

Сетевые многофункциональные контроллеры

Е.Б. ЗОТОВА, В.К. ПОПОВ
(ООО "ТРЭИ ГМБХ")

Система управления турбоприводами дымососов и насосов питательной воды цеха аммиака на базе контроллеров TREI-5B-02

Рассматриваются вопросы автоматизации и модернизации локальной системы управления в цехе Аммиак-2 новomosковской акционерной компании «Азот» с использованием контроллеров TRTI-5B-02. Приводится описание организации программных и аппаратных средств системы.

The problems of local controls automation and modernization in Ammonia-2 workshop on Novomoskovsk Azot JSC with the help of TRTI-5B-02 controllers are discussed. System's hard-/software is described.

Назначение, состав и основные недостатки системы до автоматизации

Современные системы управления сложными технологическими объектами имеют иерархическую структуру, включающую ряд систем разного уровня подчинения. Системы, стоящие на более высокой ступени в этой иерархии, формируют задания для подчиненных систем в соответствии с глобальными задачами управления. Локальные системы обеспечивают поддержание заданных режимов в процессе пуска и эксплуатации объекта управления. Такие системы выполняют широкий круг технологических задач. К ним относятся:

- измерение, контроль и регулирование параметров ТП;
- обработка и диагностика входных сигналов;
- автоматическое и дистанционное управление ИМ;
- формирование сигнализаций нештатных ситуаций;
- обеспечение технологических защит и блокировок.

От того, как будет работать локальная система управления, во многом зависит обеспечение качества и надежности работы производства в целом. Не является исключением и система управления турбоприводами насосов и дымососов питательной воды цеха Аммиак-2 НАК "Азот". Эта система предназначена для автоматического управления оборотами 4 турбин,

автоматического поддержания уровня в паросборнике и разрежения под сводом печи, формирования технологических блокировок, предупредительной и аварийной сигнализации.

В настоящее время возникает необходимость организации операторского контроля состояния агрегатов и архивирования данных. Это, безусловно, невозможно сделать на устаревшем оборудовании существующей системы. Причем физически и морально устарели как устройства управления, так и исполнительные устройства. Большинство турбин имели срок службы более 20 лет. Электронных САР на них никогда не было, а гидравлические полностью износились и не обеспечивали требуемой точности и диапазона регулирования. Все турбины были оснащены механическими регуляторами скорости и центробежными автоматами защиты от сверхоборотов. Существующая САР имела ряд серьезных недостатков:

- штатная система управления предусматривала только местное управление и не позволяла интегрировать новые агрегаты в АСУТП;
- механический регулятор скорости сложен в настройке и ненадежен в эксплуатации, к моменту начала проведения капитального ремонта все 4 регулятора были неисправны и не подлежали восстановлению;
- механические регуляторы скорости даже в случае восстановления не обеспечивали дистанционное управление оборотами во всем диапазоне частот вращения вала;
- для работы САР использовалось масло, что резко снижало пожаробезопасность турбоагрегатов;
- используемые тахометры морально и физически устарели, погрешность измерения частоты вращения вала составляла более 2 %;
- центробежный автомат безопасности имел низкую точность настройки, что вызывало его преждевременное срабатывание;
- механические системы требовали более частых остановок агрегатов для периодического обслуживания, что отрицательно сказывалось на показателях работы цеха.

Кроме того, турбины мощностью до 50 МВт, как правило, являются приводными и вспомогательными, применение сложной и дорогой системы автоматики на них экономически невыгодно. Восстановление штатной системы регулирования неоправданно дорого в связи с тем, что ЗИП снят с производства на завод-изготовителе и поставляется как изделие, выполненное по спецзаказу. Таким образом, технологические

характеристики объекта до автоматизации оставляли желать лучшего: узкий диапазон регулирования, низкая точность, отсутствие возможности дистанционного управления, отсутствие связи с автоматом безопасности.

Задачи автоматизации

Для устранения указанных выше недостатков было принято решение заменить гидравлические системы управления пневматическими. Основными объектами автоматизации являются насосы питательной воды, служащие для подачи питательной воды в паросборник. Поддержание заданного уровня в паросборнике осуществляется путем регулирования частоты вращения турбины привода питательного насоса, а поддержание заданного оператором разрежения в печи первичного риформинга – регулированием частоты вращения турбин приводов дымососов. Кроме того, в соответствии с техническими требованиями заказчика система после модернизации должна была выполнять следующие функции:

- контроль параметров ТП;
- сигнализацию превышения границ уставок технологическими параметрами;
- диагностику датчиков уровня в паросборнике и выбор достоверного сигнала;
- диагностику датчиков разрежения в печи и выбор достоверного;
- стабилизацию оборотов турбины по заданию оператора;
- дистанционное управление клапанами подачи пара на турбины;
- формирование журналов событий технологии, действий оператора и сигнализаций;
- ведение архива истории технологических параметров процесса.

Архитектура автоматизированной системы

Локальная система управления реализована с применением контроллера TREI-5B-02 производства ООО «ТРЭИ ГМБХ». Контроллер TREI-5B-02 зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений №14859-95. Контроллер встроен в шкаф Rital (рис. 1). Для повышения надежности системы использовано 100 % резервирование контроллерной части. Для измерения оборотов турбин в шкаф дополнительно установлена система измерения оборотов фирмы Bently Nevada 3500. Каналы измерения оборотов дублированы. Шкаф питается от двух независимых источников бесперебойного питания напряжением 220 В переменного тока. Используются источники питания, имеющиеся на объек-



Рис.1. Шкаф автоматизации

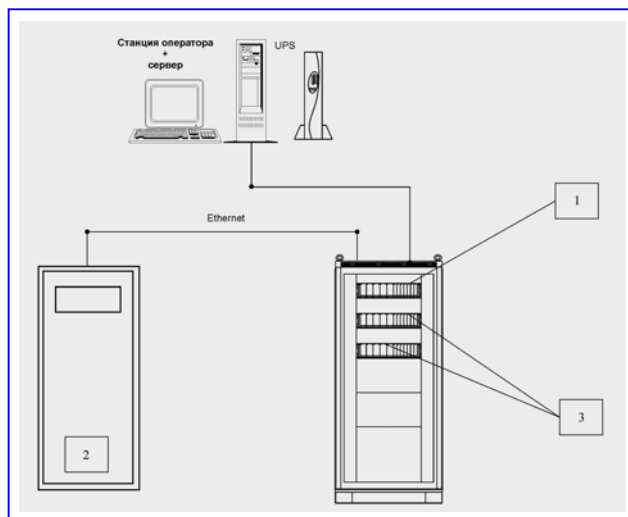


Рис. 2. Структурная схема системы управления
1 – контроллер Bently Nevada, 2 – контроллер Honeywell, 3 – контроллер TREI-5b-02

те. Предложенная конфигурация (рис. 2) обеспечивает высокую надежность электронного оборудования, что является обязательным требованием на подобных производствах.

Программное обеспечение контроллеров не менее надежно: в качестве операционной системы применена промышленная ОС QNX, среда технологического программирования – ISaGRAF.

Исполнительный механизм регулятора скорости использует пневмоцилиндр с позиционером для воздействия на штатный регулирующий паровой клапан. Для воздействия на стопорный клапан применен пневматический мембранный ИМ. Это решение позволило полностью исключить масляную управляющую систему на турбинах.

Функциональные возможности

Система оснащена мощным программно-аппаратным комплексом самодиагностики, который позволяет не только автоматически переключать основной и резервный комплекты контроллеров в случае возникновения неисправностей в аппаратной части, но и отслеживать рассогласование между показаниями дублированной пары датчиков, и генерировать предупредительную сигнализацию.

Программное обеспечение контроллера позволяет безударно выполнять любой переход:

- смену режима работы регуляторов;
- переход между резервированными датчиками;
- переход управления между комплектами.

Задачи, выполняемые системой:

- дистанционное управление регуляторами подачи пара на турбины;
- автоматическое поддержание заданных оборотов;
- автоматическое поддержание уровня в паросборнике изменением частоты вращения насосов питательной воды;
- автоматическое поддержание разрежения в печи первичного риформинга изменением частоты вращения дымососов;

- контроль сверхоборотов и выдача дискретного сигнала в систему защиты от сверхоборотов (электронный автомат безопасности);
- автоматическая остановка турбины как при возникновении сверхоборотов, так и по сигналу внешней блокировки;
- автоматическое архивирование всех аналоговых параметров системы;
- автоматическое формирование журналов событий системы и действий оператора;
- динамическая настройка шкал измеряемых каналов без остановки системы управления;
- испытание защиты турбин от превышения оборотов без реального повышения частоты вращения вала.

В контроллере также реализован программный блок автоматического пуска резервного насоса питательной воды по внешней команде – от контроллера Honeywell (система TDC-3000).

Структура нижнего уровня

Под нижним уровнем подразумевается контроллерная часть с интегрированным ПО. Контроллерная часть разбита на 2 части: подсистему измерения скорости с электронным автоматом безопасности и подсистему управления и регулирования.

Подсистема измерения скорости реализована на специализированном контроллере Bently Nevada 3500. Контроллер укомплектован четырьмя 2-канальными блоками Tachometer и 4-канальным релейным блоком. В качестве датчиков частоты вращения использованы проксиметры той же фирмы – по 2 на каждую турбину. В случае, если любой из датчиков зафиксирует превышение оборотов, срабатывает реле в релейном блоке, соответствующее данной турбине. Контакт этого реле вызывает срабатывание стопорного клапана. Вторая контактная группа того же реле подает дискретный сигнал в подсистему регулирования, вызывая дополнительно закрытие регулирующего клапана с последующей регистрацией события срабатывания защиты. Таким образом, система защиты от сверхоборотов и САР связана только информационно, и отказ управляющего контроллера не нарушает защитных функций системы. В то же время такая схема позволяет реализовать дополнительную защиту в случае несрабатывания стопорного клапана. На период испытания автомата безопасности величину срабатывания в контроллере Bently Nevada снижают до 80-90 % от номинальных оборотов и на такой уставке проверяют срабатывание механизма защиты, разгоня турбину в диапазоне разрешенных оборотов. В случае нормального срабатывания уставку в контроллере возвращают на место, система передается в эксплуатацию. Отказ системы защиты на испытаниях в этом случае обнаруживается еще до достижения турбиной предельных оборотов, что позволяет проверить систему защиты без риска ее разрушения от сверхоборотов.

Подсистема регулирования и управления реализована на резервированной паре контроллеров TREI-5B-02. Управляющая программа состоит из 4-х регуляторов оборотов, регулятора уровня в паросборнике, регулятора разрежения в печи риформинга, блока переключения режимов работы и вспомогательного модуля. В качестве регулятора оборотов применен стандартный ПИД регулятор из библиотеки алгоритмов регулирования и управления контроллера TREI-5B-02. Выходы этих регуляторов связаны с управляющими выходами контроллера и клапанами подачи пара на турбинах. Регуляторы уровня и разрежения также стандартные, но их выход отградуирован в оборотах турбины и не связан с физическим выходом контроллера. Любой регулятор оборотов может работать в 3 режимах: дистанционном, автоматическом и каскадном. Выбором режима управляет оператор.

В ручном режиме работы оператор может непосредственно управлять клапаном подачи пара на турбину в диапазоне от минимальной до максимальной уставок хода ИМ, положение которого запоминается блоком переключения режимов работы. В этом режиме оператор также может изменить задание регулятору оборотов, но никакого действия на систему это не произведет.

При переходе в автоматический режим работы регулятор начинает управлять клапаном подачи пара, стабилизируя обороты турбины на уровне заданного числа оборотов. При этом для начального положения ИМ используется значение, запомненное в ручном режиме работы. Это обеспечивает безударный переход из режима ручного управления в автоматический. При обратном переходе положение ИМ останется без изменения относительно автоматического режима, за это отвечает блок переключения режимов. В автоматическом режиме оператор имеет возможность изменять задание оборотов турбины.

При каскадном режиме работы регулятора позиций 101 (дымососы) в качестве задания оборотов используется выход регулятора разрежения. Аналогично собрана схема каскадного режима позиций 104 (насосы питательной воды). При такой схеме работы, с точки зрения регулятора уровня (разрежения), комплекс турбина – регулятор оборотов является единым исполнительным механизмом. Такой принцип регулирования дает экономический эффект за счет того, что турбина потребляет ровно столько пара, сколько необходимо для поддержания технологии. Безударность перехода обеспечивается блоком переключения режимов. Блок сохраняет равенство выхода ведущего регулятора и задания регулятора оборотов в момент сборки каскадной схемы. При подключении второго регулятора оборотов к уже собранной каскадной схеме задание второго ведомого регулятора линейно изменяется от установленного на момент подключения до выходного значения ведущего регулятора. Таким образом, реализуется плавный и безударный переход на любой режим работы.

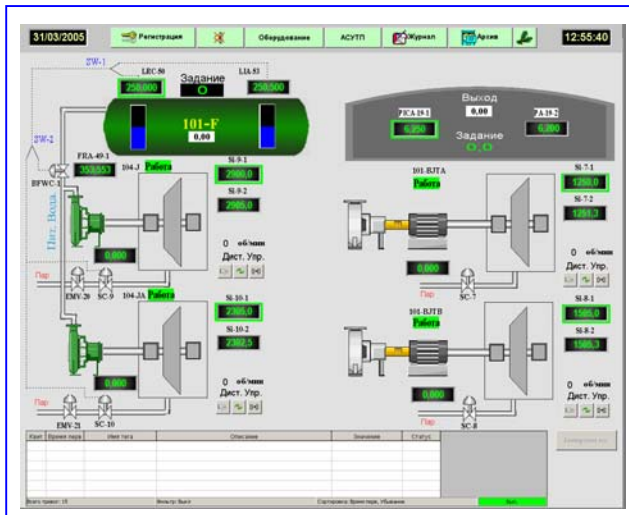


Рис. 3. Пример видеокadra оператора “Оборудование”

Вспомогательный модуль обеспечивает связь с системой визуализации, контроль и выбор датчиков из дублированной пары. Также он может воздействовать на блок переключения режима. Например, если собрана схема каскадного управления уровнем паросборника, и происходит отказ ведущего датчика уровня, вспомогательный блок подключит к работе резервный датчик уровня. В случае отказа обоих датчиков каскадная схема будет автоматически разобрана, ведомый регулятор перейдет в режим поддержания оборотов, при этом будет сохранено последнее задание оборотов, полученное от ведущего регулятора.

Верхний уровень АСУ

Верхний уровень представлен сервером с установленной SCADA-системой iFix3.0. Сервер также выполняет функции рабочей станции оператора. Компьютер оснащен монитором 21", стандартной клавиатурой и манипулятором типа “мышь”. Для печати отчетов и сводок предусмотрен лазерный принтер Laser Jet 1200. Связь станции оператора с нижним уровнем осуществляется по сети Ethernet, обеспечивающей обмен 10/100 Мбит/с. В качестве ОС использовано ПО Windows 2000 Pro.

Представление информации на станции оператора

Станция оператора предназначена для организации пользовательского интерфейса, а именно:

- отображения информации об управляемом ТП;
- ввода управляющих команд и информации от оператора;
- формирования отчетов;
- сигнализации и регистрации выходов параметров за заданные уставки предварительной и аварийной сигнализации;
- долговременного хранения информации;
- обмена информацией с нижним уровнем системы.

Со станции оператора ведется настройка коэффициентов регуляторов и параметров входных ана-

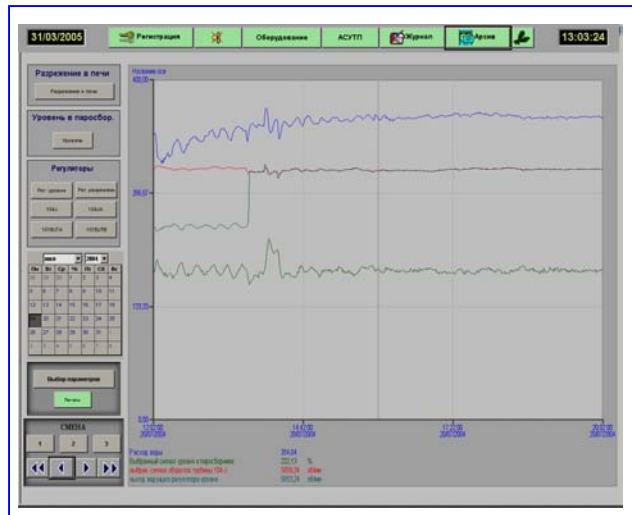


Рис. 4. Пример видеокadra i Архиві

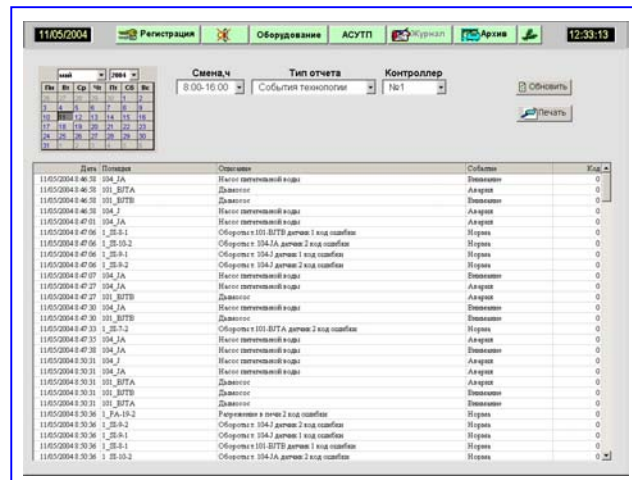


Рис. 5. Пример видеокadra i Журналі

логовых сигналов. Все события, возникающие в системе, значения входных параметров и действия оператора записываются. Весь интерфейс пользователя выполнен на русском языке. Для работы со станцией требуются только начальные навыки владения ПК.

В состав видеокadров системы входят: мнемосхемы “Оборудование” и “АСУТП”, видеокadры “Журнал” и “Архив”, видеокadры с отображением текущих графиков (“быстрые тренды”).

На мнемосхеме “Оборудование” (рис. 3) отображается общая схема контролируемого оборудования, состояние технологических агрегатов и значения наиболее важных технологических параметров. На мнемосхемах “АСУТП” располагается структурная схема АСУТП, позволяющая контролировать текущее состояние контроллеров и модулей, а также настраивать каналы измерения. Видеокadр “Архив” (рис. 4) используется для отображения архивных данных системы в виде графиков (трендов). Видеокadр “Журнал” (рис. 5) используется для формирования запросов о состоянии системы, действиях пользователя и для получения отчетов по сформированным запросам.

Результаты автоматизации

Разработка проекта проводилась специалистами региональных представительств фирмы "TREI GmbH". Кроме того, фирма "TREI GmbH" обеспечила весь комплекс работ по модернизации системы, начиная от закупки и установки технологического оборудования и заканчивая пусконаладкой и вводом в эксплуатацию системы управления на базе ПТК TREI. В результате удалось добиться следующих технологических показателей:

- диапазона регулирования от 0 до 95 % от уставки срабатывания автомата безопасности;
- точности регулирования ± 50 об/мин при шкале 8000 об/мин (менее 1 %) и ходе ИМ 15 %;
- погрешности измерения скорости 0,05 %, что исключает ошибочное срабатывание автомата безопасности.

В системе обеспечивается воздействие автомата безопасности как на отсекающий, так и на регулирующий клапаны. В системе существенно упростилась процедура настройки регуляторов; удобная система визуализации позволяет оператору своевременно принимать решения о корректировке параметров ТП.

В настоящее время система успешно эксплуатируется в цехе Аммиак-2 ООО НАК "Азот" (г. Новомосковск). По подсчетам специалистов экономическая

эффективность внедрения АСУТП только за период с апреля по декабрь 2004 г. составила 4,5 млн. рублей.

Автоматизация производства в различных отраслях промышленности является одной из типичных задач, с реализацией которых успешно справляется фирма "TREI GmbH". В апреле 2005 г. фирме исполнилось 15 лет. За это время удалось пройти путь от единичных поставок комплектующих до выпуска собственных контроллеров и разработки полномасштабных проектов АСУТП. Сегодня "TREI" предлагает заказчику комплексную автоматизацию, включающую подготовку общего проекта, подбор аппаратной базы и комплектацию "железом", подготовку полного пакета ПО, монтаж и наладку оборудования, обучение персонала, сервисное обслуживание в процессе эксплуатации. Опыт работы в сфере автоматизации, разветвленная сеть представительств в России и странах СНГ позволяют своевременно и без проблем справляться со всеми этими задачами.

*Елена Борисовна Зотова, Владимир Константинович Попов – инженеры-программисты TREI GmbH.
Телефоны: (8412) 555-890, 499-539, факс 498-513.
E-mail: trei@trei-gmbh.ru
<http://www.trei-gmbh.ru>*