

деления первоочередных, конкретных мест перекладок, т.е. проводить планирование ремонтов.

## **ГЕНЕРАТОРЫ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

*Тарадай А.М., Шушляков А.В., Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

*Кириленко И.Г., КП «Харьковские тепловые сети»*

Повышение энергоэффективности систем централизованного теплоснабжения является весьма актуальным. В настоящее время потери тепловой энергии на всех уровнях, начиная от сжигания топлива до использования тепловой энергии, достигают 35-40%, а в отдельных случаях – 50-60%.

Причинами таких потерь являются: физический износ оборудования, систем тепловой изоляции и трубопроводов, а также значительные потери тепла у потребителей (до 22%). Кроме того, в существующих СЦТС не используется воспроизводимая тепловая энергия таких источников, как солнце, ветер, энергия вторичных энергоресурсов и децентрализованных источников тепловой энергии.

В настоящее время перед нами стоит задача повысить энергоэффективность систем теплоснабжения, уменьшить расход традиционных видов топлива.

С целью устранения всех недостатков в современных системах теплоснабжения и реконструкции существующих систем теплоснабжения планируется максимально использовать все источники тепловой энергии, расположенные вблизи потребителей, которые подключаются к бойлеру-утилизатору. К этому бойлеру-утилизатору подключается и система теплоснабжения потребителя, обеспечивающая тепловой энергией системы отопления, вентиляции, горячего водоснабжения. Такие системы называются комбинированными, и эти системы получили широкое применение во многих странах мира.

Схема комбинированной системы теплоснабжения включает в себя: систему централизованного теплоснабжения, систему отопления, систему вентиляции, кондиционирования и горячего водоснабжения, воспроизводимые источники тепловой энергии и генератор тепловой энергии, который выполняет функцию пикового подогревателя.

Перечисленные источники тепловой энергии присоединены к бойлеру-теплоутилизатору. Кроме того КСТС укомплектована мини ТЭЦ, а также системой комплексной очистки газов перед выбросом их

в атмосферу.

Принцип работы КСТС заключается в следующем: от системы централизованного теплоснабжения теплоноситель с постоянной температурой подается в бойлер-теплоаккумулятор. Расход теплоносителя регулируется с помощью системы автоматики в зависимости от параметров теплоносителя в бойлере-теплоаккумуляторе. В этот же бойлер-теплоаккумулятор поступает тепловая энергия (ТЭ) от солнечных коллекторов, от электрических теплообменников, ветроагрегатов и от теплоутилизаторов тепловой вторичной энергии, а также от ГТЭ.

В теплый период года расчетный расход энергии может быть обеспечен за счет альтернативных источников тепла, например, от солнечных коллекторов или от теплообменников, преобразующих ветровую энергию в тепловую, или от теплоутилизаторов ТВЭР. ГТЭ и СЦТС могут быть отключены. При увеличении расхода тепловой энергии автоматически увеличивается расход теплоносителя от СЦТС. В холодный период года или в период, когда потребление тепловой энергии увеличивается, включается ГТЭ для увеличения параметра теплоносителя до расчетных значений.

Таким образом, СЦТС подает потребителю теплоноситель с постоянной температурой. Расход теплоносителя регулируется автоматически в зависимости от температуры теплоносителя в бойлере-теплоутилизаторе.

Тепло от солнечных коллекторов используется сезонно. При использовании в качестве теплоносителя этиленгликоля тепло солнечной энергии может использоваться круглый год в дневное время.

Электроэнергия, вырабатываемая ветроагрегатами, преобразуется в тепловую, которая накапливается в бойлере-теплоаккумуляторе в ветреную погоду. В период штилевых дней ветроагрегаты не вырабатывают электроэнергию. Тепловая энергия от ТВЭР так же поступает, при наличии источников ТВЭР.

Следовательно, для управления работой КСТС необходимо учитывать особенности эксплуатации солнечных коллекторов и ветроагрегатов ТВЭР. Такая схема КСТС позволяет использовать энергию солнца, ветра, ТВЭР, что снижает расход топлива до 30-40%. СЦТС при этом работает в стабильном режиме с одинаковой температурой теплоносителя (воды). Так как расход теплоносителя в СЦТС будет меньше расчетного расхода, то это обеспечит экономию электроэнергии на перекачку воды.

Использование ГТЭ в качестве пикового подогревателя обеспечивает стабильное и динамичное теплоснабжение потребителя тепловой энергией от разных источников. В настоящее время типовыми по-

догревателями могут быть высокоэффективные ГТЭ, в которых тепловую энергию получают при сжигании нетрадиционных видов топлива, в том числе твердых бытовых отходов.

Особенностью новых конструкций генераторов тепловой энергии является то, что сжигание твердого топлива производится слоевым способом с двумя зонами пиролиза, с подачей нагретого до  $650^{\circ}\text{C}$  дутьевого воздуха на слой топлива по схеме «сверху-вниз».

Конструкция таких пиковых подогревателей состоит: из топки, зольника, колосниковой решетки, трубчатого газовойдяного теплообменника, теплоизоляции, корпуса, дверей, коллектора для забора дутьевого воздуха, патрубков для подвода водопроводной воды и отвода нагретой воды в систему ГВС, патрубков для слива конденсата, канала для отвода дымовых газов, патрубков для подвода охлажденной и отвода нагретой воды в систему теплоснабжения, канала для подвода горячего воздуха в топку, перфорированного свода, золоуловителя. Все элементы конструкции ГТЭ изготавливаются автономно и собираются при монтаже в одном корпусе. Топка ГТЭ изготавливается из металла с пределом огнестойкости  $1750-1900^{\circ}\text{C}$ . Колосниковая решетка представляет собой газоздушный теплообменник для подогрева дутьевого воздуха, изготовленный из жаропрочного чугуна в виде полых колосников.

Зольник представляет собой газовойдяной теплообменник для подогрева теплофикационной воды, изготовлен из жаропрочной стали в виде полого П-образного лотка.

Трубчатый газовойдяной теплообменник представляет собой секционный теплообменник с трубками переменного диаметра в каждой секции по ходу газа. Диаметр труб изменяется так, что площадь всех труб изменяется пропорционально изменению объема газа при охлаждении. Мини-ГТЭ включает в себя следующее оборудование: ГТЭ, золоуловитель, газовойдяной теплообменник для нагрева воды до температуры  $100^{\circ}\text{C}$ . Нагретая вода поступает в водогазостойкий теплообменник, в котором органическая жидкость превращается в газ. Газ подается на турбину, которая вращает генератор, вырабатывающий электроэнергию. Газ, после турбины, поступает в газовойдяной теплообменник для нагревания теплофикационной воды, а сконденсировавшаяся жидкость возвращается в водогазостойкий теплообменник. Теплофикационная вода подается в системы отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

Дымовые газы перед выбросом их в атмосферу подвергаются глубокому охлаждению (до температуры ниже температуры мокрого термометра), а затем подвергаются комплексной очистке в вихревом

турбулентном промывателе. В вихревом турбулентном промывателе (ВТП) смонтировано устройство для импульсных высокочастотных коронных разрядов.

Принцип работы ВТП заключается в следующем. Очищенный газ поступает в распределительную камеру и распределяется по каналам завихрителя. Закрученный поток поступает в рабочую камеру ВПТ. При вращении газа над неподвижной поверхностью воды, которой наполнен бункер, часть воды захватывается потоком и выносится в рабочую камеру. Под действием центробежных сил и аэродинамических сил вода дробится на мелкодисперсные капли, которые перемещаются из приосевой зоны к стенкам рабочей камеры, но отжимаются потоками газа, вытекающим из завихрителя. В результате взаимодействия потоков капель и газа образуется цилиндрический, вращающийся капельно-зернистый слой, через который фильтруется очищаемый газ. Капли постоянно коагулируют, а затем дробятся, обновляя поверхность контактов. Размер капель составляет 40-60 мкм, количество воды в капельно-зернистом слое более 150 литров.

Большая площадь поверхности контакта капельно-зернистого слоя и большая относительная скорость капель и потока газа обеспечивают очистку газа от взвешенных примесей с эффективностью 99,6%, а от воднорастворимых газов – 96-97%.

Генерация коронных разрядов обеспечивает образование озона, ультрафиолетового излучения, ОН-радикалов, электромагнитного поля и электрических высокочастотных разрядов. Перечисленные факторы взаимодействуют с потоком очищаемого газа и жидкости, обеспечивая высокую эффективность очистки.

Таким образом, комбинированные системы теплоснабжения с пиковыми подогревателями обеспечивают устойчивое динамическое снабжение потребителей тепловой энергией, высокую энергетическую и экологическую эффективность.

## **ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МИКРОРАЙОНА ПРИ УТЕПЛЕНИИ ЗДАНИЙ**

*Алексахин А.А., Бобловский А.В., Клименко Ю.С., Пономаренко Т.Ю.  
Харьковский национальный университет городского хозяйства  
им. А.Н. Бекетова*

Утепление строительных конструкций зданий, построенных до введения новых, повышенных требований к сопротивлению теплоте-