

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ НА БАЗЕ СИСТЕМ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Авдошенко Павел Алексеевич, к.т.н., Воробьев Андрей Константинович,
Лебединец Сергей Владимирович

Центральные тепловые пункты (ЦТП) являются важными элементами систем централизованного теплоснабжения городов. Они размещаются в узлах присоединения местных сетей теплоснабжения к магистральным тепловым сетям и выполняют следующие основные функции:

- регулирование отпуска тепловой энергии на отопление квартала;
- обеспечение циркуляции теплоносителя контура отопления с поддержанием заданных величин давления и температуры в прямом и обратном трубопроводах;
- обеспечение подачи горячей воды потребителям с поддержанием заданных величин температуры и давления в прямом трубопроводе и заданной температуры в обратном трубопроводе;
- локализация аварийных ситуаций.

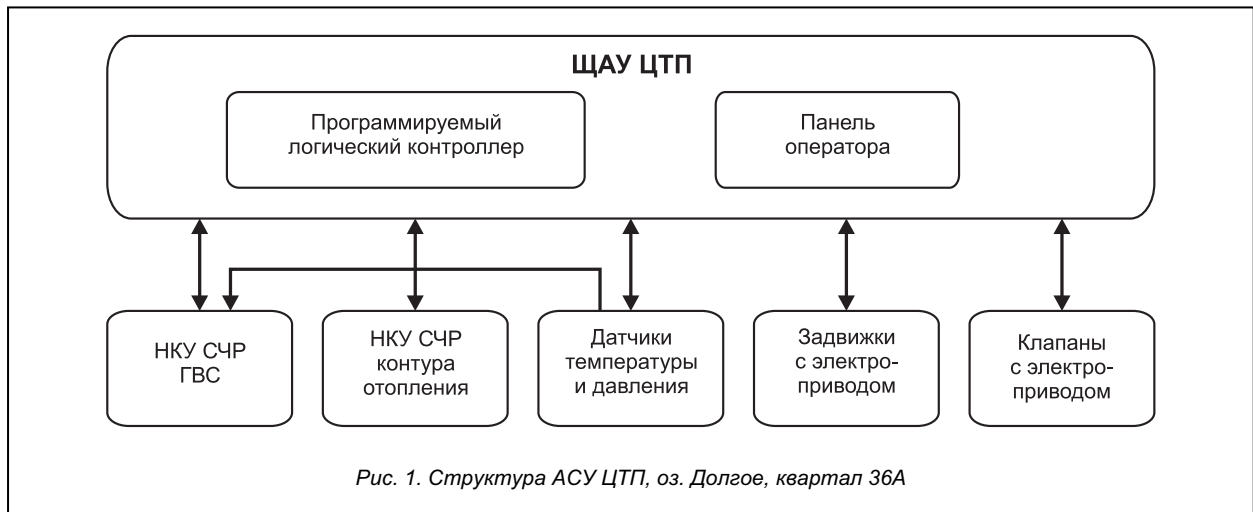
Инженерный центр «АРТ» осуществил первые разработки и поставки систем частотного регулирования (СЧР) горячего водоснабжения

и отопления для ЦТП в 1996 году. Подобные системы изготавливаются и сегодня на базе низковольтных комплектных устройств (НКУ), включающих в свой состав всё необходимое оборудование для автоматизации.

СЧР позволили решить задачи:

- автоматической стабилизации давления;
- экономии электроэнергии, потребляемой насосными агрегатами;
- автоматического повторного включения и автоматического включения резерва (АПВ и АВР);
- защиты электродвигателей насосных агрегатов;
- экономии ресурса электродвигателей, насосов, запорно-регулирующей и коммутационной аппаратуры;
- равномерного расходования ресурса насосных агрегатов.

Использование технологии частотного регулирования повысило точность стабилизации дав-



ления и позволило отказаться от применения регулирующих клапанов прямого действия для гашения избыточного напора, развиваемого насосными агрегатами в контурах отопления и горячего водоснабжения. Это, в свою очередь, привело к существенной экономии электроэнергии, затрачиваемой на перекачивание теплоносителя. В то же время остальные контуры регулирования в ЦТП остались не охваченными автоматизированной системой.

Оптимизация отпуска тепловой энергии потребителям предполагает переход от локальных систем автоматизированного управления (САУ) технологическим оборудованием к автоматизированной системе управления центральным тепловым пунктом в целом (АСУ ЦТП), осуществляющей управление как группами насосных агрегатов, так и регулируемыми клапанами и другим оборудованием.

Начиная с 2002 года Инженерным центром «АРТ» поставляются аппаратно-программные комплексы автоматизации центрального теплового пункта в составе щита автоматического управления (ЩАУ) и двух НКУ СЧР контуров отопления и горячего водоснабжения.

Структурная схема АСУ ЦТП приведена на рисунке 1.

ЩАУ, реализованный на программируемых логических контроллерах с блоками расширения и текстовой операторской панелью, выполняет следующие функции:

- контроль текущих значений датчиков температуры и давления;
- контроль положения электрифицированных задвижек и регулирующих клапанов;
- анализ состояния контакторов насосных агрегатов;
- управление локальными САУ на базе НКУ;
- контроль работы преобразователей частоты;

- контроль токов электродвигателей насосных агрегатов;
- управление в автоматическом режиме электрифицированными задвижками и регулируемыми клапанами;
- учёт времени работы насосных агрегатов и преобразователей частоты;
- формирование аварийных и предупредительных сообщений со световой и звуковой сигнализацией;
- формирование текстовых сообщений и вывод их на панель оператора;
- ввод уставок технологических параметров с панели оператора;
- подготовка информации о состоянии технологического оборудования и параметрах технологического процесса для системы диспетчеризации.

В настоящее время требования эксплуатирующих организаций к автоматизации ЦТП возрастают. В первую очередь это требования по увеличению количества контролируемых параметров, по включению в состав системы приборов учёта отпуска тепла и горячей воды, систем пожарной и охранной сигнализации, возможности долговременного хранения и отображения информации о технологических параметрах и переключениях, передаче информации на удалённые диспетчерские пункты и т. п. Эти требования объясняются стремлением к оптимизации технологического процесса, экономии энергоресурсов и перспективой постепенного перевода ЦТП на работу без постоянного присутствия обслуживающего персонала. Кроме того, возросли и требования к операторскому интерфейсу. Указанные обстоятельства послужили поводом к пересмотру и совершенствованию технических решений систем автоматизации ЦТП.



Рис. 2. Общий вид зала ЦТП квартала 17А, г. Колпино

Общий подход предполагает построение децентрализованной двухуровневой системы управления, с нижним уровнем – локальными СЧР, системами автоматического регулирования, приборами учёта и т. п. и с верхним – системой сбора, хранения и отображения информации по объекту в целом. Такой принцип построения обеспечивает более высокую надёжность реализации функций управления. Отказ одной локальной системы не нарушает работы остального оборудования, а при отказе на верхнем уровне локальные системы остаются полностью работоспособными. При этом контроль функционирования локальных систем и управление осуществляются с помощью местных постов управления.

Функционально уровни управления разделены следующим образом: каждая локальная система нижнего уровня осуществляет регулирование одного технологического параметра, а также реализует функции контроля и управления, относящиеся к этой системе; на верхнем уровне осуществляется сбор информации от систем нижнего уровня, отдельных датчиков технологических параметров и состояния оборудования, от приборов учёта, систем охранной и пожарной сигнализации и т. п., а также производится архивирование параметров и событий, подготовка и передача информации в систему диспетчерского управления тепловыми сетями. На нижний уровень управления передаются команды включения/отключения локальных САУ и уставки контуров регулирования. В состав вер-

хнего уровня входят устройства операторского интерфейса, позволяющие в удобной форме отображать текущую информацию по ЦТП в целом, просматривать архивы и формировать команды управления.

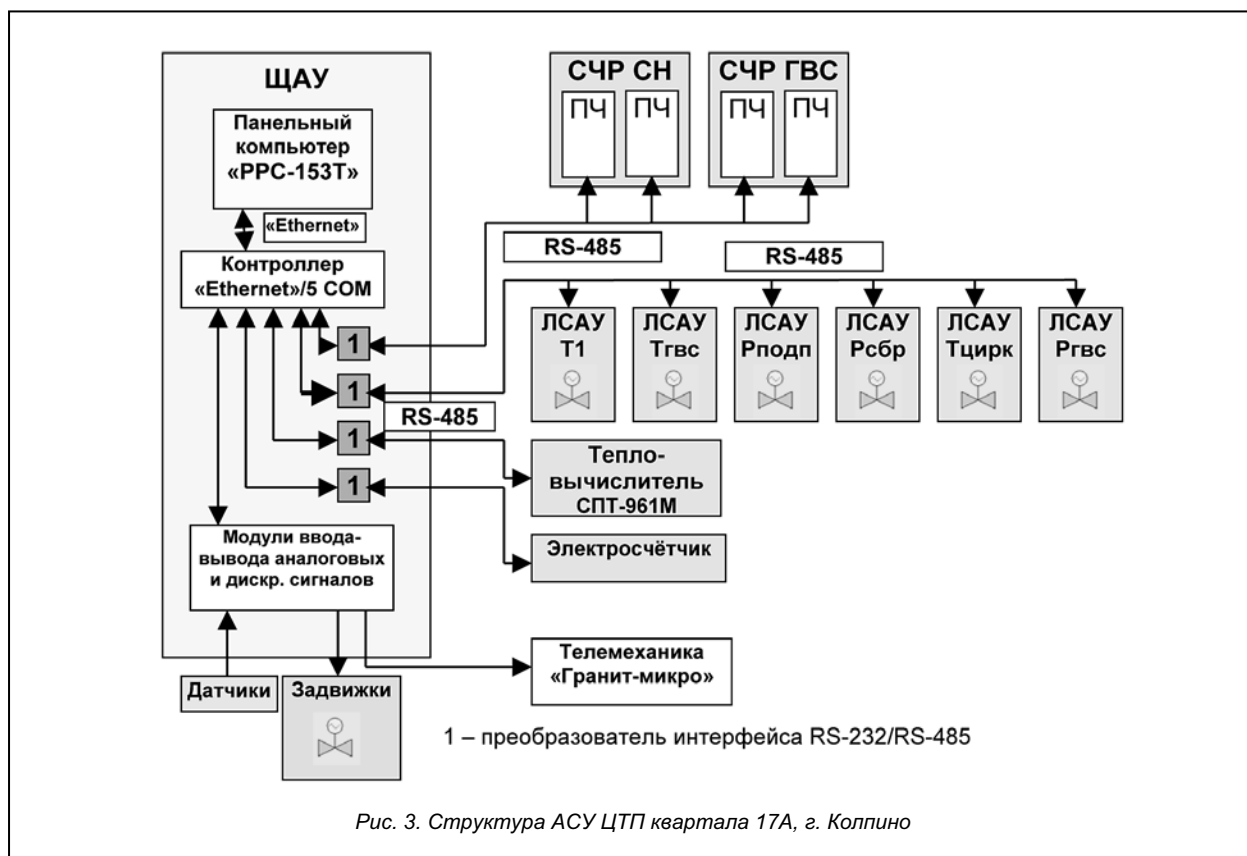
Примером реализации подобной структуры является система автоматизированного управления центральным тепловым пунктом квартала 17А г. Колпино, общий вид которого показан на рисунке 2.

В состав структуры АСУ ЦТП, показанной на рисунке 3, входят следующие локальные системы автоматического регулирования:

- система частотного регулирования трех насосных агрегатов контура отопления;
- система частотного регулирования трех насосных агрегатов горячего водоснабжения;
- регулятор первичного контура тепловой сети – 1У;
- регулятор температуры горячей воды (подмес) – 2У;
- регулятор подпитки сети отопления – 3У;
- регулятор сброса воды из сети отопления – 4У;
- регулятор циркуляции в сети ГВС – 5У;
- регулятор давления в сети ГВС – 9У.

Все эти локальные системы работают независимо и обеспечивают стабилизацию основных параметров ЦТП в соответствии с заданными с верхнего уровня уставками регулирования.

На верхний уровень (ЩАУ) от систем частотного регулирования (СЧР) поступает инфор-



мация о потребляемом токе, частоте, скорости двигателя и других параметрах привода, а также сообщения (в виде кодов) о возникновении аварийных и предаварийных ситуаций.

От регуляторов на верхний уровень поступает информация об их работе в автоматическом режиме, положении регулирующих клапанов и текущее значение регулируемого параметра.

СЧР и регуляторы связаны со щитом автоматического управления сетями RS-485, работающими по протоколу «Modbus». Учёт расходов по трубопроводам и расчёт отпуска тепла осуществляются тепловычислителем СПТ-961М. Информация от тепловычислителя поступает в ЩАУ по отдельной локальной сети RS-485 по протоколу «СП-сеть».

Контроль и управление задвижками с электроприводом, сбор информации от аналоговых датчиков температуры и давления в трубопроводах, контроль систем охранной сигнализации, затопления и электроснабжения осуществляется через модули ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов, размещённые в ЩАУ.

Информация на диспетчерский пункт передаётся с помощью оконечного устройства системы телемеханики «Гранит-Микро», связанного со ЩАУ через модули дискретного и аналогового ввода-вывода.

Верхний уровень управления построен на базе панельного компьютера «Advantech PPC-153Т» с жидкокристаллическим монитором и сенсорным экраном и набора модулей ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов, а также модулей расширения коммуникационных портов.

Особенностью структуры верхнего уровня управления, показанной на рисунке 3, является использование выносных коммуникационных портов, связанных с промышленным компьютером по локальной сети «Ethernet», а также отдельных модулей ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов.

Преимуществом такого решения является его относительная универсальность, обусловленная отсутствием жёстких требований к коммуникационным возможностям самого панельного компьютера. Это позволяет, при необходимости, наращивать в широких пределах как число последовательных портов информационного обмена с локальными САУ, так и количество каналов ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов. В данном примере вся система ввода-вывода реализована в одном конструктиве – щите автоматизированного управления, устройство которого показано на рисунке 4. Однако она может быть и территориально распределённой, если такое решение будет более

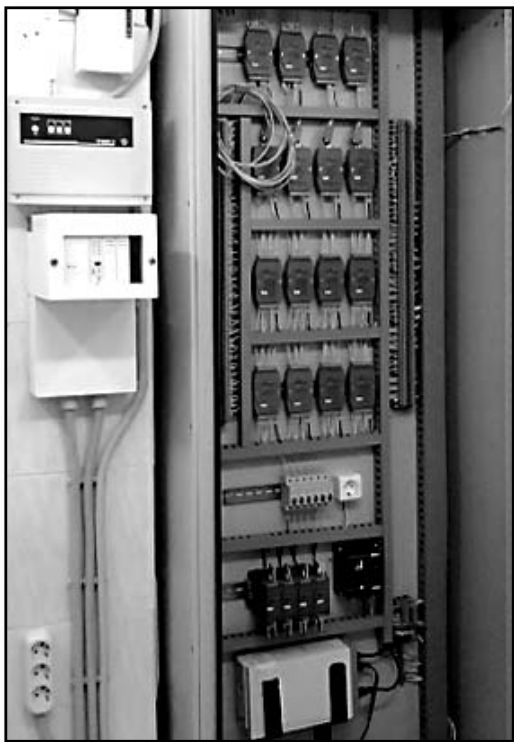


Рис. 4. Устройство щита автоматизированного управления

Основная часть прикладного программного обеспечения верхнего уровня разработана на базе широко распространённой SCADA-системы «InTouch 9.5» фирмы «Wonderware». На рисунках 5 и 6 показаны примеры окон отображения информации. Для обмена информацией с СЧР и локальными регуляторами использован сервер ввода-вывода «Modbus» из пакета серверов ввода-вывода фирмы «Wonderware». Для связи с модулями аналогового и дискретного ввода-вывода использован OPC-сервер «NAP 7000 Svg», входящий в комплект поставки модулей, а для связи с тепловычислителем СПТ-961М – OPC-сервер фирмы «Логика».

Верхний уровень управления ЦТП реализует следующие функции:

- сбор информации от датчиков технологических параметров, датчиков напряжения на вводах электропитания, а также датчиков затопления, пожарной и охранной сигнализации;
- сбор информации от преобразователей частоты НКУ СЧР сетевых насосных агрегатов и насосных агрегатов горячего водоснабжения;
- сбор информации о состоянии задвижек с электроприводом и регуляторов;
- сбор информации от систем учёта тепла и электроэнергии;

предпочтительным исходя из топологических особенностей объекта управления.

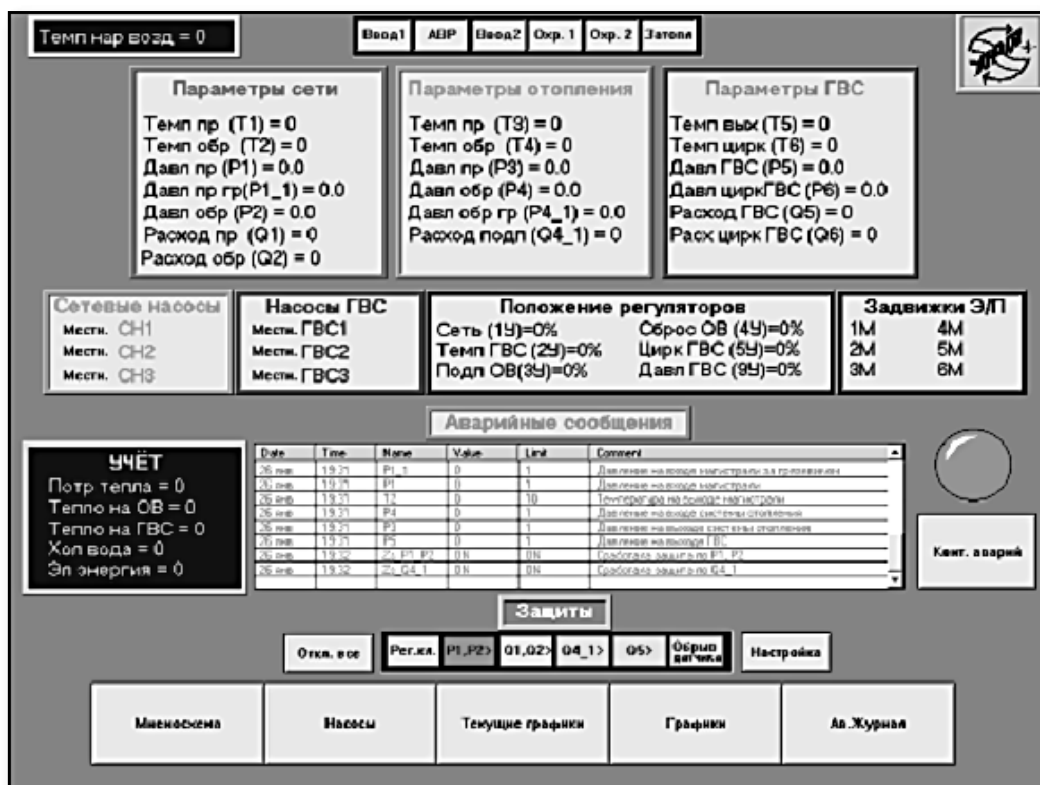


Рис. 5. Главное окно отображения информации

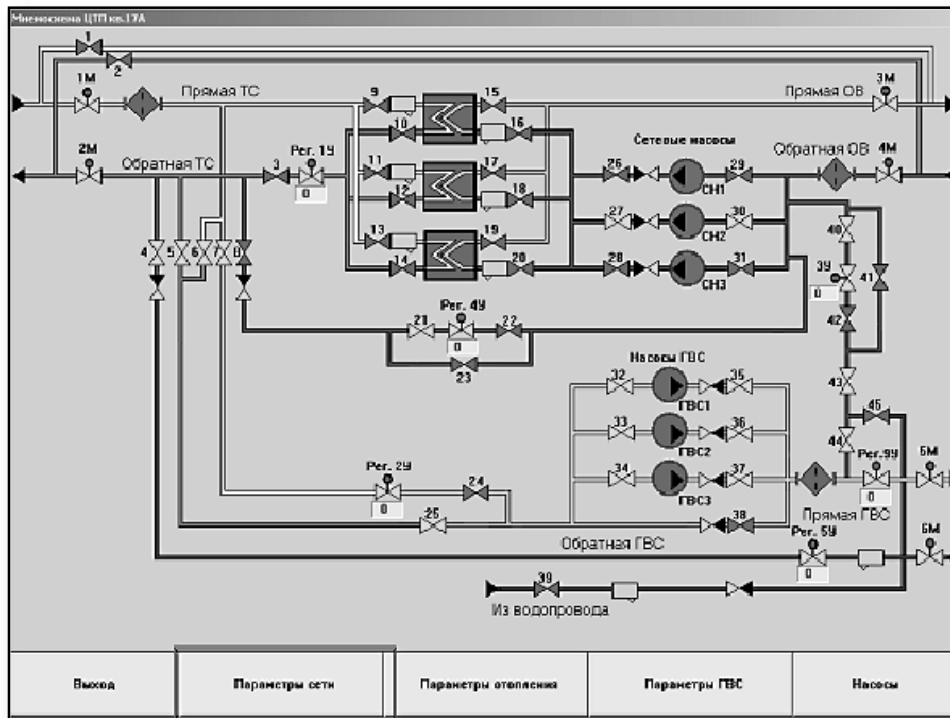


Рис. 6. Окно мнемосхемы ЦТП

- дистанционное управление задвижками с электроприводом;
 - дистанционное задание уставок регулирования электронным регулятором и преобразователям частоты;
 - автоматический контроль (отключаемый) основных параметров ЦТП и датчиков, используемых в процессе автоматического управления, и автоматическое управление оборудованием с целью предупреждения развития аварийных ситуаций;
 - предварительную обработку информации (масштабирование сигналов, проверка целостности каналов сбора информации, проверка на «предавариюность» и «аварийность»);
 - сохранение поступающей информации о технологических параметрах, токе и частоте преобразователей в архивах (суточные файлы базы данных технологических параметров);
 - формирование аварийных сообщений при выходе технологических параметров за пределы уставок и возникновении аварий оборудования с их регистрацией в журнале аварийных сообщений (суточные текстовые файлы);
 - отображение текущей и архивной информации (графики технологических параметров, текст аварийного журнала) на мониторе;
 - передачу информации в систему диспетчеризации тепловых сетей г. Колпино;
 - изменение предупредительных и аварийных уставок контролируемых параметров.
- Всего система осуществляет сбор и обработку информации о текущих значениях 86 технологических параметров и 90 сигналов состояния оборудования, а также выдачу 12 команд управления и задание 8 уставок регулирования.
- Применение панельного компьютера в качестве основного устройства управления на верхнем уровне позволило не только обеспечить удобный операторский интерфейс, но и получить ряд других преимуществ. Это, прежде всего, организация архивов технологической информации и событий с глубиной до нескольких лет, а также возможность использования стандартных программных продуктов, поставляемых комплектно с оборудованием или за отдельную плату.
- Рассмотренные решения, реализованные при автоматизации ЦТП квартала 17А г. Колпино, свидетельствуют о перспективности построения двухуровневых систем автоматизированного управления при комплексной автоматизации объектов коммунального хозяйства (центральные тепловые пункты, котельные, насосные станции и т. п.).
- Подобные решения позволяют:
1. Создавать гибкие надёжные системы автоматизированного управления, реализующие не только основные функции управления оборудованием, но и множество других функций, включая защиту оборудования

при возникновении аварийных ситуаций, охранную и пожарную сигнализацию объекта, учёт расходования энергоресурсов и др.

2. Организовать на объекте ведение архивов большой глубины, позволяющих оперативно диагностировать и устранять нештатные ситуации, а также анализировать и корректировать ход технологического процесса, учитывать потреблённые и отпускаемые энергетические ресурсы.
3. Передавать текущую и архивную информацию о функционировании объекта заинтересованным службам, используя любые доступные способы передачи информации.
4. Включать в состав системы управления объектом разнообразные локальные системы управления и приборы учёта различных фирм-производителей.
5. Создавать системы автоматизированного управления поэтапно, наращивая объём и степень автоматизации.