

## ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ УДАЛЕННОЙ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

**Е. Б. Жуков, К. В. Меняев, Е. Е. Паутова, М. В. Тиханов**

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

*Проанализированы особенности производства модульных котельных установок. Разработана система удаленной диспетчеризации. Рассмотрена специфика использования модульных котельных установок.*

**Ключевые слова:** модульные котельные, система удаленной диспетчеризации, модульные котельные блочного типа, модульные котельные контейнерного типа, объект контроля, серверная часть, клиентская часть.

## THE USE OF REMOTE SYSTEMS DISPATCH IN A POWER SYSTEM

**E. B. Zhukov, K. V. Menyayev, E. E. Pautova, M. V. Tikhanov**

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

*The features of the production of modular boiler installations. Developed remote dispatching system. The specifics of using the module-tions of boilers.*

**Keywords:** modular boiler houses, remote dispatching system, modular boilers modular type, modular boiler plants of container type, the object of control, mid-right part, the client part.

В настоящее время актуальны вопросы рационального или цивилизованного энергопотребления. В это понятие входят: обеспечение достаточных комфортных условий внутри помещений, снижение непроизводительных трат энергии, надежное, стабильное функционирование оборудования, обеспечивающего теплоснабжение и, наконец, минимизация капитальных и эксплуатационных затрат.

Актуальность рассматриваемой проблемы связана с тем, что наиболее выгодным вариантом замены изношенного, морально устаревшего отопительного оборудования являются модульные котельные. Так как данный тип котельных служит для теплоснабжения отдельных зданий или производственных помещений, расположенных в основном в сельских и труднодоступных местностях, то мониторинг режимов работы оборудования обычными средствами становится затруднительным либо невозможным.

Модульные котельные установки (МКУ) – это небольшие котельные установки для местного теплоснабжения жилых домов, общественных или производственных зданий. Блок можно устанавливать на землю возле потребителя тепла или на крыше дома [1].

В модульных котельных установках смонтированы котлы, теплообменники, насосы, системы автоматики и водоподготовки. МКУ небольшой мощности монтируются в одном контейнере [4].

Модульные котельные установки можно разделить на модульные котельные контейнерного типа (МККТ), модульные котельные блочного типа (МКБТ) и модульные котельные быстросборные (МКБ).

МККТ представляет собой транспортный модуль-контейнер, состоящий из стального каркаса и ограничительных конструкций – строительных плит типа «сэндвич» с толщиной 100-120 мм, отвечающих правилам пожарной безопасности, а также климатическим условиям, как Севера, так и средней полосы России. Имеется вентиляционное оборудование, система отопления. Смонтированы котлоагрегаты, теплообменники, насосы, системы автоматики и водоподготовки. Автоматика МККТ полностью обеспечивает выполнение всех операций по производству необходимого количества тепла для систем отопления и ГВС (горячего водоснабжения) в зависимости от погодных условий и от изменения разбора горячей воды. Модуль стабильно работает в автомати-

## ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ УДАЛЕННОЙ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

ческом режиме, поэтому не требуется постоянного присутствия дежурного персонала.

Преимущества модульной котельной контейнерного типа (МККТ) перед котельной централизованного теплоснабжения:

- МККТ не требуют укладки теплотрасс, а, следовательно, и затрат на их содержание;
- нет необходимости возводить здание под котельную и привлекать спецтехнику и рабочих для подготовки фундамента;
- модульные котельные приспособлены к характерным российским условиям эксплуатации: к некачественной воде и нестабильному давлению газа.

Мощностной ряд МККТ имеет ограничение сверху. При мощности котлоагрегата выше 4 МВт контейнер, в котором размещается оборудование, становится нетранспортабельным, и основные преимущества модульных котельных пропадают. Но, помимо мощности, критерием выбора МККТ становится также тип сжигаемого топлива. МККТ может иметь котлоагрегат с любым видом топлива (жидким и газообразным). Сопутствующее оборудование размещается в отдельном модуль-контейнере.

Модульные котельные блочного типа (МКБТ) – котельные, состоящие из нескольких модулей, разделенных на блоки[2]. Котельная установка может комплектоваться разным числом модулей, это зависит от мощности и интересующих Заказчика характеристик. Модульная котельная установка может работать на любом виде топлива – твердое топливо, газ, дизтопливо, мазут. Также может использоваться одновременно несколько типов топлива. Модульная котельная полностью комплектуется необходимыми устройствами контроля, учёта и автоматизации процессов. Они изготавливаются мощностью от 0,6 до 16 МВт (водогрейные), от 1 до 16 т/ч (паровые).

Модульные котельные быстросборные (МКБ) представляют собой стационарную котельную с применением современного оборудования, автоматики, систем диспетчеризации и управления [3]. Изготовление конструкции требует использования специальной техники для возведения фундамента, установки несущих конструкций, а также монтажа стеновых панелей. Быстросборные котельные изготавливаются мощностью от 16 МВт до 35 МВт. Процесс автоматизации контроля работы всех инженерных структур осуществляется при помощи большого количества датчиков, связанных между собой. Таким образом, можно значительно повысить качество обслуживания технологического

оборудования и предотвратить возникновение аварийной ситуации; сократить время на установление причин аварии; сократить потребление энергоносителей и значительно уменьшить количество обслуживающего персонала. Все это возможно при установлении системы диспетчеризации, работа которой основана на взаимосвязи различных датчиков с центральным компьютером, который фиксирует их данные.

Система диспетчеризации обеспечивает многоуровневый комплексный контроль и управление, а именно:

- автоматический сбор рабочих данных и параметров системы, подлежащих диспетчерскому контролю;
- отображение состояния работы элементов (подсистем, оборудования, устройств) системы и представление информации в удобном для анализа виде (таблицы, графики, диаграммы);
- ведение журнала событий в автоматическом режиме с персонализацией ответственности за принимаемое диспетчером решение.

Преимущество применения систем диспетчеризации:

- быстрая и достоверная диагностика состояния объектов;
- возможность замены множества дорогих механических самописцев всего одним персональным компьютером диспетчера с возможностью оперировать информацией в электронном виде с удобной визуализацией необходимой информации;
- сбор информации для статической обработки и прогнозирования, анализ потерь энергоносителей в коммунальном хозяйстве, в особенности при проведении взаимных денежных расчетов;
- круглосуточный контроль работы оборудования;
- снижение влияния человеческого фактора;
- снижение эксплуатационных расходов;
- оперативное реагирование на возникающие нештатные ситуации.

В общем виде система диспетчеризации включает в себя шкаф управления и диспетчерский пункт.

Шкаф управления системой диспетчерского контроля и управления обеспечивает сбор информации на месте размещения оборудования и передачу данных на диспетчерский пункт управления.

Диспетчерский пункт служит для получения данных от шкафов системы диспетчеризации, отображения данных в режиме реального времени, оповещения о нештатных ситуациях, архивирования и протоколирования данных.

Шкаф управления и диспетчеризации размещается непосредственно на контролируемом объекте. Диспетчерский пункт – на рабочем месте дежурного персонала. Ввиду большой удаленности контролируемых объектов относительно диспетчерского пункта, организация проводных каналов связи для контроля параметров не представляется возможным, ввиду чего сбор информации организуется на основе беспроводных каналов связи. Одним из самых распространенных способов является передача данных через распределенные сети GSM, для чего шкаф управления и диспетчерский пункт оснащаются GSM – модемами.

Архитектура системы удаленной диспетчеризации (СУД), представленная в настоящей работе, подразумевает наличие трех блоков: объект контроля; серверная часть; клиентская часть.

Применительно к СУД, объект контроля, которым в настоящей работе выступает модульная котельная, осуществляет регистрацию, сбор и отправку контролируемых параметров. Очевидно, что эти функции должны быть реализованы средствами системы автоматического регулирования.

Функционально, серверная часть выполняет сбор, первичный анализ, архивацию, генерацию отчетов и трансляцию полученных данных для клиентской части СУД. Практическая реализация серверной части может быть выполнена:

1. В виде выделенной ЭВМ диспетчерского пункта, имеющая круглосуточный доступ к сети интернет, обладающая статическим IP адресом (т.е. сетевой адрес компьютера обеспечивает непосредственное обращение к нему через сеть интернет), а также защищенный от непосредственного физического воздействия извне (персонал не должен иметь непосредственный доступ). Основывающийся на интернет сервисах, предоставляемых сторонними компаниями.

2. Клиентская часть комплекса СУД, обеспечивает доступ к данным хранящимся в архивах серверной части, объект контроля, получение транслируемых параметров работы оборудования. Так как, основное требование, предъявляемое к данной части – обеспечение доступа из любого места, то по этой причине клиентская часть выполняется в ви-

де мобильного приложения для смартфонов и планшетных компьютеров. Так же не маловажную роль играет и представление полученных данных в виде удобном для анализа.

Из практики эксплуатации отопительных котельных известно, что наилучшим образом технологический процесс описывается по средствам показаний датчиков[8]:

$t^{\text{в}}$  – температура воды на входе, °C;

$P^{\text{в}}$  – давление воды на входе, Па;

$t^{\text{в}}$  – температура воды на выходе, °C;

$P^{\text{в}}$  – давление воды на выходе, Па.

Указанные параметры непосредственно говорят о тепловой нагрузке на котел в текущий момент времени. Остальные параметры при необходимости так же могут быть, по желанию, включены в состав передаваемых данных, при этом изменится состав оборудования системы автоматического регулирования.

Очевидно, что реализация системы удаленной диспетчеризации подразумевает передавать данные в цифровом виде. Для этого в составе системы автоматического регулирования должны иметься приборы, выполняющие функции аналого-цифрового преобразования. На сегодняшний день подобные устройства нашли широкое применение в энергетической отрасли страны так и в иных областях, промышленного производства. Кроме преобразования сигналов в цифровой вид, такие устройства должны обеспечивать передачу полученных данных в локальную технологическую сеть, для последующего сбора и передачи в серверную часть. Такой локальной технологической сетью является RS485. Сеть имеет топологию шина, обеспечивает достаточное количество подключаемых приборов (без повторителей в обычных условиях максимально 32), поддерживается значительным количеством современных приборов.

Сбор данных из локальной технологической цепи осуществляется, в обычном случае программируемым логическим контроллером (ПЛК). Этот элемент системы предназначен для генерации комплексных управляющих воздействий, в соответствии с управляющей программой, на автоматизированные органы управления. Следует сказать, что этот элемент системы автоматического регулирования не всегда может присутствовать[10].

Так, например, возможны варианты построения, при которых управляющие воздействия на технологический процесс оказываются средствами отдельных регуляторов, контролирующими отдельный параметр или их группу. Очевидно, что при подобном подходе

## ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ УДАЛЕННОЙ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

в локальной технологической сети необходимости нет, а, следовательно, о создании на базе данного технологического оборудования СУД, без кардинального изменения структуры системы автоматического регулирования, речи быть не может.

Таким образом, применение ПЛК, на сегодняшний день, становится необходимостью, обеспечивающий надежное и эффективное управление процессом генерации тепловой энергии [10].

Выбор и функционал, ПЛК зависит во многом от оборудования и особенностей технологического процесса. С точки зрения СУД, функцией ПЛК является, по мимо сбора и первичной обработки данных, полученных от приборов АЦП, формирование пакета данных направляемых в серверную часть комплекса СУД. Структура данных в пакете зависит от принимающей программы скрипта [10].

Передача данных серверной части осуществляется средствами GSM модема.

Обычно GSM модемы строят свою работу на основе беспроводных сетей передачи информации. За счет этого процесс установки и управления реализуется в кратчайшие сроки на высоких скоростях. Модемы работают на основе прозрачного соединения типа «точка-точка», которое накладывается поверх стека TCP/IP. Существует несколько вариантов настройки оборудования: через стандартный браузер веб, при помощи быстрых смс-сообщений, через облачный портал.

Модемы функционируют в непрерывном режиме и могут устанавливаться в местах, где проводное соединение не представляется возможным.

Таким образом, модем, подключенный непосредственно к ПЛК принимает от него пакет данных. Учитывая специфику работы GSM модемов, пакет по своей сути является так называемой АТ командой. АТ-команды – набор команд, разработанных в 1977 году. Набор команд состоит из серий коротких текстовых строк, которые объединяют вместе, чтобы сформировать полные команды операций, таких как набор номера, начала соединения или изменения параметров подключения. Каждая команда всегда начинается буквами АТ, дополненных одной или больше командами.

Набор команд и архитектура оказались весьма удачными и неоднократно расширялись, и дополнялись. ETSI выпустил ряд стандартов, описывающих управление мобильными телефонами и модемами стандарта GSM. Далее модем, подключенный к текущему сотовому оператору, выполняет отсыл-

ку пакета данных по указанному в АТ команде адресу.

Клиентская часть комплекса СУД предназначена для непосредственной визуализации контролируемых параметров технологического процесса. Так, как доступ к серверной части осуществляется по средствам сети интернет, то отслеживание параметров может быть обеспечено из любой точки мира при условии наличия подключения к сети. Реализация данной части осуществлена в виде мобильного приложения для устройств, хотя при необходимости подобные функции можно обеспечить путем создания сайта имеющего подобные возможности.

Современные средства разработки мобильных приложений практически не имеют различий в операционных системах при компиляции приложения, таким образом, мобильное приложение может быть сгенерировано под любую из современных платформ (Windows, iOS, Android). В качестве первичных преобразователей температуры предполагается использование погружных термосопротивлений марки ДТС с защищенными гильзами производства НПО «ОВЕН» [5]. Принцип действия термосопротивления основан на свойстве проводника изменять электрическое сопротивление с изменением температуры окружающей среды [6].

В качестве первичных преобразователей давления сетевой воды предполагается использование датчиков избыточного давления марки ПД100-ДИ производства НПО «ОВЕН» [5]. Это микропроцессорный датчик давления, предназначенный для непрерывного избыточного преобразования давления измеряемой среды в унифицированный сигнал постоянного тока 4...20 мА [7].

Датчики применяются в системах автоматического регулирования и управления технологическими процессами в различных областях промышленности и жилищно-коммунального хозяйства: в котельных, на тепловых пунктах, компрессорных и насосных станциях, КНС, станциях водоподготовки, газовом хозяйстве, объектах газоснабжения, мазутных парках и т.п. [7]

Рекомендуемая рабочая среда для датчиков – различные жидкости (в том числе агрессивные), пар, газы (в том числе метан), парогазовые и газовые смеси, не агрессивные к материалу измерительной мембраны и уплотнения сенсора, при давлении, не превышающем верхний предел измерения датчика [7].

Для регистрации и передачи показаний с датчиков температуры и давления предпола-

гается использование модулей серии MB110, производства НПО «ОВЕН» [5]. В основу MB110 положен широко распространенный стандарт проводной связи RS-485. Все модули используют для коммуникации простые протоколы, основанные на принципе «запрос-ответ». Тип протокола определяется прибором автоматически. Прибор не является Мастером сети, поэтому сеть RS-485 должна иметь Мастер сети, например, персональный компьютер с запущенной на нем SCADA-системой, контроллер или регулятор. В данном случае в качестве Мастера сети предполагается использование контроллера ОВЕН ПЛК. Конфигурирование прибора осуществляется на персональный компьютер через адаптер интерфейса RS-485/RS-232 или RS-485/USB с помощью программы конфигурирования.

Блок логического управления и обработки предполагается выполнить на базе программируемого логического контроллера СПК107 с сенсорным управлением (панель оператора) НПО «ОВЕН» [5]. СПК107 представляет собой устройство класса человеко-машинный интерфейс со встроенными функциями свободно программируемого контроллера. СПК107 предназначен для создания автоматизированных систем управления технологическими процессами в различных областях промышленности и энергетики.

Передачу данных серверной части комплекса предполагается осуществлять при помощи Модема TELEOFIS RX100-R2. Модем построен на базе модуля Telit GL868-Dual. Стандартный последовательный порт обеспечивает трансляцию данных к прибору. На текущий момент GSM модем RX100-R2 совместим со всеми типами популярных приборов учета ресурсов с портом RS-232. Модем имеет встроенный TCP/IP стек с управлением АТ командами, автоматическая подача которых может быть реализована на встроенном интерпретаторе языка Python [9].

В заключении следует отметить, что модульная котельная является одним из наиболее выгодных вариантов замены изношенного отопительного оборудования. Представленная система диспетчеризации позволяет обеспечить многоуровневый комплексный контроль над основными параметрами котельной. Так как большая часть модульных котельных используется в сельской либо труднодоступной местности, то данный тип диспетчеризации является самым удачным. Применение СУД позволяет быстро и достоверно диагностировать состояние объекта;

снизить расходы на эксплуатацию; уменьшить количество обслуживающего персонала, тем самым повысив эффективность его работы.

#### Список литературы

1. ООО «Завод котельного оборудования ЭнергоРесурс» / Модульные котельные установки/ [Электронный ресурс] – Режим доступа – (<http://www.rer22.ru/catalog/modulnye-kotelnye-ustanovki/>)
2. ООО «Стройтехкомплект» / Каталог производимой продукции / Блочно-модульные котельные/ [Электронный ресурс] – Режим доступа – (<http://www.tehcomp.ru/block-module/>)
3. ООО «Стройтехкомплект» / Каталог производимой продукции / Стационарные котельные/ [Электронный ресурс] – Режим доступа – (<http://www.tehcomp.ru/stationary/>)
4. Шлюев, И.С. Блочно-модульные котельные / И.С. Шлюев, В.Е. Королев // Интеллектуальные энергосистемы труды IV Международного молодёжного форума: в 3 томах Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ). - Том. 2.-С.32-35.
5. ООО «ОВЕН» / Каталог производимой продукции / Контрольно – измерительные приборы / [Электронный ресурс] – Режим доступа – (<http://www.owen.ru/uploads/price.pdf>)
6. Шефтель, И.Т. Термосопротивления: характеристики, конструкции и области применения; брошюра / И. Т. Шефтель. - М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1958. - 147 с.
7. Виглеб, Г. Датчики: Устройство и применение. Пер. с нем. – М.: Мир, 1989. – 196 с.
8. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов ПБ 10 – 574-03.-М.: ГГТН, 2003.-96 с.
9. ООО «Телеофис» / Каталог производимой продукции / Устройства для передачи данных / [Электронный ресурс] – Режим доступа – (<https://teleofis.ru/>)
10. Минаев, И.Г. Программируемые логические контроллеры: практическое руководство для начинающего инженера / И.Г. Минаев, В.В. Самойленко. – Ставрополь: АГРУС, 2009. – 100 с.

**Жуков Евгений Борисович.** – к.т.н., заведующий кафедрой «Котло- и реакторостроение», АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: [jukov23j@yandex.ru](mailto:jukov23j@yandex.ru);

**Меняев Константин Викторович** – доцент кафедры «Котло- и реакторостроение», АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: [menyaev\\_kostya@mail.ru](mailto:menyaev_kostya@mail.ru);

**Паутова Екатерина Евгеньевна** – ассистент кафедры «Котло- и реакторостроение», АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: [pautova.1989@mail.ru](mailto:pautova.1989@mail.ru);

**Тиханов М.В.** – студент, АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: [mihail20-03-95@mail.ru](mailto:mihail20-03-95@mail.ru).