

УДК 621.311

**Зеленухо Е.В., Морзак Г.И., Ролевич И.В.,
Черногузова А.В.**

**Белорусский национальный технический университет, г.
Минск**

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Проведен анализ влияния объектов теплоэнергетики на окружающую среду. Показано, что одним из способов повышения экологической безопасности объектов теплоэнергетики является использование при производстве энергии высокоэффективных парогазовых установок.

Основой развития всех отраслей промышленности, сельского хозяйства и транспорта является энергетика. У нее более высокие темпы роста и масштабы производства. Если в начале XX столетия потребление энергии в мире удваивалось приблизительно за 50 лет, то в настоящее время – за 10–15 лет. В связи с ростом производства, участие энергетических предприятий в загрязнении окружающей среды весьма значительное. Энергетика и сжигание ископаемого топлива остаются источником основных глобальных загрязнителей. При этом необходимо учитывать, что объекты энергетики чаще всего располагаются вблизи жилых массивов, что обуславливает и локальное загрязнение [1]. Из объектов теплоэнергетики в Республике Беларусь работают 35 ТЭЦ суммарной мощностью 4919 МВт [2].

Загрязнение и отходы энергетических объектов в виде газовой, жидкой и твердой фазы распределяются на два потока: один вызывает глобальные изменения, а другой – региональные и локальные. Они поступают в атмосферу, и за счет их накопления изменяется концентрация малых газовых составляющих атмосферы, в том числе парниковых газов.

В качестве топлива на тепловых электростанциях используют уголь, нефть и нефтепродукты, природный газ и,

реже, древесину и торф. Для электростанции, работающей на угле требуется 3,6 млн. т угля, 150 м³ воды и около 30 млрд. м³ воздуха ежегодно. Основными компонентами горючих материалов являются углерод, водород и кислород. В меньших количествах содержится сера и азот, присутствуют также следы металлов и их соединений (чаще всего оксиды и сульфиды). Поэтому теплоэлектростанции являются источником массивов атмосферных выбросов и образованием крупнотоннажных твердых отходов.

ТЭЦ является разновидностью тепловой электростанции, которая производит не только электроэнергию, но и является источником тепловой энергии в централизованных системах теплоснабжения (в виде пара и горячей воды, в том числе и для обеспечения горячего водоснабжения и отопления жилых и промышленных объектов). Как правило, ТЭЦ должна работать по теплофикационному графику, то есть выработка электрической энергии зависит от выработки тепловой энергии. При размещении ТЭЦ учитывается близость потребителей тепла в виде горячей воды и пара.

Влияние объектов теплоэнергетики на окружающую среду зависит от их типа. Различают котлотурбинные электростанции, конденсационные электростанции, теплоэлектроцентрали (теплофикационные электростанции, ТЭЦ), газотурбинные электростанции, электростанции на базе парогазовых установок, электростанции на основе поршневых двигателей, с воспламенением от сжатия (дизель), с воспламенением от искры и комбинированного цикла.

Традиционные способы сжигания органического топлива сопряжены с разносторонним локальным и глобальным воздействием на окружающую среду. Это воздействие характеризуется химическим загрязнением биосферы (выбросы и сбросы загрязняющих веществ в газообразном, жидком и твердом состоянии), тепловым загрязнением воздушного бассейна и водных объектов, физическим воздействием, а также изъятием природных ресурсов для технологических нужд и размещения основной площадки объекта энергетики.

Схема основных взаимодействий ТЭЦ с окружающей средой представлена на рисунке 1.

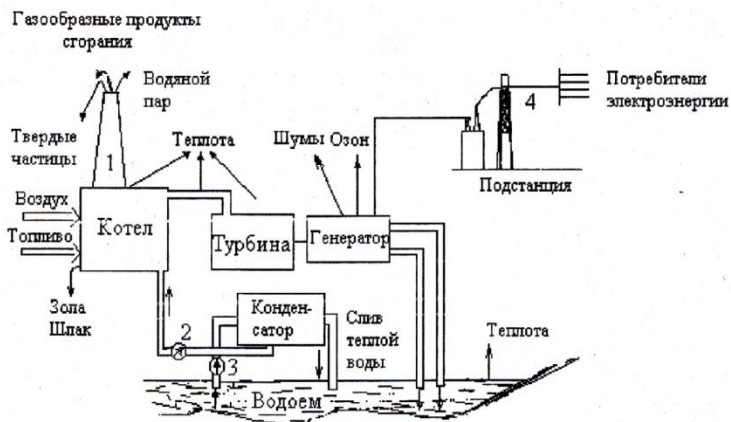


Рис. 1 – Схема основных взаимодействий ТЭЦ с окружающей средой

- 1 – котел; 2 – дымовая труба; 3 – турбина; 4 – генератор;
5 – электрооборудование;
6 – конденсатор; 7,8 – насосы; 9 - электросеть

Одним из способов снижения воздействия на окружающую среду, а также экономии органических ресурсов ископаемого топлива является использование при производстве энергии высокоэффективных парогазовых установок.

В настоящее время в Республике Беларусь реализован ряд проектов реконструкции или установки новых генерирующих мощностей на основе парогазовых установок. Так, ПГУ используются на Минской ТЭЦ-3, Минской ТЭЦ-5, Гродненской ТЭЦ-2, Оршанской ТЭЦ, Березовской ГРЭС. Одна из ПГУ (ПГУ-399) с газовой и паровой турбинами на одном валу с 2011 г. работает на Минской ТЭЦ-5. На ТЭЦ-3 блока ПГУ-230 – 222 МВт. На ТЭЦ-2 работает парогазовая установка на базе SGT-600 Siemens.

Баланс мощностей энергосистемы по типу электростанций [4] представлен на рисунке 2.

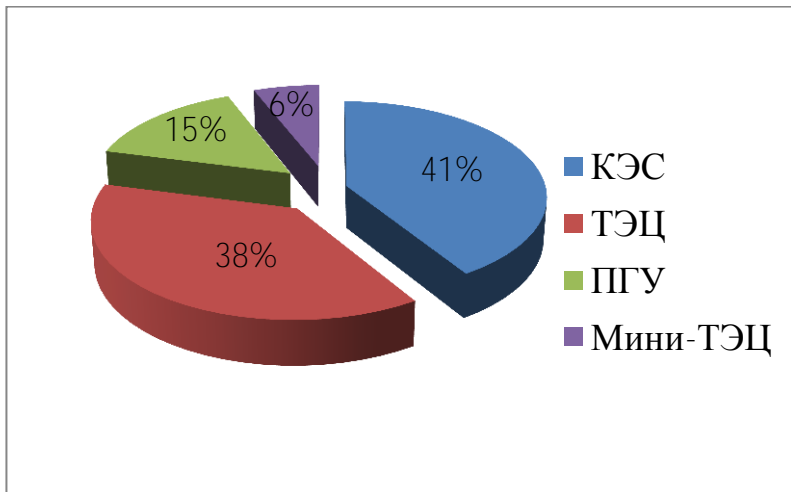


Рис. 2 - Баланс мощностей энергосистемы по типу электростанций

Наибольшее распространение в Республике Беларусь получили ПГУ утилизационного типа, работающие в конденсационном или теплофикационном режиме и использующие для утилизации теплоты уходящих газов котел-утилизатор без сжигания в нем дополнительного топлива. Принципиальная схема простейшей ПГУ утилизационного типа представлена на рисунке 3.

Принцип работы таких установок заключается в следующем: уходящие газы ГТУ поступают в котел-утилизатор - теплообменник противоточного типа, в котором за счет тепла горячих газов генерируется пар высоких параметров, направляемый в паровую турбину. Котел-утилизатор представляет собой шахту прямоугольного сечения, в которой размещены поверхности нагрева, образованные ребренными трубами, внутрь которых подается рабочее тело паротурбинной установки (вода или пар). В простейшем случае поверхности нагрева котла-утилизатора состоят из трех элементов: экономайзера, испарителя и пароперегревателя. Центральным элементом является испаритель, состоящий из барабана

(длинного цилиндра, заполняемого наполовину водой), нескольких опускных труб и достаточно плотно установленных вертикальных труб собственно испарителя. Испарительные трубы находятся в зоне более высоких температур, чем опускные.

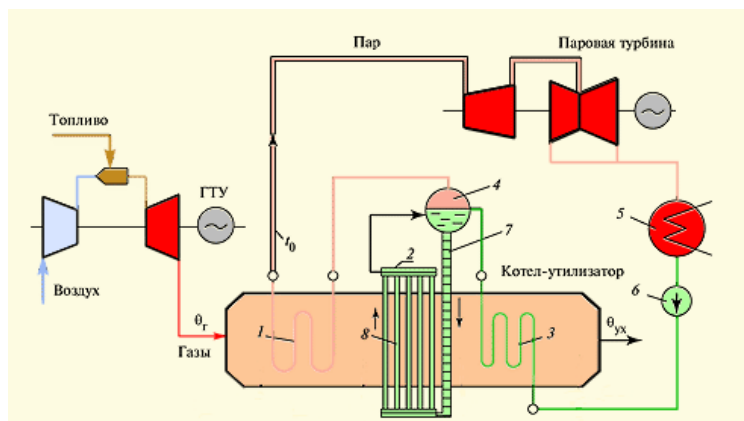


Рис. 3 – Принципиальная схема ПГУ утилизационного типа

Поэтому в них вода нагревается, частично испаряется и поэтому становится легче и поднимается вверх в барабан. Освобождающееся место заполняется более холодной водой по опускным трубам из барабана. Насыщенный пар собирается в верхней части барабана и направляется в трубы пароперегревателя. Расход пара из барабана компенсируется подводом воды из экономайзера. При этом поступающая вода, прежде чем испариться полностью, многократно пройдет через испарительные трубы. В экономайзере происходит нагрев поступающей питательной воды практически до температуры кипения. Из барабана сухой насыщенный пар поступает в пароперегреватель, где перегревается сверх температуры насыщения. Образующийся на выходе из пароперегревателя пар направляется в паровую турбину, где, расширяясь, совершает работу. Из турбины отработанный пар поступает в конденсатор, конденсируется и с помощью питательного насоса,

повышающего давление питательной воды, направляется снова в котел-утилизатор.

В работе проведен сравнительный анализ расхода газообразного топлива для получения 1000 кВт·ч электрической энергии с использованием парогазовых, газотурбинных и паротурбинных установок. Выявлено, что парогазовые установки потребляют меньшее количество топлива по сравнению с другими видами энергетических установок.

Анализ количества выбросов загрязняющих веществ от трех видов энергетических установок показывает, что при использовании парогазовых установок количество выбросов оксида углерода и оксидов азота является наименьшим.

К преимуществам производства энергии с использованием парогазовых установок относятся следующие:

- коэффициент полезного действия конденсационного цикла ПГУ может достигать 55-60 %, что позволяет уменьшить удельный (на 1кВт·ч выработанной электрической энергии) расход топлива по сравнению с отдельно взятой ГТУ или ПТУ;

- низкая стоимость единицы установленной мощности;

- при использовании парогазовых установок количество выбросов загрязняющих веществ является наименьшим, по сравнению с другими видами энергетических установок;

- при одинаковой мощности паросиловой и парогазовой ТЭС потребление охлаждающей воды ПГУ примерно втрое меньше. Это определяется тем, что мощность паросиловой части ПГУ составляет 1/3 от общей мощности, а ГТУ охлаждающей воды практически не требует.

Следовательно, использование ПГУ на ТЭЦ способствует экологической безопасности объекта.

Библиографический список

1. Карницкий Н.Б., Матвеев Е.А. Парогазовые установки ТЭС: опыт проектирования и эксплуатации, перспективы применения // Наука и техника. – 2014. - № 3. – с. 82-88.
2. Подворный, Г. К. Применение газотурбинных и парогазовых технологий при реконструкции ТЭЦ и котельных / Г.К. Подворный // Электрические станции. – 2012. – № 4. – с. 41–45.