

УДК 504.06:622.272 (571.17)

Г.В. Харитонов, А.В. Ремезов

## СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГОЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ УГЛЯ

В современной технологии добычи угля, его обогащении возникает множество проблем по полному использованию, как самого угля, так и попутно добываемых минералов, газообразных углеродов, т.е. комплексного безотходного использования природных ресурсов.

Комплексное использование всех природных компонентов определенных как самой технологией добычи и переработки угля, так и инициирования техногенным воздействием на массив выделение газообразных углеродов, в данном рассматриваемом случае конкретно газа метана ( $\text{CH}_4$ ) является главной задачей современного времени.

Комплексное использование природных ресурсов позволяет:

- снизить затраты на его добычу;
- улучшает экологическую обстановку жизнеобеспечения не только самого человека, но и всей флоры и фауны;
- сокращает затраты энергии на единицу добычи угля и в целом на единицу ВВП.

В данной статье мы хотим рассмотреть вопрос использования отходов обогащения и использования попутно выделившегося из угля и массива горных пород газа метана за счет его сбора и утилизации.

В настоящее время из доступных для широкого круга ученых и читателей публикаций известно несколько технологий, занимающих свое определенное место в технологии комплексного использования угля, отходов его переработки, попутно добываемого газа метана, отходов жизнедеятельности человека и животных, а также бытового мусора.

Рассмотрим данные технологии применительно в производственно технологической единице, занимающейся добычей, переработкой и реализацией на внутреннем и международном рынке добываемого и обогащенного продукта – угля. На ОАО «Шахта «Заречная».

Как было уже сказано в работе [1] проблему реализации отходов углеобогащения кека составляет его высокая зольность до 30%.

В состав кека входит угольная мелочь и шлам 0,1-13мм.

Кроме того, обогатительная фабрика ООО «Шахта «Заречная» – «Спутник» – постоянно работает в режиме переработки добываемой горной массы, превышающей на 25-30% ее проектную мощность.

Мы предлагаем дополнительно с существующей обогатительной фабрикой смонтировать обогатительную модульную установку КНС, разработанную ООО «Кенес» [2]. Производительность установки 200 т/час. При обогащении высокозольного угля класса 0-300мм на установке с сепаратором КНС зольность товарного угля составляет 17-20%. Класс +25–100мм в концентрате имеет зольность 10-12%, а класс 0-13(25) мм можно отправлять на вторую стадию переобогащения в сепараторе КНС специальной конструкции. На данной стадии предусмотрено также обогащение шлама 0,1-1мм в спиральных сепараторах или на установке, разработанной ООО «Кенес», состоящей из обогатительных гидроциклонов и шламового сепаратора КНС [2].

Установка по обогащению высокозольных углей может быть построена в две стадии:

**Первое.** Обогащение угля класса 0-300мм, а затем переобогащение класса 1-13 (25) мм и шлама класса 0,1-1мм. При этом численность трудающихся с введением второй стадии обогащения возрастает на 6 человек при первоначальной численности 30-35 человек [2].

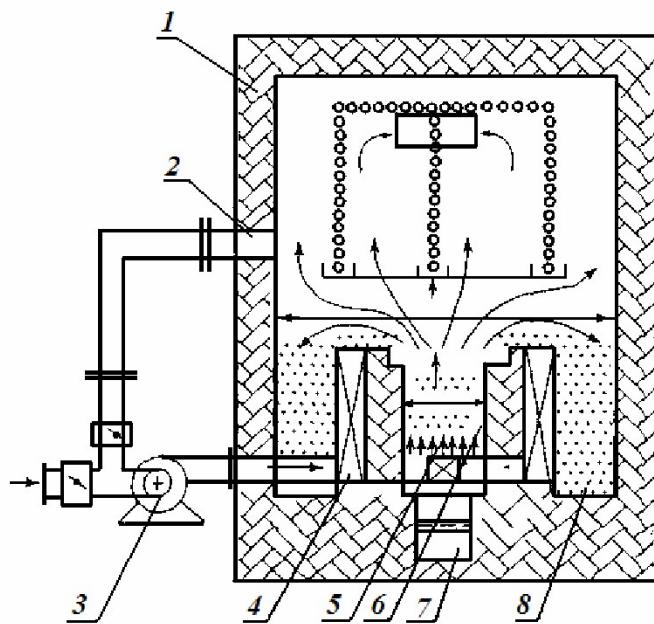
**Второе.** В последние годы теплоэнергетические предприятия в массовом порядке переходят на сжигание твердого топлива с использованием «кипящего слоя». Существующая на сегодняшний день технология «кипящего слоя» имеет существенный недостаток.

Сжигание топлива в кипящем слое предусматривает подачу дутьевого воздуха через сопловое днище в топку котла. За счет этого частицы топлива находятся во взвешенном состоянии, полностью обтекаемые дутьевым воздухом. Интенсивность горения зависит от размеров частиц топлива, определяющих площадь поверхности соприкосновения кислорода и углеродных частиц.

С одной стороны, в топках со слоевым сжиганием твердого топлива интенсивность горения мала из-за низкой площади соприкосновения кислорода с кусковым углеродным топливом.

С другой стороны, в топках с пылеугольным сжиганием площадь соприкосновения углерода с кислородом весьма велика и интенсивность сгорания пылеугольных частиц углерода размером до 200 мкм имеет высокое значение, но из-за быстротечности процесса возможны неполное сгорание топлива и появление механического и химического недожога.

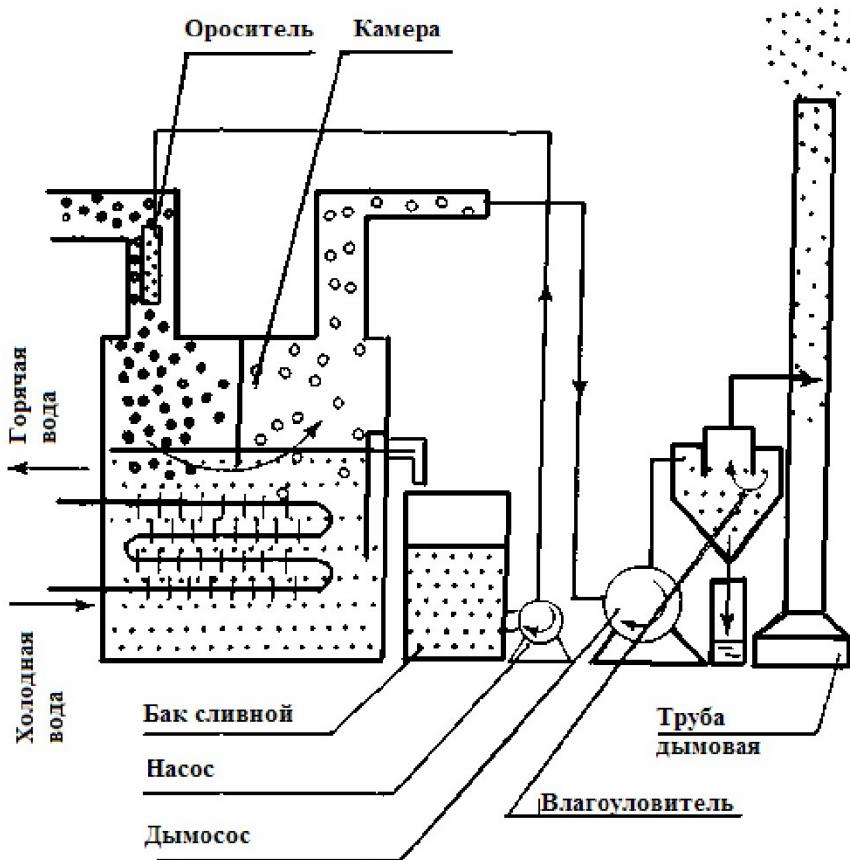
Международная Академия наук Экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ), совместно с ОАО «МПНУ «Энерготехмонтаж», разработали оригинальную технологическую схему для сжигания высокозольных мокрых отходов углеобогащения, осадки сточных вод, отходов нефтеперерабатывающих заводов, бытовых отходов, отходов растительного происхождения и т.д. [3].



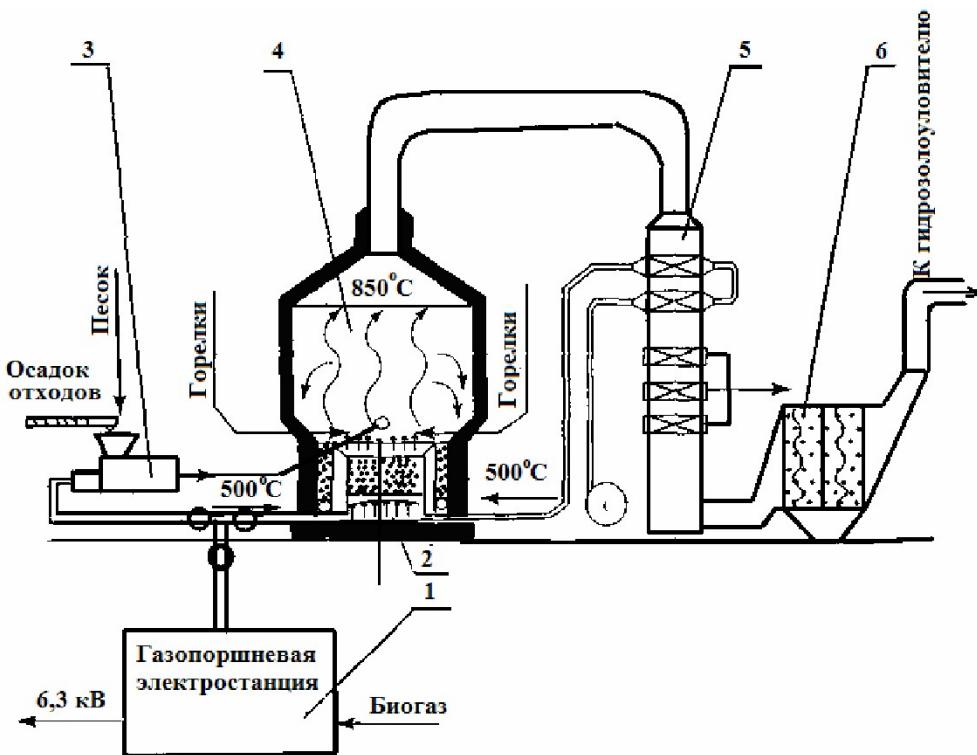
*Рис. 1. Схема работы топочного устройства*  
 1 - водогрейный котел; 2 - рециркуляционный газоход; 3 - дутьевой вентилятор;  
 4 - кольцевой воздухонагреватель; 5 - сопловое днище; 6 - камера сгорания;  
 7 - вспомогательная топка для разжига; 8 - разгрузочные траншеи

Установка может использоваться также для переоборудования действующих газовых котлов

типа ДКВР, дополнительно обеспечивая возможность их работы на мазуте и угольном топливе.



*Рис. 2. Схема устройства очистки и утилизации тепла отходящих дымовых газов*



*Рис. 3. Схема энерготехнологического комплекса сжигания осадка сточных вод:  
1 - газопоршневая электростанция; 2 - топочное устройство, 3 - пневматический «нагель»;  
4 - осадительная камера; 5 - котел-утилизатор; 6 – электрофильтр*

Разработчиками применены запатентованная конструкция топки кипящего слоя с улавливанием золы в боковых карманах топки и устройство очистки отходящих дымовых газов и утилизации их тепла (рис. 1 и 2).

Областью применения теплоэнергетических установок кипящего слоя являются:

- газовые котельные, в которых, в качестве резервного, используется жидкое угольное топливо;
- реконструируемые угольные котельные;
- современные угольные электростанции, в которых вместо пылеугольного сжигания применяется сжигание мелкофракционного угля в кипящем слое;
- углеобогатительные фабрики, где сжигаются гидрошламы зольностью 30-50 %;
- нефтеперерабатывающие заводы (при сжигании нефтешламов);
- мусоросжигательные заводы;
- энерготехнологические комплексы для сжигания осадков сточных вод.

В настоящее время МАНЭБ совместно с ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» ведут работы по созданию энерготехнологического комплекса для сжигания осадка сточных вод на Люберецких очистных сооружениях. Монтаж оборудования комплекса намечено осуществить силами ОАО «Энерготехмонтаж».

В технологической схеме комплекса (рис. 3) используют биогаз, вырабатываемый в метатенках

очистных сооружений.

Биогаз с теплотой сгорания 5000 ккал/м<sup>3</sup> подают к мини-ТЭЦ с газопоршневыми агрегатами австрийской фирмы *Jenbacher* мощностью 1 МВт. Получаемая электроэнергия расходуется на собственные нужды Люберецкой станции, а выхлопные газы с температурой 500°C направляются в топку кипящего слоя для прогрева песка. Дополнительно для этих целей используют газовые горелки, также работающие на биогазе.

Для обеспечения устойчивого процесса горения необходимым количеством кислорода в сопловую камеру с помощью дутьевого вентилятора подают предварительно прогретый до температуры 500°C воздух.

После завершения пускового периода в топку кипящего слоя с помощью пневматического питателя вводят осадки

#### *Преимущества данной технологии*

1. Выхлопные газы газопоршневой мини-ТЭЦ с температурой 500°C стабилизируют процесс горения, обеспечивают мгновенное испарение влаги и создают условия для воспламенения углеродсодержащих веществ, входящих в состав осадка. Инертная зора, образующаяся в результате термообработки осадка сточных вод, экологически безопасна,

2. Применение топки кипящего слоя с температурой горения не более 900°C позволяет снизить

образование токсичных оксидов азота.

3. Выбросы оксидов серы в атмосферу подавляются за счет добавления в топку гашеной извести. Обогащение золы содержащими кальций веществами способствует также увеличению её вяжущих свойств.

4. Использование топки кипящего слоя снижает механический и химический недожог. Мельчайшие частицы золы, которые выносятся вместе с дымовыми газами, улавливаются в электрофильтре и системе мокрой газоочистки.

Экономический эффект от реализации установки утилизации осадка сточных вод оценивается примерно в 200 млн. руб. в год и складывается из экономии средств на перевозку и захоронение осадка, выработки электрической энергии десятью, газопоршневыми энергоблоками *Jenbacher*, работающими на биогазе, и 20 Гкал·ч тепловой энергии, получаемой при сжигании осадка сточных вод с использованием выхлопных газов двигателей мини-ТЭЦ.

**Третье.** Третьим направлением использование попутно добываемых углеродов, т.е. газа метана, - очистка исходящей из шахты струи воздуха от газа метана ( $\text{CH}_4$ ) за счет применения термической регенеративной установки (рис. 4), разработанной и предлагаемой на рынке фирмой *PGM-project German Mining GmbH* [4].

Работа термической регенеративной установки происходит следующим образом: Исходящая вентиляционная струя поступает в канал (1) и далее через горелку (5) в керамические блоки, подогретые газом (6). При температуре 760-820°C происходит расщепление частей  $\text{CH}_4$  в  $\text{CO}_2$  и водяной пар. После стартовой фазы установка переходит в автономный терморежим работы, если концентрация газа составляет минимум 0,25%. Т.е. Установка работает без дополнительной энергии.

Процесс термического расщепления газа метана ( $\text{CH}_4$ ) в  $\text{CO}_2$  и водяной пар снижает воздействие  $\text{CH}_4$  (он является газом, вызывающим эффект воздействия на атмосферу Земли) в 21 раз больше, чем  $\text{CO}_2$ .

**Четвертое.** Если в работе [1] мы только предполагали, что при отработке на шахте ОАО «Шахта «Заречная» возникнет вопрос дегазации при ведении очистных работ, то при отработке первого выемочного столба по пл. Надбайкаимскому необходимость проведения дегазационных работ подтвердилась и, чтобы отрабатывать очистной забой с нагрузкой свыше 5 тыс. тонн/сутки, необходимо проводить опережающую дегазацию выемочного столба.

Для обеспечения высокопроизводительной работы очистных забоев по пл. Надбайкаимскому,

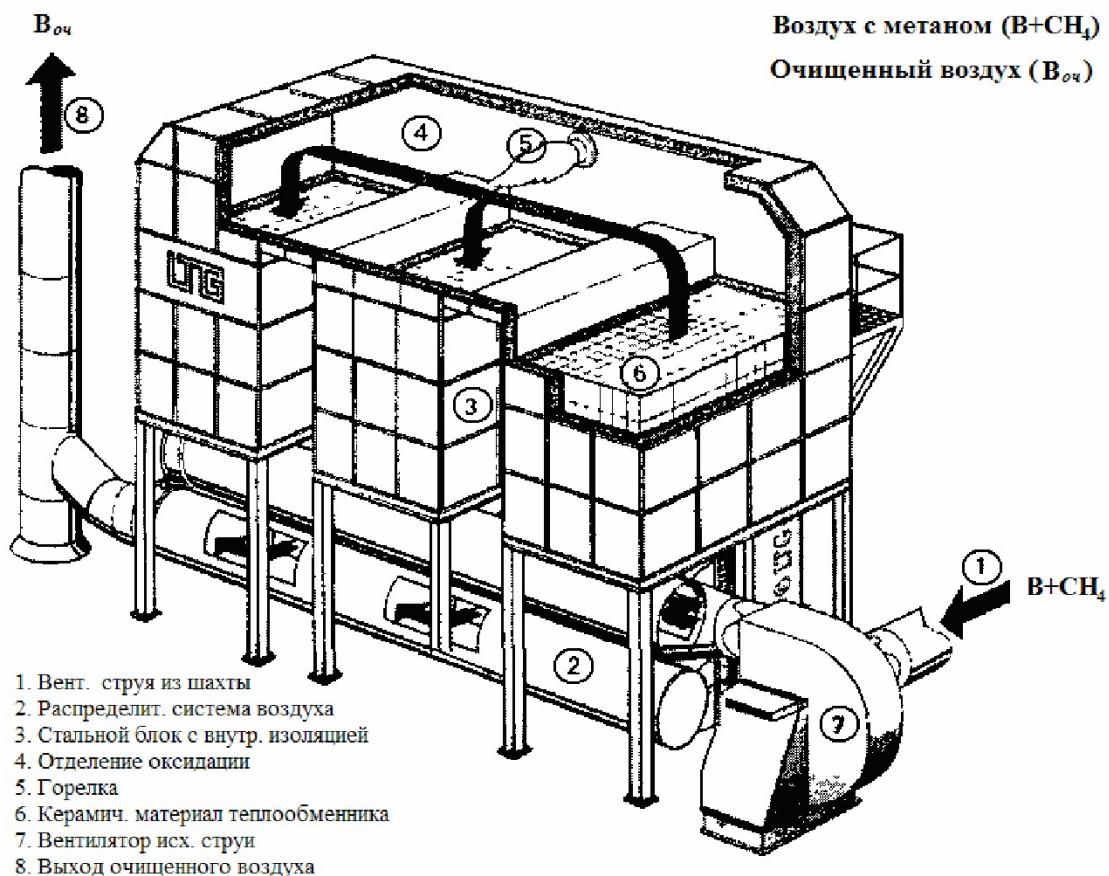


Рис. 4.

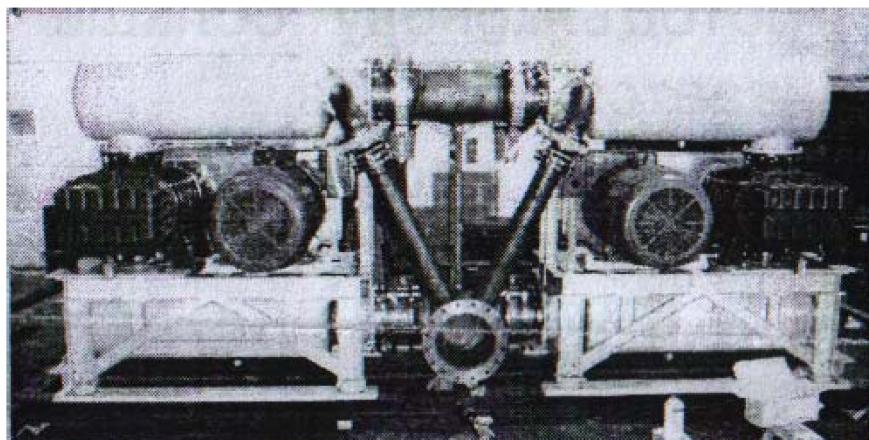


Рис. 5

Тип	2-90	2-150	2-229
м <sup>3</sup> /мин (макс)	90	150	229
Δр (мбар)	500	500	500
P (кВт)	200	250	315
U (В)	400	400	400

а затем по пл. Байкаимскому необходимо вести предварительную подземную дегазацию выемочного столба и дегазацию нижней части выемочного столба со стороны конвейерного штрека скважинами, пробуренными в угольный пласт впереди очистного забоя на расстоянии 15-20м с интенсивным газоотсосом из них в зоне разгрузки угольного пласта в зоне опережающего впереди очистного забоя горного давления [4].

Для сокращения времени предварительной подземной дегазации выемочного столба необходимо предварительную дегазацию производить одновременно с проведением оконтуривающих выемочный столб горных выработок. Для бурения дегазационных выработок желательно использовать самоходные бурильные установки (например фирмы *Fa.HazemagEPR*).

Технология дегазации может быть принята со-

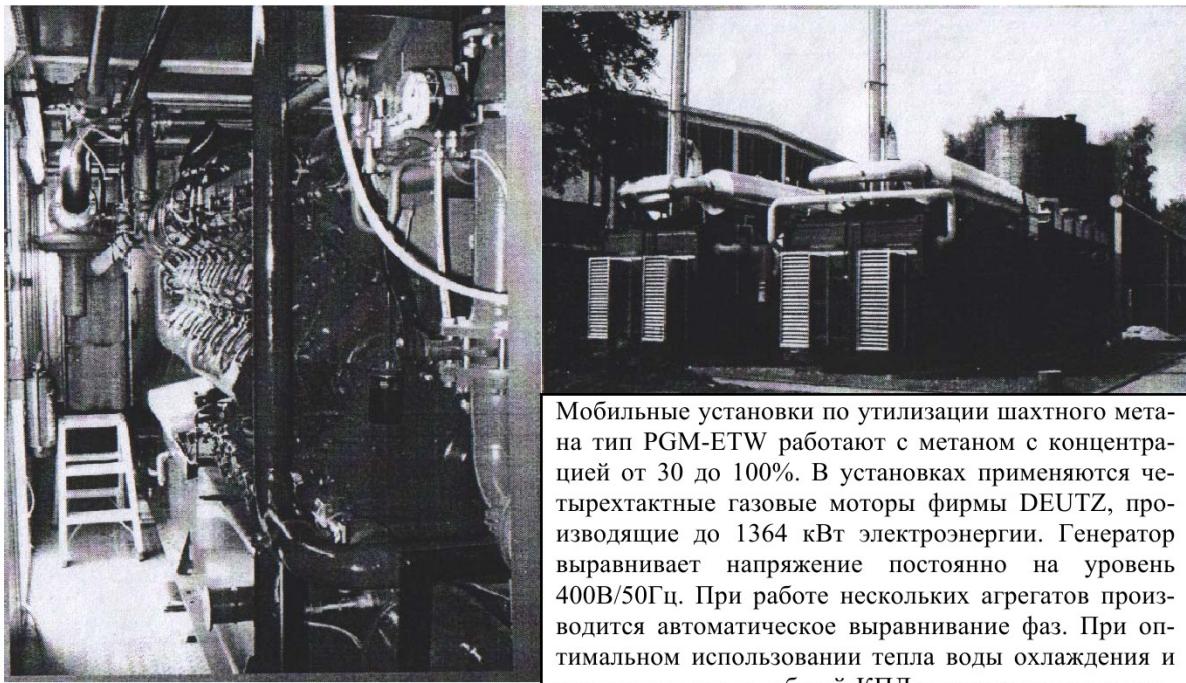


Рис. 6. Мобильные утилизационные установки PGM-ETW 1360 MG

гласно «Руководства по дегазации угольных пластов в шахтах опасных по выделению газа метана», 2007 [5].

Естественно, в создавшихся условиях необходимо оборудовать на поверхности дегазационную станцию с монтажом от нее дегазационного става через вертикальную скважину в шахту и монтаж дегазационного става по горным выработкам шахты (пласта Надбайкаимского).

В качестве дегазационных насосных установок рекомендуем применить ротационные вакуум-насосы производства фирмы *PGM-Lennetal*, которые эксплуатируются без применения воды.

Конструкция привода установки позволяет регулировать производительность работы насосов в зависимости от производственной необходимости (рис. 5).

Для утилизации добываемого газа метана можно применить мобильные газогенераторные установки типа *PGM-ETW 1360MG*, которые работают на газе метане с концентрацией от 30 до 100%  $\text{CH}_4$ . в установках применяются четырехтактные газовые моторы фирмы *DEVTZ* производящие до 1364 кВт электроэнергии. В зависимости от полученных объемов газа метана ( $\text{CH}_4$ ) данные установки можно комплектовать в группу установок. Внешний вид установок изображен на рис. 6.

Кроме описанных газогенераторных установок можно применять газовые электрогенераторные агрегаты серии *GF-WK* основными достоинствами которых являются следующие показатели.

- Микропроцессорное управление
- Замкнутый цикл управления
- Разреженное горение

- Интеллектуальное зажигание
- Самодиагностика неисправности
- Безопасная защита
- Множество импортных деталей
- Высококачественные узлы



- Высокое энергетическое свойство
- Хорошая экономичность
- Низкий отвод
- Простота операции
- Низкая неисправность
- Высокий уровень безопасности

Давление входящего воздуха перед входом составляет 3–5 кПа, содержание  $\text{CH}_4 \geq 8\%$ , температура входящего воздуха 35°C, в воздухе отсутствует свободная вода или другие свободные вещества, пылевые частицы менее 5  $\mu\text{g}$ , и общая плотность не более 30  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

В составе газового электрического генератора употребляются узлы и детали ведущих фирм США, Германии, Австрии.

Предполагаемые в статье способы эффективного использования отходов добычи угля, его переработки и использования попутно добываемых газообразных углеродов позволяют в первую очередь снизить антропогенное воздействие на окружающую среду, а также повысить эффективность производства за счет производства электроэнергии тепла, а также продажи на мировом рынке квот на парниковые газы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дальнейшее повышение экономической эффективности производственной деятельности ОАО «Шахта «Заречная» /Харитонов В.Г., Ремезов А.В. // Вестн. КузГТУ. 2008. №1. С. 25-30.
2. Рекламный проспект фирмы ООО Кенес / [www.kenes.ru/oborud/kns.shtml](http://www.kenes.ru/oborud/kns.shtml) // 08/10/2007
3. Золотарев, М.Г. Технология «кипящего» слоя в экологических проектах / АКВА-ТЕРМ, 2007. – июль-август № 4(38). – С.102-104.
4. Извлечение метана из вентиляционной струи / Рекламный проспект PGM-Projekt German Mining GmbH
5. Методические рекомендации о порядке дегазации угольных шахт. Серия 05. Выпуск 1 / Колл. авт. – М.: Открытое акционерное общество «Научно-технический центр по безопасности в промышленности», 2007. – 255с.

Авторы статьи:

Харитонов  
Виталий Геннадьевич  
– канд. техн. наук, ген. директор  
ОАО «Шахта «Заречная»

Ремезов  
Анатолий Владимирович  
– докт. техн. наук, проф. каф. разработки месторождений полезных ископаемых подземным способом