

УДК 622.272:622.8

Костюк И.С., к.т.н., доц., ДонНТУ, г.Донецк, Токарев А.Г., студ. гр. МРПМ-05

Сравнительный анализ возможных схем каптирования и утилизации метана на угольных шахтах путем его извлечения из вентиляционной и дегазационной струй шахтного воздуха

Обґрунтована актуальність витягу метану зі струменя шахтного вентиляційного й дегазаційного повітря. Представлені та проаналізовані можливі схеми здобуття та утилізації метану в умовах вугільних шахт. Сформульовано переваги й недоліки представлених схем.

Обоснована актуальность извлечения метана из струи шахтного вентиляционного и дегазационного воздуха. Представлены и проанализированы возможные схемы каптирования и утилизации метана в условиях угольных шахт. Сформулированы достоинства и недостатки представленных схем.

It was based the actuality of extracting methane from coal mine ventilation jet and degassing air. Presented and analyzed the possible scheme of extraction and utilization methane in coal mines. Articulated the advantages and disadvantages of the schemes.

Введение. В психологии людей сложилось устойчивое мнение, что угольная шахта добывает только уголь. Однако в настоящее время такие шахты как шахта им. А.Ф.Засядько, шахта им. В.М.Бажанова, Красноармейская-Западная №1 наряду с добычей угля ведут попутную добычу метана. Эта проблема стала еще более злободневной, так как с подписанием Киотского протокола у украинских шахт появился экономический смысл утилизации каптированного газа метана. Но просто сжигать его в атмосфере все равно, что выкидывать деньги на ветер, а с нынешними ценами на газ на мировых рынках это довольно большие деньги. Если взять условия шахты им.В.М.Бажанова г.Макеевки, где средняя концентрация метана в вентиляционной струе по данным 2006 г составила в среднем 0,5%, то при расходе воздуха, к примеру, 10000 м³/мин шахта теряла 50 м³ метана в минуту или порядка 252000 грн./сут при сегодняшней цене на газ на автозаправках 3,5 грн./м³. К этой цифре можно прибавить 88000 грн/сут, полученных из дегазационного шахтного воздуха, в котором средняя концентрация метана составила 35%, а расход воздуха в среднем 50 м³/мин, т.е. 17,5 м³ чистого метана в минуту. Даже если часть метана сжигать в шахтной котельной для получения тепловой энергии, это лишь малая доля того экономического эффекта, который можно получить, используя весь выделяющийся метан [1].

В настоящее время лишь единицы шахт зарабатывают на каптировании и утилизации метана, не смотря на то, что это дает возможность получать выгоду как на его продаже, так и на продаже сэкономленных экологических квот. Причиной небольшого объема попутной добычи метана в основном является недостаток информации об опыте каптирования и утилизации метана и отсутствие денежных средств на некоторых шахтах. Следовательно, актуальность данной темы на сегодняшний день измеряется в сотнях тысяч гривен в сутки. Сумма внушительная и позволяет говорить о необходимости интенсивного внедрения технологии добычи и утилизации метана на угольных шахтах и необходимости стимулирования и датирования государством этого процесса.

Анализ литературных источников. Разраютками в данной области долгое время задималась Одесская Государственная Академия Холода и результатом стала разработка нового оборудования, до сегодняшнего времени еще неосвоенного в Украине. Это оборудование позволяет извлечь практически чистый метан из газоздушных смесей шахтного вентиляционного и дегазационного воздуха, а также сжигать полученный метан до жидкого состояния с целью возможности его транспортирования [4]. Вопросом утилизации каптируемого метана некоторое время занимались Е.А.Пацков и Н.М.Сторонский (ОАО «Промгаз», г.Москва). Они выделили 3 способа извлечения ме-

тана из струи шахтного вентиляционного и дегазационного воздуха – методом адсорбции, обогащением газовой смеси природным газом и обогащением газовой смеси на молекулярных ситах [3].

Цель исследования. Обобщить имеющиеся разработки и опыт в области каптирования и утилизации метана на угольных шахтах и на конкретных схемах организации данного процесса выявить все возможные достоинства и недостатки различных способов извлечения метана из газовой смеси шахтного вентиляционного и дегазационного воздуха.

Материалы и результаты исследований. В статье речь пойдет о добыче СММ (*coal mine methane*) – метана угольных шахт. Утилизация полученного в процессе добычи метана не вызывает особых проблем. Столь необходимому в настоящее время газу можно найти не единственное применение: метан можно использовать в качестве топлива для когенерационных установок, позволяющих получать тепловую и электроэнергию, в качестве топлива для автомобилей и наконец, просто продавать в сжиженном виде. Основной ряд проблем возникает в процессе решения задач, связанных с извлечением метана из вентиляционной струи шахтного воздуха. Концентрация метана в вентиляционной струе колеблется в пределах 0,2-0,7%, в дегазационном воздухе составляет в среднем 35% и первой решаемой задачей является выбор способа извлечения метана из газовой смеси. Решением данной задачи долгое время занималась Одесская Государственная Академия Холода и результатом стала разработка нового оборудования, до сегодняшнего времени еще неосвоенного в Украине. Таковым оборудованием являются:

- 1) Разделители шахтного вентиляционного воздуха (РШВВ), необходимые для извлечения метана из вентиляционной струи шахтного воздуха.
- 2) Разделители шахтного дегазационного воздуха (РШДВ), необходимые для извлечения метана из дегазационной струи шахты.
- 3) Ожижители шахтного метана (ОШМ), необходимые для сжижения газа перед его продажей.

Технология извлечения метана из вентиляционного воздуха основана на процессе низкотемпературной адсорбции. Концентрация метана на выходе из установки РШВВ составляет 98-100%, из установки РШДВ - 97-100%. Кроме того на выходе из установок образуется холод, который можно использовать для охлаждения лав.

В ОШМ метан приобретает жидкое состояние, затем его перевозят в низкотемпературных автоцистернах к потребителям и там регазифицируют.

К достоинствам данной схемы (рис.1) можно отнести:

- получение практически чистого метана;
- генерация тепловой и электроэнергии;
- сокращение выбросов вредных веществ в атмосферу, что позволит получать дополнительную прибыль от продажи экологических квот

К недостаткам можно отнести:

- отсутствие опыта использования аналогичной технологии, что не позволяет произвести точные экономические расчеты;
- отсутствие серийного изготовления оборудования.

Из данной схемы видно, что шахтный воздух из вентиляционного и скипового стволов поступает в разделитель шахтного вентиляционного воздуха. Дегазационный шахтный воздух поступает в разделитель шахтного дегазационного воздуха. Извлеченный метан из РШВД и РШВВ поступает по трубопроводу в распределитель, который необходим для разделения газового потока на части и их регулирование. Распределитель часть метана направляет в когенерационную установку, где вырабатывается тепловая и электроэнергия, часть на автозаправочную станцию для заправки автомобилей,

а оставшуюся часть в ОШВ для сжижения метана с целью дальнейшей его продажи. Количественные значения объемов метана поступающих в каждое из звеньев, а также технические характеристики оборудования определяются уточняющими инженерно-экономическими расчетами [2].

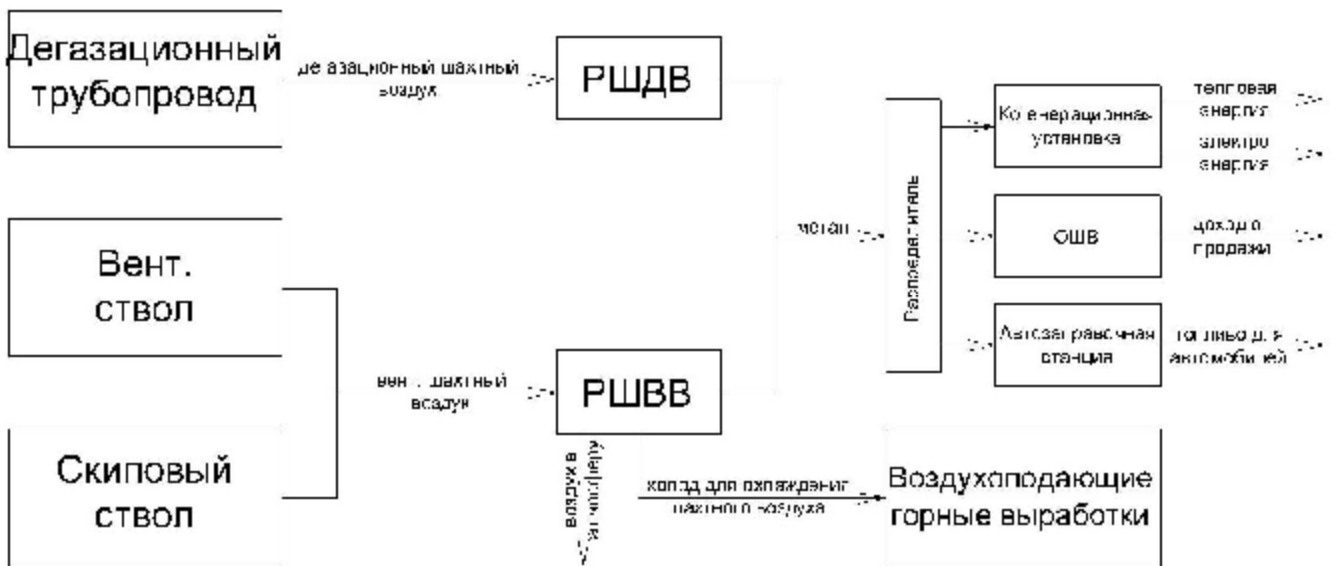


Рисунок 1 - Схема добычи и использования метана методом низкотемпературной адсорбции

Второй возможной схемой извлечения метана из шахтного вентиляционного и дегазационного воздуха является схема, основанная на обогащении метановоздушной смеси природным газом (рис.2). В этом случае метановоздушная смесь, поступающая из шахтного дегазационного трубопровода, при обогащении смешивается с природным газом до тех пор, пока концентрация метана в смеси не достигнет необходимого уровня. При этом обогащение шахтной вентиляционной струи будет невыгодным, т.к. вследствие низкой концентрации метана в ней, потребуется огромное количество природного газа, что является не рациональным на сегодняшний день. Полученный после обогащения метан можно использовать в качестве топлива для когенерационной установки или автомобильного транспорта.

К достоинствам данной схемы можно отнести:

- меньшие капитальные затраты в сравнении с предыдущей схемой;
- существование опыта добычи метана по данной схеме и наличие в производстве необходимого оборудования;
- генерация тепловой и электроэнергии.

Недостатками являются:

- обогащению подлежит только струя метановоздушной смеси из дегазационного трубопровода с содержанием метана не ниже 25%;
- значительные попутные расходы, связанные с закупкой природного газа, что отразится на себестоимости метана.

Из схемы, представленной на рисунке 2 видно, что газозвушная смесь из дегазационного трубопровода поступает на обогатительную фабрику, где насыщается природным газом. Далее метан, обогащенный до 65% концентрации поступает на когенерационную установку для получения тепловой и электроэнергии. Остаток смеси обогащается до 90% концентрации с целью использования для заправки автомобильного транспорта.

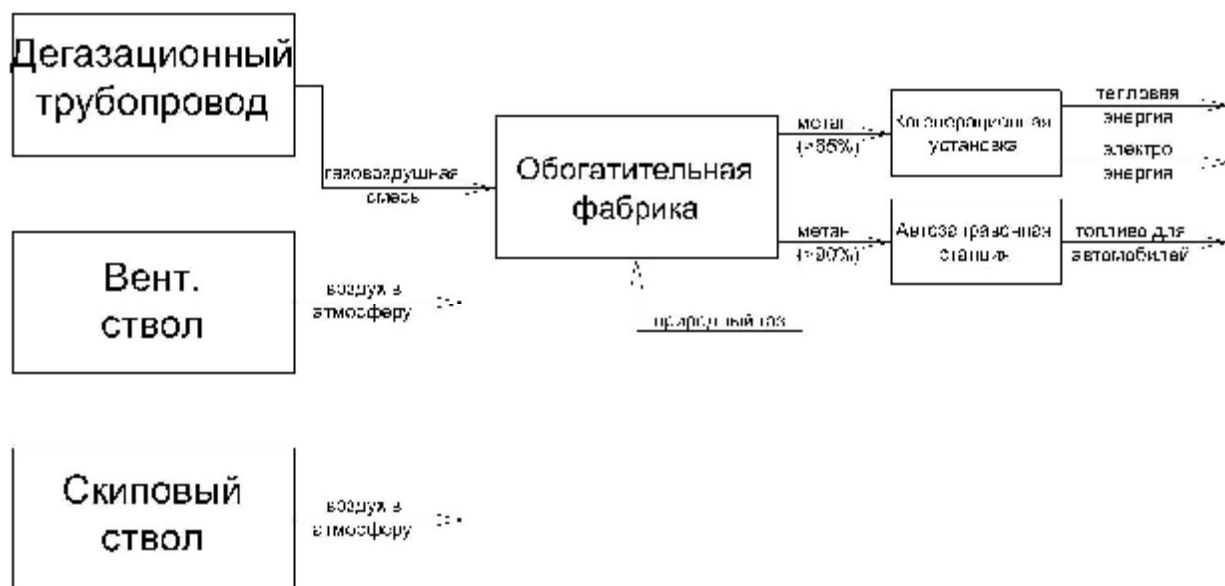


Рисунок 2 - Схема добычи и использования метана путем предварительного его обогащения природным газом

Третьим возможным способом обогащения метановоздушной смеси является его извлечение через молекулярные сита (рис.3). В этом случае извлечение происходит на молекулярном уровне. Весь шахтный дегазационный и вентиляционный воздух подается на молекулярные сита, которые пропускают через себя метан, а все остальные примеси задерживают. На выходе получается практически чистый метан (98-100%), который можно в дальнейшем эффективно использовать.

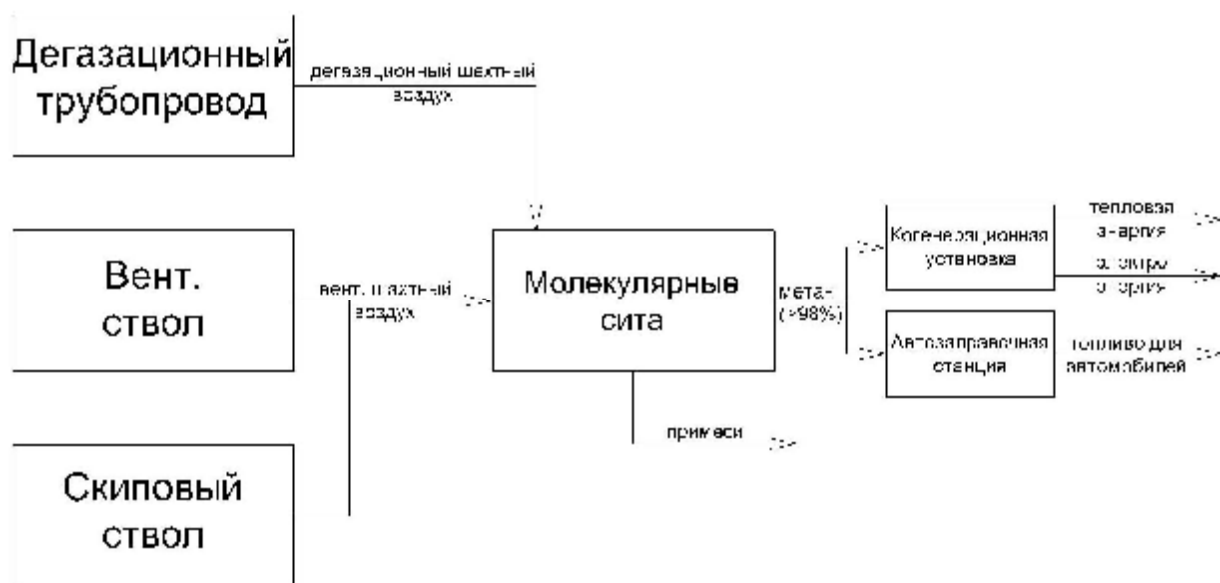


Рисунок 3 - Схема добычи и использования метана путем предварительного его обогащения на молекулярных ситах

К достоинствам данного способа относятся:

- получение метана высокой концентрации;
- не требует значительных текущих затрат в отличие от предыдущей схемы.

Недостаткам относится:

- сложность высокотехнологического процесса.

Выводы. Внедрение попутной добычи метана на угольных шахтах является экономически выгодным бизнес-процессом.

В настоящее время выгода от каптирования и утилизации метана на угольных шахтах складывается из трех составляющих:

- возможность использования газа в качестве топлива для котельных, когенерационных установок, автомобильного транспорта;
- продажа газа на внутреннем или внешнем рынках;
- продажа сэкономленных экологических квот согласно Киотскому протоколу.

Анализ трех основных способов получения метана из метановоздушной смеси: адсорбцией, обогащением природным газом и обогащением на молекулярных ситах, позволил для каждого из способов разработать визуальную схему технологических процессов и выделить свои преимущества и недостатки, которые помогут руководству угольных шахт для конкретных горно-геологических условий выбирать лучший из них и выполнить предварительные уточняющие расчеты.

Список ссылок.

1. *Костюк И.С.* Экономическое обоснование перспективного направления попутной добычи метана на шахте им. В.М.Бажанова / И.С.Костюк, А.Г.Токарев // Роль молоді щодо розвитку геотехнологій та управління виробництвом: Матеріали IV Міжнародної наукової конференції студентів факультету геотехнологій та управління виробництвом, 16 квітня 2009 року, м.Донецьк, ДонНТУ. — Донецьк: ДонНТУ, 2009. С.35–37.
2. *Токарев А.Г.* Организация процесса попутной добычи метана в условиях шахты им. В.М.Бажанова путем его извлечения из вентиляционной струи шахтного воздуха / А.Г.Токарев, И.С.Костюк // Проблемы управления производственно-экономической деятельностью субъектов хозяйствования: материалы IV Всеукр. научн. конф. студ., 22 апреля 2010 г., Донецк, ДонНТУ. — Т.2 — Донецк: ДонНТУ, 2010. — С.189–192.
3. <http://masters.donntu.edu.ua/2006/fgtu/samus/library/4.htm>
4. <http://www.ecologylife.ru/vystavka/kompleksyi-izvlecheniya.html>