

УДК 629.12

А.В. Малахов, И.А. Савиных
КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
И КОМПЛЕКТАЦИЯ БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫХ
КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е. Алексеева
ООО «Химсервис», Нижний Новгород

Описаны основные конструктивно-технологические особенности блочно-модульных котельных и намечены пути подбора оборудования для них. На основе анализа, оптимизирован подбор приборов для выполнения различных функций автоматизации и контроля работы котельных.

Ключевые слова: водогрейные котельные, тепловые схемы, тепловой расчет, трубопроводы котельной, автоматическое регулирование, приборы КИПиА.

В настоящее время в условиях рыночной экономики себестоимость вырабатываемого тепла стала иметь огромное значение. Теплоснабжение от крупных источников тепла требует большой протяженности тепловых сетей, что влечет за собой потери тепловой энергии, удорожание отпускаемого тепла и порождает предпосылки аварийных ситуаций. Кроме того, владельцы, крупных источников, необоснованно завышают стоимость отпускаемого «тепла». Сложившаяся ситуация на рынке тепловой энергии указывает на целесообразность строительства небольших блочно-модульных котельных, рассчитанных на обеспечение теплом небольших жилых поселков, микрорайонов, групп зданий и сооружений.

Применение блочно-модульных котельных теплопроизводительностью до 10МВт для децентрализованного теплоснабжения и горячего водоснабжения (ГВС) производственных, административных и жилых зданий доказало свою эффективность. Актуальной задачей в условиях жесткой конкуренции является повышение их технико-экономических характеристик и сокращение цикла от проектирования до сдачи в эксплуатацию.

Исходя из этого, блочно-модульные котельные имеют следующие конструктивно-технологические характеристики.

- Котельные комплектуются водогрейными жаротрубными котлами, имеющих КПД не менее 92%, производства российских предприятий, таких как: «Нижегородский машиностроительный завод» г. Н.Новгород, «Сарэнергомаш» г. Саратов, «Дорогобужкотломаш» г. Дорогобуж с горелками российского и импортного производства, а так же котлами известных зарубежных фирм производителей: Wiessman, Buderus, Loos, с горелками Weishaupt, Wester Line. Применяются насосы как отечественных, так и зарубежных поставщиков ЗАО «ЭНА», «Wilо», «Grundfos», «Calpeda», в обоснованных случаях применяется частотное регулирование.
- Внутренний (котловой контур с температурой 95-110°С и давлением 4,5-5 бар) и внешние контуры теплоснабжения и горячего водоснабжения разделены теплообменниками пластинчатого типа, тепловая мощность которых подбирается исходя из фактических нагрузок.
- Дымовая труба – изолированная.
- Котельные мощностью до 2 МВт скомпонованы в одном транспортабельном модуле контейнере, котельные большей мощности скомпонованы в двух – пяти транспортабельных модуль-контейнерах, собираемых в единое целое на месте эксплуатации. Стеновое утепление модулей осуществляется трехслойными панелями типа «Сэндвич».

- С целью предотвращения образования накипи и доведения содержания кислорода до необходимых норм, применяются аппараты электрохимической обработки типа АЭА-Т или установки реагентной водоподготовки типа СДР-5 (в зависимости от качества воды).
- Автоматика котельных двухуровневая, обеспечивающая работу в режиме автоматизированного управления с выводом сигналов диспетчеру посредством телефонной, сотовой или радиосвязи.

При выборе котлов за основу принимаются следующие критерии:

- выбор в качестве поставщиков заводов, имеющих большой опыт производства со стабильным качеством, с четко отлаженной технологией контроля сварных швов;
- применение жаротрубных горизонтальных котлов, имеющих оптимальное соотношение КПД, эксплуатационной надежности и массогабаритных показателей, что позволяло бы устанавливать их в транспортируемых блок-модулях, а для реконструируемых стационарных котельных получать котлоагрегаты от поставщиков в собранном виде;
- эксплуатационная надежность горелок и автоматики котлов.

При выборе типов теплообменников принимаются следующие критерии:

- надежность в эксплуатации, в том числе возможность очистки поверхностей теплообмена при наименьших затратах;
- оптимальная стоимость;
- габаритные характеристики, обеспечивающие размещение теплообменников в стационарных и блочно-модульных котельных.

Гидравлические схемы котельных – обычно двухконтурные с разделительными теплообменниками, а при небольших тепловых нагрузках – одноконтурные. В качестве регулирующих клапанов на трубопроводах теплоснабжения, горячего водоснабжения, трубопроводах подпитки и рециркуляции теплоносителя котловых контуров применяется арматура отечественных и зарубежных производителей (Германия, Италия, Испания). Стабилизация давления и компенсация температурных расширений в котловом контуре осуществляется с помощью мембранных компенсаторов объема. Для обеспечения надежной подпитки сетевого контура при недопустимом падении давления в городском водопроводе на линии исходной воды устанавливаются подпиточные насосы. Для обеспечения нагрузки горячего водоснабжения в неотапительный период предусматривается периодическая работа одного из котлов.

Одной из проблем, которая должна учитываться исходя из конкретных условий, является схема трубопроводов горячего водоснабжения. Диапазон изменения расхода воды в системе в течение суток зависит от характера потребителей. Самым распространенным способом решения этой проблемы является установка баков-аккумуляторов, в которых в часы наименьшего водопотребления накапливается нагретая вода, используемая в часы пиковых нагрузок. Это удорожает стоимость котельной не только за счет стоимости баков, но и из-за необходимости введения дополнительных насосов, элементов системы управления и других работ. Тщательный анализ распределения водопотребления позволяет в ряде случаев отказаться от этого введением редукционных клапанов на обратном трубопроводе ГВС или на трубопроводе исходной воды, а также применением насосов с электронными преобразователями частоты вращения. Это позволяет поддерживать в необходимом диапазоне давление в трубопроводе ГВС. Поддержание температуры в трубопроводе ГВС (60-65°C) производится с помощью смесительного клапана на обратном трубопроводе или регулирующего клапана на теплообменнике ГВС со стороны котлового контура. Одним из важнейших требований предъявляемых к блочно-модульным котельным является автоматизация всего технологического цикла производства тепловой энергии. Это позволяет значительно сократить поломки и аварии технологического оборудования по вине обслуживающего персонала, а также сократить эксплуатационного оборудования по вине обслуживающего персонала за счет централизованного обслуживания группы котельных одним и тем же обученным персоналом.

Основным элементом общекотельной автоматики является специализированный блок управления. В зависимости от возможностей и желания заказчика котельная может комплек-

товаться блоком управления импортного или отечественного производства.

В процессе работы котельной, блок управления совместно с автоматикой котлов обеспечивает:

- управление работой (включение, выключение, переход с одного режима на другой) котлов с контролем герметичности их газовых трактов;
- управление работой (включение, выключение, аварийное резервирование) насосов в сетях отопления, горячего водоснабжения и подпитки;
- автоматическое регулирование температуры воды в сетях отопления в зависимости от температуры наружного воздуха и горячего водоснабжения с регулированием мощности котлоагрегатов и подключением (отключением) при необходимости дополнительных котлов;
- контроль исправности и времени наработки каждого из котлов, насосов, основного оборудования, замену на резервные;
- аварийный останов котлов котельной при наличии сигналов от датчиков системы безопасности;
- выдачу сообщений об аварийных ситуациях диспетчеру в соответствии с правилами безопасности систем газораспределения и газопотребления, а также ГОСТАми и СНиПами.

Блок каскадного управления котлами совместно с автоматикой горелок обеспечивает включение ведущего и ведомого котлов с проверкой герметичности и газовых трактов, плавное регулирование мощности каждого из котлов, подключение (отключение) дополнительных котлов при изменении потребляемой мощности.

Алгоритм управления минимизирует количество циклов «Включение-выключение» для каждого котла. Для управления и аварийного резервирования каждой из групп насосов в сетях отопления, ГСВ, подпитки и пр. используются приборы типа САУ-МП. Автоматическое регулирование температуры воды в сетях отопления и ГВС осуществляется с помощью микропроцессорных регуляторов, микропроцессорных датчиков давления и температуры. Котельные оборудуются узлами учета тепловой энергии и газа, собираемые на базе электромагнитных расходомеров; турбинных и ротационных счетчиков газа с использованием приборов измерения температуры и давления. Необходимость обеспечения надежной работы котельных без постоянного присутствия обслуживающего персонала, передачи данных о технологическом процессе производства тепла на централизованные диспетчерские пункты и обеспечение компактности зданий котельных в целях сокращения площади застройки и удобства перевозки блок-модулей накладывает специфические требования на применяемые контрольно-измерительные приборы и систему автоматики котельной.

Все используемые в процессе автоматизации блочно-модульных котельных приборы КИПиА условно подразделяются на:

- показывающие приборы;
- приборы общекотельной автоматики;
- приборы узлов учета газа и тепла.

К первой группе относятся показывающие приборы: манометры, вакуумметры, тягонапорометры и термометры. Их основное назначение это выдача визуальной информации о состоянии теплоэнергетического оборудования котельной и технологического процесса производства тепловой энергии. Потребность в данной информации возникает только при проведении пусконаладочных работ и периодических обходах котельных обслуживающим персоналом. Для этих целей достаточно применения приборов с диапазоном класса точности от 1,5 до 2,5. Диаметр корпуса данных приборов выбирается в зависимости от расстояния от наблюдателя до точки контроля, шкала должна обеспечивать показ измеряемого параметра во второй трети диапазона работы прибора. Основными приборами для визуального контроля давления теплоносителей и топливного газа являются манометры, мановакуумметры и вакуумметры марок «МП 3» и «МВП» производства ЗАО «Манотомь» г. Томск и НПП «Гидрогазприбор» г. Москва. Предпочтение этим приборам отдается ввиду их невысокой

стоимости, выпуска с широким диапазоном измерения давления, классом точности от 0,1 до 2,5 и диаметром корпуса от 50 до 200 мм. Кроме того, корпус прибора, в зависимости от условий эксплуатации, изготавливается из пластмасс, стали, латуни и других материалов по заказу потребителя. Аналогичные приборы других производителей, включая импортные, по надежности работы, качеству изготовления и цене не имеют преимуществ перед выше предложенными приборами.

Для измерения малых давлений (до 10 кПа), что характерно для газо-воздушного тракта котельной установки наиболее приемлемыми являются напоромеры и тягонапоромеры марок «НМП», «ТНМП» и «ДНМП» производства ЗАО «Манотомь» и ГУП «Теплоконтроль» г. Казань, выпускаемые с классом точности от 1 до 2,5. Визуальный контроль температур теплоносителей, топливного газа и продуктов сгорания осуществляется с помощью биметаллических и стеклянных (ртутных и спиртовых) термометров. Недостатком последних является их малая надежность вследствие частого разрушения от вибрации и «хлопков», которые могут возникать при работе котельных. Поэтому при проектировании блочно-модульных котельных предпочтение отдается биметаллическим термометрам.

В настоящее время наибольшее распространение получили биметаллические термометры марок «ТБП» ГУП «Теплоконтроль» и «ТБ» производства СП «Завод теплотехнических приборов» г. Минск и германской фирмы «WIKА». Два последних являются более предпочтительными, так как при одинаковых классах точности с «ТБП» (1-2,5) имеют существенно более низкую стоимость и оснащаются установочными гильзами (изготавливаемыми из стали или латуни, в зависимости от давления в системе), позволяющими осуществлять замену приборов без остановки технологического цикла котельной. Выходом из положения является применение совмещенных приборов – «термоманометров», например, фирмы «KFM-ROSMA», позволяющих одновременно контролировать температуру и давление среды. Установка таких приборов, имеющих класс точности от 1,5 до 2,5, возможно на входах и выходах трубопроводов из котельной, а так же около теплообменников. Их применение позволяет вместо двух, делать одну врезку в трубопровод, а установочная гильза, оснащенная клапаном, отказаться от применения трехходовых клапанов. Задачей приборов общекотельной автоматики является выработка, в зависимости от параметров рабочей среды, токовых сигналов для управления технологическим оборудованием котельных. Учитывая, что от работы данных приборов зависит безаварийная работа котельной, их класс точности должен быть не ниже 1, а для приборов автоматики безопасности не ниже 0,5.

Отечественная промышленность предлагает сейчас достаточно широкий выбор датчиков давления для управления технологическим циклом котельных, выпускаемых с широким диапазоном измерения и классом точности от 1,5 до 0,1, предназначенных для измерений как абсолютных и избыточных давлений, так и перепада давлений на оборудовании котельных. Наиболее широкое применение, для автоматизации работы котельных, получили датчики давлений типа «КРТ» и «ДЕМ» производства ЗАО «Орлекс» г. Орел, «Зонд» – НПП «Гидроприбор» г. Москва, ГП «Метран» – г. Челябинск, «ДМ» – ОАО «Манотомь». Причем, опыт эксплуатации котельных, построенных ООО «Энергоперспектива» г. Нижний Новгород, показал, что датчики давлений «КРТ» и «Зонд», несмотря на низкую стоимость, обладают низкой эксплуатационной надежностью. Данный факт позволяет сделать вывод о нецелесообразности применения их в котельных без постоянного присутствия персонала.

Наиболее оптимальным представляется использование датчиков моделей «ДЕМ», «Метран» и электроконтактных манометров «ДМ». Последние два позволяют решить две проблемы: получить токовый сигнал для управления оборудованием котельной и визуально следить за давлением рабочих сред. Однако, практика эксплуатации электроконтактных манометров «ДМ» на котельных, показывает их малую надежность, вследствие частого выхода из строя электрических контактов от вибрации при работе котельных. Наиболее надежными из приборов данного типа являются пожаровзрывозащитные ДМ 2005 Сг, находящие широкое применение на газовых трактах котельных.

Таким образом, проведенный анализ позволяет сделать вывод о целесообразности применения для контроля давления рабочих сред на блочно-модульных котельных приборов «ДЕМ» и «Метран», причем последние, несмотря на более высокую стоимость, обладают более высоким классом точности и одновременно позволяют выдавать токовый сигнал и визуально контролировать измеряемый параметр.

В качестве датчиков температуры, в общекотельной автоматике, применяются медные (ТСМ) и платиновые (ТСП) термометры сопротивления. Наиболее надежными, из предлагаемых промышленностью являются приборы ГП «Метран» г Челябинск и ЗАО «Термико» г. Москва. Последние обладают некоторым преимуществом, т.к. при одинаковом классе точности имеют больший межповерочный интервал (2 года), в то время как у приборов ГП «Метран» он составляет 1 год. В соответствии с требованиями «Правил учета тепловой энергии теплоносителей» все современные котельные должны оборудоваться узлами учета тепла и газа. В настоящее время на российском рынке применяется широкий спектр вариантов узлов коммерческого учета газа и тепла. При этом на практике, применяются две основные концепции комплектования узлов учета приборами.

Первая реализует формирование полностью законченного и поверенного на заводе-изготовителе узла. Примерами могут служить ИК СГ-ЭКВ-Т и ИВК «Саяны», имеющие сертификаты на весь комплекс, единый паспорт и общую погрешность измерений на весь комплекс. Данная концепция существенно упрощает процедуру подбора, монтажа и наладки измерительного комплекса, но существенно удорожает стоимость узла учета.

Второй вариант – это монтаж непосредственно у потребителя на месте эксплуатации узла коммерческого учета, состоящего из отдельных элементов: расходомеров, датчиков давления, температуры и корректоров тепла и газа, подобранных при проектировании. Такие узлы являются более дешевыми, но не имеют сертификата Госстандарта и поэтому требуют дополнительных работ по согласованию и поверке комплексов.

Библиографический список

1. СНИП II-35-76 Котельные установки. / Госстой СССР - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1976. – 48с.
2. СНИП 3.05.07-85 Системы автоматики. / Госстой СССР - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 52с.
3. Правила учета тепловой энергии теплоносителей. / П683 Главгосэнергонадзор – М.: Изд-во МЭИ, 1995. – 68с.