

ПРИМЕНЕНИЕ КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ КОТЕЛЬНОЙ С КОТЛАМИ «POLIKRAFT» DUOTHERM-2500, РАСПОЛОЖЕННОЙ В ГОРОДЕ ВЫКСА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Софонова Наталья Дмитриевна

магистрант, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, РФ, г. Нижний Новгород

Соколов Михаил Михайлович

Заместитель заведующего кафедрой, доцент, канд. техн. наук, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, РФ, г. Нижний Новгород

Аннотация. В данной работе производится оценка эффективности когенерационной установки при проектировании отопительной котельной с водогрейными котлами «POLIKRAFT» DUOTHERM-2500, расположенной в городе Выкса Нижегородской области. Для этого необходимо сопоставить различные типы когенерационных установок, выбрать когенерационную установку и произвести корректировку тепловой схемы для котельной с котлами «POLIKRAFT» DUOTHERM-2500, расположенной в городе Выкса Нижегородской области.

Ключевые слова: когенерация; когенерационная установка; котельная; ТЭЦ.

1. Понятие «когенерация» и когенерационные установки

Когенерация - это комбинированное производство тепла и электроэнергии. На электростанции с применением технологии когенерации топливо используется для получения двух форм энергии - тепловой и электрической. Когенераторные электростанции более эффективны в сравнении с электростанциями производящими только электрическую энергию. Применение когенерации в значительной степени сокращает затраты на приобретение топлива.

Когенерационные установки представляют собой технологическое оборудование, используемое для совместного производства электро- и тепловой энергии. В качестве топлива для когенерационных установок может использоваться газ — природный, коксовый, биогаз, попутный нефтяной газ (ПНГ) и т.д. [3].

1-паровой котёл; 2-турбина; 3-теплообменник; 4-насос; 5- пароперегреватель.

2.2 Мини-ТЭЦ с конденсационной турбиной:

Паровая турбина, в которой рабочий цикл заканчивается конденсацией пара, а одним из главных преимуществ конденсационной турбины является возможность получения в одной установке большой мощности (до 1200 МВт и более). На всех крупных тепловых и атомных электростанциях для привода электрических генераторов применяются такие турбины. Кроме того, они применяются в качестве главных двигателей на кораблях, а также для привода доменных воздуходувок и т. д. [1, с.12].

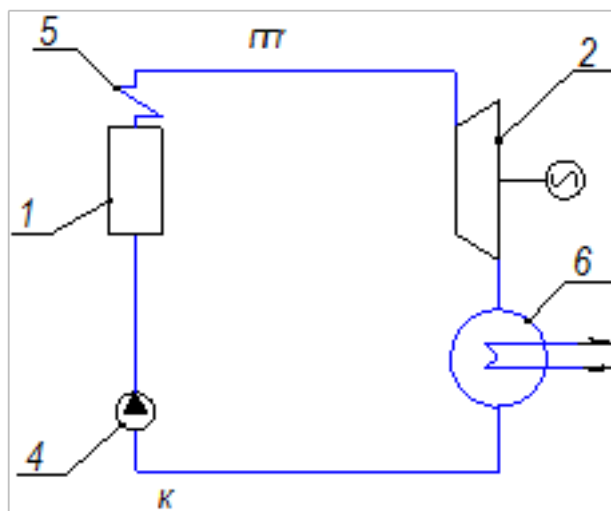


Рисунок 3. Мини-ТЭЦ с конденсационной паровой турбиной

1-паровой котёл; 2-турбина; 4-насос; 5- пароперегреватель; 6-конденсатор.

2.3 Мини-ТЭЦ с теплофикационной паровой турбиной:

Теплофикационная турбина- паровая турбина для одновременного получения электрической и тепловой энергии. У теплофикационной турбины с противодавлением весь отработавший пар идет на технологические цели. В теплофикационной турбине с регулируемым отбором часть пара отводится и промежуточных ступеней, а остальной пар направляется в конденсатор [1, с.13].

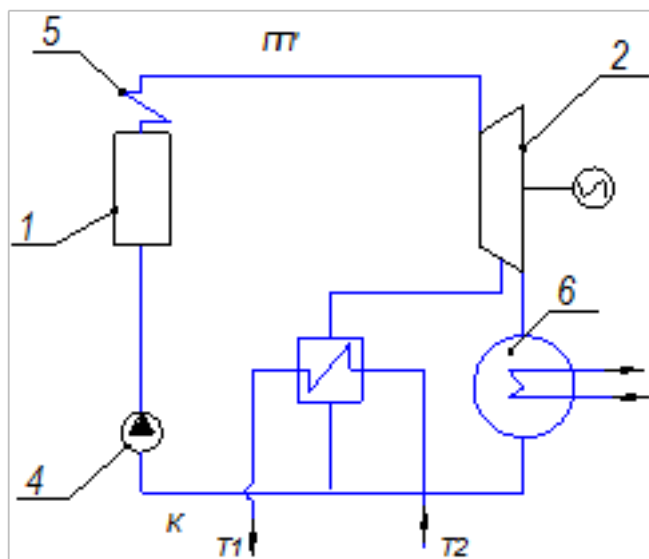


Рисунок 4. Мини-ТЭЦ с теплофикационной паровой турбиной

1-паровой котёл; 2-турбина; 3-теплообменник; 4-насос; 5- пароперегреватель;
6-конденсатор.

2.4 Мини-ТЭЦ с газопоршневым агрегатом:

Поршневые двигатели, используемые в энергосистемах, обладают эффективностью в части генерации электроэнергии. Но создание когенерационных систем на базе поршневых двигателей осложнено рассеиванием тепловой энергии, а также пульсирующим характером потока отходящих газов (с температурой на уровне 400 °С) [1, с.14].

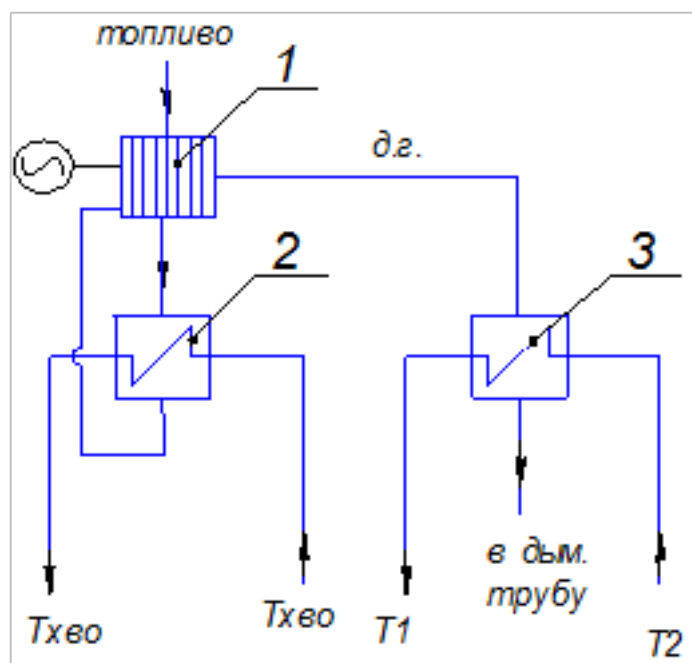


Рисунок 5. Мини-ТЭЦ с газопоршневым агрегатом

1-газопоршневой агрегат; 2, 3-теплообменники.

2.5 Мини-ТЭЦ с газовой турбиной:

Газотурбинная установка - силовая установка, состоящая из газовой турбины и механизмов, обеспечивающих ее работу. Вместо производства электричества, механическая энергия турбины может использоваться для работы насосов, компрессоров и т.п. [1, с.14].

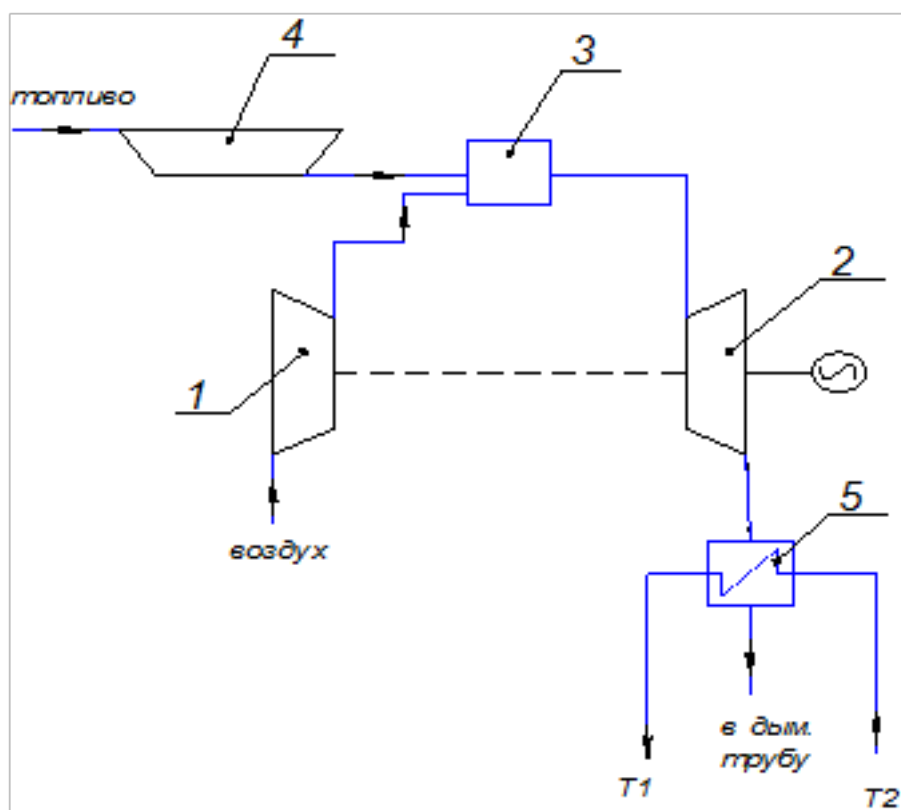


Рисунок 6. Мини-ТЭЦ с газовой турбиной

1-воздушный компрессор; 2-газовая турбина, 3-камера сгорания; 4-дожимающий компрессор; 5-газо-водяной теплообменник.

2.6 Мини-ТЭЦ с парогазовой турбиной:

Парогазовая установка содержит два отдельных двигателя: паросиловой и газотурбинный. В газотурбинной установке турбину вращают газообразные продукты сгорания топлива. С выхода газовой турбины продукты сгорания попадают в паросиловую установку, в котел-утилизатор, где нагревают воду и образующийся водяной пар. Паровая турбина приводит в действие второй электрогенератор [1, с. 15].

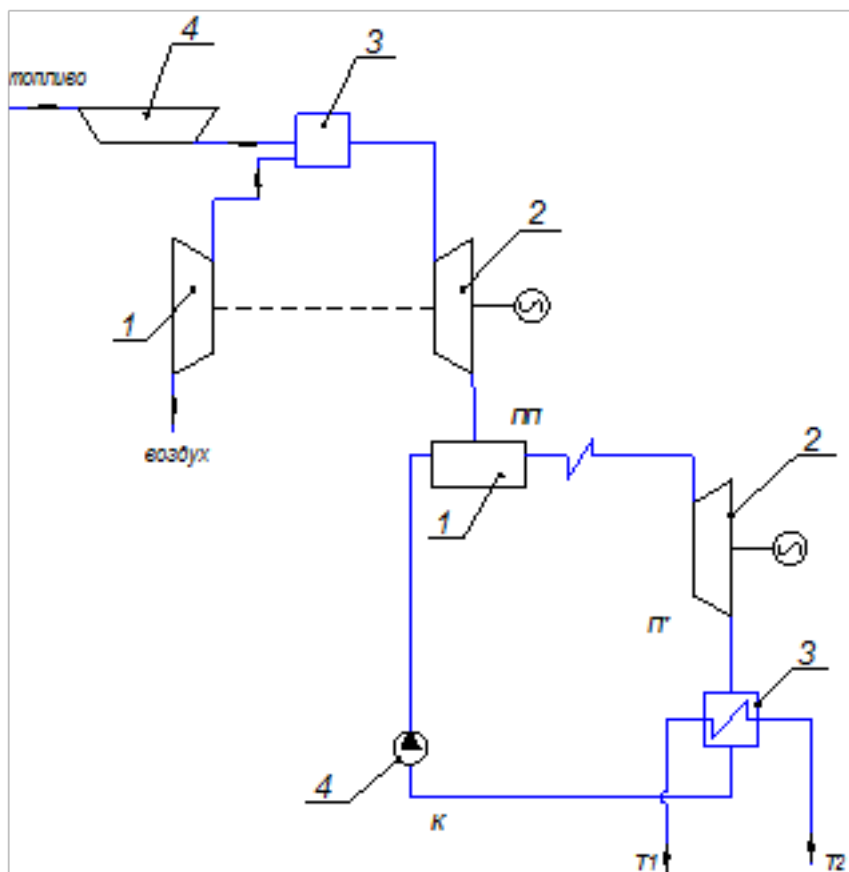


Рисунок 7. Мини-ТЭЦ с парогазовой турбиной

1-воздушный компрессор; 2-газовая турбина, 3-камера сгорания; 4-дожимающий компрессор; 6-газо-водяной теплообменник.

3. Выбор когенерационной установки и корректировка тепловой схемы для котельной с котлами «POLIKRAFT» DUOTHERM-2500, расположенной в городе Выкса Нижегородской области

3.1 Выбор когенерационной установки

Самым оптимальным из поршневых установок являются газопоршневые когенерационные установки (мини-ТЭЦ). Актуальный диапазон электрической мощности, при котором целесообразно использовать газопоршневые когенерационные установки от 1 до 12 МВт [2, с.8].

Особенности газо-поршневых когенерационных установок:

- необходимое давление газа от 1 до 3 бар;
- рабочий диапазон единичного генератора от 50 до 100% номинальной мощности;
- ипоряд производимых агрегатов имеет четкие мощностные ступени;
- тепло снимается с системы утилизации в виде горячей воды до 100 градусов;
- время принятия нагрузки 2-3 минуты;
- наивысший электрический КПД около 40%;

По необходимой электрической мощности выбираем газопоршневую установку CATERPILLAR

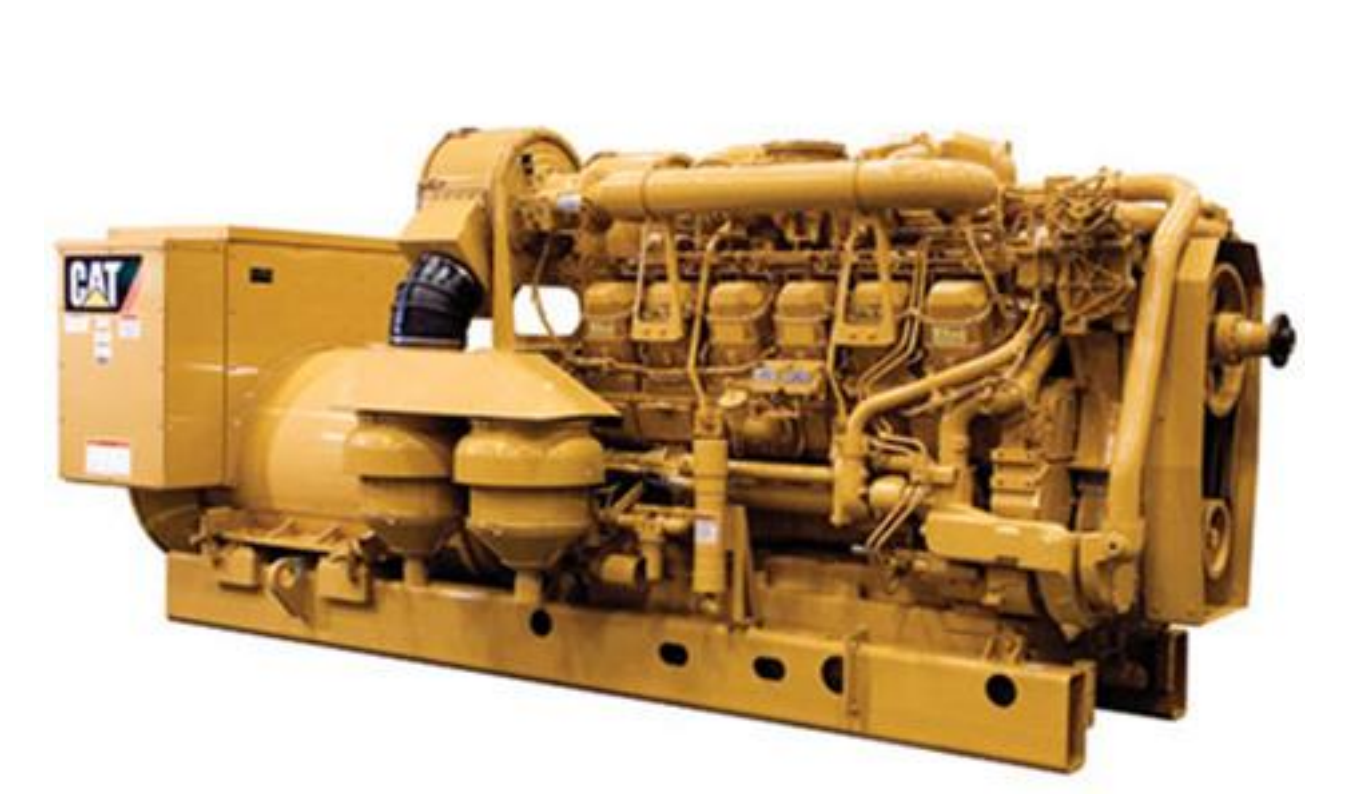


Рисунок 8. Внешний вид когенерационной установки на базе поршневого двигателя

Таблица 1.

Технические характеристики CATERPILLAR G3412

Характеристика	Единицы измерения	Значения
Номинальная электрическая мощность	кВт	280
Номинальное число оборотов двигателя	об/мин	1500
Тип	4-х тактный	
Расположение цилиндров	V-образно	
Количество цилиндров	12	
Степень сжатия	9,7	
Охлаждение	водяное	
Максимальная температура охлаждающей жидкости на выходе из двигателя	°C	99
Температура выхлопных газов	°C	454
Габариты	мм	4543,1x 2235,8x 2410

расположенной в городе Выкса Нижегородской области.

Газогенераторная установка может производить не только электрическую энергию, но и тепловую.

Теплоносителями являются дымовые газы, имеющие температуру 450°C , и охлаждающая двигатель жидкость, имеющая температуру 99°C

Для утилизации теплоты дымовых газов предусматриваем установку котла утилизатора КУВИв. Водогрейные котлы – утилизаторы интенсифицированные серии КУВИв предназначены для утилизации теплоты отработавших газов когенерационных установок, работающих в составе мини-ТЭС или других объектов теплоэнергетики.

Подбор типоразмера котла утилизатора осуществляем по ориентировочному диапазону мощности установки, на которую может быть установлен утилизатор. Принимаем к установке КУВИв – 250.610.1250 (для установок мощностью от 250 до 700 кВт).



Рисунок 9. Котёл-утилизатор водогрейный КУВИв-250.610.1250

Определение параметров для расчёта водоподогревателя:

1. Температура нагреваемой воды:

- на входе в котёл-утилизатор $t_{1н} = 70^{\circ}\text{C}$

- на выходе из котла-утилизатора $t_{1к} = 105^{\circ}\text{C}$

2. Температуру греющей среды (дымовые газы):

- на входе в котёл-утилизатор $t_{2н} = 450^{\circ}\text{C}$.

3. Расход воды через водоподогреватель принимаем: $G_1 = 0,42$ кг/с

Расход дымовых газов согласно паспортным данным ГПА: $G_2 = 0,28$ кг/с

4. Количество теплоты, принимаемое жидкостью:

$$Q_1 = G_1 C_1 (t_{1к} - t_{1н}) = 0,42 \cdot 4,19(105 - 70) = 61 \text{ кДж/с} \quad (1)$$

5. Тогда температура дымовых газов на выходе из котла- утилизатора будет равна:

$$t_{2к} = t_{2н} + \frac{Q_1}{c_2 \cdot G_2}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2)$$

$$t_{2к} = 450 - \frac{61}{1,169 \cdot 0,28} = 261,5 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3)$$

Для утилизации теплоты охлаждающей жидкости газопоршневой установки предусматриваем установку газоводяного теплообменника .

В теплообменнике будем подогревать природный газ.

Определение параметров для расчёта теплообменника:

1. Температура нагреваемого газа:

- на входе в теплообменник $t_{1н} = 5^\circ\text{C}$

- на выходе из теплообменника $t_{1к} = 40^\circ\text{C}$

2. Температуру греющей среды (вода):

- на входе в теплообменник $t_{2н} = 99^\circ\text{C}$.

3. Расход воды через теплообменник принимаем: $G_1 = 0,3 \text{ кг/с}$

Расход дымовых газов согласно паспортным данным ГПА: $G_2 = 1,45 \text{ кг/с}$

4. Количество теплоты, принимаемое природным газом:

$$Q_1 = G_1 C_1 (t_{1к} - t_{1н}) = 0,3 \cdot 2,26(40 - 5) = 24,1 \text{ кДж/с} \quad (4)$$

5. Тогда температура воды на выходе из теплообменника будет равна:

$$t_{2к} = t_{2н} + \frac{Q_1}{c_2 \cdot G_2}, \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{2\kappa} = 99 - \frac{24,1}{4,19 \cdot 1,45} = 95 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

(6)

Принимаем к установке теплообменник 200ТПГ-2,5-М1/20Г-6-4-У-И



Рисунок 10. Теплообменник 200ТПГ-2,5-М1/20Г-6-4-У-И

Заключение:

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что когенерационные установки имеют большой ресурсный потенциал, а так же преимущества в надежности, диапазоне мощностных ресурсов.

Очевидным является и то, что монопольное владение электроэнергетическим рынком, подкрепленное технико-правовыми нормами и существующей практикой ставит российского промышленного, сельскохозяйственного и гражданского потребителя в безвыходное положение, вынуждая его к приобретению когенерационных установок.

Благодаря меньшим денежным затратам на строительство, использование когенерационных установок положительно повлияет экономичность ресурсов.

Экологическая выгода от использования когенерационных систем так же является очевидной: их использование значительно уменьшает уровень выброса загрязняющих веществ в атмосферу.

Список литературы:

1. Барков В.М. Когенераторные технологии: возможности и перспективы.// «ЭСКО» электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы».- №7.-2004.

2. Ситников. В. Экологические выгоды когенерации.//«ЭСКО» электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы».- №7.- 2005.
3. Когенерация и конерационные установки [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://manbw.ru/analytics/cogeneration.html> (дата обращения: 05.05.2020)
4. Когенерационные установки в системе теплофикации [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-3/part-1/section-4/4-2/4-2-1> (дата обращения: 05.05.2020)