиссионными, они должны соответствовать всем критериям Киотского протокола:

- регистрация эмиссионного проекта до начала утилизации;
- наличие зарубежного инвестора, покупателя снижений эмиссии уже на стадии регистрации проекта;
- отсутствие государственных дотаций;
- без продажи эмиссионных сертификатов утилизационный проект реализовываться не будет: отсутствие экономического интереса или другой причины (законодательной, технической, исследовательские работы ...) для реализации проекта.

Данные критерии тщательно проверяются международными экспертами на стадии валидации и ежегодно при верификации.

Из-за отсутствия в странах СНГ закона о сбыте электроэнергии, полученной от утилизации шахтного газа, сегодня невозможно провести полную экономическую оценку различных технологий утилизации. Шахте нужно

двойное электроснабжение, рассчитанное на определенную установленную мощность потребителей, и владельцы энергосети не допустят, чтобы шахты просто так перешли на собственное электроснабжение, сохраняя их электросеть в качестве резервной. Безусловно, что без законодательной директивы, они будут по очень низкой цене покупать излишек шахтной электроэнергии в свою сеть. Данный вопрос требует законодательного решения.

К технологии утилизации ближайшего будущего не следует относить и проекты по сжиганию газа вентиляционной струи, этот вопрос технически еще не решен. В настоящее время ни на одной шахте мира данные установки не работают, экспериментальная работа подобных установок в других отраслях экономически себя не оправдывает. Доработка этих инженерных предложений до серийного производства потребует более 5 лет, а Киото-Протокол действует в настоящее время только до 2012, то есть только до этого времени можно реально учитывать доходы от снижения выбросов.

При оценке различных технологий следует и правильно учитывать затраты по ним. Для утилизации метана надо его предварительно каптировать, как правило, это требует значительные дополнительные затраты по шахтной дегазации. Применяемое импортное утилизационное оборудование требует сертификации, доставки, растаможивания с уплатой таможенной пошлины и НДС. Почему-то проектные организации на предварительной проработке не хотят учитывать данные затраты или принимают их заниженными в несколько раз. Как правило, не учитываются или значительно занижены и общие затраты по проекту: документация, разрешения, насосы, трансформаторы, эксплуатационные затраты, дополнительные измерительные и контрольные приборы, валидация проекта, ежегодные затраты по сертификации и верификации полученных эмиссионных снижений. Эксплуатационные затраты в ФРГ по контейнерным ТЭС превышают 300.000 евро в год на 1 МВт электроэнергии. Уверен, что и в странах СНГ они не будут значительно ниже. Возможно, это является одной из причин того, что ни одна из американских контейнерных ТЭС фирмы Катерпиллер, поставленных 9-5 лет назад в Кузбасс, Воркуту и Донбасс, так и не начала работать.

Из-за некачественной газовой смеси на действующих шахтах, в ФРГ полностью вышли из строя уже 10 газогенераторных моторов. Действующие системы стимулирования шахт по качественному и стабильному снабжению ТЭС газом недостаточно эффективны и 7,7 евроцент/кВтчас уже не всегда покрывают фактические затраты.

Особенно следует остановиться на стоимости финансирования эмиссионных проектов ПСО/Л. Инвестирование в утилизацию газа действующей шахты является в сравнении с другими эмиссионными проектами по критериям инвесторов наиболее рискованным вложением денег, что отражается на стоимости капитала. При заключении данных проектов в настоящее время, с передачей сертифицированных сертификатов только с 2008-09 годов, инвесторы хотят за финансирование до 50-70% от возможной прибыли или предлагают только до 6-7 Евро/т CO₂.

На основании опыта ФРГ мы составили ориентировочную сводную таблицу по различным технологиям утилизации шахтного метана:

Показатели	КГУУ 5/8	Котельная	Контейнерная ТЭС
Оптимальная мощность, МВт	5 тепла	15 тепла	1,35 эл.
Расход метана, 100 % CH_4 , $\text{м}^3/\text{мин}$	8,36	25	6,27
Реальное количество часов работы в году	7.700	2.000	6.000
Получаемые снижения эмиссий CO_2 , т/год	50.000	65.000	37.000
Количество снижаемых эмиссий CO_2 т/т на $1\text{м}^3/\text{мин}$ сжигаемого 100 % CH_4 в установке из перерасчета 7.700 часов в году работы	6.000	700	4.600
Капитальные затраты всего проекта*, евро	400.000	500.000	1.300.000
Годовые эксплуатационные затраты, евро/г	50.000	70.000	300.000
Снижение CO_2 т/г на 100.000 евро кап. затрат	12.500	13.000	2.800
Снижение CO_2 т/6 лет на 100.000 евро всех затрат по 2012 г.	43.000	43.000	7.200
Дополнительный доход к снижению эмиссий	Дегазация	Тепло	Электро- и теплоэнергии
Преимущества	Большая мобильность. Небольшие требования к качеству	Небольшие требования к качеству газа. Использование тепла.	Высокий КПД использования газа
Недостатки	Восприятие общественностью, что этим обеспечивается только защита окружающей среды.	В течение года загрузка только 30 % от полной мощности. Высокие требования к месту расположения.	Законодательное решение вопроса передачи энергии в сеть и ее использования для нужд шахт. Высокие требования к месту расположения ТЭС и к

* вместе с насосом, трафо, измерительной аппаратурой, разрешительными документами и всеми другими проектными расходами; в котельной учитывается стоимость его переоборудования с угля на газ.

При установке контейнерной сжигательной установки КГУУ-5/8 на уже отключенных дегазационных поверхностных скважинах мы отсасываем для шахты дополнительное количество метана, которое не попадает в лаву и в

другие шахтные выработки. Количество параллельно располагаемых установок КГУУ-5/8 зависит только от количества газа в отработанном пространстве. КГУУ-5/8 нельзя сравнивать с простым сжиганием метана в факеле. Это сложная автоматизированная установка с количеством вредных выбросов в пределах действующих норм, которые в десятки раз меньше, чем при простом сжигании в трубе (факеле).

В качестве заключения можно сказать:

- На август месяц 2006 г. в мире признаны как эмиссионные проекты, соответствующие всем критериям дополнительности Киотского протокола, только два утилизационных проекта на шахтном газе, оба находятся в ФРГ. На сегодня мы первые и единственные, получающие доход от торговли эмиссионными проектами на базе шахтного газа. Большое количество утилизационных проектов по шахтному газу ФРГ, Украины, Китая находятся в стадии рассмотрения. Данные проекты должны быть приняты международными экспертами, т.е. пройти процесс валидации.

- Эмиссионные проекты с ТЭС на шахтном газе требуют тщательной реальной проработки, а сбыт вырабатываемой ими электроэнергии должен осуществляться на законодательной базе, это относится и к случаю выработки электроэнергии для собственного потребления шахтой. При простое КТЭС придется платить большие штрафы за недопоставку эмиссионных сертификатов. Для настоящего состояния техники риск невыполнения шахтой эмиссионных обязательств по КТЭС очень высок и по нашим расчетам, данный риск в странах СНГ не всегда экономически оправдан.

- Из-за высокой стоимости финансирования ПСО/Л (до 70 % в прибыли) целесообразно, чтобы шахты сами частично или полностью финансировали данные проекты, что повысит доверие инвесторов и уменьшит стоимость риска их капиталовложения.

- При реализации ПСО с шахтным газом целесообразно идти от простых, относительно недорогих и не особенно требовательных к качеству шахтного газа проектов. Мы предлагаем начинать с шахтных газовых котельных, сушилок и сжигательных утилизационных установок КГУУ-5/8, предусмотрев переход на газовые ТЭС при проверенной стабильной дегазации и наличии экономических и законодательных условий.

- Сжигательные утилизационные установки КГУУ-5/8 с собственным вакуумным насосом снижают дополнительно к шахтной дегазации содержание метана в шахтном поле.

- Фирма Демета вместе со своими немецкими партнерами отгрузила в апреле 2006 г. первые утилизационные установки шахтного газа со 100 % инвестированием в Кузбасс (шахта «Чергинская-Коксовая»), Донбасс (шахта «Южно-Донбасская 3») и в Караганду (шахта им. 50-летия Октябрьской революции).

Наши проекты в Донбассе (СП «Эко-Альянс»), Кузбассе (СП «Новая энергетика»), Караганде (СП «Кар-метан»), как и в ФРГ, направлены на:

- уменьшение содержания метана в выработанном пространстве закрытых и действующих шахтах, а значит и на безопасность шахтеров,

- уменьшение содержания парниковых газов в атмосфере,
- выработку тепла и электроэнергии с меньшими парниковыми выбросами,
- создание новых рабочих мест для изготовления и эксплуатации установок.

УДК 622.413 : 622.925

Канд. техн. наук И.Ф. Чемерис,
канд. техн. наук Ю.И. Оксень
(ИГТМ НАН Украины)
канд. техн. наук Б.В. Бокий
(шахта им. А.Ф. Засядько)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ШАХТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СТРУИ

Запропоновано теплову схему на базі форсунокових камер, в якій використовується тепло шахтного вентиляційного струменя для підігріву повітря, що поступає в шахту. Розроблено методику розрахунку параметрів схеми. На прикладі Східного промйайданчика шахти ім. О.Ф. Засядько визначено техніко-економічні показники. Показано, що навіть при температурі навколишнього повітря -30°C схема забезпечує необхідну температуру повітря, що поступає в шахту.

USE OF THE ENERGY POTENTIAL OF THE MINE VENTILATING JET

The thermal circuit based on sprayer chambers in which the warm of mine ventilating jet is used for air heating incoming in mine is offered. The design procedure of parameters of the circuit is developed. By the example of East payable area of mine named by A. F. Zaszjadko determines technical and economic rates. It is shown, what even at air temperature -30°C the circuit provides necessary air temperature incoming in mine.

Одним из существенных резервов энергосбережения является использования вторичного и бросового тепла промышленных предприятий, в том числе угольных шахт, на которых мощным источником бросового тепла является исходящая вентиляционная струя.

В условиях шахт потребителем этого тепла может быть струя свежего воздуха, подаваемого в шахту на проветривание выработок. Для предупреждения обледенения стволов Правила безопасности [1] требуют обеспечить предварительный подогрев этого воздуха до температуры, не ниже $+2^{\circ}\text{C}$. С этой целью обычно применяют калориферы, обогреваемые паром или горячей водой [2, 3], для получения которых в котельной установке расходуется значительное количество топлива. Известны технические решения по передаче тепла от исходящей струи к струе свежего воздуха с помощью термосифонов [4], теплообменников поверхностного типа [5], теплонасосной установки [6], однако на практике они не были реализованы. Их недостатки состоят в том, что входящие в состав указанных установок поверхностные теплообменные аппараты характеризуются высокими термическим и аэродинамическим сопротивлениями, а также склонностью к загрязнению наружной поверхности