

*Батаева Эмилия Вячеславовна, магистрант*

*Самарский Государственный Технический Университет, г. Самара*

*Евсеев Антон Владимирович, магистрант*

*Самарский Государственный Технический Университет, г. Самара*

*Чалова Наталья Дмитриевна, магистрант*

*Самарский Государственный Технический Университет, г. Самара*

## **КОГЕНЕРАЦИЯ - КОМБИНИРОВАННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛА И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

**Аннотация:** Когенерация или комбинированное производство тепла и электроэнергии (ТЭЦ) определяется как последовательное производство двух различных форм полезной энергии из одного первичного источника энергии, обычно механической энергии и тепловой энергии. Механическая энергия может использоваться либо для привода генератора переменного тока для производства электроэнергии, либо для вращающегося оборудования, такого как двигатель, компрессор, насос или вентилятор, для предоставления различных услуг. Тепловая энергия может использоваться либо для непосредственного технологического процесса, либо для косвенного производства пара, горячей воды, горячего воздуха для осушителя или охлажденной воды для технологического охлаждения. Когенерация предоставляет широкий спектр технологий для применения в различных сферах экономической деятельности. Общий коэффициент использования топлива установок комбинированного производства тепловой и электрической энергии может достигать 85-90% [2].

**Ключевые слова:** когенерация, когенерационная установка, оборудование когенерационных установок, отопление, тепловая энергия.

**Annotation:** Cogeneration or combined heat and power (CHP) is defined as the sequential production of two different forms of usable energy from a single primary energy source, usually mechanical energy and thermal energy. Mechanical energy can be used either to drive an alternator to generate electricity, or to rotate equipment such as a motor, compressor, pump, or fan to provide a variety of services. Thermal energy can be used either for the direct process or for the indirect production of steam, hot water, hot air for a dryer, or chilled water for process cooling. Cogeneration provides a wide range of technologies for use in various fields of economic activity. The total fuel utilization rate of CHP units can reach 85-90%.

**Key words:** cogeneration, cogeneration plant, equipment of cogeneration plants, heating, thermal energy.

Традиционные системы для выработки электроэнергии имеют средний КПД от 35 до 40 % (до 55 % для систем с комбинированным циклом), выбрасывая в окружающую среду от 60 до 65 % энергии, содержащейся в топливе. Когенерация восстанавливает эту потерю тепла и использует ее для нужд отопления или охлаждения. Отопление включает производство пара и горячей воды. Для охлаждения необходимо использовать абсорбционные охладители, преобразующие тепло в холод. Таким образом, за счет одновременной выработки электроэнергии и тепла когенерационные установки имеют более высокий общий КПД, который может достигать 90 процентов. Это означает экономию топлива до 40 процентов по сравнению с производством электроэнергии и тепла с использованием тепловых электростанций и паровых котлов [3].

Поскольку электричество легче передавать на большие расстояния, чем тепло, промышленные когенерационные установки обычно располагаются близко к месту, где будет использоваться тепловая энергия. Если количество произведенной электроэнергии ниже технологических требований, остаток необходимо покупать в местной сети. И наоборот, если генерируется избыток электроэнергии, ее можно также продать в общую сеть. Подключение к сети

соответствует очень строгим стандартам и существуют правила покупки и продажи электроэнергии. Системы когенерации также имеются на некоторых видах предприятиях сектора пищевых продуктов и напитков (переработка кукурузы, ликеро-водочные заводы, пивоваренные заводы, сахарные заводы, птицепереработка и т. д.).

В 2005 году мощность когенерационных установок, обеспечивающих теплом предприятий пищевой промышленности и производства напитков, составила 351 мегаватт электроэнергии (МВт). Их средний КПД составлял 80 %, а их среднее отношение тепловой энергии к электрической мощности (НТРС) составляло 6,3. Это означает, что на каждый киловатт-час произведенной электроэнергии на этих объектах было произведено 6,3 кВтч полезного тепла.

Когенерационная установка состоит из следующих четырех основных компонентов:

1. первичный двигатель, обычно турбина или двигатель внутреннего сгорания.
2. электрогенератор, приводимый в действие тягачом.
3. новый котел-утилизатор для производства пара из энергии, содержащейся в выхлопных газах турбины или двигателя внутреннего сгорания. Рекуперацию энергии можно максимизировать, установив стандартный экономайзер на выходе из котла-утилизатора (температура дымовых газов, которая колеблется от 120 ° C до 150 ° C, в зависимости от топлива, также может быть снижена). Если для процесса требуется значительный объем горячей воды, конденсационный экономайзер может следовать за экономайзером или заменять его (температура дымовых газов может быть снижена до 50 ° C или 60 ° C).
4. система управления [5].

Наиболее часто используемые источники энергии - это пар (паровая турбина) и природный газ (газовый двигатель и турбина), хотя в некоторых приложениях используется дизельное топливо и биогаз.

Если НTPR (отношение тепла к мощности) меняется в течение дня или по сезонам, любое изменение количества вырабатываемой электроэнергии или покупка электроэнергии может привести к значительной потере прибыли. Поэтому предпочтительнее адаптировать НTPR к потребностям объекта, используя дополнительную горелку на входе котла-утилизатора или дополнительный котел.

Оптимизация системы когенерации (т.е. адаптация ее к потребностям в тепле) дает следующие основные преимущества:

Экономические и экологические преимущества:

- повышение общей эффективности преобразования топлива в тепло и электроэнергию;
- доступ к доходу от продажи избыточной электроэнергии в сеть;
- снижение затрат на очистку сточных вод и удаление отходов при биогазе используется, чтобы увеличить прибыль;
- снижение выбросов в атмосферу, особенно диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ) и оксидов азота;

Высокая степень безопасности электроснабжения: когенерация снижает риск нарушения производства в случае отключения электроэнергии.

Децентрализованная выработка электроэнергии вблизи точки потребления ограничивает потери на линиях электропередачи.

В целом, когенерация требует больших инвестиций со сроком окупаемости от четырех до пяти лет. Стоимость приобретения оборудования и его подключения к технологическому процессу и электросети должны быть добавлены к стоимости строительства камеры или конструкции для снижения шума, производимого газовыми турбинами и двигателями. Таким образом, любое решение о строительстве когенерационной установки должны соответствовать следующим критериям:

- годовые потребности процесса в тепловой и электрической энергии, их сезонные колебания и прогнозы будущего развития;

– потенциал для экономии энергии - перед запуском любого проекта когенерации необходимо провести подробный энергоаудит, направленный на оптимизацию использования энергии на предприятии. На самом деле может случиться так, что после того, как будет создана когенерация, дальнейшее повышение энергоэффективности станет труднее;

– тип используемого топлива и прогнозы динамики его цены и цены на электроэнергию;

– стоимость инвестиций в оборудование и гражданскую инфраструктуру;

– существующие программы стимулирования [4].

В 2016 году, на международной выставке в Канаде, посвященной энергетике, была представлена новинка - RETScreen модель - программное обеспечение, которое позволяет оценить выработку энергии, стоимость жизненного цикла, сокращения выбросов, финансовую жизнеспособность и риски, связанные с электричеством, тепло и холод поколения проектов в одном или нескольких зданиях и в промышленных процессах. Программа позволяет проводить технико-экономические обоснования, которые учитывают широкий спектр возобновляемых и невозобновляемых видов топлива, и содержит базу данных с данными о климате и продуктах (например, поршневые двигатели, газовые турбины, газовые турбины с комбинированным циклом, паровые турбины, топливные элементы, микротурбины, котлы, компрессоры, тепловые насосы абсорбционного цикла и др.).

Промышленное применение когенерации можно привести в примере:

Когенерация или комбинированное производство электроэнергии и тепла - мясоперерабатывающая промышленность.

Тип бизнеса: птицефабрика и предприятие по переработке птицы в Канаде (мощность 300 000 цыплят в день).

Применение: одновременное производство электроэнергии, пара и горячей воды с использованием природного газа.

Дата ввода в эксплуатацию: 1999 г.

Стоимость инвестиций: приблизительно 6 миллионов долларов  
Срок окупаемости: 5,5 лет.

Результаты. Установка газовой турбины мощностью 5 МВтэ позволила принять следующие меры:

- снизить затраты на электроэнергию с 0,065 доллара США / кВтч до 0,05 доллара США / кВтч (более чем на 20 процентов);

- повысить надежность электроснабжения предприятия за счет выработки значительной доли электроэнергии. потребляемая электроэнергия;

- снизить потребление природного газа примерно на 4 процента для достижения общей эффективности (выработка электроэнергии и тепла) 86 % [1].

Реализованный подход генерирует электроэнергию, пар и техническую горячую воду с помощью когенерационной установки. Поставляемая система включает элементы, перечисленные ниже:

- природная газовая турбина, мощностью 5,2 МВт;

- на выходе из газовой турбины, дополнительная горелка и система рекуперации тепла для производства пара для предприятия (29 484 кг / ч);

- на выходе из парогенератора, экономайзер с прямым контактом, способный нагревать 1360 л воды до 49°C (120°F) каждую минуту;

- отдельное здание для когенерационной установки, что позволяет избежать значительного ремонта и звукоизоляция в заведении.

### **Библиографический список:**

1. Сравнение когенерационных систем / Сайт [www.capstone.ru](http://www.capstone.ru).

2. Ольховский Г.Г. Совершенствование технологий комбинированной выработки электроэнергии и тепла на ТЭЦ России // Новости теплоснабжения. - 2003. - №10.3. Дубинин В.С. Сопоставление систем централизованного и децентрализованного энергоснабжения в современных условиях России. Часть 1. / Промышленная энергетика, №9, 2015.

4. Дубинин В.С. Сопоставление систем централизованного и децентрализованного энергоснабжения в современных условиях России. Часть 2. / Промышленная энергетика, №10, 2015.

5. Дубинин В.С. Сопоставление систем централизованного и децентрализованного энергоснабжения в современных условиях России. Часть 3. / Промышленная энергетика, №11, 2015.