

УДК. 621.438

А.И. Мальчиков, доцент, канд. тех. наук,**Г.Б. Лыкова, ст. преподаватель,****М.С. Капустянский, инженер***Севастопольский национальный технический университет,**ул. Университетская, 33, г. Севастополь, 299053**E-mail: emss@stel.sebastopol.ua***ГАЗОВЫЕ МИКРОТУРБИНЫ – АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГЕТИКИ**

Рассматривается использование высокоэффективного альтернативного источника энергии газовой микротурбины, вырабатывающей одновременно электричество и тепло, обладающей высокой надежностью и большим сроком эксплуатации.

Ключевые слова: микротурбины, альтернативная энергетика, энергоэффективность, микротурбинный двигатель, кластеризация.

В связи с уменьшением запасов нефти, газа, угля, являющихся основными видами топлива в промышленной энергетике и других отраслях, а также в целях экономии этих запасов всё большее значение приобретает использование альтернативных источников энергии и разработка энергосберегающих технологий. Актуально широкое использование атомной энергии (атомные электростанции, суда с ядерными установками и т. д.), использование солнечной энергии, энергии ветра, энергии волн, топлива на основе водорода.



Рисунок 1 – Общий вид газовой единичной микротурбины

Целью статьи является анализ основных характеристик газовых микротурбин, их применение, ознакомление с конструкцией и принципом действия.

Одним из видов современных энергосберегающих технологий являются газовые микротурбины.

Микротурбина – это газовая турбина с электрической мощностью до 1000 кВт, а газовые микротурбины в комплексе – это электростанции мощностью до 30 МВт. Такие микротурбины отличаются высокой экологичностью и широким диапазоном регулирования нагрузки. На рисунке 1 и рисунке 2 представлен общий вид газовой единичной микротурбины и комплекс газовых турбин миниэлектростанции мощностью до 30 МВт.

Газовые микротурбины применяются на разных объектах: в медицинских учреждениях, бассейнах, учебных заведениях, спортивно- оздоровительных центрах, жилых домах, офисных зданиях, торговых центрах, ваннах, на очистных сооружениях, буровых платформах и скважинах, шахтах, удаленных станций связи и других объектах, где электрическая сеть недоступна. Кроме перечисленных объектов, газовые микротурбины применяются на ДВС в качестве газотурбонагнетателей, в подводных аппаратах, в ракетной и космической технике.

Внедрение газотурбинных установок даёт существенный экономический эффект, так как газовые микротурбины обеспечивают потребителя бесперебойным, качественным электро и теплоснабжением.



Рисунок 2 – Комплекс газовых турбин миниэлектростанции мощностью до 30 МВт

Газовые микротурбины имеют ряд существенных преимуществ в сравнении с существующими газопоршневыми и дизельными электростанциями:

1. стоимость электрической и тепловой энергии производимой мини турбиной ниже, чем от центральных сетей;
2. газогенератор легко установить и запустить;
3. низкая стоимость обслуживания в сочетании с функциональной гибкостью;
4. низкий уровень шума микротурбины;
5. газовые турбины имеют небольшие габариты;
6. газовая микротурбина – это экологическая чистота;
7. микротурбина имеет возможность дистанционного управления и контроля;
8. близость к потребителю;
9. большой срок службы;
10. возможность производить тепло и холод.

Разработки газовых микротурбин начались в конце 80-х годов прошлого столетия, когда возникла необходимость в создании автономных источников электро и теплоснабжения малой мощности (до 500 кВт) с низким уровнем эмиссии и малыми затратами на эксплуатацию и обслуживание. В настоящее время наиболее широко используются газовые микротурбинные электростанции – установки Calnetix с единичной электрической мощностью от 100 до 1000 кВт. Возможность кластеризации (установки нескольких агрегатов) позволяет вырабатывать электроэнергию нескольких МВт. Применение котлов – утилизаторов, использующих теплоту выхлопных газов дополнительно вырабатывает тепло, что резко повышает общий КПД (до 80 % и выше) и решает задачи теплоснабжения для отопления и получения горячей воды. Тригенерация позволяет преобразовывать утилизируемое тепло, потребность которого в летнее время снижается, в холод производимый абсорбционными холодильными машинами. Микротурбины могут работать автономно, параллельно с сетью, автономно с возможностью перехода на параллельную работу с сетью, параллельно с несколькими одноступенчатыми агрегатами.



Рисунок 3 – Вал микротурбины фирмы Capstone

Микротурбинный двигатель состоит только из одной движущейся детали – вращающегося вала, на котором соосно расположены электрический генератор, компрессор и непосредственно турбина. В установке не используются редукторы или другие механические приводы. Уникальной конструктивной

особенностью двигателя является применение воздушных подшипников, за счет которых достигается рекордная скорость вращения вала – 96 000 оборотов в минуту. Эта инновация дает возможность отказаться от использования масла, высокий расход которого у других видов оборудования составляет значительную часть эксплуатационных затрат. На рисунке 4 изображена схема микротурбины Capstone в разрезе.

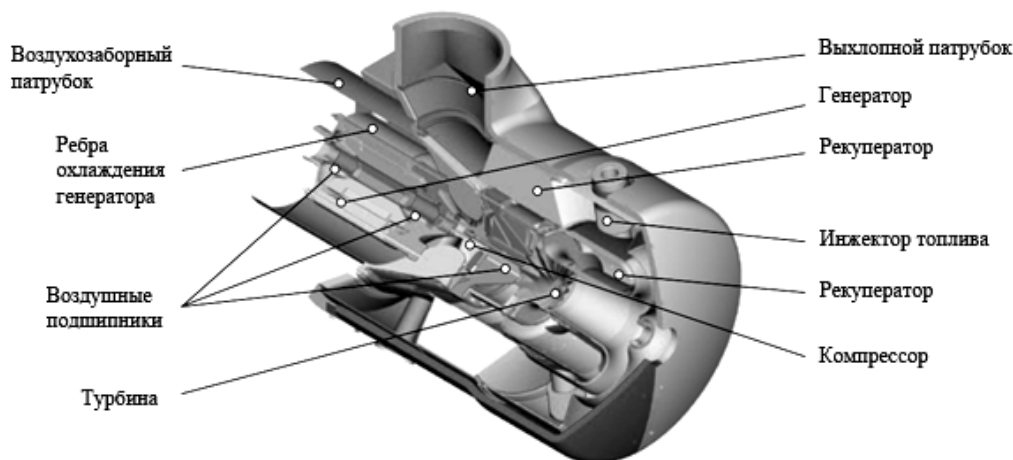


Рисунок 4 – Схема микротурбины Capstone C30 в разрезе

Уникальной особенностью является возможность работы газовых микротурбин на различных видах жидкого и газообразного топлива. Они могут работать на: природном газе высокого, среднего и низкого давления, попутном нефтяном газе (ПНГ), биогазе, газе, получаемом при очистки сточных вод, газе, получаемом при утилизации мусора, пропане, бутане, дизельном топливе, керосине, шахтном газе, пиролизном газе.

Уровень эмиссии по NOx весьма мал 25-15 ppm. Микротурбинные установки идеально приспособлены для работы с циклическими нагрузками. При снижении электрической нагрузки в 10 и более раз (например ночью) они могут работать длительное время при минимальных нагрузках без снижения моторесурса. Отличительной способностью газовых микротурбинных установок является возможность допускать 100 процентные набросы – сбросы нагрузки.

Газовые микротурбины могут применяться совместно с котельными агрегатами. Отработанный газ после микротурбины с содержанием кислорода до 18 % подается в горелку в качестве воздуха для сжигания топлива, эффективность использования топлива до 100 %, но необходимо модифицировать горелку котла. Находит применение схема, в которой очищенный атмосферный воздух поступает через воздухозаборник, в компрессор, где сжимается и нагревается. После компрессора воздух направляется в газотурбинный теплообменник, где дополнительно нагревается за счёт тепла выхлопных газов турбины. Это в два раза повышает электрическую эффективность установки и увеличивает КПД по выработке электроэнергии до 30 %. Соотношение электрической энергии и тепловой составляет 1:1,7:2. В схемах, где требуется большая тепловая производительность, газовые микротурбины используются без газозаборного теплообменника (рекуператора). В таких установках КПД производства электроэнергии составляет от 15 до 19 %. Нагретый и сжатый воздух смешивается с газом и подается в камеру сгорания. Предварительное смешение снижает уровень эмиссии выхлопных газов до 25 ppm при 100 % нагрузке и до 0 при нагрузке 50 %. Из камеры сгорания горячие газы поступают на рабочие лопатки турбины, расширяются, совершают работу, приводят в движение компрессор центробежного типа и высокоскоростной генератор. Ротор микротурбины опирается на гидродинамические подшипники (смазка под давлением). Подшипники расположены вне горячей зоны, исключается угар масла и снижается его расход до 0,003 г/кВтч, увеличивается интервал замены масла до 24000 часов. Частота вращения ротора около 70000 об/мин. Генератор вырабатывает высокочастотное напряжение, которое дважды преобразуется из переменного в постоянное, а затем в переменное напряжением в 230 и 400 В с частотой 50 и 60 Гц.

После турбины выхлопные газы поступают в рекуператор нагревают воздух на выходе из компрессора, затем идут в котёл – утилизатор (газоводяной теплообменник) и нагревают сетевую воду до определённой температуры.

Управление установкой осуществляется с помощью цифровой системы (контролируются все рабочие параметры, диагностика состояния, защита и блокировка), контролируются системы утилизации

тепла, силовой электроники, загазованности помещений и т. д. Контроль осуществляется дистанционно через телефонную, модемную или спутниковую связь.

Конструкция газовых микротурбинных установок отличается высокой надёжностью (малое количество движущихся деталей; воздушное охлаждение генератора вместо жидкостного; простота агрегата). Отсутствие вибрации, низкий уровень шума, размещение всех узлов и деталей в специальных кожухах позволяет использовать установки в жилых районах и на морских газодобывающих платформах. Газовые микротурбины имеют большой срок службы, ресурс до капитального ремонта 60000 часов и более. По данным фирмы Capstone (США) некоторые микротурбины работают без капитального ремонта более 10 лет, хотя должен производиться через 7-8 лет, предусматривается одна профилактика в год в течение 2-х часов. Срок окупаемости газовой микротурбинной установки 3 – 4 года в зависимости от мощности и комплектации.

Выводы:

1. Анализ существующих газовых микротурбин показал их высокую энергоэффективность.
2. Необходимо наладить производство газовых микротурбин и шире их внедрять.

Библиографический список использованной литературы

1. Шерстюк А.Н. Радиально-осевые турбины малой мощности / А.Н. Шерстюк, А.Е. Зарянкин. — М.: Машиностроение, 1976. — 208 с.
2. Наталевич А.С. Воздушные микротурбины / А.С. Наталевич. — М.: Машгиз, 1970. — 207 с.
3. Пожидаев В.М. Микрогазотурбинные агрегаты — Новое направление в малой энергетике / В.М. Пожидаев // Журнал Академии энергетики. — 2005. — № 6 (04).

Поступила в редакцию 15.10.2014 г.

Мальчиков А.И., Ликова Г.Б., Капустянський М.С. Газові мікротурбіни – альтернативні джерела енергетики

Розглядається використання високоефективного альтернативного джерела енергії газової мікротурбіни, що виробляє одночасно електрику і тепло, що володіє високою надійністю і великим терміном експлуатації.

Ключові слова: мікротурбіни, альтернативна енергетика, енергоефективність, мікротурбинний двигун, кластеризація.

Malchikov A.I., Lykova G.B., Kapustyansky M.S. Gas microturbines – alternative sources of energy

Discusses the use of highly efficient alternative energy source gas microturbines, produces both electricity and heat, which has a high reliability and long life.

Keywords: micro – turbines, alternative energy, energy efficiency, micro-turbine engine, clustering.