

Проекты и исследования. Системы автоматизации энергетических агрегатов и установок

В.А. Менделевич Д.Б. Палицын (АО «Центроэнергочермет»)

Рассмотрены системы автоматизации агрегатного типа

К системам автоматизации агрегатного уровня будем относить системы турбинных, компрессорных, котельных агрегатов, энергоблоков малой и средней мощности, распредустройств, фильтровальных установок и др.

Резюмирую изложенное в первых двух статьях о системах автоматизации агрегатного уровня, можно выделить следующие главные требования к ним:

- комплектность (комплектной будем называть микропроцессорную систему автоматизации агрегата, реализующую все функции локальных систем, в том числе контроля, автоматического регулирования, технологических блокировок, защиты, сигнализации и управления);
- высокая надежность;
- оперативность информации;
- единство информационной базы и четкость иерархии управления.



Рис. 1. Структура комплектной системы автоматизации

На рис. 46 в качестве примера приведена структура комплектной системы автоматизации, в которой функции локальных систем реализуются микропроцессорными контроллерами, объединенными локальной сетью. Это позволяет легко распределять функции между контроллерами при минимально необходимом числе первичных

преобразователей и датчиков. При такой структуре также легко организовать обмен информацией в вышестоящем уровне – автоматизированным рабочим местом (АРМ) оператора – машиниста. В этом случае упрощается решение проблемы организации удаленного АРМ на объединенном или центральном щите управления и обеспечивается достоверность информации о технологическом процессе и состоянии оборудования, что необходимо для надежной эксплуатации агрегата.

Выполнение указанных четырех требований позволяет создавать систему автоматизации агрегата, обладающую такими важными качествами, как высокая оперативность, надежность, приспособленность к централизации управления и подготовленность к включению в состав иерархической структуры АСУТП. Однако практически реализация такой системы требует больших усилий, глубокой проработки архитектурных решений, сложного программного обеспечения для микропроцессорных контроллеров и АРМ оператора.

Требования к структуре локальной сети и программному обеспечению системы

Из вышеупомянутого можно сформулировать требования к структуре локальной сети и программному обеспечению (ПО) системы:

- локальная сеть должна иметь иерархическую структуру, верхним уровнем которой является ПЭВМ;
- для создания комфортных условий работы обслуживающего персонала целесообразно предусмотреть возможность традиционного дистанционного управления несколькими важнейшими исполнительными механизмами (ИМ);
- информация о технологическом процессе должна быть достоверной (состоять из результатов измерений и их последующей обработки);
- алгоритмы системы должны быть легко переносимы на различные типы контроллеров и мало изменяться для широкого круга объектов.

Программные средства должны обеспечивать:

- передачу информации от контроллеров на ПЭВМ и ее хранение в единой базе данных;
- выполнение с ПЭВМ всех традиционных команд, а также макроопераций типа пуска-останов агрегата;
- однозначное разрешение конкуренции между командами, поступающими от различных подсистем и от оператора;
- удобное графическое отображение информации о технологическом процессе в реальном времени.

Программное обеспечение не должно использовать трудносовместимые средства с целью обеспечения возможности включения агрегатной системы в АСУ ТП верхнего уровня.

Приведенное в статье описание архитектуры системы и алгоритмов, удовлетворяющих перечисленным выше требованиям, включает:

- способы обеспечения необходимого уровня надежности;
- архитектуры локальной сети и ПО;
- характеристики подсистем ПО;
- иерархию управления в системе;
- вопросы комплектации;
- вопросы разработки и внедрения системы.

Способы обеспечения требуемой надежности

Для обеспечения необходимого уровня надежности применяются следующие меры:

- дублирование контроллеров, при котором резервный комплект, работающий в режиме 100%-ного горячего резерва, осуществляет автоматический перехват управления при отказе основного комплекта, при этом резервный комплект становится полноправным элементом локальной сети;
- контроль превышения технологически допустимых границ значений входных сигналов и выявление недопустимых комбинаций на входах, что позволяет диагностировать неисправность датчиков, не применяя дублирования измерительной аппаратуры;
- контроль времени исполнения команд, позволяющий диагностировать неисправности ИМ;
- использование микропроцессорных контроллеров с развитыми средствами самодиагностики;
- дополнение технических средств системы пультом с органами дистанционного управления наиболее важными ИМ, что обеспечивает управляемость технологическим процессом и агрегатом в аварийных ситуациях при отказе ПЭВМ;
- использование высоконадежных алгоритмов, правильность большинства из которых строго доказывается;
- применение средств проектирования систем, позволяющих обнаруживать ошибки в проекте.

Структура ПО

Программное обеспечение типовой системы автоматизации агрегатного уровня состоит из следующих подсистем:

- управление работой локальной сети;
- автоматический контроль технологического процесса и оборудования;
- локальная и аварийная защита;
- предупредительная и аварийная сигнализация;
- автоматическое управление основным и вспомогательным оборудованием;
- автоматизированный пуск и останов агрегата;
- автоматическое регулирование;
- диагностика процесса и оборудования;
- АРМ оператора;
- статистическое и аварийное сохранение информации (история процесса);
- формирователь отчетов.

Этот список можно считать неким базовым набором, к которому в конкретной системе могут быть добавлены другие подсистемы (например, подсистема расчета термодинамических характеристик).

В дальнейшем ограничимся рассмотрением подсистем, входящих в базовый список. Взаимодействие подсистем ПО между собой будет рассмотрено в разделе «Структура управления в подсистеме».

Краткое описание подсистем ПО

Управление работой локальной сети

Основные функции подсистемы заключаются в управлении передачей команд и

данных о состоянии технологического процесса и оборудования между контроллерами и контроллерами и ПЭВМ, а также в синхронизации работы всех остальных подсистем ПО. При использовании серийно выпускаемых технических средств (микропроцессорных контроллеров и вычислительной техники) в распоряжении разработчика имеются системные средства передачи данных между узлами сети.

Автоматический контроль

Подсистема автоматического контроля осуществляет сбор, преобразование, обработку и передачу информации, полученной с датчиков аналоговых и дискретных сигналов.

Для систем автоматизации теплоэнергетических агрегатов число входных сигналов может быть весьма велико. Например, для системы автоматизации доменных компрессорных агрегатов типичными оказались следующие значения:

- 500 входных аналоговых сигналов;
- более 100 входных аналоговых сигналов.

Для энергоблоков средней мощности эти значения возрастают в 3-5 раз.

Локальная и аварийная защита

Подсистема обеспечивает защиту агрегата в аварийных ситуациях путем перехвата управления, локализация аварии или останова агрегата. Одновременно осуществляется аварийная звуковая и световая сигнализация. Для обнаружения некоторых аварийных ситуаций требуется вычисление сложных логических выражений.

Предупредительная и аварийная сигнализация

Подсистема предупредительной и аварийной сигнализации обеспечивает вывод сообщений на экран АРМ оператора (по желанию заказчика – и на световые табло) при выходе значений технологических параметров за установленные пределы, указанные в инструкции по эксплуатации агрегата. При срабатывании аварийной сигнализации фиксируется первопричина аварийного останова агрегата.

Подсистема имеет средства просмотра протокола сигнализации, квитирования и сбора фиксации первопричины аварии.

Управление исполнительными механизмами

Подсистема должна по совокупности входов с датчиков конечных выключателей и датчиков положения ИМ определять состояние последних и управлять ими с учетом блокировок, предусмотренных в соответствии с инструкцией по эксплуатации завода – изготовителя агрегата.

Для удовлетворения требований безопасности эксплуатации теплоэнергетических агрегатов у всех ИМ должно быть предусмотрено резервное управление по месту установки. Целесообразно также использование дистанционного управления несколькими важнейшими ИМ с центрального щита.

Подсистема управления вспомогательными механизмами, обеспечивающая первичный уровень автоматизации работы агрегата, является основой построения агрегатной системы автоматизации. С помощью подсистемы реализуются следующие функции системы:

- автоматический аварийный останов агрегата;
- автоматизированный пуск агрегата (автоматический контроль правильности выполнения пусковых операций);
- автоматизированный останов агрегата;
- автоматизированный переход от одного режима технологического процесса к

другому;

- оперативное управление системами и вспомогательными механизмами агрегата при выбранном режиме работы.

Автоматизированный пуск и останов агрегата

Подсистема пуска-останова контролирует правильность выполнения пусковых операций, останова и перевода агрегата из одного рабочего состояния в другое заданное (при наличии комплекта необходимых ИМ – автоматизированные пуск, останов и смена режима).

Под состоянием агрегата понимается определенная совокупность значений контролируемых параметров технологического процесса и состояний ИМ. При пуске или останове агрегат последовательно проходит ряд состояний перед выходом на рабочий режим. Переход агрегата к следующему состоянию при выполнении пуска или останова называется соответственно шагом пуска или шагом останова. В ходе анализа технологического процесса должны быть выделены основные рабочие состояния агрегата (режимы), в которых он может оставаться в течение длительного времени – остальные состояния считаются переходными.

При программной реализации эту подсистему целесообразно включить в состав более общей структуры – супервизора, который кроме автоматизированного пуска-останова решает также задачи идентификации режима работы агрегата, его аварийного останова и др.

Автоматическое регулирование

Подсистема автоматического регулирования является одной из самых проработанных ранее подсистем. Технологически сформулированные алгоритмы, как правило, реализуются через последовательность типовых звеньев и регуляторов (библиотечные алгоритмы).

Особенностью реализации подсистем регулирования в иерархической цифровой системе автоматизации является необходимость детальной проработки алгоритма управления заданием регулятору и самим регулятором (блокировка-деблокировка) для устранения возможности конкуренции между командами, поступающими от внешних задатчиков, АРМ оператора, подсистемы аварийного останова и т.п.

Диагностика технологического процесса и оборудования

Рассматриваемая структура системы обеспечивает возможность проведения многоуровневой диагностики исправности, работоспособности и правильного функционирования различных устройств и подсистем объекта и самой системы автоматизации.

В «минимальный комплект» диагностических процедур, на наш взгляд, должны входить следующие:

- системная самодиагностика используемых вычислительных устройств и каналов связи;
- контроль:
- наличие питания схем КИПиА и ИМ;
- допустимости диапазонов сигналов;
- информации датчиков на противоречивость;
- времени исполнения команд.

АРМ оператора

Достижение высокой эффективности функционирования системы автоматизации

невозможно без предоставления комфортных условий труда оператору. Современная система автоматизации должна иметь в своем составе АРМ оператора, реализующее следующие функции:

- контроль всех необходимых параметров технологического процесса, состояния оборудования и подсистем в виде графических мнемосхем подсистем агрегата, графиков (трендов) и диаграмм значений переменных;
- контроль поступающих аварийных, предупредительных и технологических сообщений;
- управление любыми ИМ, контурами регулирования и заданиями регуляторам, режимами работами агрегата в целом (в том числе макрооперациями типа пуска-останова);
- контроль результатов работы подсистемы диагностирования;
- выборочный и полный просмотр работы подсистемы статистического и аварийного сохранения в формате, привычном для заказчика;
- быстрое отображение информации;
- простой и быстрый доступ к информации;
- выполнение всех операций без прерывания работы программы (в режиме on-line).

Практика показывает, что АРМ оператора с перечисленными возможностями может быть успешно реализовано на стандартном ПЭВМ класса IBM PC/AT. При этом самым серьезным ограничением при создании АРМ становится размер экрана - уровень сложности подсистем энергетических объектов часто не позволяет отобразить их целиком на экране 14". Для западных фирм стандартными являются экраны 17" или 20".

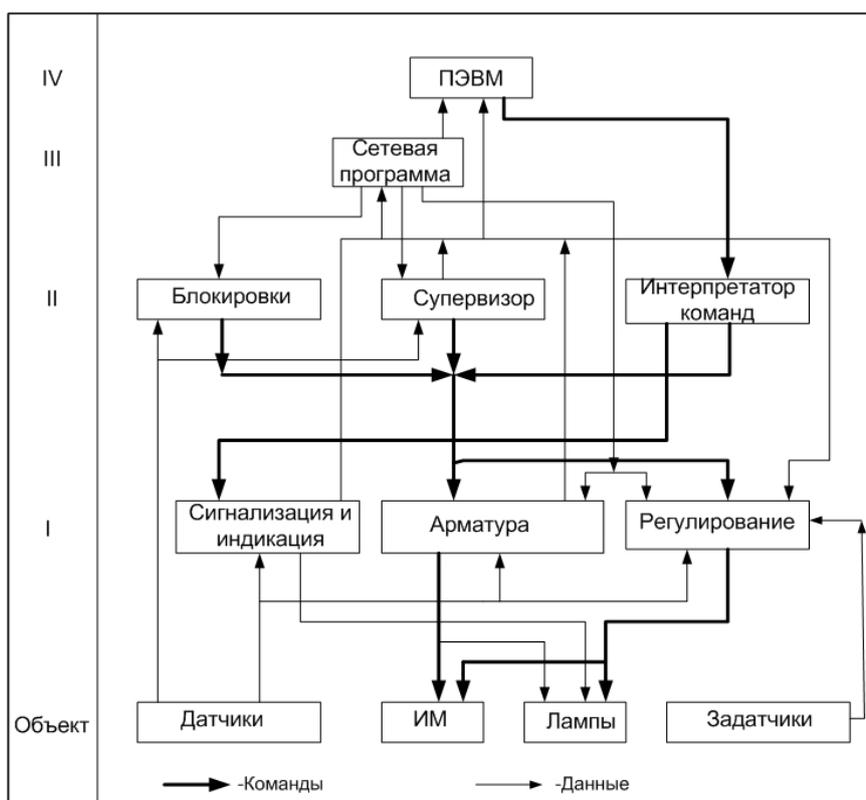


Рис. 2.

Статистическое и аварийное сохранение информации

Подсистема статистического и аварийного сохранения информации обеспечивает ведение информационных баз системы. Состав баз, периоды хранения и обновления,

номенклатура сигналов могут изменяться, но механизм обновления баз, выборки из них и взаимодействия между ними должен быть единым.

Обязательными компонентами подсистемы должны быть базы пред- и послеаварийного сохранения информации об основных параметрах процесса в течение установленного интервала до и после аварии.

Формирователь отсчетов

Подсистема осуществляет документирование информации о технологическом процессе в форме, привычной для персонала, эксплуатирующего систему. Эта подсистема должна обеспечивать выборочную или полную распечатку информации, содержащейся в базах сохранения, четким смысловым разделением ее на строки и страницы (озаглавленные и пронумерованные) и подведением соответствующих итогов (например, суммарных показателей за смену). Эта подсистема должна обеспечивать выборочную или полную распечатку информации, содержащейся в базах сохранения, четким смысловым разделением ее на строки и страницы (озаглавленные и пронумерованные) и подведением соответствующих итогов (например, суммарных показателей за смену). Важнейшей особенностью этой подсистемы является возможность работы в реальном времени без нарушения функционирования подсистемы сохранения, диагностирования и сигнализации.

Структура управления в системе автоматизации агрегатного уровня

В системе автоматизации агрегата существует несколько уровней управления, реализуемых с помощью соответствующих алгоритмов:

- I. управление физическими выходами (на табло сигнализации, исполнительные механизмы);
- II. управление алгоритмами первого уровня;
- III. управление в локальной сети;
- IV. управления с ПЭВМ.

Алгоритмы I - III уровней реализуются в микропроцессорных контроллерах, IV уровня – в ПЭВМ.

Управление физическими выходами

Алгоритмы I уровня реализуют все управление ИМ и индикацией в системе. Возможность конкуренции в управлении не допускается при проектировании.

Управление выходами осуществляется:

- a) на табло световой сигнализации – по алгоритмам сигнализации и некоторым алгоритмам арматуры;
- b) на показывающие приборы – по алгоритмам регулирования и индикации;
- c) на электромагнитные пускатели – по алгоритмам управления арматурой и алгоритмам контуров регулирования.

Управление алгоритмами I уровня

Алгоритмы I уровня управляются алгоритмами и устройствами II уровня, при этом обеспечивается выполнение основных функций системы. Конкуренция в управлении разрешается системой приоритетов.

Для управления используются алгоритмы блокировок, интерпретатора команд оператора, супервизора, а также ручные задатчики.

Управление в локальной сети

Алгоритмы III уровня обеспечивают информационный обмен в сети контроллеров и синхронизацию их работы:

- управление передачей команд от супервизора и интерпретатора с главного

контроллера на другие контроллеры;

- управление передачей данных на главный контроллер с других контроллеров.

Управление с ПЭВМ

Автоматизированное рабочее место оператора на ПЭВМ обеспечивает полный контроль за ходом технологического процесса и возможность управления на любом уровне:

- передачей данных с контроллеров на ПЭВМ;
- передачей команд ПЭВМ на контроллеры;
- режимом просмотра информации на ПЭВМ и выбором передаваемых команд.

Диалог с системой автоматизации оператор ведет через систему меню АРМ, управляющую как работой контроллеров, так и способом представления информации о системе.

Состояние технологического процесса может отображаться в виде динамических мнемосхем агрегата, диаграмм, таблиц и ведомостей, графиков, технологических, предупредительных и аварийных сообщений.

Выбор технических средств реализации системы автоматизации агрегатного уровня

Правильный выбор технических средств автоматизации является серьезной задачей, подробное освещение которой планируется в одной из следующих статей. Однако необходимо отметить главное. При выборе микропроцессорных контроллеров необходимо обращать внимание на следующие факторы:

- надежность и производительность;
- приспособленность для решения определенного круга задач;
- наличие у заказчика оборудования подобного типа;
- потребность в дальнейшем расширении системы.

Многие контроллеры, доступные сейчас для российского заказчика (особенно дешевые импортные), не соответствуют требованиям, предъявляемым к оборудованию для автоматизации энергетических агрегатов.

Комплектность поставки и возможности модификации

Как показывает практика, срок функционирования систем автоматизации энергетического агрегата составляет 8-10 лет. За это время агрегат несколько раз останавливается на плановый ремонт, проводится некоторая замена КИП и вспомогательного оборудования. Во время эксплуатации выявляется необходимость изменения коэффициентов настройки регуляторов, порогов срабатывания сигнализации и др. Поэтому программные средства системы автоматизации должны допускать возможность внесения соответствующих изменений специально подготовленным персоналом заказчика. С этой целью в комплект поставки должны входить: кросс-средства программирования контроллеров, редакторы мнемосхем, исходные тексты программ для контроллеров. Программы для компьютеров в подавляющем большинстве случаев поставляются в виде исполняемых модулей, часто даже защищенных от копирования. Однако они также должны обеспечивать возможность изменения конфигурации.

Разработка и внедрение системы автоматизации агрегата

Как и для станционного уровня, возможны два варианта создания системы автоматизации: для вновь устанавливаемого агрегата и для уже находящегося в эксплуатации. Опыт показывает, что существуют большие различия между этими

вариантами. Во втором случае разработчик системы поставлен в значительно более жесткие условия: он не может существенно влиять на состав КИП и вспомогательного оборудования, должен «вписать» новые технические средства в существующие помещения (а иногда и конструктивы), к тому же срок пуско-наладочных работ очень небольшой и ограничен временем планового ремонта агрегата.

При планировании работ важно учитывать степень подготовленности агрегата к автоматизации:

- наличие необходимого набора датчиков с унифицированным выходом;
- электрофицированность основных единиц вспомогательного оборудования и арматуры;
- наличие выделенного пространства в щитовом помещении.

Отсутствие необходимых условий может не позволить создать комплектную систему автоматизации. В этом случае может быть создана информационная система – без функций управления.

Успешность пусконаладочных работ зависит от степени готовности проекта. Если в проекте четко отслеживались все вносимые изменения, а программное обеспечение прошло проверку на полигоне, то реально проведение пусконаладочных работ за период планового ремонта агрегата.

Важной проблемой также является организация правильной эксплуатации системы автоматизации энергетического объекта. Ее рассмотрению будет посвящена одна из последующих статей.