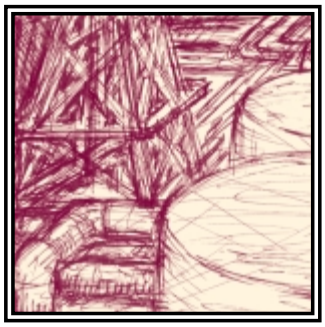


Система управления газоперекачивающими агрегатами

Анатолий Кривоносов, Александр Харитонов, Вячеслав Гуличев

В статье описана базовая система автоматического управления (САУ) газоперекачивающим агрегатом (ГПА), созданная в АО «Хартрон» на базе программно-технического комплекса (ПТК) «Дельта-1».

Газоперекачивающий агрегат (ГПА) является основным элементом магистральных газопроводов. Он состоит из центробежного нагнетателя (компрессора) и двигателя, который приводит его во вращение. В настоящее время используется много типов ГПА, отличающихся видом двигателя (электрический или газотурбинный), единичной мощностью (от 4 до 25 МВт), а также заводом-изготовителем (предприятия СНГ и зарубежные).

По своему конструктивному исполнению ГПА выполняются либо в индивидуальном укрытии (модульное исполнение), либо в общецеховом укрытии (несколько ГПА «под одной крышей»).

Более сложными, с точки зрения автоматизации контроля и управления, являются ГПА с газотурбинными двигателями. Газотурбинный двигатель позволяет регулировать частоту вращения, изменяя режим работы ГПА, и значительно динамичнее и сложнее в управлении, чем синхронный электродвигатель. ГПА, в зависимости от типа, отличаются количеством точек контроля и управления, но их структура и принципы построения достаточно схожи, что позволяет создать базовую САУ ГПА, относительно легко адаптируемую к конкретному ГПА, с использованием современных технических средств.

Основные характеристики САУ ГПА

ГПА оснащаются автоматикой различной сложности уже не один десяток лет, но только в последние годы с появлением микропроцессорных контроллеров стали создаваться системы автоматического управления ГПА.

К основным функциям САУ ГПА относятся

- регулирование оборотов нагнетателя – поддержание заданного режима работы ГПА путем регулирования подачи топливного газа в двигатель;
- противопомпажное регулирование нагнетателя – поддержание минимально допустимого запаса по помпажу нагнетателя, что позволяет получить максимально возможный для заданного режима работы кпд ГПА;
- аварийная защита ГПА;
- управление отдельными механизмами ГПА;
- регистрация и отображение информации, характеризующей состояние ГПА.

Кроме этого, САУ ГПА обеспечивает контроль исправности датчиков и исполнительных механизмов, линий связи, собственно аппаратуры САУ ГПА.

Для реализации перечисленных требований базовая САУ ГПА имеет необходимый набор каналов ввода/вывода для сопряжения с различными датчиками и исполнительными устройствами.

В базовой САУ ГПА принимаются

- до 80 аналоговых сигналов от различных датчиков (термометры сопротивления, термопары, токовые и потенциальные);
- до 4 частотных сигналов от датчиков частоты вращения;
- до 160 дискретных сигналов (типа «сухой контакт» либо потенциальных с напряжением постоянного или переменного тока от 24 до 220 В).

Базовая САУ ГПА выдает

- 4 аналоговых сигнала (или ШИМ-сигнала) на регуляторы;
- до 120 дискретных сигналов на исполнительные механизмы (напряжением постоянного или переменного тока до 220 В, до 2 А).

САУ ГПА должна обладать высокой надежностью. Так, среднее время наработки на отказ по функции «пропуск аварии» должно быть не менее 100 тысяч часов.

Температура окружающей аппаратуру САУ ГПА среды может изменяться от 0°С до 50°С.

(С) 1997 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

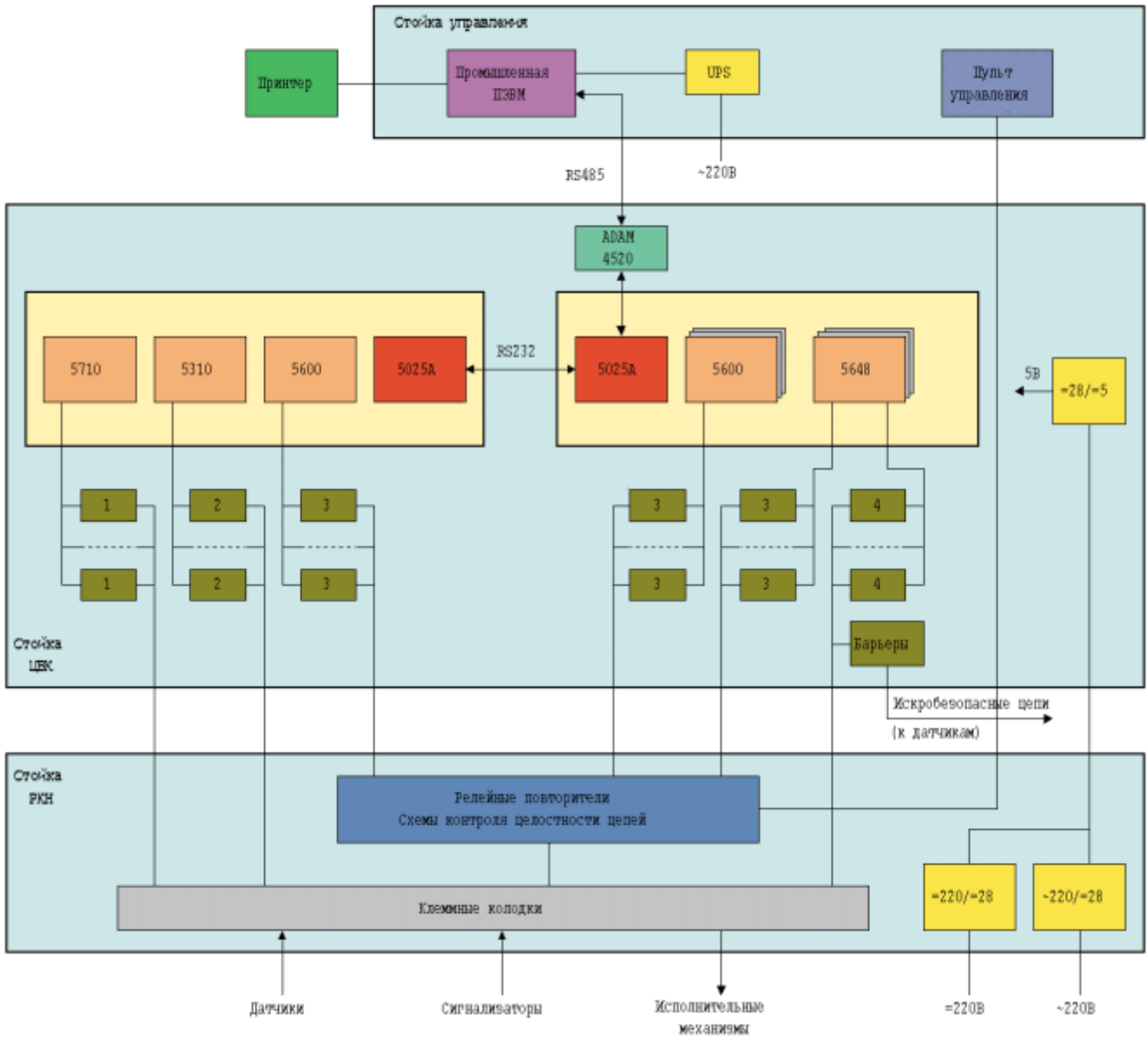


Рис. 1. Структурная схема САУ ГПА
Цифрами обозначены:
1 - модули аналогового ввода-вывода фирмы Analog Devises,
2 - устройства нормализации сигналов датчиков частоты вращения,
3 - модули дискретного ввода-вывода фирмы Grayhill,
4 - модули аналогового ввода фирмы Grayhill.

Технические средства и структура САУ ГПА

Технико-экономические и эксплуатационные характеристики САУ ГПА в значительной степени определяются техническими средствами. В свою очередь, технические средства оказывают влияние на структурную схему САУ ГПА.

С учетом опыта предыдущих разработок, предложений фирм СНГ и дальнего зарубежья для реализации САУ ГПА были выбраны следующие технические средства.

1. Процессор и платы расширения (дискретные и аналоговые входы-выходы и др.) – серия MicroPC фирмы Octagon Systems.

2. Модули аналогового ввода с гальванической развязкой – серия 7В фирмы Analog Devices и серия 73G фирмы Grayhill.

3. Модули дискретного ввода/вывода - серия 70G фирмы Grayhill.

4. Барьеры искробезопасности – серия MTL-755 фирмы Measurement Technology.

5. Модуль гальванической развязки RS-485 – ADAM 4520 фирмы Advantech.

6. Вторичные источники питания – серия PM фирмы Lambda.

7. Реле (для дискретного вывода сигналов напряжением 220 В постоянного тока и коммутации цепей с пиропатронами) – серия РЭН 33 Харьковского релейного завода.

8. Клеммные соединители – пружинные клеммы фирмы WAGO.

9. Промышленная ПЭВМ – AWS-822 фирмы Advantech.

10. Источники бесперебойного питания (от сети переменного тока 220 В) – фирмы Exide Electronics.

11. Двухсетевые источники питания (от сети постоянного тока 220 В и сети переменного тока 220 В) – фирмы Lambda Electronics.

Анализ функций, выполняемых САУ ГПА, показывает, что такие функции, как противопомпажное регулирование и аварийная противопомпажная защита, а также регулирование частоты вращения и аварийная защита двигателя по частоте вращения требуют высокого быстродействия САУ (такт решения задачи – не более 20 мс), остальные же

(C) 1997 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

функции САУ такого быстродействия не требуют. Учитывая эти требования, а также достаточно большой общий объем обрабатываемой САУ ГПА информации, в САУ ГПА «Дельта-1» используют два контроллера: один – для решения «быстрых» задач, второй – «медленных».

Изложенные рассуждения позволяют лучше понять структурную схему САУ ГПА, приведенную на рис. 1.

Конструкция САУ ГПА

Аппаратура САУ ГПА состоит из трех стоек.

Стойка управления, в которой установлены промышленная ПЭВМ и пульт аварийного управления, располагается в диспетчерской.

По желанию заказчика может использоваться ПЭВМ в обычном настольном исполнении, что незначительно удешевит систему.

Непосредственно возле ГПА (а при модульном исполнении ГПА – в его агрегатном отсеке) расположены стойки ЦВК (цифровой вычислительный комплекс) и РКН (релейный коммутатор нагрузки).

В стойке РКН расположены клеммные колодки для подключения кабелей.

Использование пружинных колодок фирмы WAGO позволяет за счет исключения резьбовых соединений не только повысить устойчивость к вибрации, которая ощутимо присутствует при работе ГПА, но и существенно облегчить сам процесс подключения и монтажа.

Обе стойки спроектированы с учетом одностороннего обслуживания и имеют габаритные размеры 600×500×1800 мм, что позволяет размещать их в агрегатных отсеках любых ГПА.

Программное обеспечение

Разработка программного обеспечения как контроллеров, так и промышленной ПЭВМ велась на языке С. При этом использовался задел отработанных алгоритмов первого поколения САУ ГПА, построенных на отечественной элементной базе с архитектурой DEC и установленных на ряде компрессорных станций России и Украины.

Для удобства эксплуатации предусмотрена возможность коррекции программ эксплуатирующим персоналом, не имеющим специальной подготовки программиста, в достаточно широких пределах. Так, с промышленной ПЭВМ можно изменять аварийные и предупредительные уставки, диапазоны измерений датчиков, различные временные уставки, задавать формы отчетных протоколов и т. п. Доступ к программному обеспечению защищен системой паролей, имеющей 4 уровня. Пароль первого уровня (демонстрационный) позволяет только наблюдать за ходом процесса, не выдавая никаких команд. Пароль второго уровня (операторский) позволяет выдавать технологические команды, предусмотренные инструкцией по эксплуатации ГПА. Пароль третьего уровня (технологический) позволяет изменять уставки, а пароль четвертого уровня (программный) – производить коррекции программного обеспечения.

Созданная в НПО «Хартрон» (КБ «Хартрон-Дельта») на базе MicroPC САУ ГПА второго поколения «Дельта-1» не уступает по техническим характеристикам САУ ГПА передовых западных фирм, имея существенно более низкую (в 1,5-2 раза) стоимость.

Большой вклад в создание САУ ГПА разработки «Хартрон» внесли организации Укргазпрома (НИПИАСУТрансгаз) и РАО Газпром (Мострансгаз, Волготрансгаз). ●

(C) 1997 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru