

## Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971  
ISI (Dubai, UAE) = 0.829  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
ПИИИ (Russia) = 0.126  
ESJI (KZ) = 8.716  
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

### International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2019 Issue: 09 Volume: 77

Published: 20.09.2019 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



**Mariya Igorevna Goreglyad**

Yanka Kupala state university of Grodno,  
Student,  
Grodno, Republic of Belarus

**Ludmila Vladimirovna Kropachava**

Yanka Kupala state university of Grodno,  
Candidate of physical and mathematical sciences,  
Associate Professor of the Electrical Engineering and Electronics Department,  
Grodno, Republic of Belarus

## UNDERSTANDING COGENERATION SYSTEMS

**Abstract:** This article involves the analysis of cogeneration systems: their main types and undeniable advantages. Such high-tech system can be a method of saving energy, which is relevant nowadays.

**Key words:** Cogeneration, cogeneration systems, gas turbines, microturbines, reciprocating engines, biogas, landfill gas, environmental friendliness, economic benefit, efficiency.

**Language:** Russian

**Citation:** Goreglyad, M. I., & Kropachava, L. V. (2019). Understanding cogeneration systems. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 09 (77), 161-165.

**Soi:** <http://s-o-i.org/1.1/TAS-09-77-30> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2019.09.77.30>

**Scopus ASCC:** 2102.

### ПОНЯТИЕ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**Аннотация:** Данная статья предполагает исследование когенерационных систем: их основных видов и неоспоримых преимуществ. Такая высокотехнологичная система является методом сбережения энергоресурсов, что является актуальным в современное время.

**Ключевые слова:** Когенерация, когенерационные системы, газовые турбины, микротурбины, газопоршневые двигатели, биогаз, свалочный газ, экологичность, экономическая выгода, эффективность.

#### Введение

Когенерационные системы – также известные как комбинированные тепло- и электро- (КТЭ) системы – генерируют одновременно электрическую и полезную тепловую энергию. Эти системы обычно используются на объектах, имеющих высокие требования к тепловой нагрузке.

Цели данного исследования:

- понимать различные формы когенерационных систем;
- выявить условия, необходимые для использования когенерационных систем;
- рассмотреть виды топлива, на которых могут работать когенерационные системы;

- аргументировать целесообразность роста и ускорения темпов внедрения когенерационных систем.

#### Когенерационные системы, как источник экологически чистой энергии

КТЭ системы обеспечивают экономически эффективный метод снижения эксплуатационных расходов, повышения электрической надёжности и сокращения выбросов парниковых газов. Такая система одновременно преобразует механическую работу в электрическую энергию (в большинстве случаев) и выделяет тепловую энергию, которая пригодна для использования. Эффективность КТЭ примерно в два раза больше, чем у обычной ТЭЦ, потому что избыточное тепло, выделяемое в процессе работы системы, можно выгодно

## Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971  
 ISI (Dubai, UAE) = 0.829  
 GIF (Australia) = 0.564  
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
 РИИЦ (Russia) = 0.126  
 ESJI (KZ) = 8.716  
 SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630  
 PIF (India) = 1.940  
 IBI (India) = 4.260  
 OAJI (USA) = 0.350

использовать, в отличие от ТЭЦ, где большая часть тепла рассеивается в воздухе. Такие когенерационные системы обычно используются на объектах, имеющих высокие требования к тепловой нагрузке. Например, в США и ряде стран Европы такие системы введены в эксплуатацию для обеспечения больниц, колледжей, промышленных городков, т.к. они эффективны, просты в обслуживании и компактны.

Проекты КТЭ предусматривают надёжность, эффективность, гибкость и отказоустойчивость. Владельцам промышленных, коммерческих объектов КТЭ предлагает хорошо зарекомендовавшие себя способы повышения энергоэффективности, снижения риска перебоев в электроснабжении, снижения затрат, связанных с покупкой энергии и сокращения выбросов парниковых газов и загрязняющих воздух веществ. Сам проект КТЭ не является новшеством, такая технология существует уже более столетия. Однако её актуальность на данный момент заключается в том, что такие установки играют важную роль в энергетических проектах, стремящихся к производству экологически чистой энергии.

КТЭ использует различные источники топлива для одновременного производства электрической и тепловой энергии, которая бесполезно тратится в случаях традиционной выработки электроэнергии. Благодаря эффективному улавливанию и использованию отработанного тепла, КТЭ использует меньше

топлива, чем другие системы, производящие такое же количество энергии. Поскольку КТЭ системы расположены вблизи объектов снабжения или внутри них, потери энергии на передачу и распределение к потребителю исключены. Когенерационная установка может обеспечивать качественную электрическую и тепловую энергию для определённой местности или конкретного объекта независимо от состояния энергосистемы, в то же время уменьшая перегрузку сети и исключая необходимость в строительстве новых электростанций.

Условия, необходимые для успешного внедрения когенерационной технологии:

- если когенератор будет использоваться как основной источник энергии (загрузка 365 дней в году);

- если будет соблюдено максимальное приближение установки к потребителю, таким образом можно добиться минимальных потерь при транспортировке энергии;

- если будет использоваться дешёвое альтернативное топливо.

Растущий интерес к установкам подобного рода обусловлен всемирной зависимостью от энергии, неустойчивостью цен и проблемами, связанными с изменением климата. Эффективность, характерная для отдельной генерации тепла и электричества достигает 47%, в отличие от КТЭ систем с уровнем эффективности превышающим 70%.



Рисунок 1 – Сравнение общих уровней эффективности при раздельной и комбинированной генерации (в условных единицах топлива)

Принцип работы КТЭ систем основан на том, что первичный привод, вращающий ротор генератора является механическим источником выработки электроэнергии. Охлаждение

приводного двигателя, продуктов сгорания приводит к выработке тепловой энергии. Эта энергия участвует в производстве горячей воды, пара для отопления и водоснабжения, также

## Impact Factor:

ISRA (India)	= 4.971	SIS (USA)	= 0.912	ICV (Poland)	= 6.630
ISI (Dubai, UAE)	= 0.829	ПИИЦ (Russia)	= 0.126	PIF (India)	= 1.940
GIF (Australia)	= 0.564	ESJI (KZ)	= 8.716	IBI (India)	= 4.260
JIF	= 1.500	SJIF (Morocco)	= 5.667	OAJI (USA)	= 0.350

используется в холодильных установках и в процессах сушки горячим воздухом.

Когенерационные установки могут выпускаться на базе микротурбин, газовых турбин и газопоршневых двигателей.

Установки на основе газовых турбин: газ, который компрессором нагнетается в камеру сгорания, перемешивается с воздухом, образует смесь (топливо и воздух) и поджигается. Движение продуктов сгорания через ряды лопаток, находящихся на валу турбины, начинает вращать эту турбину. Вал турбины приобретает механическую энергию, которая передаётся генератору, в котором происходит преобразование механической энергии в электрическую. В котёл-утилизатор поступает тепловая энергия газов, выходящих из турбины.

Особенностью газотурбинных установок является возможность функционирования на жидком (керосин, дизельное топливо) и газообразном топливе. Электрический КПД подобных установок может достигать до 39%, тепловой энергии, как правило, вырабатывается в два раза больше.

Установки на основе микротурбин: принцип работы аналогичен предыдущему типу установок, однако микротурбинные установки обладают меньшей мощностью и размерами. Вся система компактно сформирована внутри шумозащитного кожуха, это является преимуществом при реализации проектов внутри зданий. Микротурбинные КТЭ имеют электрический КПД около 35%, тепловой – 50%.



Рисунок 2 – Микротурбинная установка Capstone C200 электрической мощностью 200 кВт

Газопоршневые установки: их работа базируется на использовании двигателя внутреннего сгорания с газом в качестве топлива. Газ при сгорании в камере вырабатывает тепловую энергию, которая через газопоршневой двигатель поступает на генератор, который, производит электроэнергию. Электрический КПД у установок на основе газопоршневых двигателей равен 40%, что немного выше, чем у газотурбинных, а тепловой КПД – 50%.

Каждая из подобных установок имеет свои преимущества, недостатки, также различия и сфера применения. Однако наибольший спрос для построения КТЭ систем приобрели газопоршневые установки, потому что они просты

в эксплуатации и обслуживании, имеют более низкую стоимость, но при этом отличаются более высоким полным КПД по сравнению с другими системами.

Когенерационные станции по производству электрической и тепловой энергии в зависимости от вырабатываемой мощности делятся на: микро- (от 1 до 250 кВт), мини- (от 250 кВт до 60 МВт), средние (от 60 до 300 МВт) и большие (более 300 МВт) электростанции.

Следует пояснить, что речь идёт не о единичной мощности энергоагрегата, а о суммарной мощности КТЭ системы. Считается, что мощности до 250 кВт целесообразней покрывать микротурбинами или другими

## Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117  
ISI (Dubai, UAE) = 0.829  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
РИИЦ (Russia) = 0.126  
ESJI (KZ) = 8.716  
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

альтернативными установками, от 250 кВт до 10 МВт – с помощью газопоршневых агрегатов. А газотурбинные установки пригодны для выработки больших мощностей.

КТЭ системы также привлекательны тем, что имеют возможность работать на альтернативном топливе. Для работы подобных установок в странах Европы не применяются дорогостоящие нефть и газ, что является несомненным плюсом, ведь количество данных ресурсов в недрах Земли конечно. Топливом для когенерационных установок могут служить: свалочный газ, биогаз и шахтный метан. Биогаз является результатом разложения фекальных масс (отходы жизнедеятельности человека и фермерских хозяйств) и различных растительных отходов. В специальный реактор загружается свежее сырьё, происходит процесс разложения и на выходе получается биогаз. Отходы от выработки биогаза могут использоваться в качестве удобрения для почвы.

Выработка свалочного газа довольно долгий и сложный процесс, ведь для этого необходимо подготавливать свалки по определённой схеме. Подготовка происходит в несколько этапов: сначала роется котлован на дне которого размещается толстый слой глины (в 1 метр) или плёнка из полиэтилена, чтобы загрязнённые воды не попали в почву. Далее порционно мусор вносят в специальные ячейки, расположенные внутри котлована. После заполнения эти ячейки закрываются глиной, покрываются плёнкой, засыпаются землёй. Следующим этапом в котловане бурятся скважины, чтобы полученный газ передавался по трубопроводам на КТЭ. Данный процесс не бесконечен, выработка газа происходит около 30-70 лет.

Сложно отрицать, что на эти виды топлива наша планета особенно богата. Таким образом, использование подобного типа сырья – это шаг вперёд в борьбе за экологию.

### Заключение

Подводя итог, следует обобщить изложенную информацию и сформулировать выводы о целесообразности повсеместного

распространения когенерационных систем. Неоспоримыми преимуществами таких систем являются близкое расположение к потребителю, отсутствие потребности в линиях электропередач (ЛЭП) и подстанциях, низкие затраты на покупку электрической и тепловой энергии (по сравнению с затратами на покупку энергии из сети), безопасность, экологичность, быстрота и гибкость ввода в эксплуатацию и ряд других факторов.

Развитие когенерационной технологии становится основой для освоения новых районов, открытия производств и расширения уже имеющихся. На сегодняшний день существует проблема подключения новых потребителей из-за старого и изношенного оборудования электрических сетей, а также из-за удалённости потребителей от ЛЭП. Цена на ремонт этого оборудования ложится на плечи потребителя. Применение такого автономного источника тепловой и электрической энергии позволит обеспечить резерв в централизованной системе и избавит от негативного влияния данной проблемы.

На экономический рост влияет множество факторов. Одним из факторов его сдерживания является то, что объекты различного назначения подвергаются некачественному электроснабжению, что вытекает в экономические потери. КТЭ системы являются приемлемым способом достижения надёжного, гибкого и отказоустойчивого снабжения электроэнергией. Нарращивание мощностей в когенерационных установках возможно крайне быстрыми темпами, в отличие от предприятий, которые обеспечиваются энергией традиционным способом. Ведь в таком случае увеличение мощностей предусматривает большое количество технических, финансовых и других трудностей.

Когенерационные системы могут наращивать мощности большими и малыми долями, таким образом подкрепляется взаимосвязь между генерацией электроэнергии и её потреблением. В результате обеспечиваются собственные нужды установки, которые сопутствуют экономическому росту.

## References:

1. (2018). *International Energy Agency (IEA) Combined Heat and Power*. IEA Publications.
2. (2015). *Consulting - Specifying Engineer Understanding cogeneration systems*. Retrieved

July 25, 2019, from <https://www.csemag.com/articles/understanding-cogener...>

**Impact Factor:**

<b>ISRA (India)</b>	<b>= 3.117</b>	<b>SIS (USA)</b>	<b>= 0.912</b>	<b>ICV (Poland)</b>	<b>= 6.630</b>
<b>ISI (Dubai, UAE)</b>	<b>= 0.829</b>	<b>PIHHI (Russia)</b>	<b>= 0.126</b>	<b>PIF (India)</b>	<b>= 1.940</b>
<b>GIF (Australia)</b>	<b>= 0.564</b>	<b>ESJI (KZ)</b>	<b>= 8.716</b>	<b>IBI (India)</b>	<b>= 4.260</b>
<b>JIF</b>	<b>= 1.500</b>	<b>SJIF (Morocco)</b>	<b>= 5.667</b>	<b>OAJI (USA)</b>	<b>= 0.350</b>

---

- Gol'diner, A. I., & Tsyarkin, M. I. (2006). *Gazoporshnevye elektroagregaty*. (p.240). SPb.: Galeya Print.
- (2017). *OOO "BAZIS" Mikroturbiny Capstone*. Retrieved July 28, 2019, from <https://powerquality.ru/oborudovanie/mikroturbiny/mik..>
- (2009). "German Energy Systems.GES Ltd." *Oborudovanie i tekhnologii*. Retrieved July 26, 2019, from [http://ges-ukraine.com/maininfo\\_14-16.html](http://ges-ukraine.com/maininfo_14-16.html)
- (2010). "German Energy Systems.GES Ltd." *Chto takoe kogeneraciya?*. Retrieved July 25, 2019, from [http://ges-ukraine.com/maininfo\\_20.html](http://ges-ukraine.com/maininfo_20.html)
- Klimenko, V. N., Mazur, A. I., & Sabashuk, P. P. (2008). *Kogeneracionnye sistemy s teplovymi dvigatelyami*. (p.528). K.: IPC ALKON NAN Ukrainy.
- Razuvaev, A. V. (2010). *Celesoobraznost' primeniya sistem utilizacii tepla DVS. Turbiny i dizeli №1*, p.50.
- (2011). *RUP "BELSTROJCENTR" Kogeneraciya i energoeffektivnost'*. Retrieved July 27, 2019, from <https://bsc.by/ru/story/kogeneraciya-i-energoeffektivnost>
- (2012). *"Dom energii" Kogeneraciya*. Retrieved July 27, 2019, from <http://dom-en.ru/kogenerac/>