

УДК 621.311

Р.Б. ЖАЛИЛОВ, д.т.н., проф. (Бух. ИТИ )  
Н.О. ШАРИПОВА, преподаватель (Бух. ИТИ)  
г. Бухара, Узбекистан

### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ ПЕРЕВОДЕ КОТЕЛЬНОЙ В РЕЖИМ ТЭЦ НА ПГУ

Обзор научной литературы свидетельствует [1,2,3,5], что в современных ТЭЦ при комбинированном способе выработки электрической и тепловой энергии с применением ПГУ (парогазовые установки) экономия топлива составляет минимум 30%, энергетическая отдача электростанции до 80 % (рис.1).

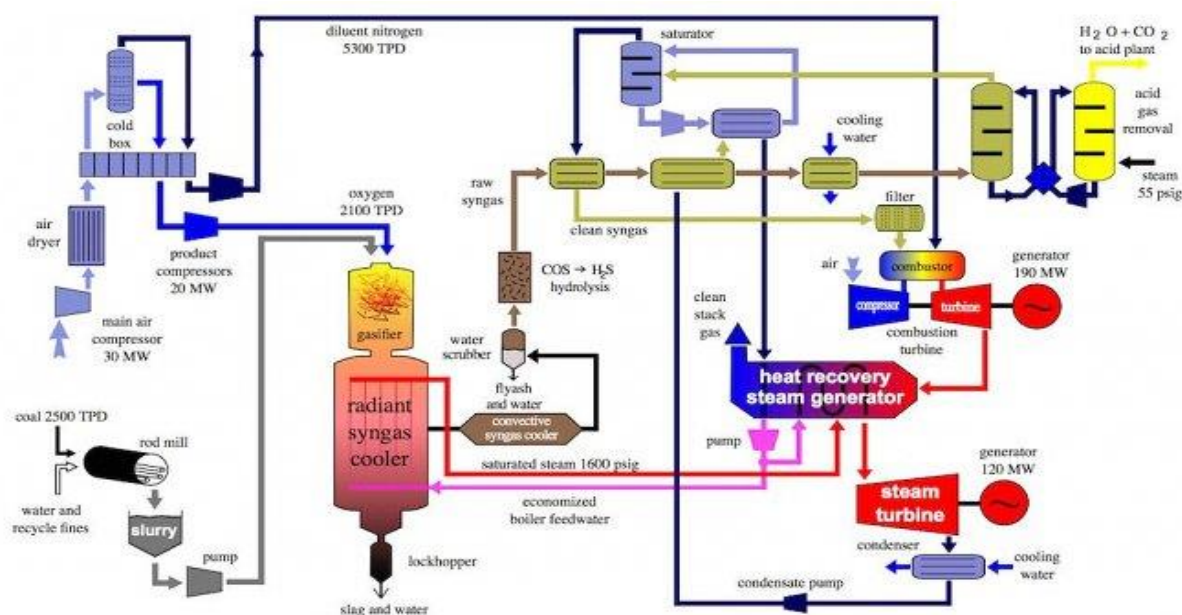
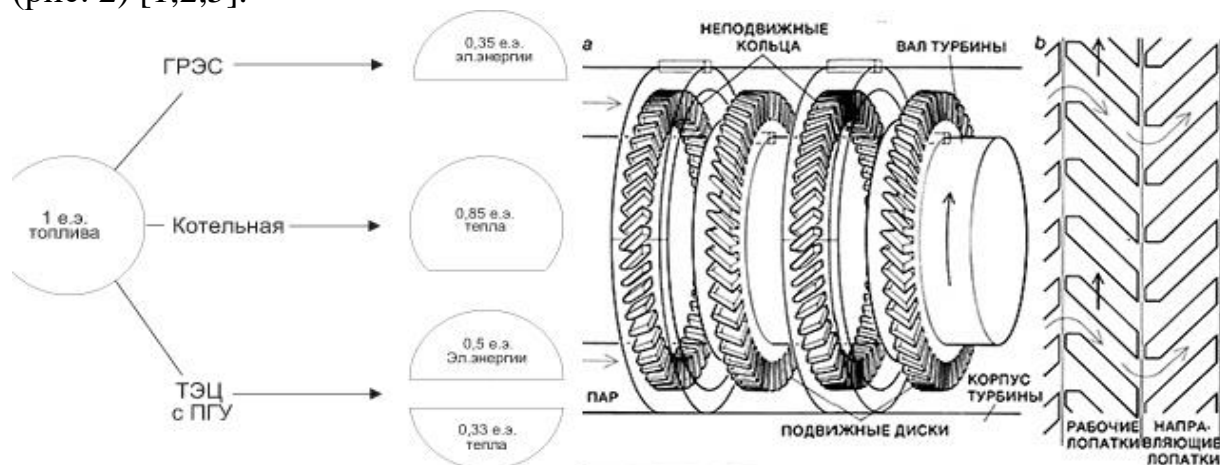


Рис. 1. Схема комбинированной выработки тепла и электроэнергии  
в Европе

Обзор зарубежной научной литературы показывает, что «...в приоритете комбинированной выработки электрической и тепловой энергии с учетом экономической обоснованности...» перспективность заключается в том, что при переходе к комбинированной выработке энергии экономия топлива происходит сразу на 30-40% [1].

На ТЭЦ паровую турбину переводят в теплофикационный режим «Т», чтобы ТЭЦ работала вместо котельной – подогревала остывшую воду после отопительных приборов населения и подавала ее обратно в тепловую сеть на вход отопительных приборов. Отработанный пар после турби-

ны направляют в пароводяной подогреватель, где пар сбрасывает свое тепло, выделяющееся при конденсации, на подогрев воды из тепловой сети. Тепло не выбрасывается в атмосферу, а используется для нужд отопления (рис. 2) [1,2,5].



СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛА И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

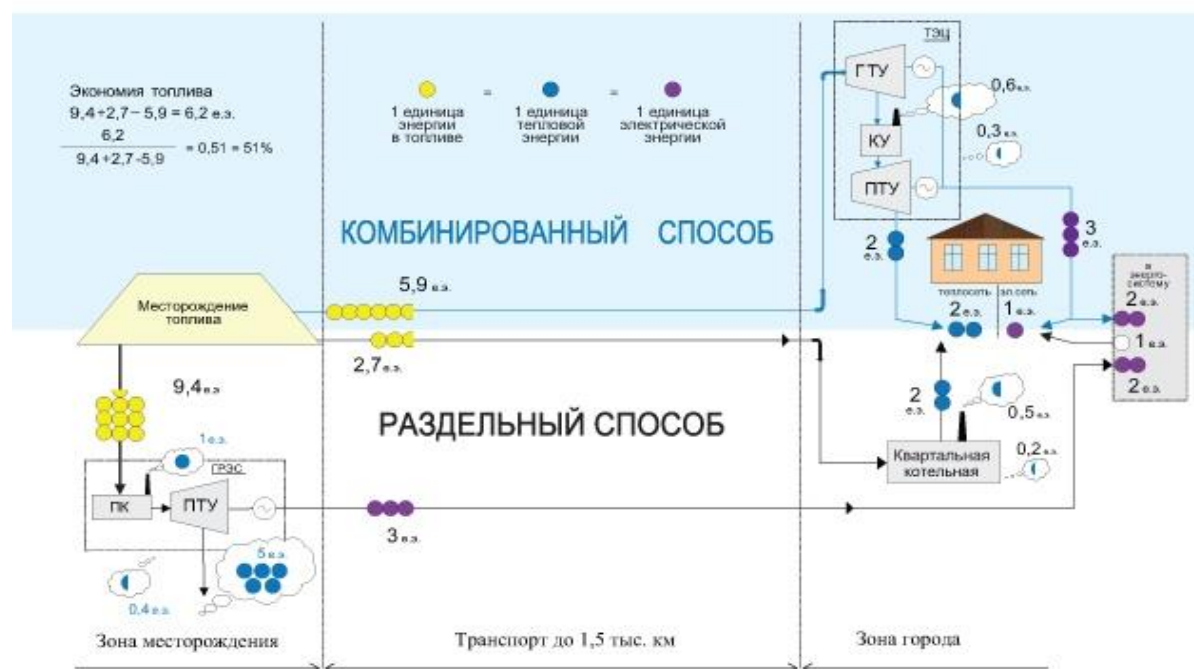


Рис.2. Схема комбинированной выработки энергии современной ТЭЦ при использовании ПГУ

Затем пар подается в паровую турбину, которая вращает второй электрогенератор. Совместное использование двух установок в одной значительно повышает КПД установки, недостижимое по отдельности. В соответствии с формулой КПД составляет 0,8, или 80%:

$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2} = 1 - \frac{273 + 27}{273 + 1200} = 0,8,$$

где  $T_1$  – абсолютная температура холодильника (холодного пара на выходе из турбины);  $T_2$  – абсолютная температура нагревателя (перегретого пара на входе в турбину).

На ТЭЦ для выработки такого же количества энергии, как на ГРЭС и котельной, экономия топлива составляет 51%.

В работах [2, 5] обосновано количество получаемой экономии от перевода котельную в режим ТЭЦ, в энергоблоке которой установлена ПГУ, состоящая из паротурбинной и газотурбинной частей.

#### **Расчет достигаемой экономии при переводе котельной в режим ТЦ на ПГУ**

1. При электрической мощности 0,7 МВт, выработка электроэнергии на тепловом потреблении за год составит 4122,72 кВт·ч, а размер отпускаемого базового тепла за год равен 2944,8 Гкал/год.

2. На выработку электроэнергии комбинированным способом, на блоки ПГУ необходимо условное топливо 1091 т.у.т./год.

3. На ГРЭС для производства за год необходимое количество электроэнергии, равное электроэнергии, вырабатываемой на ПГУ (4122,72 кВт·ч), потребовался бы газ в размере 1447 т.у.т./год.

4. На котельной, для выработки базового тепла, равного выработке тепла на ПГУ, необходим газ в пересчете на условное топливо 495 т.у.т./год.

5. Для выработки отдельным способом тепла и электроэнергии, равный тому же количеству энергии комбинированным способом, суммарный расход газа составил бы:  $1447 + 495 = 1942$  т.у.т./год.

6. При переводе котельной на ПГУ потери энергии на собственные нужды составят 89 т.у.т./год.

7. Для существующей котельной с присоединенной нагрузкой потребителя в 1 Гкал·ч экономия газа, за счет покрытия базовой нагрузки на ПГУ:  $1942 - 1091 - 89 = 762$  т.у.т./год (635 тыс. м<sup>3</sup> газа в год). В процентах экономия газа составит:  $100 \cdot 762 / 1942 = 39,3\%$ .

Таким образом, экономия топлива при переводе котельной в режим ТЭЦ на ПГУ с комбинированной выработкой тепловой и электрической энергии составляет минимум 30 процентов.

#### **Анализ различных систем централизованного теплоснабжения**

В таблице 1 представлены сведения о типах объектов, получающих услуги теплоснабжения от государственного унитарного предприятия «Бухара иссиклик манбаи» (БИМ) и акционерного общества «Бухараэнерго-марказ БЭМ соответственно в г. Бухара.

Как видно из таблицы, основными потребителями тепла являются жилые дома (82% потребителей БИМ и 87% потребителей БЭМ). Также значительную долю потребителей услуг теплоснабжения и ГВС представляют образовательные и дошкольные учреждения (по 11% в обеих компаниях).

Таблица 1

Объекты г. Бухара, получающие услуги теплоснабжения от БИМ и БЭМ

Тип объекта	Количество БИМ	Количество БЭМ
Жилые дома	495	215
Образовательные и дошкольные учреждения	64	26
Медицинские учреждения	13	3
Прочие потребители	29	4
Всего	601	248

Как подтверждают исследования [2,5], котельные нужны для обеспечения пиковой части теплоснабжения в самое холодное время года. Их можно реконструировать в режим комбинированной выработки энергии, так как неважно, где установить ПГУ – на ТЭЦ или на котельной. Даже дешевле установить ПГУ на котельных, потому что тепловые сети к котельным уже подведены, а тепловые сети к ТЭЦ еще нужно строить. При реконструкции котельных высвобождается много места от ненужного оборудования, куда можно установить ПГУ, а на ТЭЦ очень проблематично найти площадь для нового оборудования. В РФ такое преобразование в городах Москве, Красноярске, Томске и т.д. путем реконструкции котельных уже идут.

В настоящее время в городе Бухара реализуется пилотный проект программы по замене устаревших систем теплоснабжения на более современные, которым предусмотрен перевод одной котельной ГУП БИМ ПГУ – на ТЭЦ. Т.е. предполагается установить ПГУ на котельной, котельную реконструировать и перевести в режим комбинированной выработки электрической и тепловой энергии.

### **Выводы**

По нашему мнению, для повышения долговечности и надёжности теплоснабжения желательно решать эти проблемы с учётом «топливного» признака. В том случае, когда доля природного газа на ТЭС превышает 80%, целесообразно [2,5,6]:

- строительство крупных конденсационных ТЭС с ПГУ с КУ моноблочной компоновки на природном газе;
- применение по экологическим соображениям природного газа в городских ТЭЦ с различными модификациями парогазовой технологии.

При этом предполагается, что новые установки ПГУ будут использоваться в качестве резерва для строящихся ветровых, солнечных и будущих атомной электростанции, также как и для существующих электростанций. В перспективе они обеспечат переход к альтернативным источникам «зелёной» энергетики.

Список литературы:

1. Газотурбинные установки. Издательский дом [Электронный ресурс] <http://gtt.ru/2019/12/simens-postavit-gazovye-turbiny-dlya-pikovykh-elektrostancij-v-belarusi/>.

2. Жалилов Р.Б., Каримов Х., Шарипова Н.О. Внедрение парогазовых установок – как перспективное направление по использованию инновационных технологий в современных ТЭЦ. “Energetika sohasini rivojlantirishda muqobil energiya manbalarining roli” mavzusida vazirlik miqyosidagi ilmiy-amaliy konferensiya, Namangan muhandislik-qurilish instituti, 2022, II, 308-310 b.

3. Краткая информация о компании ООО «ЭФ -Инжиниринг [Электронный ресурс] / Energy Base. – 96 с. – URL: <http://energybase.ru/uploads/docs/MZFIBcb55mW8mWidiJW6Wa5yfKqDtXY5>.

4. Наиболее крупные проекты АББ Силовые и Автоматизированные Системы – ПГУ ТЭС «Строгино» [Электронный ресурс] / Каталог компаний Чувашии : URL: <http://www.chuvashia.com/home/abb/pdf/strogino>.

5. Жалилов Р.Б., Шарипова Н.О. Эффективность внедрения инновационных технологий - парогазовых установок в современных ТЭЦ. Материалы Международной научно-практической конференции на тему «Наука и технологии устойчивого развития современного общества» Бухоро, БухМТИ, 2024.

Информация об авторах:

Жалилов Рашид Бабакулович, д.т.н., проф. кафедры «Электрическая и энергетическая инженерия», Бух ИТИ, 200100, Узбекистан, г. Бухара, ул. Каюма Муртазаева, д. 15, [zhalilov.rashid@mail.ru](mailto:zhalilov.rashid@mail.ru).

Камалов Умар Усманович, ассистент кафедры «Электрическая и энергетическая инженерия», Бух ИТИ, 200100, Узбекистан, г. Бухара, ул. Каюма Муртазаева, д. 15, [umar\\_kamalov@internet.ru](mailto:umar_kamalov@internet.ru).