

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ АППАРАТАМИ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ СЫРОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА**

Аппараты воздушного охлаждения (АВО) широко используются в нефтегазовой промышленности для конденсации и охлаждения парообразных, газообразных и жидких сред. Одной из областей применения АВО является охлаждение природного газа на дожимных компрессорных станциях газовых промыслов (ДКС ГП) и на компрессорных станциях магистральных газопроводов (КС МГ). Необходимость охлаждения газа на данных объектах продиктована требованиями энергосбережения. В процессе сжатия газа его температура увеличивается. Для снижения мощности на транспортировку, увеличения пропускной способности газопровода и повышения его надежности, для предотвращения глубокого оттаивания грунта газ после компрессоров охлаждается в АВО.

Существенное отличие условий эксплуатации АВО газа на ДКС ГП и КС МГ заключается в том, что на компрессорных станциях магистральных газопроводов поступает уже осушенный газ, в то время как на газовых промыслах на первой ступени компримирования приходится охлаждать сырой газ до осушки. При этом имеет место проблема образования гидратов углеводородных газов на внутренних поверхностях нижних рядов теплообменных трубок АВО газа, приводящая к закупорке проходного сечения трубок и выводу их из строя.

В настоящее время на большинстве ГП применяется способ управления АВО газа, заключающийся в ручном или дистанционном включении-отключении вентиляторов, число которых определяется оператором исходя из его профессионального опыта. Определение факта закупорки теплообменных трубок гидратами производится визуально по наличию инея на трубках. Отогрев «загидраченных» трубок осуществляется при помощи парогенераторной установки. Однако во многих случаях гидратообразования даже указанная процедура неэффективна, и приходится отключать секцию до весны. Недостатки такой системы очевидны.

Повышение надежности и эффективности эксплуатации АВО сырого газа может быть достигнуто путем создания системы автоматизированного управления (САУ), обеспечивающей:

- автоматическое поддержание заданной температуры газа на выходном коллекторе АВО наиболее рациональным способом;
- плавный пуск электродвигателей вентиляторов;
- недопущение гидратообразования в теплообменных трубках АВО. Применяют следующие способы регулирования АВО газа:
  - воздействие на производительность вентиляторов;
  - жалюзирование поверхности теплообмена;
  - включение-отключение вентиляторов;
  - рециркуляция охлаждающего воздуха перед теплообменными секциями АВО газа;
  - перепуск части технологического потока по байпасным линиям;
  - увлажнение охлаждающего воздуха и поверхности теплообменных секций АВО газа.

Регулирование воздействием на производительность вентиляторов возможно путем изменения частоты вращения электродвигателей вентиляторов и изменения угла поворота лопастей вентиляторов.

Наиболее эффективным и экономичным способом регулирования производительности вентиляторов является плавное изменение их скорости (частоты) вращения, которое достигается применением частотно регулируемого привода. Применение ЧРП вентиляторов позволяет достичь следующих преимуществ по сравнению с традиционными методами:

- уменьшение энергопотребление в среднем на 35%;
- устранение пусковых токов и перегрузок двигателя на период пуска;
- уменьшение механического износа оборудования и снижение затрат на его техническое обслуживание и ремонт благодаря снижению кратности пусковых токов и моментов, снижения скорости расходования ресурса объекта.

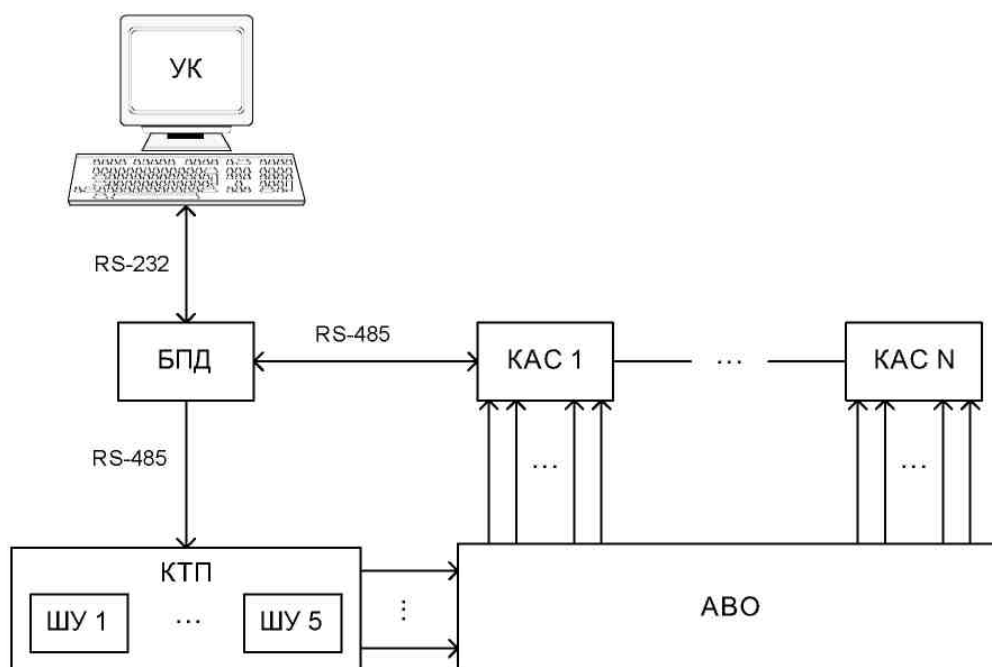
При создании САУ АВО газа преследовались следующие цели:

- уменьшение вероятности возникновения аварийных ситуаций;
- облегчение условий и повышение культуры труда технологического персонала, за счет предоставляемого системой сервиса;

- уменьшение количества выполняемых технологическим персоналом функций за счет их автоматизации;
- повышение информационного обеспечения технологического и эксплуатационного персонала;
- повышение точности измерения и надежности работы самой системы управления за счет применения современных технических устройств на основе электронных и вычислительных средств и наличия самодиагностики;
- уменьшение материальных и энергетических затрат.

Ключевым критерием качества работы САУ АВО газа является стабильность заданных характеристик технологического процесса. В целом, внедрение САУ АВО газа должно обеспечивать достижение главной цели: получение стабильной прибыли за счет повышения информационного обеспечения, точности и надежности технических устройств, уменьшения материальных и энергетических затрат.

Структура разработанной САУ АВО газа соответствует магистрально-модульному принципу построения с сетевой организацией обмена информацией между устройствами и имеет распределенное программное обеспечение и базу данных. САУ АВО газа имеет трехуровневую структуру – нижний, средний и верхний уровни. Структурная схема САУ АВО газа показана на рис. 1.



**Рис. 1.** Структурная схема САУ АВО газа

На рисунке обозначено:

УК – управляющий компьютер;

БПД – блок передачи данных;

КАС 1, ..., КАС N – концентраторы аналоговых сигналов;

АВО – аппарат воздушного охлаждения газа типа 2АВГ-75С;

КТП – комплектная трансформаторная подстанция;

ШУ 1, ..., ШУ 5 – шкафы управления.

К нижнему уровню системы автоматизации относятся:

- датчики технологических параметров;
- электродвигатели вентиляторов АВО.

К нижнему уровню следует также отнести блок ручного управления, который размещается в комплектной трансформаторной подстанции (КТП) и имеет кнопки управления, воздействующие непосредственно на магнитные пускатели.

К среднему уровню системы автоматизации относятся программно-аппаратные модули (блоки) управления узлов и агрегатов АВО газа на базе концентраторов аналоговых сигналов (КАС), программируемых логических контроллеров (ПЛК) и частотно регулируемых преобразователей (ЧРП).

Верхний уровень системы автоматизации АРМ оператора-технолога реализован на базе персонального компьютера.

Верхний уровень системы автоматизации обеспечивает:

- прием информации о состоянии объекта;
- мониторинг технологического процесса и получение трендов измеряемых технологических параметров;

- оперативное и автоматизированное управление технологическим процессом;
- архивацию событий нижнего уровня и действий оператора;
- формирование базы данных.

На принтер АРМ оператора-технолога выводится информация:

- таблицы, отображаемые на видеомониторе;
- периодические отчеты о работе АВО газа 1-степени;
- перечни аварийных ситуаций за сутки, неделю, месяц;
- перечни неисправностей с указанием времени их возникновения;
- иная информация, формируемая АРМ оператора-технолога. Выполнение инженерных функций реализуется на АРМ оператора-технолога.

САУ АВО газа функционально состоит из трёх основных частей:

1. Шкафов управления (ШУ);
2. Системы многоточечного контроля температур (СКТ);
3. Управляющего компьютера (УК) – пульта с установленной на нём управляющей программой (УП).

На рис. 2 показана структурная схема каждого из ШУ.

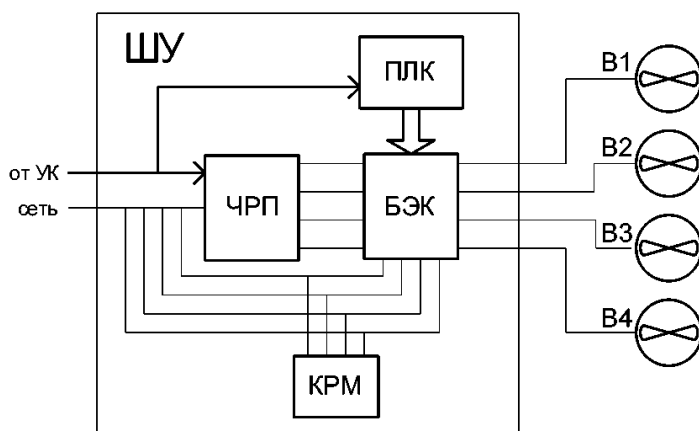


Рис. 2. Структурная схема шкафа управления

На рисунке обозначено:

- ЧРП – частотно регулируемый привод;
- ПЛК – программируемый логический контроллер;
- БЭК – блок электромагнитных контакторов;
- КРМ – компенсаторы реактивной мощности;
- B1, ..., B4 – вентиляторы.

Каждый из пяти ШУ служит для питания и управления работой четырёх электродвигателей вентиляторов в автоматическом или ручном режимах, осуществляя при этом:

- управление частотой и направлением вращения одного из четырёх вентиляторов (любого по выбору УП или оператора);
- плавный запуск (последовательно) вентиляторов с последующим переводом на сеть.

ШУ содержат следующие силовые и логические элементы управления:

- частотно регулируемый привод SIEI ARTDrive Avy5550, служащий для управления частотой и направлением вращения выбранного электродвигателя;
- программируемый логический контроллер VersaMax Micro IC200UDR010 с модулем расширения VersaMax 1C200EUX012, служащий для управления работой блока электромагнитных контакторов (через блок реле);

- блок электромагнитных контакторов (12 шт.) служащий для подключения выбранного вентилятора к выходу ЧРП, подключения выбранного вентилятора к сети, подключения компенсаторов реактивной мощности (при работе вентиляторов напрямую от сети);

- конденсаторные батареи КРМ (4 шт.) для компенсации реактивной мощности электродвигателей работающих напрямую от сети;

- элементы ручного управления (кнопки, тумблеры, индикаторы и т.д.) расположенные на лицевой панели шкафа, при помощи которых можно выбирать режимы работы шкафа.

СКТ состоит из следующих элементов:

- датчики температуры (2-5 датчика на секцию);

- концентраторы аналоговых сигналов;

- блок передачи данных.

Рассмотрим режимы работы САУ АВО газа.

**1. Режим дистанционного управления.** Данный режим подразумевает ручное управление, осуществляемое оператором с УК, расположенного в операторной. При работе в данном режиме ШУ, управляемый дистанционно, может осуществлять управление одним из четырёх вентиляторов, выбранным оператором. Происходит это следующим образом: выбранный вентилятор через соответствующий контактор группы К1 подключается к выходу ЧРП, посредством которого и осуществляется управление частотой и направлением вращения вентилятора.

Дистанционное управление контакторами осуществляется посредством контроллера (и блока расширения), который, через блок реле подаёт управляющий сигнал на соответствующий контактор.

**2. Режим местного (ручного) управления.** Данный режим подразумевает ручное управление вентиляторами непосредственно от ШУ, расположенных в КТП. Кроме того, в этом режиме возможен прямой пуск вентиляторов от кнопок расположенных под секциями АВО.

Режим местного (ручного) управления позволяет управлять работой АВО «классическим способом» при выходе из строя каких-либо элементов логического управления.

**3. Режим автоматического управления.** Данный режим подразумевает автоматическое управление вентиляторами, осуществляемое управляющей программой. Рассмотрим алгоритм работы САУ АВО газа в автоматическом режиме.

Рассмотрим основные преимущества САУ АВО газа.

**1. САУ АВО газа автоматически предотвращает гидратообразование в теплообменных трубках АВО, следовательно:**

- нет аварийных ситуаций, связанных с замерзанием трубок;

- не нужно вызывать парогенераторную установку для отогревания загидраченных секций;

- не нужно дважды в год менять угол атаки лопастей вентиляторов.

**2. САУ АВО газа обеспечивает плавный пуск вентиляторов, снижающий пусковые токи и позволяющий:**

- увеличить срок службы двигателей;

- избежать бросков напряжений;

- осуществлять быстрый запуск вентиляторов от резервного дизеля.

**3. САУ АВО газа максимально упрощает работу персонала, т. к.:**

- нет необходимости следить за состоянием секций и принимать решения о пуске-останове вентиляторов;

- система сама документирует все необходимые параметры;

- сокращается время на ремонт и замену вышедших из строя частей системы управления, т.к. элементы САУ изготовлены на много более высоком качественном уровне и при проектировании САУ учтены недостатки существующей системы управления.

По сравнению с прочими предлагаемыми системами, предполагающими установку дорогостоящих частотно регулируемых приводов на каждый электродвигатель, разработанная САУ отличается меньшей ценой т.к. подразумевает установку одного привода на четыре вентилятора. Такое соотношение ЧРП и вентиляторов принято, исходя из того, что при температурах воздуха, при которых возможно гидратообразование, в работе обычно находятся не более 5 вентиляторов из 20 (количество вентиляторов на ГП № 3).

Соответственно вентиляторы группируются по четыре на один шкаф управления. Контактная схема шкафа, управляемая программируемым логическим контроллером, позволяет делать управляемым любой из четырёх вентиляторов, а так же использовать ЧРП в качестве

устройства плавного пуска для всех четырёх вентиляторов, переводя их на сеть после запуска (с параллельным подключением КРМ).

Кроме того, САУ АВО газа отличается высокой надежностью, так как даже в случае выхода из строя элементов логического управления возможно дистанционное и местное (ручное) управление электродвигателями вентиляторов.

Таким образом, САУ АВО газа обеспечивает высокую эффективность работы аппаратов в течение всего года. В результате снижаются затраты на электроэнергию, являющиеся самой существенной статьёй эксплуатационных расходов аппаратов воздушного охлаждения газа; снижаются затраты на ремонт аппаратов благодаря недопущению разрыва теплообменных трубок в результате закупорки проходного сечения гидратами углеводородных газов; снижаются капитальные вложения благодаря оригинальной схеме управления одним контроллером и одним приводом группой электродвигателей вентиляторов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Основы расчета и проектирования теплообменников воздушного охлаждения. Справочник. Под общей редакцией Кунтыша В.Б. и Бессонного А.Н. СПб: Недра, 1996.
2. Крюков Н.П., Аппараты воздушного охлаждения. – М.: Химия, 1983.
3. Иванов О.П., Мамченко В.О.. Аэродинамика и вентиляторы. Л.: Машиностроение, 1986г.
4. Отчет о выполнении работ по автоматизации АВО газа ДКС 1-й ступени ГП № 3 ООО «Уренгойгазпром».
5. Методические рекомендации для расчета систем охлаждения газа на компрессорных станциях магистральных газопроводов. – М.: ВНИИГаз, 1976.
6. Марголин Г.А., Вайсман В.Е. Методика теплового и аэродинамического расчета аппаратов воздушного охлаждения. – М.: ВНИИНефтемаш, 1982.
7. Каталог продукции Advantech. Prosoft, 2001.

#### Резюме

Әрбір жиілікті реттейтін приводқа жеке электрқозғауышты орнатуды ұстанатын жүйелермен салыстырғанда, ұсынып отырған автоматты басқару жүйесі – бағасы төмен, өте төзімді және жоғарғы энергетикалық тиімді жұмыс істейтін ауа суытқыш құралы болып табылады. Бұл автомат жылуалмасу құбырындағы гидратты құрымдардың пайда болмауына және қосу тоғын төмендететін желдеткіштің баяу қосылуын камтамасыз ететін жауапты жұмыскерлердің жұмысын мүмкіндігінше жеңілдетті.

#### Summary

In comparison with the other offered systems assuming installation of the expensive it is frequency adjustable drives on each electric motor, the developed system of automated management differs the smaller price, high reliability and high power overall performance of devices of air cooling, automatically prevents hydrate formations in heat-exchange pipes, provides the smooth start-up of ventilators, reducing starting currents, as much as possible simplifies personnel work.

*КазНТУ им. К.И. Сатпаева*

*Поступила 25.11.10*