

УДК 621.311

**ИННОВАЦИИ В ПОСТРОЕНИИ ТЭЦ, МИНИ-ТЭЦ  
INNOVATIONS IN THE CONSTRUCTION OF CHP. MINI-CHP**

А.А. Жолнерович, Ф.Д. Гриб

Научный руководитель – С.В. Сизиков, к.т.н., доцент  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

A. Zholnerovich, F. Grib

Supervisor – S. Sizikov, Docent, candidate of technical sciences

Belarusian national technical university, Minsk

**Аннотация:** в статье повествуется об разных нюансах и достоинствах строительства собственной генерации — мини-ТЭЦ. Рассмотрены виды используемого топлива, куда используется выработанное тепло, основные виды двигателей для децентрализованных мини-ТЭЦ, их главные преимущества и недостатки. Служат сами двигатели, как правило, до 200 000 моточасов — это около 25 лет, при эксплуатации по 8000 часов в год. Таким образом, можно сделать вывод, что мини-ТЭЦ — надежный источник бесперебойного энергообеспечения.

**Abstract:** the article tells about the various nuances and advantages of building its own generation - a mini-CHP. The types of fuel used, where the generated heat is used, the main types of engines for decentralized mini-CHPs, their main advantages and disadvantages are considered. The service life of the engines themselves is usually up to 200,000 hours - this is about 25 years, with an operation of 8,000 hours per year. Thus, a mini-CHP is a reliable source of uninterrupted power supply.

**Ключевые слова:** электрической и тепловой энергией, мини-ТЭЦ, основное предназначение, концепция строительства, преимущество, использования тепла, виды используемого топлива, виды двигателей.

**Keywords:** electric and thermal energy, mini-CHP, main purpose, construction concept, advantage, use of heat, types of fuel used, types of engines.

**Введение**

Считается, что постоянное снабжение электрической и тепловой энергией является одной из основных задач обеспечения стабильной работы промышленного предприятия. Особую актуальность приобретает решение проблемы массового устаревания электросетевого и энергетического оборудования. С каждым годом, помимо этого, возрастает потребление энергии, а имеющейся мощности уже недостаточно. В случае увеличения стоимости на электроэнергию и тепло увеличиваются издержки и, как правило, снижается доход предприятия. Строительство собственной генерации – мини-ТЭЦ – решение данной проблемы.

**Основная часть**

Строительство электрогенерирующих центров средней и малой мощности становится более важным на сегодняшний день, мини-ТЭЦ – активы, позволяющие увеличить управляемость электроэнергетикой предприятия, уменьшить затраты на выработку электроэнергии, гарантировать

энергосбережение. Мини-ТЭЦ (малая теплоэлектроцентраль) – малая энергетическая установка на основе поршневого двигателя внутреннего сгорания, использующая природный газ и вырабатывающая в то же время электрическую, а также и тепловую энергию, которая предназначена с целью совместного производства электрической и тепловой энергии в агрегатах единичной мощностью до 25 МВт, не завися от вида оборудования [1].



Рисунок 1 – Речицкая и Солигорская мини-ТЭЦ

Одним из самых важных средств использования мини-ТЭЦ является самостоятельная доставка электроэнергии промышленным предприятиям и общественным зданиям, организация резервного электроисточника. Применение газопоршневого агрегата (ГПА) и газотурбинного агрегата малого и среднего мощностей (ГТУ) являются наиболее перспективным вариантом выработки энергетических ресурсов. Практическая реализация таких быстрых проектов требует относительно небольших капиталовложений. Стоимость высокоэнергетических мини-теплоэлектростанций значительно ниже, чем себестоимость устаревшей паротурбинной электростанции (рисунок 1).

Таблица 1 – Основные показатели мини-ТЭЦ

| Наименование                             | Значение              |
|--|-----------------------|
| Установленная электрическая мощность КГУ | 270 кВт               |
| Напряжение                               | 0,4 кВ                |
| Установленная тепловая мощность КГУ      | 415 кВт (0,35 Гкал/ч) |
| Установленная тепловая мощность котлов   | 600 кВт (0,51 Гкал/ч) |

Основные составляющие мини-ТЭЦ:

- катализаторы;
- системы управления;
- котлы–утилизаторы отработавших газов;
- двигатели внутреннего сгорания — поршневые, микротурбины или газотурбинные;
- генераторы постоянного или переменного тока.

Работа установки в рекомендованном спектре рабочего режима и достижение эффективного качества обеспечиваются средствами автоматики мини-ТЭЦ. Мониторинг и телеметрия мини-ТЭЦ осуществляется дистанционно [3].

На сегодняшний день существуют некоторые факторы перехода от традиционного централизованного энергоснабжения к автономному – это высокие тарифы электроэнергии и теплоснабжения, длительность или невозможность технологического присоединения к сетям и отсутствие необходимых инвестиций в строительство крупных ТЭЦ. Автономность малых ТЭЦ, которые производят электрическую и тепловую энергию прямо на местах потребления, дает гарантию отсутствия сбоев или аварий, которые неизбежны при изношенности электрических и тепловых сетей центральной системы. Более того, в строительстве ТЭЦ для когенерации используются самые современные методы, значительно повышающие КПД выработки энергоресурсов (рисунок 2).

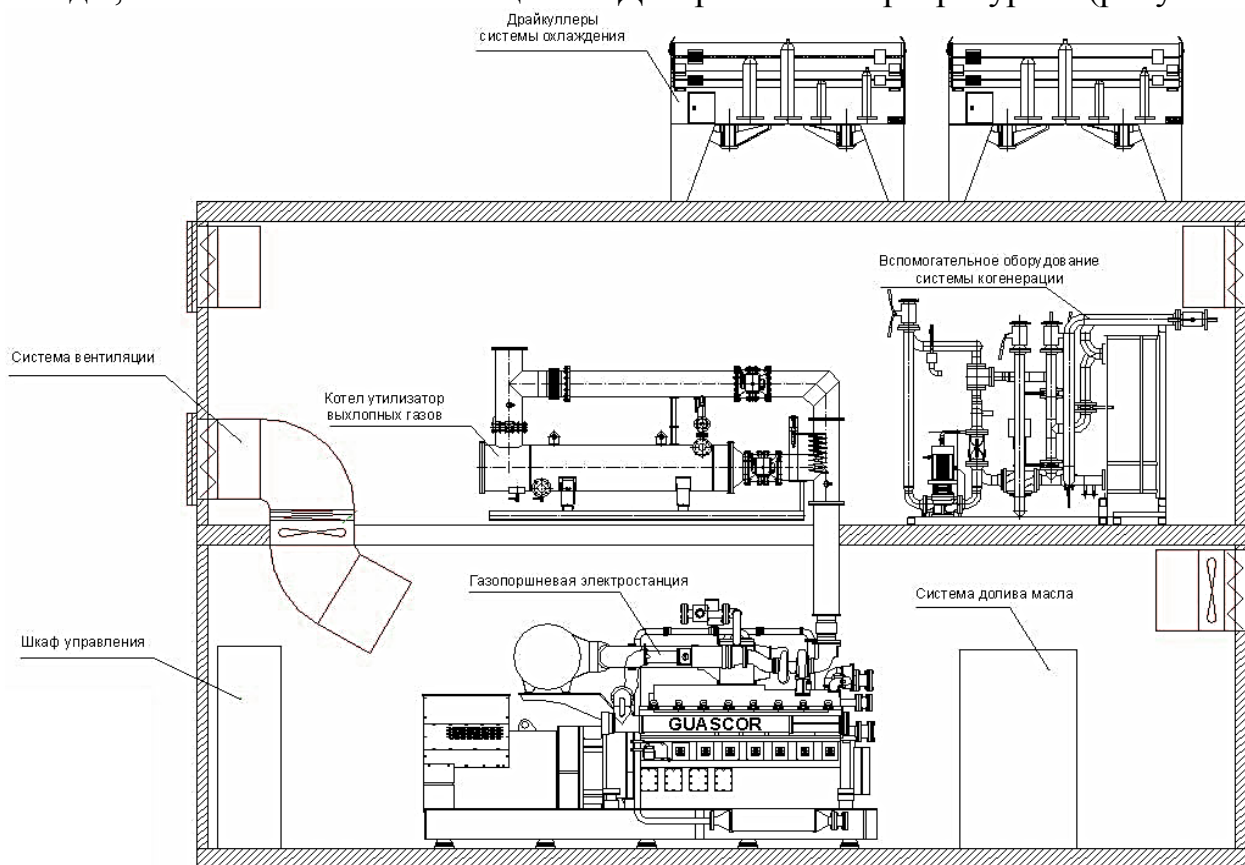


Рисунок 2 – Разрез помещения мини-ТЭЦ

Основные задачи мини-ТЭЦ - это выработка электроэнергии и тепла из разных видов топлива.

Строительство мини-ТЭЦ в непосредственной близости к потребителю имеет ряд преимуществ (в сравнении с большими ТЭЦ):

- бесперебойное обеспечение электроэнергией потребителя;
- электроснабжение высококачественной электроэнергией, выполнение установленных значений напряжения и частоты;
- отпадает необходимость финансовых затрат на реализацию технических условий на подключение к сетям централизованного электроснабжения;
- даёт вероятность исключить расходы на строительство дорогих, а также

- небезопасных высоковольтных линий электропередач (ЛЭП);
- избегаются потери при передаче энергии;
- скорее всего, получение прибыли.

Близость тепловых энергий к потребителям является главным преимуществом мини-ТЭЦ. Проблемы, связанные с теплосетями, понижаются или вообще исчезают. В случае аварии, разрыва теплосети возникают большие трудности: разрытие грунта, временное отчуждение участка для реконструкции теплосети, обычно перекрывает движение транспорта. В соответствии с советскими нормативами тепловые сети должны были заменяться через 20–30 лет после начала использования. Техника мини-ТЭЦ построена на основе двигателей внутреннего сгорания, что обеспечивает полную гарантию электроснабжения и отопления домов, включая индивидуальные загородные дома.

Таблица 2 – Распределение мини-ТЭЦ по отраслям

| Отрасль                | %  |
|------------------------|----|
| Промышленность         | 34 |
| Топливо-добывающая     | 28 |
| Коммунальное хозяйство | 18 |
| Электрогенерирующая    | 18 |
| Тепличная              | 2  |

Значительная часть топлива, сгорающая при генерации электроэнергии, состоит из тепловой энергии.

Использование тепла существует в различных вариантах:

- частичное преобразование тепловой энергии в энергию холода (тригенерация);
- прямое использование тепловой энергии конечными потребителями (когенерация);
- горячее водоснабжение (ГВС), отопление, технологические нужды (пар);
- холод вырабатывается абсорбционной холодильной машиной, которая потребляет не электрическую, а тепловую энергию, что в конечном итоге даёт нам возможность достаточно результативно использовать тепло в летнее время года с целью кондиционирования помещений, либо для технологических нужд (рисунок 3);



Рисунок 3 – Абсорбционная холодильная машина

На мини–ТЭЦ используют следующие разновидности топлива:

- жидкое топливо: нефть, мазут, дизельное топливо, биодизель и другие горючие жидкости;
- газ: природный газ магистральный, природный газ сжиженный, попутный нефтяной газ и другие горючие газы;
- твердое топливо: уголь, древесина, торф и прочие разновидности биотоплива [2].

Определение расхода топлива на выработку необходимой потребителю электро- и теплоэнергии в энергосистеме и на теплоисточнике с учетом потерь на ее транспортировку:

- на выработку электроэнергии:

$$B_э = Э \times (1 + k_{пот}^э/100) \times b_э \times 10^{-6}, \text{ т у.т.}, \quad (1)$$

где  $Э$  – потребность в электроэнергии, кВт ч;

$k_{пот}^э$  – коэффициент потерь электроэнергии в электросетях;

$b_э$  – удельный расход топлива на отпуск электроэнергии принимается равным фактическому расходу топлива на замыкающей станции в энергосистеме (Лукомльской ГРЭС) за год, предшествующий составлению расчета, г у.т./кВт ч.

- на выработку тепловой энергии:

$$B_т = Q \times (1 + k_{пот}^т/100) \times b_т \times 10^{-3}, \text{ т у.т.}, \quad (2)$$

где  $Q$  – потребность в тепловой энергии, Гкал;

$b_т$  – удельный расход топлива на производство тепловой энергии на теплоисточнике. В целях соблюдения сопоставимости в расчетах средний удельный расход принимается равным коэффициенту пересчета тепловой энергии в условное топливо 175 кг у.т./Гкал;

$k_{\text{пот}}^T$  – коэффициент потерь тепловых сетях.

Суммарный расход топлива при выработке электро- и теплоэнергии на централизованных источниках:

$$V_1 = V_3 + V_T, \text{ т у.т.} \quad (3)$$

Новый технологический процесс позволяет применять несколько типов двигателей для децентрализованной мини-ТЭЦ – газопоршневых, двухтопливных и газоотурбинных.

Установки, предназначенные для использования в качестве основных или резервных источников электроэнергии, являются газопоршневые (ГПУ). ГПУ предназначена для работы на различных газовых составах, в том числе на газе, полученном из промышленных отходов. Высокое качество и меньшее содержание вредных веществ в топливе, чем в дизельных установках, являются особенностями ГПУ [1].

Двухтопливная установка предназначена так же, как и газопоршневая, применяется в качестве основного и резервного источника энергии. Возможность работы с природным газом и дизельным топливом – это особенность работы двухтопливного агрегата. А также при работе в базовом режиме установки используется до 70% газового и 30% дизельного топлива [1].

Газотурбинная установка предусмотрена для работы в энергетических установках простого, когенерационного и трехгенерационного циклов. ГТУ производит гораздо больше тепловой энергии, чем ГПА. ГТУ включает в себя компрессора, камеру сгорания и турбину, размещенную на силовом каркасе установки [1].

Значительное превосходство ГТУ и ГПА, считается самое низкое содержанием вредных выбросов, содержащихся в уходящем газе агрегатов на мини-ТЭЦ.

### **Заключение**

Это открытие, на мой взгляд, имеет большой вес в строительстве ТЭЦ. Как известно, мини-ТЭЦ дает возможность избежать расходов на строительство дорогой и опасной высоковольтной линии электропередачи (ЛЭП), исключает потери в передаче электроэнергии, обеспечивает качественное электроснабжение, соблюдая заданные значения напряжения, частоты, а также имеет другие различные преимущества. Также преимущество и главная отличительная особенность мини-ТЭЦ – их расположение вблизи потребителей электроэнергии. При таком положении возникает экономия огромных средств, поскольку отсутствует передача – транспортировка энергии. Замена котельных, неэффективных для использования топлива и загрязняющих атмосферу городов, и поселков, мини-ТЭЦ помогает не только значительно сэкономить топливо и улучшить чистоту воздуха, а и улучшить всеобщее экологическое состояние.

### **Литература**

1. Инновации в построении ТЭЦ [Электронный ресурс]/ инновации в построении ТЭЦ. - Режим доступа: <https://isup.ru/articles/6/542/>. - Дата доступа: 18.10.2022.

2. Мини-ТЭЦ [Электронный ресурс]/ мини-ТЭЦ. - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Мини-ТЭЦ>. - Дата доступа: 18.10.2022.
3. Мини-ТЭЦ [Электронный ресурс]/ Общие сведения о мини-ТЭЦ - описание. - Режим доступа: <https://manbw.ru/analytics/minitec.html>. - Дата доступа: 18.10.2022.