



СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ ТЕПЛОСЕТИ НА БАЗЕ ПТК "ДЕКОНТ"

С.Ю. Шишков, Е.Л. Рублев (Компания ДЭП)

Рассмотрены общие задачи автоматизации объектов теплоснабжения и подходы к их решению на базе ПТК "Деконт", приведены примеры реализации некоторых систем.

Среди всевозможных систем жизнеобеспечения современного города система теплоснабжения исторически является одной из наиболее старых. Еще на заре промышленной революции со времен изобретения паровых машин и котлов в городах стали строиться котельные, обеспечивающие обогрев жилых и производственных помещений в холодное время. Конечно же первые системы отопления были довольно примитивны. Бурлящий котел, подогреваемый печью, которую загружал с телеги углем истопник, да насос, закачивающий воду в трубу — вот и все хозяйство пункта отопления в первой половине XX века.

С тех пор многое изменилось, на смену разрозненным котельным пришли разветвленные централизованные сети подачи теплоносителя в здания. И создание таких централизованных тепловых сетей естественным образом породило задачу управления оборудованием, осуществляющим подачу тепла, контроля за его состоянием, поддержания температуры на необходимом, заранее заданном уровне, учета потребляемой тепловой энергии и, безусловно, оповещения о нештатных и аварийных ситуациях.

Подача тепла к его потребителям осуществляется в настоящее время из специализированных узлов — теплопунктов, на которых установлено соответствующее оборудование и через которые проходят контуры отопления и горячего водоснабжения (ГВС). Контур отопления теплопункта замкнут, вся циркулирующая в нем вода возвращается обратно. Из контура же ГВС производится забор горячей воды потребителями, а неиспользованная возвращается в теплопункт, где смешивается с холодной водой из водопровода. Нагрев воды в обоих контурах осуществляется в подогревателях или теплообменниках теплоносителем, подаваемым по третьему контуру из теплосети. Для обеспечения движения воды по контурам ГВС и отопления, подачи холодной воды и подпитки контура отопления служат соответствующие насосы.

Таким образом, с инженерной точки зрения состав оборудования теплопункта достаточно сложен. С другой стороны, при решении задачи автоматизации теплопункта не приходится разрабатывать каких-то сложных алгоритмов, так как физические процессы достаточно просты, а управление оборудованием сводится к стандартному набору: переключение оборудования по расписанию, поддержание температуры и давления воды, аварийная сигнализация и т.п.

Проблема заключается в том, что долгое время задача комплексной автоматизации теплопункта не рассматривалась вовсе. Каждый насос, каждая задвижка оснащались локальными регуляторами, выполняющими свои функции без всякого взаимодействия с другими узлами и без возможности управления теплопунктом как единым целым. Даже задача простого получения оперативной информации о значениях технологических параметров (температуры, давления, уровня, состояния насосов и т.п.) предельно усложнялась, а при нештатной или аварийной ситуации требовалось значительное время для поиска неисправности. Только с появлением современных электронно-вычислительных устройств, программируемых промышленных контроллеров и систем сбора и обработки информации появилась возможность по-иному взглянуть на задачу автоматизированного управления объектами системы теплоснабжения.

Системы комплексного управления теплопунктами

В чем преимущества современных систем комплексного управления теплопунктами? Первое — все устройства автоматики выполнены в рамках единой элементной базы. Элементы выпускаются одним производителем, и естественно, что проблем в их совместимости не возникает. Второе — всю работу по реализации управления оборудованием теплопункта в современной АСУ осуществляет промышленный ПЛК. Он производит опрос имеющихся на объекте датчиков различного типа, анализирует их показания в соответствии с заложенным алгоритмом управления и выдает управляющие воздействия на регулирующие органы. Подчеркнем: все агрегаты теплопункта управляются с помощью одного логического устройства. В рассматриваемых примерах таким контроллером является Деконт-182 производства компании ДЭП, входящий в состав ПТК "Деконт".

Характеристики контроллера и описание отдельных компонентов комплекса здесь не рассматриваются. Следует лишь отметить, что в основе ПТК "Деконт" лежит модульный принцип построения, когда сложная система строится из набора стандартных унифицированных блоков — модулей. Например, для взаимодействия с измерительными и регулирующими устройствами к контроллеру подключаются специальные преобразователи — модули ввода/вывода. Они предусматривают стандартные типы подключае-

мых сигналов и их число. Конкретный набор используемых модулей определяется характеристиками объекта управления. Контроллер вместе с набором модулей ввода/вывода составляют комплектный шкаф автоматики или шкаф управления (ШУ).

Автоматизацией тепловых пунктов компания ДЭП занимается с середины 90-х г.г., когда внедрялись системы на базе старой серии ДЭП-оборудования, контроллеров РЛ (рис. 1), по сути выполнявших работу модулей ввода/вывода. Логика системы и алгоритмы управления реализовывались тогда на обычных ПК. ДЭП-системы заменяли оборудование старой аналоговой и релейной автоматики, и даже модули комплекса "Деконт" порой монтировались в опустевшие защитные шкафы. Однако со временем был накоплен опыт автоматизации управления тепловыми пунктами, задача перешла в разряд типовых, и был разработан стандартный шкаф для управления тепловым пунктом (рис. 2).

Типовой ШУ для теплового пункта позволяет выполнять следующие функции: мониторинг и контроль технологических параметров; регулирование технологических режимов; аварийное срабатывание резервных устройств (АВР); автоматическое переключение устройств (насосов) по заданному графику; выполнение АВР для каждой из групп насосов с аварийной сигнализацией; регулирование по ПИД-законам; автоматическая задача регулирования температуры отопления в зависимости от температуры окружающей среды.

В системах автоматизации используются три типа сигналов (ТИ, ТС, ТУ), обрабатываемых локальными шкафами управления. Их число является важной характеристикой ШУ.

Организация централизованного управления объектами теплосети

Помимо комплексной автоматизации управления оборудованием отдельного теплового пункта развитие современных программно-технических средств позволило перевести построение систем автоматизации на еще более высокий уровень. Стало возможным связать отдельные локальные шкафы автоматики в распределенную технологическую сеть, охватывающую всю систему теплоснабжения крупного города. Локальные ШУ выполняют алгоритмы по управлению "своим" объектом, и при этом осуществляют передачу информации через технологическую сеть на центральный пост управления, на АРМ диспетчера и в офис энергетичес-

кой компании города. При этом предусмотрено и восприятие управляющих команд от удаленной диспетчерской.

В случае систем на базе ПТК "Деконт" это реализуется следующим образом. Локальный ШУ в данном случае также является типовым модулем, но более высокого порядка, чем используемые в самом ШУ устройства. Из этих модулей и строится распределенная система управления. Контроллер Деконт-182, установленный в каждом шкафу автоматики, имеет четыре коммуникационных интерфейса. Обычно из них используются два: внутренний (В) для связи с объектом управления (для подключения модулей ввода/вывода); сменный (С или Д) для обмена информацией с общей технологической сетью. Второй интерфейс физически реализован в виде сменных плат, что позволяет организовать линии связи самого различного типа: коммутируемые, модемные, радио, GSM и т.п. Тепловой пункт (или любой объект), управляемый шкафом локальной автоматики, в терминологии систем автоматизации именуется контролируемым пунктом (КП).

Коммуникационные линии сети сходятся в некий центральный узел — диспетчерский пост (ДП). Здесь размещаются контроллеры-мосты, объединяющие отдельные линии связи в единый узел и передающие их на верхний уровень системы управления — АРМ диспетчера. ПО АРМ отображает в виде наглядных мнемосхем все входящие в состав системы КП, позволяет работать с более подробными мнемосхемами каждого из них, дублирует на этих мнемосхемах параметры и сигналы, собранные локальными ШУ (значения технологических параметров, сигналы состояния оборудования, аварийную сигнализацию и пр.), а также позволяет осуществлять дистанционное управление объектами с экрана АРМ.

Помимо типовых шкафов управления тепловыми пунктами в состав системы могут входить также модифицированные ШУ, если тепловой пункт имеет дополнительное оборудование, которым необходимо управлять, а также шкафы управления другими объектами теплоснабжения. Тепловой пункт осуществляет только подачу теплоносителя потребителю по контурам отопления и горячего водоснабжения и поддерживает необходимую температуру путем регулирования подачи теплоносителя. Нагрев теплоносителя до нужной температуры осуществляется другими узлами, например, котельными. Во многих городах

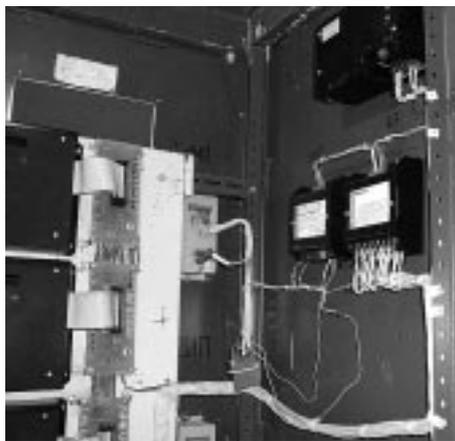


Рис. 1



Рис. 2. Пример шкафа управления тепловым пунктом

встречаются целые районы, где каждый дом оборудован индивидуальной котельной, осуществляющей подачу тепла непосредственно, минуя теплосети. Компания ДЭП имеет опыт внедрения систем на базе ПТК "Деконт" для управления такими объектами.

Рассмотрим примеры внедрения ПТК "Деконт" на объектах теплоснабжения.

Теплопункт г. Тимашевск Краснодарского края

Начнем с примера системы, которая была разработана в 2003 г. для автоматизации управления индивидуальным теплопунктом Тимашевского молочного комбината. Простейшей эту систему можно назвать потому, что на ней всего один КП и несколько ограниченный состав оборудования.

Типовой ШУ теплопунктом на данном объекте не применялся. Тем не менее, структура системы автоматизации крайне проста — один контроллер Деконт-182 с набором модулей ввода/вывода, связанный с АРМ диспетчера. Модули разделены на две группы (входные/выходные) и каждая группа помещена в отдельный шкаф. В состав управляемого оборудования входят контуры отопления и горячего водоснабжения (по группе насосов и регулятору температуры в каждом), узел подготовки пара (два регулятора давления), конденсатный блок (два конденсатных бака, регуляторы давления и температуры, группа насосов) и гидрофор (два регулятора давления). Предусмотрены два режима управления оборудованием: ручной, при котором управляющий алгоритм отключен, а управление производится вручную с пульта на передней панели шкафа входных модулей или же с АРМ диспетчера; автоматический, при котором оборудование управляется прикладными алгоритмами контроллера.

АРМ диспетчера — это ПК с установленной на нем специализированной программой. Ее рабочий экран (рис. 3) представляет собой мнемосхему, показывающую состояние группы оборудования (насосов, регуляторов и пр.), значения технологических параметров, а также пиктограммы управления оборудованием. То есть при выборе группы насосов будет отображен экран управления насосами, при выборе регулятора — экран параметров и управления регулятором.

Такая схема отображения объектов управления (мнемосхема плюс поле экранов управления) является типовой для АРМ современных Деконт-систем.

Всего контроллером управления теплопунктом обрабатывается восемь сигналов ТИ, 17 сигналов ТС и 18 сигналов ТУ (из них часть сигналов не относится непосредственно к контурам теплоснабжения). При этом контролируемые технологические параметры довольно ограничены — из относящихся непосредственно к теплоснабжению обрабатываются только температуры теплоносителя для контуров отопления и ГВС.

Насосы подают циркулирующую в контурах воду через теплообменники. В каждой группе имеется два насоса. Алгоритмом управления предусмотрены три состояния насоса: "Готов" (автоматическое управление), "Не готов" (ручное управление) и "Не готов по аварийной блокировке". Ручной (с пульта или АРМ) запуск насоса, находящегося в состоянии "Готов", назначает его основным. Автоматический пуск возможен только для насоса в состоянии "Готов". При включении алгоритма управления происходит запуск основного насоса. Если же основным насос не назначен, то основным будет назначен (и запущен) первый обнаруженный насос в состоянии "Готов". В дальнейшем основной насос может быть переназначен в автоматическом режиме в заданное время автоматической смены основного насоса (например, раз в сутки). Перевод основного работающего насоса в ручной режим управления приводит к аварийной блокировке насоса.

Кроме того, алгоритм управления производит контроль по обратной связи включения насоса при запуске (с настраиваемым параметром тайм-аута при включении) и отключения при останове. Сброс аварийного состояния насоса производится либо с

АРМ, либо кнопкой "Сброс" на шкафу управления.

Регуляторы используются для поддержания давления в узле подготовки пара и для поддержания температуры теплоносителя для контуров отопления и ГВС путем управления соответствующими заслонками. Применяются две реализации регуляторов — дискретно-импульсный и позиционный, но с точки зрения режимов управления они идентичны — реализуют ПИД-управление.

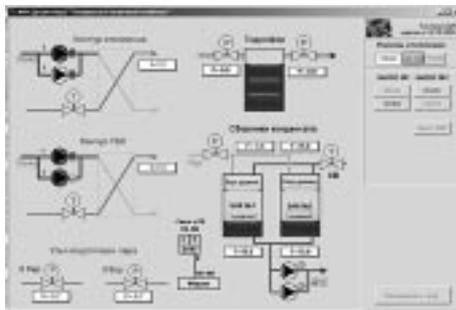


Рис. 3. Экран АРМ диспетчера теплопункта Тимашевского молочного комбината



Рис. 4. Шкафы автоматики "Деконт" на теплопунктах г. Королева

Для регулятора предусмотрены два режима управления (ручной и автоматический). В ручном режиме алгоритм регулирования отключен, и открытие/закрытие заслонки осуществляется вручную с пульта шкафа управления или с АРМ. В автоматическом режиме включается алгоритм ПИД-регулирования, и открытие/закрытие заслонки производится в соответствии с выходным сигналом этого алгоритма. Оператором могут быть заданы уставка температуры, точность поддержания параметра вокруг уставки и коэффициенты уравнения ПИД-регулятора. К системе теплоснабжения относятся регуляторы температуры в контурах ГВС и отопления, поддерживающие температуру путем перекрытия/открытия подачи теплоносителя.

Узел подготовки пара, гидрофор и конденсатные баки, конструктивно расположенные в теплопункте, к системе теплоснабжения комбината не относятся, поэтому алгоритмы управления этими узлами не рассматриваются.

АСУ теплопунктами г. Королева и диспетчеризация городской теплосети

Разработка системы автоматизации теплопунктов в г. Королеве (рис. 4) была начата в 1999 г. Первые объекты автоматизировались на базе старой серии ДЭП-оборудования и только с началом XXI века новые объекты уже вводились в строй с использованием ПТК "Деконт" и типовых шкафов управления теплопунктами. Также была проведена замена оборудования на ряде теплопунктов – серия PL уступала место современным средствам "Деконт".

Теплосеть г. Королева включает 40 теплопунктов, из которых к настоящему моменту более 30 оснащены шкафами локальной автоматики "Деконт", а более 20 включены в сеть единого диспетчерского управления. Следует отметить, что теплопункты г. Королева очень разнообразны. На некоторых имеется по одному контуру отопления и ГВС, на других может быть по два контура того и/или другого назначения. Контурные бывают оснащены группами насосов с разным числом устройств. Большинство теплопунктов г. Королева имеют систему подпитки контуров.

Исходя из этого, следует понимать, что типовой шкаф управления теплопунктом – это не жестко стандартизированное изделие с неизменным составом оборудования, кнопок и светодиодов на лицевой панели и обрабатываемых сигналов. В зависимости от "конфигурации" состава оборудования теплопункта комплектация шкафа может изменяться. На объекте могут быть установлены даже несколько шкафов – например, при наличии двух зон обслуживания (т.е. двух контуров отопления и ГВС, обеспечивающих подачу тепла в разные территориальные комплексы или микрорайоны). У ШУ теплопунктом стандартным является не состав модулей, а функции, реализуемые алгоритмом, запрограммированным в контроллере шкафа. Поэтому хотя типы используемых модулей ввода/вывода в таком шкафу стандартны, число этих модулей зависит от объекта.

Алгоритмы регулирования технологических режимов аналогичны рассмотренным при описании предыдущей системы. При ручном управлении исполнительные устройства (здвижки) открываются/закрываются командами оператора (местно или дистанционно), при автоматическом – работает ПИД-регулятор с заданными уставкой и параметрами ПИД. Контролируются температура и давление в прямых и обратных линиях во всех контурах (ГВС, отопление, теплоноситель).

При управлении группами насосов используется единый алгоритм для групп из двух, трех, четырех и любого большего числа устройств. Каждому насосу в группе присваивается порядковый номер. Предусмотрены, как и в предыдущем случае, три состояния "Готов", "Ручной режим", "Авария". Алгоритм выбирает первый по порядку насос из числа готовых и запускает его, назначая основным. В случае аварии основного насоса снова выбирается первый по порядковому номеру готовый к работе насос и т.д. Кроме того, задается расписание смены основного насоса; при смене новым основным насосом назначается следующий по порядку из числа готовых к работе.

В г. Королеве была создана распределенная система диспетчерского управления всей теплосетью (рис. 5). Каждый из шкафов управления связан через соответствующий интерфейс контроллера "Деконт-182" с диспетчерской сетью. Из более чем 20 теплопунктов, включенных в настоящий момент в теплосеть, большинство используют для связи с диспетчер-

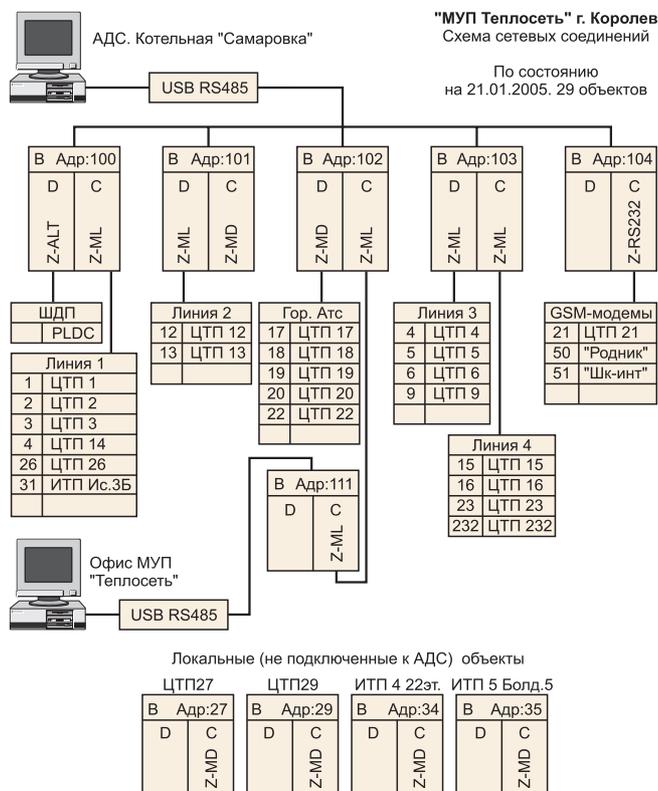


Рис. 5. Пример схемы распределенной системы управления теплосетью

ской выделенную двухпроводную модемную линию. Пять тепловых пунктов включаются в систему посредством модема на коммутируемую (телефонную) линию, еще три – с использованием GSM-модемов. (В состав системы входят также две котельные, автоматизированные на базе комплекса "Деконт" с использованием GSM). В диспетчерской установлены контроллеры-мосты, объединяющие различные линии связи и передающие информацию на АРМ диспетчера. На рис. 6 представлен вид технологического экрана ПО АРМ диспетчера, используемого в теплосети г. Королева. В одной области экрана символически отображены все входящие в систему тепловые пункты, и эти символы отображают наличие связи с данным тепловым пунктом и появление от него какого-либо аварийного сигнала. В основной области отображается мнемосхема выбранного теплового пункта, показывающая в символической форме все имеющееся на объекте оборудование, его состояние, режимы работы и значения технологических параметров. С этой мнемосхемы осуществляется ручное дистанционное управление устройствами объекта.

На некоторых объектах в г. Королеве в качестве ПО диспетчера применяется программа на базе среды MIK\$SYS, совместимая со старой серией контроллеров (сер. PL). Эта программа имеет ряд недостатков, например, здесь не предусмотрены детальные экраны управления узлами, выбранными на мнемосхеме. Постепенно на тепловых пунктах проводится замена оборудования на современные шкафы автоматики "Деконт", и по завершении этой работы планируется написание новой программы для АРМ.

Система диспетчеризации котельных г. Якутска

Системы автоматизации на базе комплекса "Деконт" в теплоснабжении могут быть использованы не только для управления тепловыми пунктами, но и для автоматизации других объектов теплосетей. Например котельных, различные системы автоматизации для которых создаются компанией ДЭП не менее широко, чем для тепловых пунктов. Отличие котельной от теплового пункта в том, что на тепловой пункт теплоноситель для нагрева воды в контурах подается извне (из теплосети), а в котельной теплоноситель подготавливается непосредственно на месте. Для подготовки теплоносителя служат паровые котлы, нагреваем

ые подаваемым извне топливом (газом или мазутом). После чего подготовленный теплоноситель может подаваться на другие объекты теплоснабжения или же использоваться непосредственно в этой же котельной для нагрева тех же самых контуров отопления и ГВС. Отсюда следует, что ШУ котельной помимо описанных выше должен решать задачу управления и контроля за котловыми агрегатами. Рассмотрим примеры такого рода систем.

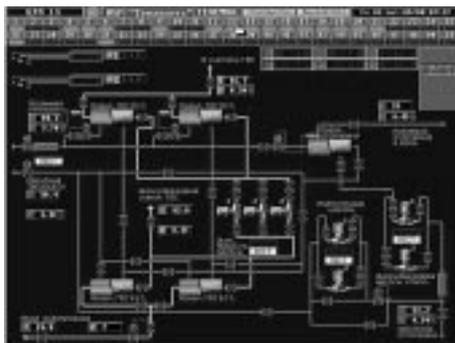


Рис. 6. Технологический экран АРМ королевских теплосетей для управления тепловым пунктом



Рис. 7. Экран АРМ диспетчера котельных г. Якутска

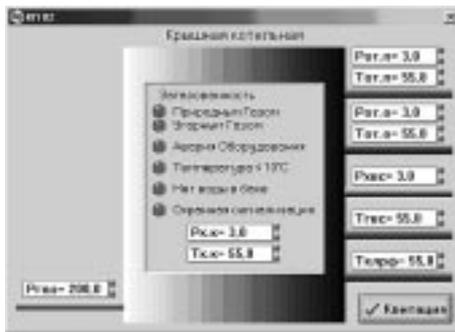


Рис. 8

Система диспетчеризации котельных г. Якутска, разработанная в 2004 г., не является системой управления котельными. Эта система носит информационный характер, собирая информацию с котельных и передавая ее центральному диспетчеру. Выполняются следующие функции: мониторинг необходимых технологических параметров; контроль за состоянием оборудования, аварийная сигнализация; ведение архивов. Сигналов ТУ в шкафах автоматики данной системы не предусмотрено. Каждая котельная контролируется шкафом с одинаковым набором модулей ввода. Все шкафы соединены с помощью выделенных модемных линий с АРМ диспетчера через контроллер-мост.

АРМ диспетчера представляет собой ПК со специализированным ПО. Основной экран символически отображает котельные в виде блоков пиктограмм (рис. 7), цвет каждой из которых (а также цвет фона блока) указывает на наличие того или иного аварийно-предупредительного сигнала с этой котельной. Выбор блока пиктограмм позволяет просмотреть параметры, переданные с выбранной котельной, более подробно (рис. 8).

Шкафы управления передают на АРМ диспетчера следующие параметры: температуру и давление в подающей линии контура отопления, в обратном контуре отопления и в контуре теплоносителя в котельной; давление в линии подачи холодной воды и газа в газопроводе; температуру в линии подачи горячего водоснабжения.

Помимо этого предусмотрены следующие предупредительные сигналы: авария оборудования; загазованность угарным и природным газом помещения котельной; температура в помещении ниже 10°C, отсутствие воды в баке подпитки; охранная сигнализация (несанкционированный доступ в помещение); выход технологических параметров за пределы допустимых значений.

С помощью особых инструментов, установленных на АРМ оператора, можно задать диапазон допустимых значений для технологических параметров, а также просмотреть состояние оборудования шкафа автоматики "Деконт".

Система управления паровым котлом Энерго-Технологической компании г. Хабаровска

Рассмотрим систему, осуществляющую управление паровым котлом на мазуте, внедренную в 2004 г. на объекте Хабаровской Энерго-Технологической компании.

Общая задача системы управления котлом – поддержание на его выходе режима по заданному количеству теплоты и давлению пара. Для выполнения этой задачи в рассматриваемом примере создан управляющий комплекс, включающий: ШУ котлом; ШУ вспомогательным оборудованием котла; местный щит управления котлом; место диспетчера с программой АРМ.

Контроллер "Деконт-182", в который заложен алгоритм, реализующий все функции системы управления котлом, в том числе и управления вспомогательным оборудованием, расположен в ШУ котлом. Вспомогательный шкаф и местный щит предназначены для выделения (а в случае местного щита – и для приближения к объекту управления) соответствующих модулей ввода/вывода.

Общий принцип работы котла таков. Подаваемый мазут служит топливом для горелок, нагревающих воду в емкости котла. Результатом этого нагрева является поступающий из котла в выходную трубу горячий пар, характеризующийся количеством передаваемого тепла и давлением. Вода в емкости котла подается питательными насосами из деаэрационной (вытесняющей воздух) установки, в которой холодная водопроводная вода смешивается в отдельном баке с частью выдаваемого котлом пара (пар на собственные нужды).

Шкаф управления котлом позволяет выполнять следующие функции: автоматический пуск/останов котла; дистанционный розжиг горелок; контроль и защита по основным технологическим параметрам; нормативные блокировки в процессе управления; сигнализация о нарушении технологического режима и запоминание причин останова котла; автоматическое регулирование технологических параметров; управление подпиточными и питательными насосами деаэрационной установки.

Система обеспечивает работу в двух режимах: основном (автоматическом) и дистанционном (ручном). Кроме того, возможно ручное управление агрегатами котла с помощью местного щита управления. В основном режиме управление ТП, контроль и защита по технологическим параметрам, а также автоматическое регулирование осуществляются контроллером. В дистанционном режиме управление ТП осуществляется оператором вручную с помощью АРМ.

Контроль и защита при этом осуществляются контроллером.

Не будем описывать все алгоритмы, реализованные в контроллере ШУ котлом, с помощью которых выполняются все перечисленные функции – эти алгоритмы достаточно сложны. Ограничимся описанием технологических параметров, регулируемых при выполнении этих алгоритмов, и скажем несколько слов об управлении регуляторами, используемыми в системе. Все они обозначены соответствующими пиктограммами на экране АРМ оператора котла.

Предусмотрены следующие регуляторы: соотношения "расход мазута перед горелкой – давление воздуха перед горелкой"; уровня воды в емкости котла; разрежения в топке; уровня воды в деаэраторе; давления пара в деаэраторе; количества мазута перед горелкой.

Программы регулирования заложены в контроллер вместе с алгоритмами. Обработка входных аналоговых сигналов, формирование сигналов регулирующего воздействия "больше/меньше" осуществляется программно. Корректирующее воздействие выполняется по пропорционально-интегральному (ПИ) закону.

Регулятор может работать в режимах "автоматический" и "дистанционный". Управление осуществляется с АРМ оператора. Оператор задает режим работы регулятора. В дистанционном режиме оператор вручную задает положение регулятора, в автоматическом – включается программа регулирования, оператором задается уставка регулятора.

Заключение

Таким образом, в обзоре рассмотрены общие задачи автоматизации объектов теплоснабжения и подходы к их решению на базе ПТК "Деконт", приведены примеры реализации некоторых систем. Разумеется, данный обзор не претендует на полноту. Поэтому прежде, чем поставить точку, стоит привести список организаций, использующих ПТК "Деконт" на своих тепловых пунктах и котельных: МУП Тепло (г. Коломна); АВС-Инвестстрой; ЗАО "Хангаласский Газстрой"; "Стройтехмонтаж" (г. Малоярославец); 494 УНР, "Тепловые сети" (г. Электросталь); Т-Сервис; Смоленскрегионэнерго; ЗАО "Антикор", УГУП ЭВАЖД №2, ООО "Терморос", ООО "Теплокомфорт" (Москва); АРХИНЖ, Москапстройкомплект; Этон-Энергетик (г. Тула); ЗАО "Белогорье", "Шебекино"; Теплосети (г.г. Ижевск, Балашов, Новосибирск, Королев); Энерготехнологическая компания (г. Хабаровск); ООО "Интерком", "Белгородэнерго" (г. Белгород); ТЭККОС (г. Мурманск); Воронежтеплоэнергосервис; ООО "Симона" (Н. Новгород); ЗАО ФСК "Домострой-Идель" (г. Казань); Промстройкомплект (г. Чебоксары); Рязаньгражданпроект (г. Рязань); Теплострой (г. Чехов); ООО "АСУ-ТЭК" (г. Пермь); Облремстройкомплект (г. Липецк) и др.

*Шишков Сергей Юрьевич – инженер,
Рублев Евгений Леонидович – начальник отдела технической поддержки компании ДЭП.
Контактный телефон (495) 423-88-44. [Http://www.dep.ru](http://www.dep.ru)*