

Рис. 2. Необходимое снижение тепловой нагрузки турбины Т-100-130 на 1 МВт дополнительной электрической мощности

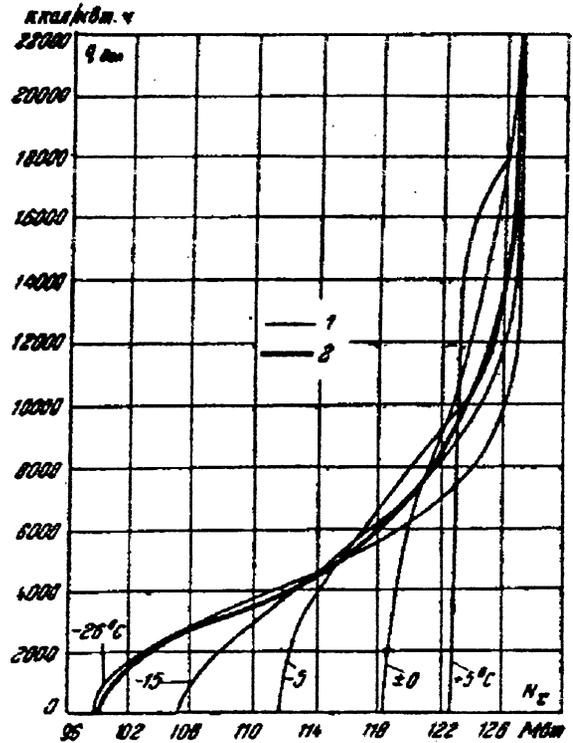


Рис. 3. Удельный расход теплоты на 1 МВт дополнительной мощности турбины Т-100-130

Литература

1. Тепловые электрические станции: учебник для вузов / В.Д. Буров, Е.В. Дорохов, Д.П. Елизаров и др. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007.
2. Пекелис Г.Б., Крамаренко В.И. К определению тепловой экономичности пиковой электроэнергии на ТЭЦ // Электрические станции. – 1971. – № 9. – С. 61–63.
3. Пекелис Г.Б., Крамаренко В.И. Получение пиковой мощности за счет отключения ПВД на ТЭЦ // Теплоэнергетика. – 1970. – № 9. – С. 27–30.
4. Сахаров А.М., Тажиев Э.П., Баринберг Г.Д. Повышение тепловой и электрической мощности турбины Т-250/300-240 частичным вытеснением регенеративных отборов пара на ПВД // Теплоэнергетика. – 1984. – № 12. – С. 30–32.
5. Гельтман А.Э., Шапиро Н.И. Анализ эффективности использования ТЭЦ для покрытия пиковых электрических нагрузок // Теплоэнергетика. – 1968. – № 2. – С. 51–55А.

УДК 621.438

ГАЗОВЫЕ МИКРОТУРБИННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ – НОВОЕ СЛОВО В МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Скачков С.В., Левшов Р.Н., Филипенков С.М.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент КАЧАН С.А.

Разработки газовых микротурбин начались в конце 80-х годов прошлого века, когда понадобились автономные источники электро- и теплоснабжения малой мощности (до 500 кВт) с низким уровнем эмиссий и небольшими затратами на эксплуатацию и обслуживание.

В настоящее время наиболее широко представлен модельный ряд микротурбин в диапазоне от 30 до 250 кВт единичной электрической мощности. Обычно устанавливаются несколько агрегатов суммарной мощностью до нескольких МВт.

Применение котла-утилизатора позволяет наряду с электроэнергией производить также теплоту для отопления и горячего водоснабжения. В таких установках, называемых *micro-CHP* (от англ. *Combined Heat and Power*), резко повышается общий КПД (до 80 % и выше). Кроме когенерации возможна также тригенерация, при которой утилизируемая теплота, потребность в которой в летнее время снижается, преобразуется в холод с помощью абсорбционных холодильных машин.

Существуют варианты применения микротурбин совместно с котельными агрегатами. При этом отработанные горячие газы с содержанием кислорода до 18 % подаются к горелкам в качестве окислителя, таким образом, повышая эффективность использования топлива до 100 %.

Основные конструктивные элементы микротурбин показаны на рисунке 1.

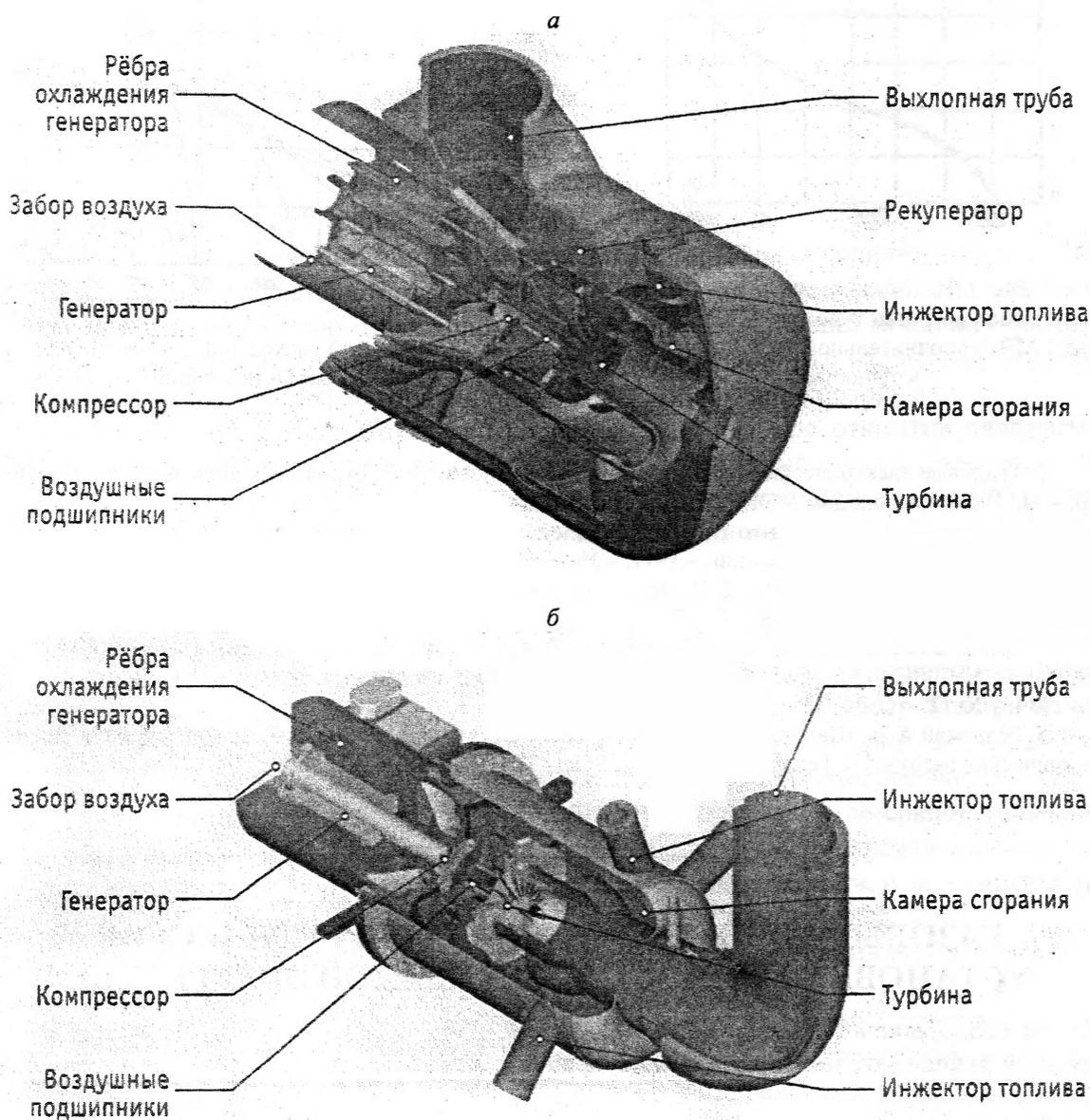


Рис. 1. Конструкции микротурбины фирмы Capstone:
а – с рекуператором; б – без рекуператора

Очищенный атмосферный воздух попадает в воздухозаборник, откуда подается на вход в компрессор, где воздух сжимается и нагревается. После компрессора воздух направляется в газо-воздушный теплообменник (рекуператор), где дополнительно нагревается за счет тепла выхлопных газов турбины. Данное решение позволяет в два раза

повысить электрическую эффективность установки и поднять КПД по выработке электроэнергии до 38 %. При этом соотношение электрической энергии и тепловой составляет 1:1,7; 2.

В некоторых схемах, где требуется большая тепловая производительность установок, микротурбины используются без газоздушного теплообменника (рекуператора). При этом КПД производства электроэнергии составляет от 15 до 19 %.

Нагретый и сжатый воздух смешивается с газом и подается в камеру сгорания. Предварительное смешение позволяет снижать уровень эмиссий в выхлопе до 25 ppm при нагрузке 100 % и практически до нуля при нагрузке меньше 50 %. После камеры сгорания горячие выхлопные газы, проходя через лопатки турбины и расширяясь, совершают работу, приводя в движение расположенные на одном валу с турбиной, компрессор и высокоскоростной генератор.

В качестве подшипников ротора микротурбинной установки могут использоваться «воздушные» подшипники, что позволяет обходиться без жидкой смазки и периодического обслуживания, подшипники качения (роликовые или шариковые) или гидродинамические (с подачей масла под давлением). В последнем случае, за счет выноса подшипника из горячей зоны производителя микротурбин решили проблему выгорания масла, снизив его расход до 0,003 г/кВт·ч, и увеличили интервал замены до 24000 ч.

Вырабатываемое генератором высокочастотное напряжение (частота вращения ротора около 69000 об/мин) подвергается двойному преобразованию: из переменного в постоянное, а затем в переменное напряжением 230 или 400 В с частотой 50 или 60 Гц (рисунок 2).

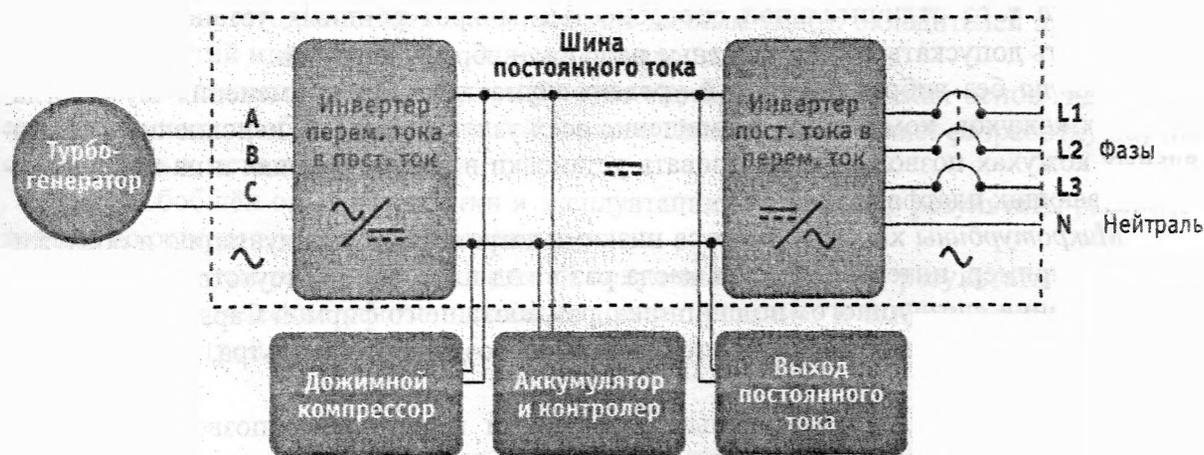


Рис. 2. Схема преобразования постоянного тока в трехфазный

После турбины выхлопные газы попадают в рекуператор, где нагревают воздух после компрессора. После рекуператора, отдавшие часть тепла выхлопные газы поступают в котел-утилизатор (газоводяной теплообменник), нагревая сетевую воду до требуемой температуры.

Для управления установкой используется цифровая система, в которую входят контроллеры управления газовой турбиной (обеспечивает контроль всех параметров, диагностику состояния, защиту и блокировку), контроллер системы утилизации тепла (обеспечивает заданные параметры теплоносителя, защиту, блокировку), контроллеры силовой электроники, система подзарядки аккумуляторов, блок контроля загазованности. Управление работой установки не требует постоянного присутствия персонала, а контроль может осуществляться с помощью удаленного доступа через телефонную, модемную или спутниковую связь.

Конструкция микротурбинных установок отличается высокой надежностью за счет отсутствия множества движущихся деталей. Применимое воздушное охлаждение генератора позволяет отказаться от системы жидкостного охлаждения, что упрощает агрегат.

Основными преимуществами микротурбин являются следующие.

Микротурбины могут потреблять широкий спектр топлива:

- природный газ высокого или низкого давления;
- биогаз;
- газ с высоким содержанием серы;
- факельный газ с концентрацией метана 30 %;
- дизельное топливо;
- пропан;
- керосин.

Таким образом, возможно использование бросовых ресурсов (отходов животноводства, растениеводства, переработки, городского мусора, сточных вод) для получения электрической и тепловой энергии

Микротурбинные установки идеально приспособлены для работы с переменными нагрузками. При снижении электрической нагрузки в 10 и более раз (например ночью), микротурбины способны в течение длительного времени работать при минимальных нагрузках без снижения моторесурса.

Данное преимущество позволило сделать микротурбинные установки практически незаменимыми в автономном энергоснабжении жилых домов, развлекательных и торговых центров, офисов, бань, бассейнов, больниц, предприятий быстрого питания.

Кроме того отличительной способностью микротурбинных установок является способность допускать 100-процентные набросы – сбросы нагрузки.

Работа без вибраций, низкий уровень шума даже без применения шумопоглощающих кожухов, компактное размещение всех узлов и деталей, исполнение в специальных кожухах позволяет использовать установки в жилых районах и на морских газодобывающих платформах.

Микротурбины характеризуются низкими затратами на эксплуатацию и обслуживание. Например, интервал замены масла раз в год или полное отсутствие смазки при использовании «воздушного» подшипника, разработанного фирмой Capstone. При этом сервисное обслуживание заключается в замене воздушного фильтра, производимое один раз в год.

Таким образом, рассмотренные особенности микротурбин позволяют считать данное оборудование наиболее востребованным и перспективным для применения на объектах с нагрузками 10–1500 кВт.

УДК 621.165.697.34

ПРЯМОТОЧНЫЕ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫЕ ОХЛАДИТЕЛИ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ

Тумашевский В.П.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ТАРАСЕВИЧ Л.А.

Устройства испарительного охлаждения известны достаточно давно и широко применяются. Наиболее распространёнными являются водохранилища, брызгальные бассейны, градирни. Градирни отличаются от других своей компактностью и нашли наиболее широкое применение.