

Тлебаев М.Б., Маматаева Д.У., Байжарикова М.А., Еркебек Ж.Б.

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АБСОРБЦИОННО -
АДСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ БИОГАЗА**

M.B. Tlebaev, D.U. Mamataeva, M.A. Bayzharikova, Zh.B. Yerkebek

**DEVELOPMENT OF THE SOFTWARE OF ABSORPTION-ADSORPTION CLEANING
OF BIOGAS**

УДК:620.95

Исследованы методы очистки биогаза до состояния биометана, возобновляемого источника энергии из навоза и экскрементов в биогазовой установке, для использования как моторное топливо автотранспортом в сельском хозяйстве. Особенностью данной работы является разработка программного обеспечения автоматизация управления очистки биогаза на SCADA TRACE MODE.

Ключевые слова: биогаз, биогазовая установка, биометан, методы очистки, программное обеспечение, источник энергии.

Methods of biogas purification to the condition of biomethane, a renewable source of energy from manure and excreta in a biogas plant, for use as a motor fuel by motor transport in agriculture. A feature of this work is to develop software for automated management of biogas on SCADA TRACE MODE.

Key words: biogas, biogas plant, biomethane, purification methods, software, energy source.

Альтернативой предотвращения топливного кризиса в мире газомоторного автомобильного топлива (метан, пропан-бутан, биогаз, демитил-эфир, водород) – является метан. Учитывая, что метан в основном это продукт анаэробного сбраживания навоза и экскрементов в биогазовой установке, являющимися отходами молочно-товарных ферм, то естественно цена, в конечном счете, по различным аспектам в обозримой перспективе является конкурентоспособными в ближайшие несколько десятилетий единственно приемлемой альтернативой бензину будет метан.

Биометан в разы дешевле бензина и дизтоплива, причем по производительности один кубометр газа приравнивается к одному литру жидкого топлива. Стоимость переоборудования одной единицы техники под метан колеблется от 250 до 875 тыс. тенге. Эти расходы окупаются в срок от 5 месяцев до года.

Следует отметить, что если природный газ можно получать из месторождений, то биогаз можно

получить в каждом фермерском хозяйстве. Применение биогаза в качестве заправочного топлива на автотранспорте требует улучшения качества к составу газа. Поэтому биогаз необходимо очищать от основных сопутствующих компонентов (CO, H₂) /1./

Для выполнения поставленной задачи нами был проведен литературный обзор по очистке биогаза. Было выявлено, что по данной теме в мировой и отечественной практике занимаются ученые:

Баадер В., Доне Е., Бренндерфер М., Блумберга Д., Вртовшек Я., Дихтл Н., Самосюк В., Есполов Т., Тлебаев М., Амерханов Р.А., Андриухин Т.Я., Хусанов А., Дмитриев Е., Калдыбаева Б., Сагаев М., Сабырханов Д., Саипов А., Мырзакулова А.

Изучение работ отечественных и зарубежных ученых позволило выбрать наиболее приемлемую комбинированную установку по очистке биогаза [2].

Схема комбинированной установки приведена на рис 1, по которой возможно получение биометана в которой концентрация метана достигает 90-95 %. Технологический процесс работает следующим образом, предварительно сжатый исходный биогаз с содержанием (CO, H₂) 30÷50% и насыщенной влагой, попадает в абсорбер 1, где в результате избыточного давления, необходимого для технологического процесса, и промывки биогаза водой, происходит растворение диоксида углерода в воде [3]. Посредством избыточного давления вода с растворенной двуокисью углерода поступает в рекуперативный теплообменник 2, затем в водонагреватель 3, где подогревается до температуры, необходимой для регенерации воды, и распыляется в десорбере 4. В десорбере 4 поддерживается давление на уровне 3 ÷ 11 кПа (изб.). Под действием перепада давления и температуры происходит десорбция диоксида углерода из воды. Далее производят глубокую очистку и осушку диоксида углерода в адсорберах 12 и 13, работающих попеременно.

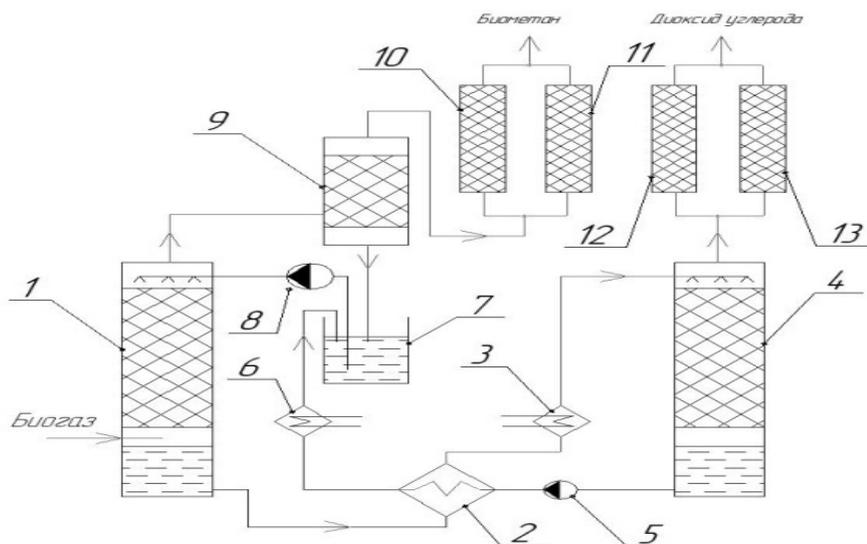


Рис. 1 - Схема установки комбинированной очистки биогаза

Отрегенерированную воду перекачивают насосом 5 в рекуперативный теплообменник 2, далее в теплообменник 6, где воду охлаждают до $15 \div 20 \text{ }^\circ\text{C}$ и направляют в промежуточную емкость 7, откуда охлажденную воду подают насосом 8 в абсорбер.

Очищенный от диоксида углерода в абсорбере 1 биогаз подают в сепаратор 9, где в результате дросселирования происходит частичная конденсация влаги, таким образом, снижается нагрузка для адсорберов 10 и 11. После сепаратора 9 биогаз поступает на глубокую очистку и осушку до состояния биометана ($90 \div 97 \%$ метана) в адсорберы 10 и 11, работающие попеременно.

Когда один из адсорберов, например 10 (либо 12), находится в режиме глубокой очистки и осушки газа, то второй адсорбер 11 (либо 13) находится в режиме регенерации адсорбента. Затем через определенное время отрегенерированный адсорбер переводят в режим глубокой очистки и осушки газа, а насыщенный адсорбент – в режим регенерации.

Установка комбинированной очистки биогаза, предназначенная для очистки и обогащения получаемого биогаза до состояния биометана ($90\text{-}95 \%$ метана), была спроектирована с помощью SCADA системы TRACE MODE на учебном оборудовании «Автоматизация систем управления» в Тараском государственном университете им. М.Х.Дулати (см. Рис.2).



Рис. 2 - Учебное оборудование «Автоматизация систем управления»

Программное обеспечение выполняем в SCADA-системе[4]. Процесс абсорбционной очистки биогаза в SCADA TRACE MODE приведен на рис. 3.

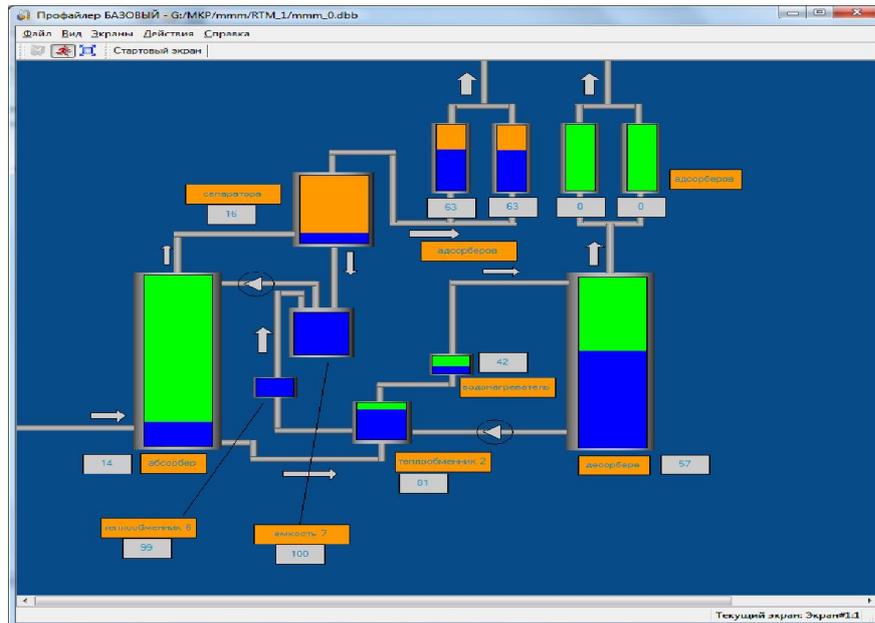


Рис. 3 - Процесс абсорбционной очистки биогаза в SCADA TRACE MODE

При работе абсорбера при заполнении автоматически включается насос_8 и теплообменник_2 (рис. 3), по коду программы [3]:

```

if(в абсорбер == 1) then
абсорбер = абсорбер + 1;
  if(емкость 7 >= 0)and(в насосом 8 == 0) then
    емкость_7 = емкость_7 - 1;
    абсорбер = абсорбер + 1;
  end if;
  if(абсорбер >= 99) then
    в_абсорбер = 0;
    в_теплообменник_2 = 1;
    в_насосом_8 = 1;
  end if;
else
  if(абсорбер < 0) then
    в_абсорбер = 1;
  end if;
end if;

В теплообменнике осуществляется теплообмен между двумя средами, имеющими различные температуры по коду программы, который при заполнении включает соседние баки (водонагреватель_3, теплообменник_6).
if(в_теплообменник_2 == 1)and(в_абсорбер == 0) then
  if(абсорбер >= 0) then
    абсорбер = абсорбер - 1;
    теплообменник_2 = теплообменник_2 + 1;
  end if;
  if(десорбере_4 > 0)and(в_десорбере_4 == 0) then
    десорбере_4 = десорбере_4 - 1;
    теплообменник_2 = теплообменник_2 + 1;
  end if;
  if(теплообменник_2 >= 100) then
    в_теплообменник_2 = 0;
    в_водонагреватель_3 = 1;
    в_теплообменник_6 = 1;
  end if;
else
  if(теплообменник_2 < 0) then
    в_теплообменник_2 = 1;
  end if;
end if;

```

```
end_if;
end_if;
```

Для того, чтобы в водонагреватель поступала жидкость и при заполнении он включал десорбер_4, напишем код программы:

```
if(в_водонагреватель_3 == 1)and(в_теплообменник_2 == 0) then
  if(теплообменник_2 >= 0) then
    теплообменник_2 = теплообменник_2 - 1;
    водонагреватель_3 = водонагреватель_3 + 1;
  end_if;
  if(водонагреватель_3 >= 100) then
    в_водонагреватель_3 = 0;
    в_десорбере_4 = 1;
  end_if;
else
  if(водонагреватель_3 < 0) then
    в_водонагреватель_3 = 1;
  end_if;
end_if;
```

Далее, чтобы в десорбер поступала жидкость и при его наполнении включались последующие баки - адсорбер_1, напишем код программы:

```
if(в_десорбере_4 == 1)and(в_водонагреватель_3 == 0) then
  if(водонагреватель_3 >= 0) then
    водонагреватель_3 = водонагреватель_3 - 1;
    десорбере_4 = десорбере_4 + 1;
  end_if;
  if(десорбере_4 >= 100) then
    в_десорбере_4 = 0;
    в_адсорберов_1 = 1;
  end_if;
else
  if(десорбере_4 < 0) then
    в_десорбере_4 = 1;
  end_if;
end_if;
```

Основная задача адсорберов — обеспечить интенсивный контакт очищаемого газа с адсорбентом. Поступление в адсорбер газа и наполнение адсорбера до 100 литров напишем код программы.

```
if(в_адсорберов_1 == 1)and(в_десорбере_4 == 0) then
  if(десорбере_4 >= 0) then
    десорбере_4 = десорбере_4 - 1;
    адсорберов_1 = адсорберов_1 + 1;
  end_if;
  if(адсорберов_1 >= 100) then
    в_адсорберов_1 = 0;
    в_адсорберов_2 = 1;
  end_if;
else
  if(адсорберов_1 < 0) then
    в_адсорберов_1 = 1;
  end_if;
end_if;//
if(в_адсорберов_2 == 1)and(в_адсорберов_1 == 0) then
  if(адсорберов_1 >= 0) then
    адсорберов_1 = адсорберов_1 - 1;
    адсорберов_2 = адсорберов_2 + 1;
  end_if;
  if(адсорберов_2 >= 100) then
    в_адсорберов_2 = 0;
  end_if;
else
  if(адсорберов_2 < 0) then
    в_адсорберов_2 = 1;
  end_if;
end_if;
```

Далее напишем код сепаратора, который включает адсорберов_3 и емкость_7.

```

if(в_насосом_8 == 1)and(в_адсорбер == 0) then
  if(абсорбер >= 0) then
    абсорбер = абсорбер - 1;
    насосом_8 = насосом_8 + 1;
  end_if;
  if(насосом_8 >= 100) then
    в_насосом_8 = 0;
    в_адсорберов_3 = 1;
    в_емкость_7 = 1;
  end_if;
else
  if(насосом_8 < 0) then
    в_насосом_8 = 1;
    в_емкость_7 = 0;
  end_if;
end_if

```

Поступление жидкости попадает в емкость 7, адсорбер и газа в адсорбер напишем следующий код программы:

```

if(в_адсорберов_3 == 1)and(в_насосом_8 == 0) then
  if(насосом_8 >= 0) then
    насосом_8 = насосом_8 - 1;
    адсорберов_3 = адсорберов_3 + 1;
  end_if;
  if(адсорберов_3 >= 100) then
    в_адсорберов_3 = 0;
    в_адсорберов_4 = 1;
  end_if;
else
  if(адсорберов_3 < 0) then
    в_адсорберов_3 = 1;
  end_if;
end_if;

if(в_адсорберов_4 == 1)and(в_адсорберов_3 == 0) then
  if(в_адсорберов_3 >= 0) then
    адсорберов_3 = адсорберов_3 - 1;
    адсорберов_4 = адсорберов_4 + 1;
  end_if;
  if(адсорберов_4 >= 100) then
    в_адсорберов_4 = 0;
  end_if;
else
  if(адсорберов_4 < 0) then
    в_адсорберов_4 = 1;
  end_if;
end_if;

```

Таким образом: создана мнемосхема технологического процесса абсорбционной очистки биогаза в аппаратно - программном комплексе «Автоматизация систем управления» с применением SCADA системы TRACE MODE; разработано программное обеспечение по контролю и управлению параметров технологического процесса очистки биогаза до биометана, использующего как моторное топливо для сельскохозяйственных тракторов и машин.

Литература:

1. Анализ качества исходного сырья, применяемого для получения компримированного природного газа. Гнедова Людмила Анатольевна, Федотов Игорь Владимирович, Гриценко Кирилл Александрович. Журнал «Вести газовой науки», Выпуск № 1 / 2015 Коды ГРНТИ: 06 — Экономика и экономические науки ВАК РФ: 08.00.00 УДК: 33.
2. "Установка комбинированной очистки биогаза". Научная статья по специальности "Химическая технология. Химическая промышленность" УДК 629:621.039.542.5:628.336.6:66.7 А.Б. Идигенов, М.И. Филатов, А.Б. Идигенов. Журнал «Вестник» Саратовского государственного технического университета.
3. Заявка на патент № 2013100384 «Способ комбинированной очистки биогаза», от 09 января 2013 г.

Рецензент: д.ф.-м.н., профессор Бийбосун Б.И.