

УДК 621.3

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Тихно В.Д.

Научный руководитель – к.т.н, доцент Константинова С.В.

Когенерация — процесс совместной выработки электрической и тепловой энергии.

Когенерация есть термодинамическое производство двух или более форм полезной энергии из единственного первичного источника энергии.

Когенерационные установки — это оборудование, позволяющее вырабатывать электрическую и тепловую энергию одновременно.

К основным преимуществам когенерационных установок относятся [1]:

- Возможность децентрализованной генерации электроэнергии.
- Повышение эффективности использования топлива на 10–30 % в сравнении с отдельным производством того же количества электрической и тепловой энергии.
- Уменьшение удельных затрат топлива при генерировании электроэнергии почти в 2 раза в сравнении с аналогичным показателем действующих ТЭС.
- Возможность работы на биотопливе и на др. альтернативных видах топлива;
- Уменьшение выбросов парниковых и вредных газов в окружающую среду.
- Уменьшение потерь электроэнергии в электрических сетях, поскольку децентрализованные источники электроэнергии располагаются вблизи ее потребителей.

Диаграмма потоков энергии при отдельном и комбинированном производстве теплоты и электроэнергии представлена на рисунке 1. На рисунке числами обозначены части потоков энергии необходимые для генерации одного и того же количества тепловой и электрической энергии при отдельном и комбинированном производстве, на основании данных приведенных в [2].

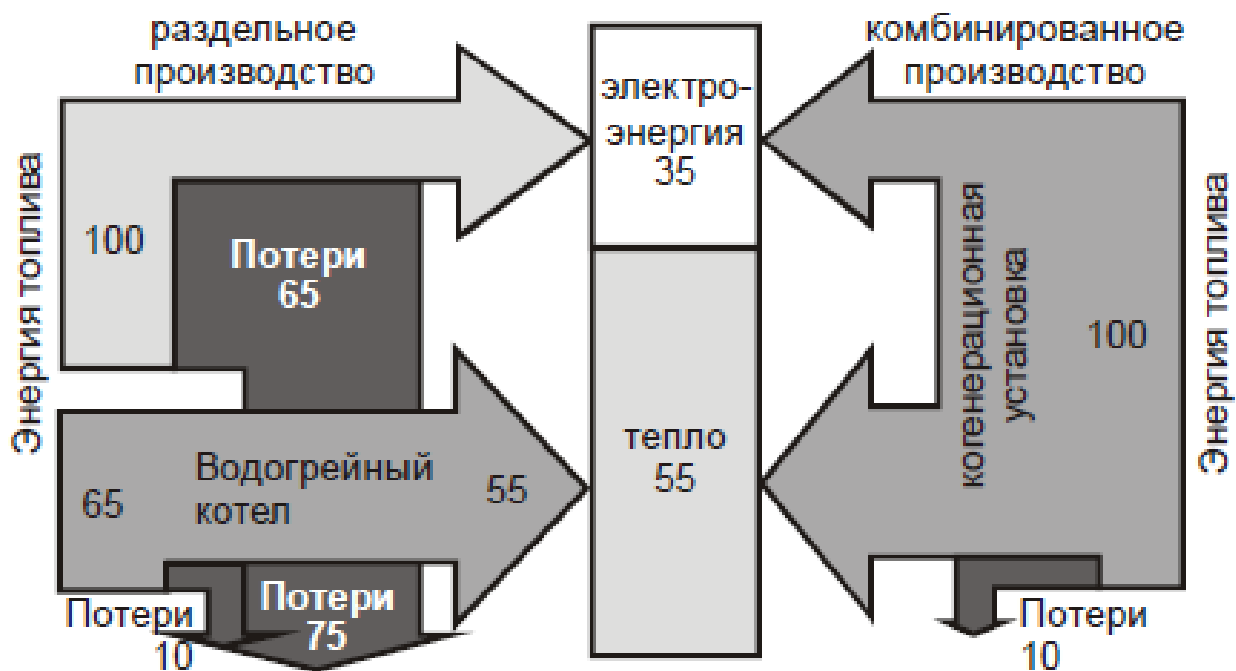


Рисунок 1 – Диаграмма потоков энергии при раздельном и комбинированном производстве теплоты и электроэнергии.

Когенерационная установка состоит из четырех основных частей:

- Первичный двигатель;
- Электродвигатель;
- Система утилизации тепла;
- Система контроля и управления;

В зависимости от существующих требований для когенерационных устройств малой и средней мощности, роль первичного двигателя может выполнять [3]:

1. Газотурбинные установки (ГТУ). В этих устройствах газ под давлением примерно до 2,5 МПа и воздух, сжимаемый в компрессоре, подаются в камеру сгорания, из которой продукты сгорания под давлением направляются в газовую турбину, преобразующую тепловую энергию в механическую, далее в электрическую. Наиболее распространенная единичная мощность газовых турбин составляет 6–50 МВт.

2. Паротурбинные установки (ПТУ). Паровая турбина работает в комплексе с паровыми котлами, используемыми в отопительных и производственных котельных. Пар с давлением 1,3 МПа расширяясь в турбине до давления, например, 0,12 МПа отдает затем в теплообменнике свою энергию воде, нагревая ее до требуемой температуры (например – до 150°C. Обычно единичная мощность паровых турбин составляет 0,5; 1,5; 3,5 МВт.

3. Поршневой двигатель с воспламенением от сжатия (дизельные двигатели) и поршневой двигатель с воспламенением от искры (газопоршневые двигатели). Дизельные и газопоршневые двигатели конструируются на базе двигателей внутреннего сгорания. В дизельных двигателях в основном используется дизельное топливо, в газопоршневых – природный газ.

Параметры когенерационных установок с различными видами первичных двигателей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры когенерационных установок с различными первичными двигателями.

Двигатель	Используемое топливо	Диапазон мощностей, МВт	Отношение тепло: электро-энергия	Электрический КПД, %	Общий КПД, %
Паровая турбина	Любое	0,5-1000	3:1-8:1	35–37	До 80
Газовая турбина	Газ, биогаз, дизельное топливо, керосин	0,25-300	1,5:1-5:1	25-42	65-87
Поршневой двигатель с воспламенением от сжатия (дизель)	Газ, биогаз, дизельное топливо, керосин	0,2-20	0.5:1-3:1 (наиболее часто 0,9-2)	35-45	65-90
Поршневой двигатель с воспламенением от искры	Газ, биогаз, керосин	0,003-6	1:1-3:1 (наиболее часто 0,9-2)	35-43	70-90

Генераторы в когенерационной установке предназначены для преобразования механической энергии вращающегося вала первичного двигателя в электроэнергию. Генераторы могут быть синхронными или асинхронными. Синхронный генератор может работать в автономном режиме или параллельно с сетью. Асинхронный генератор может работать только параллельно с сетью.

Теплоутилизатор является основным компонентом когенерационной системы. Принцип его работы основан на использовании энергии отходящих горячих газов первичного двигателя (турбины или поршневого двигателя). Простейшая схема работы теплоутилизатора состоит в следующем: отходящие газы проходят через теплообменник, где производится перенос тепловой энергии жидкостному теплоносителю (вода, гликоль). После этого охлажденные отходящие газы выбрасываются в атмосферу, при этом их химический и количественный состав не меняется.

Для повышения производительности тепловой части когенерационной системы утилизатор может дополняться экономайзером — теплообменником, обеспечивающим предварительный подогрев теплоносителя отходящими из теплоутилизатора газами до его подачи в основной теплообменник, где нагрев теплоносителя обеспечивается уже теплом отходящих газов двигателя [3].

Оптимальный выбор когенерационной установки зависит от условий, в которых он используется. При этом основными критериями выбора является экономическая целесообразность, надежность, простота обслуживания наряду с учетом потребности объекта в теплоте и электроэнергии, а также суточной и сезонной неравномерности их потребления.

На рисунке 2 приведена зависимость потребляемой мощности от максимальной мощности нагрузки [2]. Видно, что некоторый потребитель будет использовать почти 90 % требуемого количества энергии в течение месяца при уровнях нагрузок, которые равны или меньше 70 % от пикового значения нагрузки. Следовательно, если устанавливается двигатель-генераторная установка мощностью 70 % от пиковой нагрузки, она обеспечит подачу 90 % требуемого потребителем количества энергии за месяц. Для того, чтобы увеличить подачу энергии от 90 % до 100 % (т. е. увеличить лишь на 11 %), мощность генераторной установки должна быть увеличена от 70 % до 100 %, т. е. на 43 % относительных. Такое возрастание мощности установки и, следовательно, ее стоимости вряд ли будет экономически оправданным, если не рассматривать условия продажи избытка электроэнергии в электросеть по благоприятным ценам.

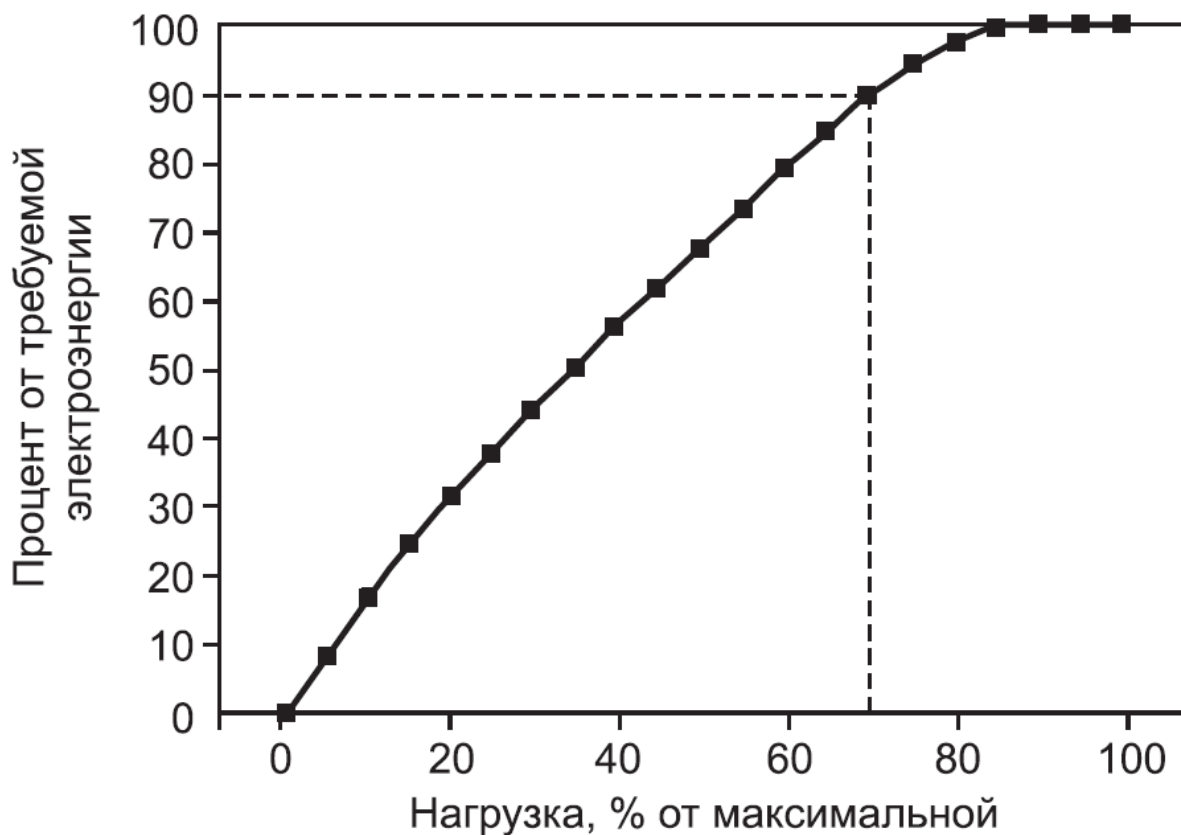


Рисунок 2 - Зависимость потребляемой мощности от максимальной мощности нагрузки

В общем случае когенерационная установка не может работать в согласованном режиме с потребителем и по электрической и по тепловой нагрузке одновременно. Поэтому на практике могут быть реализованы следующие режимы работы [1]:

1. Режим согласования тепловой нагрузки: полезная тепловая мощность когенерационной установки в любой момент времени равна тепловой нагрузке. Если при этом генерируемая электрическая мощность выше, чем электрическая нагрузка, избыток мощности продается в электросеть; если она меньше нагрузки, то дополнительное количество электроэнергии закупается из электросети.

2. Режим согласования электрической нагрузки: генерируемая электрическая мощность в любой момент времени равна электрической нагрузке. Если количество выработанной тепловой энергии больше, чем требуемая тепловая нагрузка, то теплота сбрасывается в окружающую среду через охладители (градирни) или с выхлопными газами двигателя; если тепловая нагрузка больше производимой теплоты, используют дожигание топлива в котле-утилизаторе, либо вспомогательный (пиковый) котел.

3. Смешанный режим работы – в определенные периоды времени применяется режим согласования по тепловой мощности, в другие периоды времени – режим согласования по электрической мощности. Выбор определяется такими факторами, как уровни нагрузок, стоимость топлива, тариф на электроэнергию в определенные дни и часы.

4. Автономный режим – полное удовлетворение электрических и тепловых нагрузок в любые моменты времени при отсутствии связи с электросетью. Этот режим требует, чтобы система имела резервные электрическую и тепловую мощности, чтобы в случае выхода из строя генерирующего оборудования по любой причине, резервное оборудование могло бы полностью обеспечить покрытие электрических и тепловых нагрузок. Такая когенерационная система является наиболее дорогой, по крайней мере, с точки зрения первоначальных капиталовложений.

Выбор когенерационной системы должен базироваться на требованиях, определенных инвестором и пользователем системы, на идеологии получения наилучших экономических и энергетических показателей эффективности, преимущественном использовании отечественного оборудования [1].

Таким образом, в ходе выбора системы необходимо определить:

- тип первичного двигателя когенерационной установки;
- количество приводных тепловых двигателей и мощность каждого из них;
- теплоутилизирующее оборудование;
- необходимость тепловых аккумуляторов;
- условия работы с внешней электросетью (в автономном режиме, параллельно с сетью, в комбинированном режиме);
- режим работы системы (рабочие энергетические и тепловые мощности) в текущем времени;
- возможность осуществления когенерационной технологии в комплексе с другими энергоресурсосберегающими технологиями;
- возможности максимального увеличения тепловой нагрузки когенерационной установки за счет внешних потребителей теплоты, применения абсорбционных машин для производства «холода» и т. п.

Литература

1. Когенерационные системы с тепловыми двигателями: справочное пособие. – В 3-х частях / сост.: Клименко В. Н., Мазур А. И., Сабашук П. П.; под ред. А. И. Мазура; – К.: Ин-т прикладных исслед. в энергетике НАН Украины, 2008 – ч.1. – 559с.
2. Educogen: The European educational tool on cogeneration. – Second edition, December 2001. – 174 с.

3. Когенерация, использование когенерационных установок / С.А. Гудков, Е.А. Лебедева; – Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ). – 2006. – 21с.