

УДК 621.438

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГТУ
НА ПРИМЕРЕ ГРОДНЕНСКОЙ ТЭЦ-2
ENERGY AND ECONOMIC EFFICIENCY OF GTU ON THE EXAMPLE
OF GRODNO TPS-2**

И.Г. Черенкевич, М.В. Горбунов

Научный руководитель – В.В. Кравченко, к.э.н., доцент

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

I. Cherenkevich, M. Horbunov

Supervisor – V. Kravchenko, Candidate of Economic Sciences, Docent

Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: В статье рассматривается газотурбинная установка 120МВт, приведены сравнительные технико-экономические показатели Гродненской ТЭЦ-2 с ГТУ 120МВт и без.

Abstract: The article discusses a 120MW gas turbine installation, provides comparative technical and economic indicators of Grodno TPS-2 with and without GTU 120MW.

Ключевые слова: газотурбинная установка, котел-утилизатор, топливо, электроэнергия, эффективность.

Keywords: gas turbine installation, waste heat boiler, fuel, electricity, efficiency.

Введение

Газовая турбина мощностью 120 МВт используется в энергетике для производства электроэнергии. Рассмотрим установку газотурбинной установки (далее – ГТУ) на примере Гродненской ТЭЦ-2. Проект был осуществлен с использованием кредитных средств, предоставленных Экспортно-импортным банком Индии, а поставка оборудования выполнена индийской компанией. Bharat Heavy Electricals LTD.

Основная часть

ГТУ играют ключевую роль в современной энергетике благодаря своей высокой эффективности и экологичности. Оптимизация ГТУ становится все более актуальным вопросом. Газовая турбина извлекает энергию из процесса сгорания топлива в специальной камере. ГТУ использует высокоскоростные газовые потоки под давлением для приведения в движение, аналогично тому, как это делается в паровых турбинах (рис. 1).

В отличие от паротурбинных установок (ПТУ), мощность газотурбинных установок составляет всего 30-50 % от мощности турбины. Увеличение доли мощности возможно путем повышения температуры газа, который поступает перед турбиной, или понижением температуры воздуха, входящего в компрессор. Вначале происходит увеличение работы, связанной с расширением газа в турбине, в тоже время – снижение усилий, необходимых для сжатия воздуха в компрессоре. Эти методы способствуют увеличению доли вырабатываемой мощности. Мощность газотурбинного устройства также зависит от аэродинамических характеристик его компонентов – компрессора и

турбины. Чем меньше аэродинамические потери, тем выше мощность газовой турбины. Эффективность ГТУ, по сравнению с другими тепловыми двигателями, в основном проявляется при высоких температурах газов и оптимальной экономичности как турбины, так и компрессора. Поэтому газотурбинные двигатели, обладающие более простым принципом функционирования, начали использовать в промышленности позже других типов тепловых аппаратов, лишь после достижения прогресса в области жаропрочных материалов и накопления знаний в аэродинамике турбомашин. Название «турбина» происходит от латинского слова «turbineus», что переводится как «вихревое движение», или «turbo», что означает «волчок». Турбина представляет собой тяговое устройство, которое преобразует кинетическую энергию потока газа, получаемую из потенциальной энергии сгоревшего топлива, в механическую энергию, передаваемую на вал машины [2].

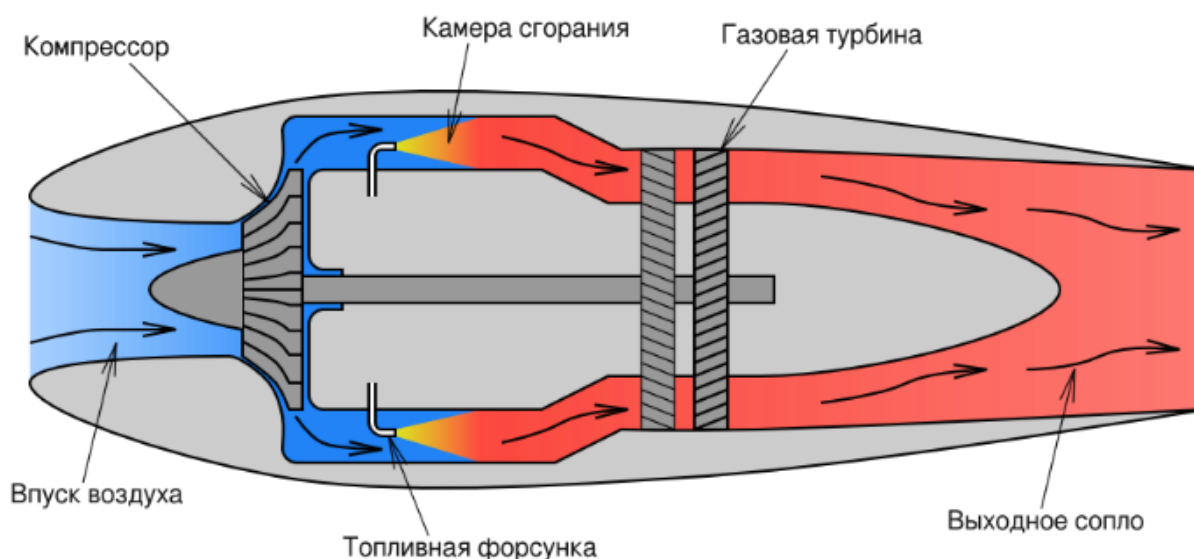


Рисунок 1 – Движение газов под давлением [1]

В состав установки входит газовая турбина мощностью 121,7 МВт и двухбарабанный котел-утилизатор с дожигаяющим устройством и со встроенным газовойдяным подогревателем сетевой воды для утилизации тепла уходящих газов.

В ходе переоборудования были произведены:

- установлена газовая турбина мощностью 120 МВт;
- установлен котёл-утилизатор, предназначенный для работы с паром двух контуров: I – $P=13,7$ МПа, $T=550$ °С, $G=206$ т/час, II – $P=1,3$ МПа, $T=280$ °С, $G=28$ т/час. Котел оснащен газовым подогревателем сетевой воды мощностью 27 Гкал/ч, который обеспечивает снижение температуры дымовых газов не более 120°С. В процессе работы было затрачено минимально возможное количество природного газа, требуемого для нагрева пара в первом контуре. Подсоединение котла-утилизатора к первому контуру осуществляется к паровой магистрали совместно с энергетическими котлами, которые имеют параметры $P=13,7$ МПа и $T=550$ °С. Второй контур подключается к общестанционным коллектору пара с давлением 1,3 МПа, а по сетевой воде происходит

соединение с трубопроводами, находящимися после бойлерной установки. Питание котла-утилизатора для I контура берётся из коллектора питательной воды, а для II контура – от всасывающего коллектора с низким давлением, по сетевой воде – от трубопроводов после насосной установки;

- установлен генератор мощностью 130 МВт и напряжением 10 кВ с воздушным охлаждением;
- выполнена реконструкция газораспределительной станции, с добавлением отдельного газопровода к дожимному компрессору газотурбинной установки.

В таблице 1 приведены сравнительные технико-экономические показатели Гродненской ТЭЦ-2 с установкой ГТУ и без установки ГТУ.

Связь газотурбинной установки с технологическими системами эксплуатируемой части ТЭЦ осуществляется по пару, питательной и сетевой воде. Для питания контура низкого давления, насосы подают питательную воду из всасывающего коллектора с параметрами $P=0,6$ МПа, $t=158$ °С. Чтобы снизить температуру дымовых газов, в системе предусмотрен газовый подогреватель сетевой воды. Вода из сети подается к газовому нагревателю от коллектора сетевой воды, который направляет её к подогревателям ПСВ-315-3-23 на станциях №№ 3 и 4. Сетевая вода после газового подогревателя направляется в коллектор сетевой воды после подогревателей сетевой воды ПСВ-315-3-23 ст. №№ 3,4. Для поддержания температуры сетевой воды до газового подогревателя постоянной, устанавливаются насосы рециркуляции сетевой воды типа НКУ-90. Газоснабжение ГТУ осуществляется после дожимной компрессорной станции.

Топливный газ по трубопроводу с давлением 2,7 МПа и температурой 60 °С по эстакаде подается в помещение газовой арматуры ГТУ. В помещении газовой арматуры размещается отключающая арматура, расходомерное устройство, газовые фильтры и отсечной клапан. Из помещения газовой арматуры газ поступает непосредственно к газовому блоку арматуры ГТУ и далее на форсунки.

Таблица 1 – Сравнительные технико-экономические показатели

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Без ГТУ	с ГТУ-120 МВт
1.	Электроэнергия			
1.1.	Общая выработка	млн. кВт·ч	854,5	1740,6
1.2.	Годовая выработка электроэнергии ПТ	млн. кВт·ч	854,5	804,5
1.3.	Годовая выработка электроэнергии ГТУ	млн. кВт·ч	–	936,1
1.4.	Потребление электроэнергии на с/н	млн. кВт·ч	105,4	168,9
1.5.	Годовой отпуск электроэнергии	млн. кВт·ч	749,1	1571,7
2	Тепловая энергия			
2.1	Годовой отпуск ТЭ	тыс. Гкал/год	2900	2900
3.	Топливо			
3.1	Годовой расход условного топлива на ТЭЦ	тыс. т у.т./год	630,8	765,2
3.2	Годовой расход условного топлива на ГТУ	тыс. т у.т./год	–	242,9
3.3	Годовой расход топлива на котлы	тыс. т/год	630,8	522,3
4.	Распределение топлива			

4.1	Расход условного топлива на ЭЭ	тыс. т у.т./год	137,8	276,5
4.2	Расход условного топлива на ТЭ	тыс. т у.т./год	493,0	488,7
5.	Удельный расход условного топлива			
5.1	На отпуск ЭЭ	г у.т./кВт·ч	183,3	176,0
5.2	На отпуск ТЭ	кг у.т./Гкал	168,5	168,5

Топливный газ по трубопроводу с давлением 2,7 МПа и температурой 60 °С по эстакаде подается в помещение газовой арматуры ГТУ. В помещении газовой арматуры размещается отключающая арматура, расходомерное устройство, газовые фильтры и отсечной клапан. Из помещения газовой арматуры газ поступает непосредственно к газовому блоку арматуры ГТУ и далее на форсунки.

Газ на дожигающее устройство котла-утилизатора поступает с параметрами $P=0,09$ МПа и $t=20$ °С из существующего общестанционного коллектора газа. Газовая аппаратура, в которую входят: отключающая арматура, отсечной клапан, фильтры, расходомерное устройство, регулятор давления газа, располагаются в котельном отделении на площадке обслуживания котла-утилизатора. Сброс отработанных дымовых газов осуществляется в индивидуальную стальную дымовую трубу высотой 60 м, диаметром 5,5 м. Непрерывная продувка барабанов котла-утилизатора осуществляется во вновь устанавливаемый сепаратор непрерывной продувки типа СП-1,5У. Периодическая продувка и аварийный слив с барабанов котла-утилизатора осуществляется в существующий барботер парового котла № 5.

Заключение

Преимущество газового устройства по сравнению с паровыми или парогазовыми турбинами является постоянство агрегатного состояния рабочего вещества на протяжении всего цикла. Это преимущество позволяет им взаимодействовать при более высоких температурах, в следствии чего, способствует повышению КПД.

Данная модернизация позволяет уменьшить расходы на топливо более 140 тысяч тонн условного топлива ежегодно, что эквивалентно 123 миллионам кубометров газа. Снизились удельные расходы топлива на выработку электроэнергии, повысилась надежность электроснабжения. В Гродненской энергосистеме доля электроэнергии, вырабатываемая ТЭЦ-2, повысилась от 20 до 35 процентов.

Таким образом, предлагается использовать полученный опыт реконструкции с применением ГТУ для других ТЭЦ энергосистемы страны.

Литература

1. Электротехнологии, аккумуляторы и батареи [Электронный ресурс] / Электротехнологии, аккумуляторы и батареи. – Режим доступа: <https://konstantin-morenko-2.gitbook.io/electrical-technologies-and-batteries/applications/elektroprivod-osnovy/teplovye-dvigateli/gas-turbines> /. – Дата доступа: 08.10.2024.
2. Газотурбинные установки: учеб. для вузов / Б.П. Поршаков. – М.: Недра, 1992. – 238 с.: ил.