

Ильченко К.Д. – д-р. техн. наук, проф., НМетАУ

Тарасевич Т.Ю. – зам. начальника техотдела ОАО «Агрегатный завод»

СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Приведен обзор состояния отопительных котельных установок. Рассмотрены современные конструкции котельных установок и водогрейных котлов, предназначенных для отопления и горячего водоснабжения промышленных объектов и жилых зданий.

Введение

Котельные установки в зависимости от типа потребителя разделяются на энергетические, производственно-отопительные и отопительные. По виду вырабатываемого теплоносителя они делятся на паровые, вырабатывающие пар, и водогрейные, предназначенные для производства горячей воды для отопления и горячего водоснабжения.

Энергетические котельные установки расположены на тепловых электрических станциях (ТЭС) или теплоэлектроцентралях (ТЭЦ) и вырабатывают пар для паровых турбин и других потребителей. Они оборудованы, как правило, котлоагрегатами большой и средней мощности, которые вырабатывают пар высоких параметров.

Производственно-отопительные котельные установки (обычно паровые) вырабатывают пар для производственных нужд, а также для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

Отопительные котельные установки (водогрейные или паровые) предназначены для обслуживания систем отопления, горячего водоснабжения и вентиляции производственных и жилых помещений.

В зависимости от масштаба теплоснабжения отопительные котельные делятся на местные (индивидуальные), групповые и районные.

Местные отопительные котельные обычно оборудуются водогрейными котлами с нагревом воды до температуры не более 115 °С или паровыми котлами с рабочим давлением до 70 кПа. Такие котель-

ные установки предназначены для снабжения теплотой одного или нескольких зданий.

Групповые отопительные котельные обеспечивают теплотой группы зданий, жилые кварталы или микрорайоны. Такие котельные оборудуются как паровыми, так и водогрейными котлами, как правило, большей теплопроизводительности, чем котлы для местных котельных.

Постановка задачи

Задачей данной работы является анализ состояния источников теплоснабжения в промышленности и коммунальном хозяйстве и обзор новых, современных конструкций водогрейных котлов для теплоснабжения промышленных объектов и жилых зданий.

Состояние эксплуатируемых отопительных котельных установок

В черной металлургии Украины в настоящее время эксплуатируется сорок четыре котельных установки, из которых двадцать три – паровых общей производительностью 2100 тонн пара в час и двадцать одна – водогрейная.

В промышленных котельных города Днепропетровска эксплуатируется девять котельных агрегатов, из которых котлов ДКВР различных модификаций – пятьдесят восемь, ДЕ разной производительности – девятнадцать, БКЗ-75-39ГМ – четыре, ГМ-50-14ГМ – четыре, «Дукла» – четыре и Е-50-14 – один.

Коммунальное предприятие «Днепротеплосеть» эксплуатирует 156 котельных мощностью от 0,5 до 284 МВт общей установленной мощностью 2170 МВт и 267 центральных и индивидуальных тепловых пунктов, отапливая площадь в 11,8 млн.м², централизованно подавая горячую воду 400 тыс. потребителей. Выработка тепла собственными источниками «Днепротеплосети» составляет 2,78 млн.Гкал/год, покупное тепло составляет 604,4 тыс.Гкал/год. Водогрейные котлоагрегаты коммунального хозяйства представлены котлами типа ПТВМ, НИИСТУ-5 и ТВГ различных модификаций [1].

Промышленным и коммунальным котлоагрегатам и котельным в целом присущи следующие недостатки:

- все вышеперечисленные конструкции промышленных и бытовых котлов морально и физически изношены;
- многие котлы уже не выпускаются промышленностью;
- водно-химическое хозяйство котельных запущенное;
- отсутствуют современные водоочистные и газоочистные сооружения;

- мощность ремонтных служб недостаточна.

Техническое состояние источников теплоснабжения, тепловых сетей и других объектов коммунальной энергетики на сегодняшний день не отвечает современным требованиям. Необходима техническая реконструкция всей системы теплоснабжения и внедрение нового энергоэффективного и экологически чистого теплоэнергетического оборудования.

В целом по Украине состояние коммунальной энергетики также оставляет желать лучшего. На предприятиях коммунальной теплоэнергетики находится в эксплуатации 14039 единиц котельных, где установлено 35,3 тыс. водогрейных и паровых котлов. Средняя тепловая производительность котельной – 5 Гкал/ч, котла – 2 Гкал/час. Из общего количества котельных только 564 единицы (4 %) можно отнести к централизованным источникам, мощность каждой из них составляет более 20 Гкал/ч. Остальные котельные относятся к децентрализованным источникам. В частности, производительность 10918 единиц составляет менее 3 Гкал/ч, на них установлены мелкие, неэффективно работающие котлы, как правило, физически изношенные, коэффициент полезного действия (КПД) которых при работе на газе не превышает 75 – 80 %.

Почти 64 % коммунальных котельных используют в качестве топлива природный газ, 34 % - уголь и 2 % – жидкое топливо. Срок эксплуатации почти 60 % котельных превышает 20 лет, в 38 % – эксплуатируются устаревшие котлы с низким КПД, устаревшими горелочными устройствами и автоматикой, что приводит к значительным перерасходам топлива. Третья часть всего количества установленных котлов приходится на неэффективные, снятые с производства котлы типа НИИСТУ-5 [2], в которых средневзвешенный удельный расход топлива на отпуск тепловой энергии составляет 188 кг/Гкал (КПД = 85,1 %), тогда как этот сложившийся показатель в отрасли (168 кг/Гкал) уже считается завышенным и не должен превышать 155 кг/Гкал при КПД = 92 %. Такой показатель обеспечил бы экономию в 600 – 650 тыс. тонн условного топлива и, соответственно, сократил бы вредные выбросы в атмосферу.

Предприятиями коммунальной энергетики очень медленно внедряются существующие энергосберегающие технологии, оборудование стареет и физически изнашивается, а удельный расход топлива на отпуск тепловой энергии растет.

Необходимо продолжить работы по выведению из эксплуатации мелких нерентабельных котельных с переключением их тепловых нагрузок на тепловые сети более крупных котельных.

Опыт совместного производства тепловой и электрической энергий (когенерации)

Перспективным направлением в техническом переоснащении источников теплоснабжения является перевод действующих крупных котельных в режим комбинированного производства тепловой и электрической энергий за счет их надстройки газовыми двигателями, паротурбинными и газотурбинными установками (когенерация) с целью повышения эффективности использования топлива и повышения экологической безопасности.

В 2004 г. городское предприятие «Хмельницктеплокоммунэнерго» ввело в эксплуатацию когенерационную установку с дизельными двигателями-генераторами, стоимостью 2,1 млн. грн., которые предоставило ОАО «Первомайскдизельмаш» как товарный кредит. Предприятие обеспечивает 30 % потребности в электроэнергии за счет собственного производства. Себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии составила 9,3 коп.

Одна из котельных предприятия «Коммунэнергия» в г. Ровно была также реконструирована путем оснащения двумя когенерационными установками. Проведена реконструкция двух паровых котлов с целью увеличения мощности от 23 до 60 Гкал/ч, установлены две турбины мощностью 2,5 МВт каждая. Затраты составили около 3 тыс. грн. на 1 кВт электрической мощности. Себестоимость 1 кВт·ч – 14,3 коп. В 2004 г. выработано 13,8 млн. кВт·ч электроэнергии и более 110 тыс. Гкал тепловой энергии, при этом экономия составила 4,6 тыс. тонн условного топлива. Уровень выбросов снизился на 685,2 т углеродного эквивалента.

В апреле 2005 г. правительством Украины принят Закон «О комбинированном производстве тепловой и электрической энергии (когенерации) и использовании сбросного энергопотенциала», целью которого является создание правовых основ для повышения эффективности использования топлива в процессах производства энергии или других технологических процессах, развития и применения технологий комбинированного производства электрической и тепловой энергий.

Переоборудование котельных в мини-ТЭЦ обеспечит, как показывает анализ их работы, сокращение суммарных расходов топлива на производство тепловой и электрической энергии не менее чем на 20 %, уменьшение в 2 – 3 раза расхода средств на новое строительство, сокращение в 2 – 3 и более раз сроков окупаемости, сокращение

потерь электроэнергии, а также уменьшение выбросов токсичных веществ в атмосферу.

Новые конструкции водогрейных котлов для теплоснабжения

Одной из современных конструкций котельных установок является крышная котельная, которая относится к самой низкой форме централизованного теплоснабжения, при которой источник тепла и теплопотребители находятся в пределах одного здания или его части, а иногда нескольких зданий, размещенных поблизости.

Основным показателем при устройстве таких котельных должна быть простота обслуживания и ремонта при условии безотказности и надежности работы, которая позволяет не нарушать условий нормального функционирования основного здания.

Крышные котельные имеют то преимущество, что их обслуживание осуществляется, как правило, без постоянного пребывания обслуживающего персонала, так как крышные котельные полностью автоматизированы.

Основным поставщиком современных отопительных котлов является немецкая фирма Buderus, которая поставляет отопительные котлы серии Logano типа S825L и S825L LN с системой управления Logomatik для регулирования котлового и отопительного контуров, а также так называемые «конденсационные» котлы типа SB825L и SB825L LN со встроенным в газоход конденсационным теплообменником. Отличительной особенностью таких котлов является возможность использования теплоты конденсации водяного пара, содержащегося в продуктах сгорания топлива. Это дает возможность снизить температуру уходящих газов, уменьшить потери теплоты с уходящими газами (с 7,4 % до 2,9 %) и использовать 63,6 % теплоты конденсации водяного пара.

Котлы вышеперечисленных марок являются специальными котлами, в которых сжигание топлива происходит при избыточном давлении 0,6 МПа (или 1 МПа) в соответствии с требованиями EN 303. Отопительные котлы предназначены для производства перегретой воды низкого давления с максимальной температурой 110 °С (115 °С для России и стран СНГ). Указанная температура является температурой срабатывания предохранительного клапана.

В табл. 1 представлены характеристики котлов Logano.

Топливом для отопительных котлов служит природный или сжиженный газ, а также мазут (дизельное топливо). Конденсационные котлы работают на природном или сжиженном газе, кратковременно

могут использоваться мазут или дизельное топливо (за один отопительный период не более четырех недель).

Таблица 1

Максимальная тепловая производительность и характеристики котлов Logano

Тип	S825L		S825L LN		SB825L		SB825L LN	
	Q, кВт от – до	1000	19200	750	17500	1000	19200	750
Дополнительные устройства	-		-		Конденсационный теплообменник		Конденсационный теплообменник	
Особые характеристики	-		Низкая нагрузка на топочную камеру для минимального значения NO _x		-		Низкая нагрузка на топочную камеру для минимального значения NO _x	

Отопительные котлы вышеприведенных марок имеют цилиндрическую форму, обшивка котла выполнена из структурированного алюминиевого листа с изоляцией толщиной 100 мм без тепловых мостиков. Котел установлен на раму из швеллера и не нуждается в устройстве специального фундамента. Камера сгорания также имеет цилиндрическую форму, горелка установлена непосредственно в дверце котла. В конструкции котла используется трехходовой проход продуктов сгорания в противотоке. Вместе с эффективным использованием поверхности нагрева это позволяет достичь низких значений эмиссии вредных веществ. Масса котла в зависимости от типоразмера составляет от 2,5 до 41 т.

Вокруг топочной камеры симметрично расположены дополнительные поверхности нагрева. Внутренняя, полностью омываемая водой, камера поворота дымовых газов обеспечивает низкие температуры в передней части котла в месте поворота продуктов сгорания при движении из второго в третий газоход, тем самым, снижая тепловую нагрузку на дверцу топочной камеры.

Во всех отопительных и конденсационных котлах серии Logano под штуцером обратной линии встроен направляющий элемент для воды. За счет инжекции от воды, с большой скоростью поступающей в котел из обратной линии, происходит смешивание нагретой котловой воды с холодной обратной водой. Это приводит к оптимальному протеканию воды в объеме всего котла. Плавные перепады температур в котле приводят к равномерному распределению температур внутри всего котла. Такое течение воды и распределение температуры воды в

отопительном котле обеспечивает надежный сухой режим работы с минимальной температурой воды в обратной линии 50 – 60 °С. На случай нарушения этого условия предусмотрен дренаж конденсата дымовых газов из топочной камеры котла.

Газовые конденсационные котлы снабжены одним или несколькими конденсационными гладкотрубными теплообменниками, выполненными из нержавеющей стали, имеющими патрубки для подключения подающей и обратной линий, а также линии для отвода конденсата. Конденсационный теплообменник встроен в сборный коллектор дымовых газов.

Для эффективного использования теплоты конденсации водяного пара, содержащегося в дымовых газах, необходимо охладить дымовые газы до температуры ниже точки росы (50 °С). Степень использования теплоты конденсации зависит от расчетных температур сетевой воды и от времени, отработанного котлом в режиме конденсации.

Газовые конденсационные котлы могут быть установлены в любую отопительную систему, но доля используемой теплоты конденсации и коэффициент полезного действия зависят от режима эксплуатации и расчетных температур воды в обратной линии.

Отопительная система с расчетной температурой в прямой линии 40 °С, а в обратной – 30 °С применяется в домах повышенной комфортности в системах низкотемпературного панельного отопления или при обогреве пола (в интервале наружных температур от –15 до +20 °С). В этом случае большое значение имеет действительная мощность конденсационных котлов такой отопительной системы в течение всего отопительного периода. Низкие температуры воды в обратной линии всегда ниже температуры точки росы, так что теплота конденсации выделяется постоянно. К таким системам конденсационный котел подходит идеально.

Эффективное использование теплоты конденсации возможно также при расчетных температурах в отопительном контуре 75/60 °С в течение времени, составляющем примерно 95 % от длительности годового отопительного периода. Это относится к наружным температурам от –7 °С до +20 °С.

На установках с температурой сетевой воды 90/70 °С и с режимом, при котором регулирование температуры воды в отопительном контуре происходит в зависимости от температуры наружного воздуха, время использования теплоты конденсации составляет 80 % от длительности годового отопительного периода.

Выводы

Техническое состояние источников теплоснабжения, тепловых сетей и других объектов коммунальной энергетики на сегодняшний день не отвечает современным требованиям. Необходима техническая реконструкция всей системы теплоснабжения и внедрение нового энергоэффективного и экологически чистого теплоэнергетического оборудования.

Переоборудование котельных в мини-ТЭЦ обеспечит, как показывает анализ их работы, сокращение суммарных расходов топлива на производство тепловой и электрической энергии не менее чем на 20 %, уменьшение в 2 – 3 раза расхода средств на новое строительство, сокращение в 2 – 3 и более раз сроков окупаемости, сокращение потерь электроэнергии, а также уменьшение выбросов токсичных веществ в атмосферу.

Крышные котельные имеют то преимущество, что их обслуживание осуществляется, как правило, без постоянного пребывания обслуживающего персонала, встраиваются в уже имеющиеся здания и не нарушают функциональности основного здания.

Фирма Buderus поставляет отопительные котлы серии Logano типа S825L и S825L LN с системой управления Logomatik для регулирования котлового и отопительного контуров, а также конденсационные котлы типа SB825L и SB825L LN со встроенным в газоход конденсационным теплообменником. Отличительной особенностью последних является возможность использования теплоты конденсации водяного пара, содержащегося в продуктах сгорания топлива, что дает возможность снизить температуру уходящих газов, уменьшить потери теплоты с уходящими газами (с 7,4 % до 2,9 %) и использовать 63,6 % теплоты конденсации водяного пара.

Список литературы

1. Тихомиров К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция Учебник для вузов.-3-е изд., перераб. и доп. –М.: Стройиздат, 1981. – 272 с.
2. Справочник эксплуатационника газифицированных котельных / Л. Я. Порецкий, Р. Р. Рыбаков, Е. Б. Столпнер и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Недра, 1988. –224 с.

Рукопись поступила 01.04.2009 г.