

тельных котельных, которые уже получают практическую реализацию.

УДК 658.26:681.5.015

**Технологические схемы
малоотходных источников теплоснабжения**

Седнин В.А., Шкловчик Д.И., Шимукович А.А.,
Полякова Т.С.

Белорусский национальный технический университет

Пути повышения эффективности традиционных технологий в теплоснабжении известны: это дальнейшее развитие теплофикации (комбинированной выработки тепловой и электрической энергии), снижение тепловых потерь при транспорте тепловой энергии и создания систем автоматизированного управления технологическими процессами. Сравнительно новыми решениями для традиционной теплоэнергетики является применение парогазовых и газомоторных установок и глубокая утилизация продуктов сгорания органического топлива. Структурная и параметрическая оптимизация систем теплоснабжения в совокупности с внедрением систем автоматического управления позволяет снизить топливно-энергетические затраты в области теплоснабжения до 40% и значительно снизить выбросы в атмосферу парниковых газов.

В ходе проводимых ОНИЛ ЭТР БНТУ НИОКР по развитию теоретических основ создания высокоэффективных технологий в области теплоснабжения и управления ими и их апробация в промышленных условиях решались следующие задачи:

- разработка на базе системно-структурного подхода математических моделей теплоэнергетических установок и систем макроуровня для решения задач параметрической оптимизации и управления;

- разработка структурно-схемных решений перспективных энергоэкологически эффективных источников теплоснабжения на базе регенеративно-утилизационных схем;

Рассмотрим возможные подходы по модернизации теплоисточников с позиции глубины использования уходящих газов. Основными теплоисточниками в системах теплоснабжения на

органическом топливе являются котельные (промышленные и отопительные) и теплоэлектроцентрали (паросиловые, газотурбинные, парогазовые и дизельные). Энергетическая эффективность теплоисточников определяется коэффициентом полезного действия (КПД) или обратной ему величиной – удельным расходом топлива на выработку единицы энергии. Для более объективной оценки эффективности работы энергетических систем используют оценки методы эксергетического анализа. На первый взгляд энергетическая эффективность котельных достаточно высока (КПД около 80...85%), однако применение комбинированных энергоисточников более привлекательно, т.к. приблизительно при таком же КПД на теплоэлектроцентралях можно вырабатывать до 50...55% электроэнергии, что значительно повышает их эксергетический КПД. Таким образом, принципиально важно уменьшить эксергетические потери со стороны "горячего теплоисточника".

Тем не менее, дальнейшее повышение энергетической эффективности теплоисточников можно добиться и за счет глубокой утилизации теплоты продуктов сгорания на стороне "холодного теплоисточника". Однако, несмотря на то, что за счет использования теплоты конденсации водяных паров можно получить 15...20% дополнительной теплоты, часто возникают проблемы ее использования из-за низкого температурного потенциала. Обычно эта теплота используется для подогрева воздуха, подаваемого для горения топлива и на подогрев сырой воды для подпитки тепловых сетей. Вследствие "относительно" слабого энергетического эффекта схемы глубокого охлаждения продуктов сгорания используются на практике не в достаточных масштабах. Тем не менее современные требования к охране окружающей среды и тенденции развития техники диктуют разработку технических решений глубокой утилизации продуктов сгорания с целью достижения безотходности энергетического производства. Что становится особенно актуально в связи с необходимостью снижения выбросов в атмосферу диоксида углерода.

В качестве примера рассмотрим комбинированную схему теплоисточника с глубокой утилизацией продуктов сгорания на основе применения адсорбционных и абсорбционных систем. На рис. 1 показаны принципиальная схема промышленно-

отопительной котельной, состоящая из генерирующего блока (паровые котлы и паровые турбины), блока подготовки воды, углекислотной адсорбционной станции и абсорбционного преобразователя теплоты. На рис. 2 представлена принципиальная схема адсорбционно-абсорбционной надстройки этой котельной: системы теплообменников для охлаждения дымовых газов, адсорбционной углекислотной станции и абсорбционного преобразователя теплоты для увязки энергетических потоков.

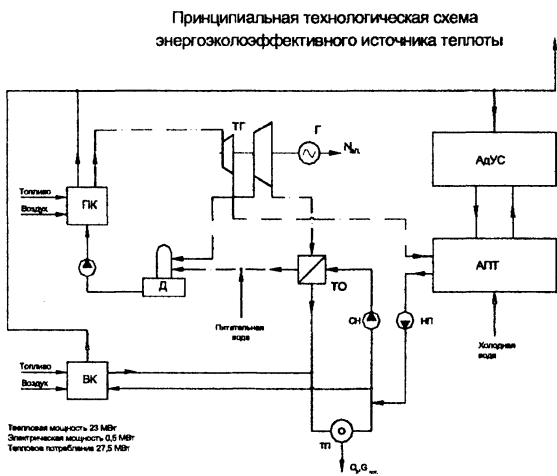


Рис. 1

Очевидно, что при применении подобной схемы на паросиловой ТЭЦ изменяются только масштабные факторы. В случае парогазовой установки в состав схемы входят: газотурбинного блока, паросилового блока, блока подготовки воды, адсорбционной углекислотной станции и абсорбционного преобразователя теплоты. Отличием будет только возможность включения в утилизационный контур дополнительно охладителей воздуха компрессорной установки.

Параметрический анализ данных схем позволяет сделать вывод о перспективности дальнейших исследований в данном направлении с целью их конструктивной реализации. Расчет энер-

гетического баланса по рассматриваемым схемам показывает, что энергетические затраты в комбинированных схемах на получение углекислоты сводятся к минимуму. Несомненно, значительный интерес представляет структурная оптимизация подобных схем с использованием эксергетического анализа и применению других технологий для разложения дымовых газов.

УДК 666.92

**Анализ работы печи для обжига извести типа ППР
Жлобинского металлургического завода**

Седнин В.А., Кожевников А.Г., Мельников И.В.
Белорусский национальный технический университет
РУП «Белорусский металлургический завод»

На БМЗ установлены и функционируют две шахтные прямоточно-противоточные регенеративные печи (ППР), основным преимуществом которых являются: относительно низкий удельный расход топлива (125...136 условного топлива на 1 т продукции), высокая регенерация теплоты отходящих газов (80-85%), высокий удельный съем извести с единицы поперечного сечения печей 120...130 т/(м² сут), выпуск извести без пережога, высокая степень диссоциации сырья (96...98%), умеренные капитальные затраты при реконструкции действующих печей, возможность обжига фракционированного известняка с размером кусков, начиная с 15...20 мм и разбросом 1:3,5...1:4.

Анализ показателей действующих на БМЗ печей видно, что имеются резервы по увеличению производительности и повышения эффективности работы печи за счет частичной ее модернизации, а также оптимизации режимных параметров. Оптимизацию конструктивных и режимных параметров возможно осуществить путем применения методов математического планирования промышленного эксперимента и разработки математической модели, описывающей физико-химические процессы в печи, проведения ее идентификации и выполнения численного эксперимента.

С точки зрения математической физики процесса обжига кальцита CaCO_3 относится к задачам теплопроводности, в которых материал претерпевает физические и химические превра-