

где

$$\psi_k(\pm x) = \exp(k^2 D\tau \pm kx) \operatorname{erfc}\left(\pm \frac{x}{2\sqrt{D\tau}} + k\sqrt{D\tau}\right). \quad (8)$$

По данным экспериментов многих исследователей постоянная A (7) имеет порядок 100 см^{-1} .

УДК 621.1

Современные технологии энергоснабжения

Ярмольчик Ю.П., Ярмольчик М.А.

Белорусский национальный технический университет

Современные технологии энергоснабжения значительно отличаются от ранее принятых и до сих пор используемых на многих предприятиях, для помещений и зданий различного назначения и т.д. Наибольшие изменения претерпели системы теплоснабжения, где возможен наибольший эффект в энергосбережении. Так, современные системы управления котельными установками способны полностью управлять системой отопления практически любого здания. Они имеют большое количество дополнительных функций, способных сократить расход топлива. Рассмотрим некоторые наиболее эффективные функции современных технологий управления и регулирования системами теплоснабжения.

Погодная компенсация или погодозависимое регулирование. Данная функция предназначена для автоматического определения температуры в подающей линии котла, в зависимости от температуры наружного воздуха. Если на улице $20\dots 30^\circ\text{C}$ мороза, то в систему отопления будет подаваться теплоноситель с температурой $80\dots 90^\circ\text{C}$. А если на улице 0°C , тогда нет смысла подавать теплоноситель с такой большой температурой, и система управления автоматически понизит температуру котловой воды. Отсутствие этой функции приводит, как правило, к чрезмерному повышению комнатной температуры, вследствие чего происходит перерасход топлива.

Возможность задания приоритетов между контурами. Данная функция предназначена для оптимизации мощности котла. Например, мощность Вашей системы отопления 30 кВт, водоснабжения - 40 кВт, бассейна - 30 кВт. В этом случае Вам нужен котел мощностью $30+40+30 = 100$ кВт. Но на отопление 30 кВт требуется только тогда, когда на улице минимальные температуры, а такое бывает не часто. К тому же можно разделить нагрев горячей воды и бассейна: если во время нагрева бассейна появляется потребность в горячей воде, нагрев бассейна прерывается и включается нагрев воды контура ГВС (горячего водоснабжения). Таким образом, можно уменьшить мощность котла до 70 кВт. В этом случае котел будет дешевле, к тому же при грамотной настройке системы он будет более равномерно загружен.

Датчик комнатной температуры. Предназначен для более точного регулирования системы отопления. Датчик устанавливается в одном из помещений и измеряет температуру воздуха внутри помещения. Как правило, такие датчики имеют терморегулятор, с помощью которого можно установить необходимую температуру. В сочетании с современной системой управления это может максимально увеличить комфорт и привести к экономии топлива.

Автоматическое определение режима "лето - зима". Данная функция в современных системах управления свободно программируется. Ее принцип работы заключается во включении/выключении котла по температуре наружного воздуха. При этом в летнем режиме помещение не отапливается, однако сохраняется функция нагрева воды ГВС. Некоторые системы управления имеют одну заданную температуру для всех отопительных контуров, по которой система управления переключает режим работы котла. В этом случае нельзя запрограммировать, чтобы зимой у Вас работали радиаторы и теплый пол, а летом - только теплый пол. В более современных системах управления температура переключения режимов программируется для каждого контура отдельно. Данная функция предназначена в основном для более комфортного отопления и дает незначительную экономию топлива.

Единое управление всеми насосами и смесителями. В современных системах отопления эта функция просто необходима.

Как только в системе отопления появляется неуправляемый насос, это приводит к нарушению комфортного отопления. Например: температура воздуха на улице $+5^{\circ}\text{C}$, и в радиаторы нужно подавать теплоноситель с температурой 60°C ; а для нагрева бойлера нужна максимально возможная температура теплоносителя 90°C . В этом случае, если насосом отопительного контура не управляет единая система управления, то в радиаторы будет подаваться теплоноситель с температурой 90°C , что приведет к значительному перегреву воздуха в помещении. Если же все насосы подсоединены к единой системе управления, то во время нагрева бойлера насосы системы отопления просто отключаются. А так как бойлер нагревается всего 20..30 минут, понижение температуры воздуха в помещении не составит более $1..2^{\circ}\text{C}$. При этом система управления рассчитает время нагрева бойлера и выключит горелку чуть раньше, чем вода в бойлере нагреется до нужной температуры. Это приведет к тому, что по завершению нагрева бойлера температура котловой воды составит необходимые $62..65^{\circ}\text{C}$, а не 90°C . Кроме того, единое управление необходимо при низкотемпературном режиме работы котла. В тех случаях, когда температура котловой воды в низкотемпературных котлах опускается ниже 45°C для дизельных, и 55°C для газовых котлов, во время запуска горелки может образовываться конденсат. Для предотвращения этого явления во время запуска горелки система управления отключает все насосы, в этом случае котел быстрее выходит на режим, и исключено образование конденсата. Этот процесс называется "логика насоса".

Дистанционное управление отоплением. Модуль для дистанционного управления котельной установкой (через модем по телефонной линии), как правило, покупается отдельно, как опция. Это связано с тем, что в настоящее время данная функция - редкость и стоит довольно дорого. Но у этой функции есть ряд преимуществ. Например, возможность контролировать работу котельной во время длительного отсутствия (ведь любая поломка может привести к размораживанию системы и дорогостоящему ремонту). Также можно проверить работу установки либо просто перепрограммировать систему, не вызывая для этих целей сервисного инженера, а просто обратившись в специализированную организацию, в которой есть соответствующее про-

граммное обеспечение и квалифицированный сервисный инженер. В этом случае сервисный инженер из своего офиса подключится к системе управления, просмотрит все параметры, и только если будут обнаружены неполадки, выедет на место и проведет соответствующие работы. Это сэкономит время и деньги.

Пониженный режим работы котла. С помощью этой функции можно запрограммировать отопительную систему таким образом, чтобы, например, ночью котел работал в пониженном режиме. А с утра котел будет автоматически выходить на нормальный режим работы. При отсутствии данной функции система отопления работает на полную мощность постоянно, в том числе и в то время, когда это никому не нужно. Наличие такой функции приводит к значительной экономии топлива.

Энергонезависимая память. Эта функция обеспечивает автоматическое включение котла после обесточивания котельной установки. Если данная функция не предусмотрена, то после аварийного выключения электроэнергии придется спускаться в котельную и включать котел вручную, а в случае отсутствия оператора в нужный момент может произойти размораживание системы, которое повлечет за собой необходимость дорогостоящего ремонта.

Возможность модернизации и программирования. Желательно, чтобы система управления могла быть модернизирована. В случае необходимости дополнения отапливаемой площади или изменения параметров отопления, не придется покупать новую. Если же ее можно модернизировать - просто докупается дополнительный блок. Кроме того, система управления должна свободно программироваться. В системе должны быть различные уровни программирования: пользовательский и сервисный. В пользовательском уровне содержатся, как правило, только настройки параметров температуры в помещениях, программы отопительных контуров и просмотр некоторых параметров, таких как: температура на улице, время работы котла. В сервисном уровне программируются такие настройки, как: тип отопительного котла, вид топлива, горелка, время работы насосов, сервоприводов. Это приводит к упрощению пользования системой управления пользователю, и предотвращает возможность

порчи оборудования вследствие нарушения пользователем сервисных настроек.

К сожалению, часто строительные или монтажные организации попытки удешевления проектной стоимости начинают именно с автоматики. Вследствие этого в котельной вместо одной качественной системы управления появляется несколько простых, которые в процессе эксплуатации могут работать некорректно и вызывать много проблем.

УДК 621.1

Турбинизация производственных и отопительных котельных

**Есьман Р.И., Врублевский И.И., Ярмольчик Ю.П.,
Прокопеня И.Н.**

**Белорусский национальный технический университет
РУП «БЕЛНИПИЭнергопром»**

В последней четверти XX века в условиях технического прогресса крупных тепловых электростанций, развития ядерной энергетики, централизованного энергоснабжения и низкой стоимости топлива мелкие ТЭЦ потеряли свою конкурентоспособность и строительство их было прекращено, хотя попытки обосновать их энергосберегающую эффективность предпринимались в начале 80-х годов.

В настоящее время, когда строительство крупных тепловых электростанций сталкивается с серьезными социальными, экологическими и инвестиционными проблемами, когда прежняя идеология развития крупной теплофикации оказывается технически и экономически проблематичной, а стоимость органического топлива приблизилась к мировым ценам, которые в условиях нестабильности топливо-добывающих стран достигли небывалых значений и не собираются останавливаться, рентабельными во многих случаях становятся и малые ТЭЦ, как показывают непредвзятые и обстоятельные обоснования их эффективности в условиях рыночной экономики. К тому же такие ТЭЦ претерпевают существенное техническое изменение в части повышения экономичности и качества основного оборудования, снижения его материалоемкости, автоматизации управле-