

УДК 681.5.015.23

Д.Г. Поляков

**ОБ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ
ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ**

По сведениям [1] Россия обладает уникальным потенциалом энергосбережения, который оценивается в 39...47 % существующего годового потребления энергии. Почти третья часть этого потенциала сосредоточена в топливно-энергетических отраслях (в том числе четверть – в электроэнергетике и теплоснабжении), еще 35...37 % – в промышленности и 25...27 % – в жилищно-коммунальном хозяйстве.

Наиболее стабильно и практически на проектной мощности в настоящее время все еще работает система горячего водоснабжения и теплоснабжения населения и промышленных предприятий. Как известно [2], большинство производственно-отопительных котельных и многие отопительные котельные большой мощности укомплектованы двухбарабанными паровыми котлами с горизонтальным ходом дымовых газов типов ДКВр, ДКВ, ДЕ, КЕ и др. Эти котлы при надлежащей эксплуатации имеют высокую эксплуатационную надежность, особенно этим отличаются котлы ДКВр.

Существуют неоднозначные мнения относительно перспектив модернизации системы автоматизации подобных котлов. В [2] утверждается, что нет смысла вкладывать средства в совершенствование котлов типа ДКВр, конструкция которых в основном была разработана в середине XX в. Однако, есть данные об успешно проведенной реконструкции системы управления котельной на базе котлов ДКВр [3 – 6]. Кроме того, в 2004 г. возобновлено производство котлов ДКВр на заводах промышленной группы "Генерация" [7]. Таким образом, напрашивается вывод о целесообразности проведения работы в направлении повышения эффективности расходования топлива в котлах указанных типов.

Основной недостаток существующих котельных на базе котлов ДКВр – плохая автоматизация. Известно, что комплексная автоматизация позволяет повысить КПД котлоагрегатов за счет оптимальных режимов работы и соответственно сэкономить топливо. При этом только за счет автоматизации процесса горения топлива вполне реально повысить КПД на 1...4 % [8]. По данным [9], для топливных объектов экономия топлива в количестве 10 % в динамических режимах – далеко не предел.

При ручном регулировании по режимным картам, которое имеет место во всех котельных на базе котлов ДКВр [10], невозможно поддерживать оптимальные значения коэффициента избытка воздуха α . Увеличение α ($\alpha > 1$) вызывает увеличение тепловых потерь с уходящими газами. При уменьшении ($\alpha < 1$) наблюдается интенсивный химический недожог, что увеличивает потери вследствие химической неполноты сгорания топлива [8].

Для оптимизации режимов сжигания топлива в котельных жилищно-коммунального хозяйства целесообразно применять разработанный и поставляемый ОАО "Всероссийский теплотехнический научно-исследовательский институт" пульсационный датчик-индикатор недожога типа ИНТ-2. Он позволяет обнаружить начальный момент появления следов недожога топлива, что дает возможность предотвратить режимы горения с неполным сгоранием, существенно уменьшить избыток воздуха в топке котлоагрегата и тем самым снизить тепловые потери с уходящими газами. При этом экономия топлива может составить от 3 до 5 %. Особенно эффективно применение данного индикатора для котлоагрегатов типов ДКВр, ПТВМ, ДЕ, а также в заводских котельных [11].

Таким образом, можно выделить основное направление повышения эффективности использования топливных ресурсов (природного газа и мазута) в котлах типа ДКВр и им подобных. Необходимо, наряду с использованием традиционных средств (поддержание режима химводоочистки, рекуперация тепла отводимых газов и пр.), осуществлять внедрение микропроцессорной системы оптимального управления процессом горения, решающей задачи оптимизации в реальном времени.

В промышленно развитых странах уже давно используется такой режим работы котла, когда температура в отапливаемом помещении соответствует комфортным условиям только во время нахождения в нем людей. Автоматика включает отопление в жилых зданиях перед возвращением людей с работы и выключает в отсутствие жильцов, в производственных помещениях отопление включается перед началом рабочего дня и выключается после его окончания. В остальное время поддерживается минимально допустимая температура.

Необходимо отметить, что объекты управления представляют собой системы с распределенными параметрами, состояние которых в общем случае описывается дифференциальными уравнениями в частных производных. Распределение температур по отапливаемым помещениям и длине теплопровода зависит от целого ряда факторов: площади теплообменной поверхности, удаленности от распределительных узлов и др. Нередки случаи повышенной температуры в некоторых помещениях относительно остальных, отапливаемых одной и той же системой.

Рассмотрение режима работы крупных предприятий, имеющих собственные производственные котельные, показывает, что реальные режимы работы отличаются от номинальных. После окончания рабочей смены сотрудники нередко остаются на сверхурочные работы, вызванные производственной не-

обходимостью. При этом затруднительно заранее составить четкий график работы котельной, и, как следствие, возможен как перерасход газа на отопление помещений завода, так и понижение температуры в отапливаемых помещениях относительно комфортной.

Существующие в настоящее время системы управления работой котлов обеспечивают только стабилизацию выбранных установившихся режимов. Эти системы не могут решать в реальном времени задачи оптимального управления динамическими режимами с минимумом расхода топлива при ограничениях на реальные условия функционирования. Имеющиеся системы автоматического регулирования не учитывают информацию о распределении температур и реальном расходе тепловой энергии в отапливаемом помещении. В них отсутствует автоматическая коррекция при выработке управляющего воздействия в зависимости от температуры наружного воздуха. Эти задачи могут решаться микропроцессорной системой, использующей результаты анализа и синтеза оптимального управления на множестве состояний функционирования.

В микропроцессорной системе предусмотрена база знаний, которая позволяет по данным об объекте управления (модель динамики, ограничения на управляющие воздействия, фазовые координаты и т.д.) и окружающей среде (температура окружающего воздуха, реальная и требуемая температура в отапливаемом помещении) вырабатывать оптимальные управляющие воздействия для всех встречающихся на практике состояний функционирования.

Имитация работы системы управления с использованием компьютерного моделирования показывает, что эффект от оптимизации динамических режимов может достигать 10...15 %. Кроме того, достоинством данной системы является возможность решения задач оптимального управления при переходе с одного вида энергоносителя на другой, например, с газа на жидкое топливо.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Яворский А.Б. Совершенствование экономического механизма хозяйствования. Основные направления Энергетической стратегии России на период до 2020 года // Промышленная энергетика, 2003. № 12. С. 2 – 6.
- 2 Васильев А.В., Антропов Г.В., Сизоненко А.А. Сравнительный анализ паровых и водогрейных котлов для промышленных и отопительных котельных // Промышленная энергетика, 2003. № 9. С. 18 – 23.
- 3 Петров А.В. Построение современных систем контроля и управления котлоагрегатами средней и высокой производительности // Промышленная энергетика, 2004. № 4. С. 20 – 21.
- 4 АСУ ТП / Энергетика / Комплексные системы управления котлоагрегатами // <http://www.rakurs.com/production/boiler/index.phtml>;
- 5 12 лет безупречной работы на рынке АСУ ТП // <http://www.rakurs.com/articles/12.html>;
- 6 Проекты ООО НПФ "Ракурс" в ЦБП // <http://www.rakurs.com/articles/projectCBP.html>;
- 7 Паровые котлы серии ДКВр // <http://www.generation.ru/kotob5.php>;
- 8 Мезенцев А.П. Основы расчета мероприятий по экономии тепловой энергии и топлива. Л.: Энергоатомиздат, 1984. 120 с.
- 9 Голушко С.А. Разработка автоматических систем, обеспечивающих синтез оптимального управления в реальном времени (на примере топливных печей) // Дис. ... канд. техн. наук. Тамбов, 2000. 147 с.
- 10 Поляков Д.Г. Топливосберегающая информационно-управляющая система // Международная конференция "Наука на рубеже тысячелетий": Сб. научн. ст. по материалам конф. 29 – 30 октября 2004 г. Тамбов: ПБОЮЛ Бирюкова М.А., 2004. С. 156 – 157.
- 11 Ольховский Г.Г., Тумановский А.Г., Трёмбовля В.И. Экономия энергетических ресурсов. Резервы энерго- и ресурсосбережения в крупных котельных промышленной и коммунальной энергетики // Промышленная энергетика, 2004. № 1. С. 2 – 16.