

УДК 330

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СХЕМ ГОРОДСКОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АБСОРБИЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Янчук В.В., Страчинский С.И., Пестрак А.В.

Научный руководитель – к.т.н. Муслина Д.Б.

В статье рассчитана экономическая эффективность применения абсорбционного теплового насоса в тепловой схеме отопительной газовой котельной для расчетных нагрузок города Бобруйска по сравнению с традиционной схемой без теплового насоса.

В данной работе выполнен теоретический анализ эффективности использования теплоты конденсации водяных паров уходящих дымовых газов с помощью абсорбционного теплового насоса на примере районной газовой котельной города Бобруйска.

Потери теплоты с уходящими дымовыми газами – главный фактор, влияющий на показатель эффективности работы котла. Чем выше температура уходящих дымовых газов, тем ниже показатель эффективности. Уменьшение температуры газов от 200 до 60 °С обеспечивает утилизацию только физической теплоты газов и медленный рост тепловой эффективности. А при охлаждении дымовых газов ниже точки росы (около 55 °С), водяной пар начинает конденсироваться, что вызывает резкое увеличение показателя эффективности. То есть, охлаждение дымовых газов ниже точки росы – важное условие при утилизации теплоты.

Работа конденсационных котлов определяется системой, к которой они подключены, а именно, температурой обратной сетевой воды. Что касается системы отопления в городах, то температура обратной воды может достигать 55°С, что недостаточно для конденсации водяных паров дымовых газов. Значит, для полной регенерации теплоты в районных системах отопления с высокой температурой обратной сетевой воды, необходимо создать приемник теплоты с температурой, ниже температуры конденсации дымовых газов и обеспечить высокий коэффициент теплопередачи от потока дымовых газов к нагреваемой ими среде.

Система, которая отвечает поставленным задачам, включает в себя абсорбционный тепловой насос и контактный теплообменный аппарат [1], рисунок 1.

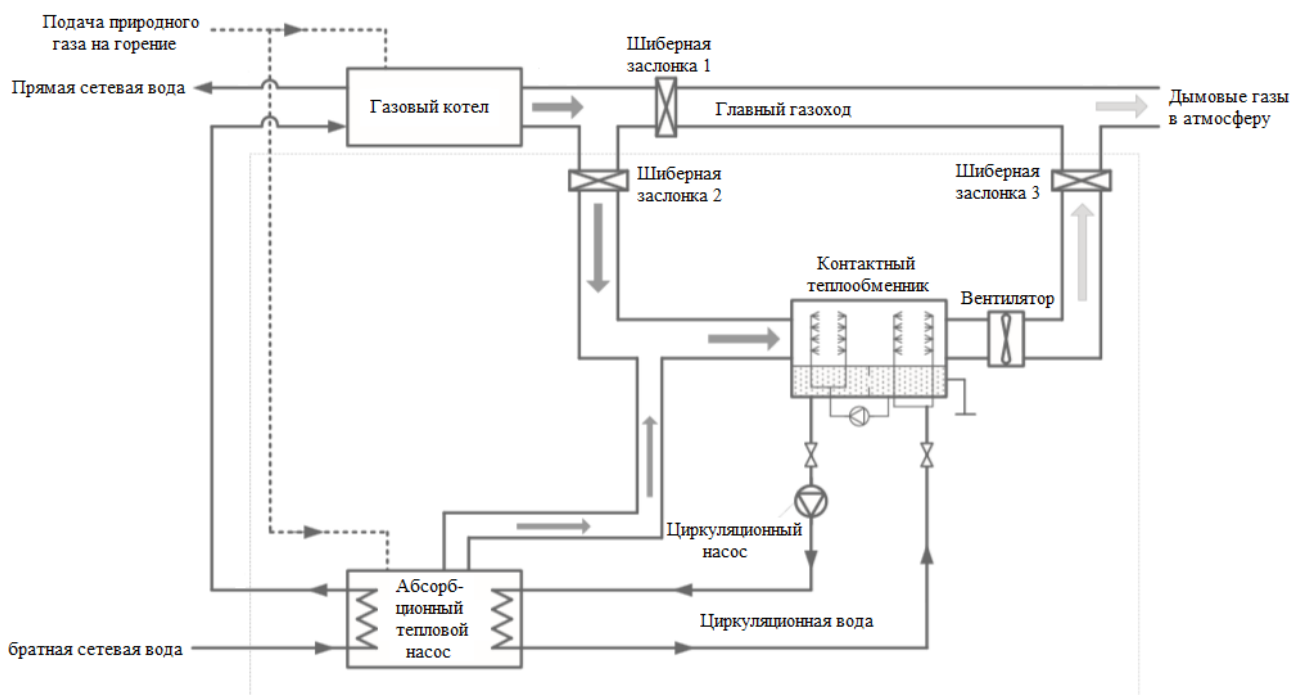


Рисунок 1. Структурная схема котельной с АБТН.

Первоначально на котельной был установлен только газовый котел и главный газоход, остальные элементы встраиваются в процессе модернизации. При работе системы шиберная заслонка 1 закрыта, а 2 и 3 – открыты, и дымовые газы вместо сброса в атмосферу идут в теплообменный аппарат. Высокопотенциальным источником теплоты в абсорбционном насосе являются продукты сгорания природного газа, которые, отработав, также направляются в теплообменный аппарат. Эти два потока смешиваются перед подачей в теплообменник. Низкопотенциальным источником теплоты в абсорбционном тепловом насосе является циркуляционная вода, которая поступает в контактный теплообменник из испарителя теплового насоса. Циркуляционная вода распыляется посредством группы форсунок и, нагреваясь, охлаждает дымовые газы. Затем циркуляционная вода идет в испаритель теплового насоса.

Обратная сетевая вода перед подачей в котел частично нагревается посредством теплового насоса. Это количество теплоты равняется сумме теплоты газа, сжигаемого в тепловом насосе, и теплоты, переданной циркуляционной воде в теплообменном аппарате. После предварительного нагрева сетевой воды в тепловом насосе, она поступает в газовый котел, где догревается до необходимой температуры.

Таким образом, подобная система имеет следующие особенности:

- абсорбционный тепловой насос позволяет создать контур циркуляционной воды, температура которой достаточно низкая для охлаждения дымовых газов ниже точки росы;
- в целях увеличения коэффициента теплопередачи используется контактный теплообменный аппарат;
- отработавшие в тепловом насосе дымовые газы также полезно используются;
- вода из системы теплоснабжения напрямую не контактирует с дымовыми газами, что позволяет избежать риска коррозии трубопроводов.

По климатологическим данным [2] рассчитана суммарная требуемая годовая тепловая нагрузка котельной [3]: 32767,9 МВт·ч.

Годовое потребление газа котельной до установки АБТН при данной тепловой нагрузке составляет 3521,33 тыс.м³, а годовые затраты средств на топливо на котельной составляют 601,71 тыс.у.е.[4]. Расчет производился для АБТН с отопительным коэффициентом $COP_{hp} = 1,72$ [5].

Максимальная оправданная мощность устанавливаемого АБТН равна 1,5 МВт. В этом случае количество теплоты, отводимое с дымовыми газами, составит 1613 кВт·ч (при КПД котла 92 %). В то время как в контактном теплообменнике будет регенерироваться 1308 кВт·ч. Потери теплоты с дымовыми газами составят около 300 кВт·ч при их охлаждении до 38 – 40 °С.

Годовая выработка АБТН мощностью 1,5 МВт составит 12600 МВт·ч. Котельная будет покрывать оставшуюся часть нагрузки – 20176,9 МВт·ч. Расход газа на котельную в этом случае будет составлять 2167,3 тыс.м³. Количество энергии, подводимой к АБТН с природным газом, в пересчете на расход газа будет составлять 787,23 тыс.м³.

Общие финансовые затраты на топливо после установки АБТН будут составлять 504,86 тыс.у.е. Экономический эффект по стоимости топлива за год равен 96,85 тыс.у.е., что в относительных единицах составляет 16 %. Капиталовложения на установку АБТН такой мощности составляют 202,8 тыс.у.е., с учетом строительно-монтажных работ и стоимости контактного теплообменника.

Простой срок окупаемости данной модернизации составит 2,09 лет.

Такая модернизация обеспечивает значительную экономию первичного топлива, способствует уменьшению себестоимости продукции предприятия. Кроме того, снижается количество вредных выбросов в окружающую среду.

Полученные результаты являются теоретической основой для внедрения энергосберегающих проектов на городских и районных котельных, ввиду их энергетической и экономической целесообразности.

Литература

1. Total heat recovery of gas boiler by absorption heat pump and direct-contact heat exchanger/Kan Zhu [et al.] // Applied Thermal Engineering. – 2014. – Vol.71. – P.213-218.
2. СНиП 2.01.01-82 Строительная климатология и геофизика. - М.: Стройиздат, 1983.
3. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование. /Под ред. Проф. Б. М. Хрусталёва. – Мн.: Изд-во АСВ, 2008. – 784 ил.
4. Цены (тарифы) на энергоресурсы [Электронный ресурс] // Министерство энергетики Республики Беларусь. – Режим доступа: http://www.minenergo.gov.by/deyatelnost/ceni_tarifi/ – Дата доступа: 10.10.2017.
5. Романюк В.Н., Бобич А.А., Муслина Д.Б., Коломышкая Н.А., Мальков С. В., Бубырь Т.В. Абсорбционные тепловые насосы в тепловой схеме ТЭЦ для повышения её энергетической эффективности // Энергия и Менеджмент. — 2013. — № 1. — С. 14-19.