

УДК 621.311.238

ГАЗОТУРБИННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Мангул Д.И.

Научный руководитель – старший преподаватель Колосова И.В.

Ранее в СССР, а затем в странах СНГ газотурбинные (ГТУ) и парогазовые (ПГУ) установки использовались в ограниченном количестве, несмотря на очевидность и целесообразность их широкого внедрения. Паротурбинные тепловые электростанции (ТЭС) исчерпали свои возможности повышения эффективности использования топлива и капитальных вложений.

Газотурбинные установки являются двигателями внутреннего сгорания. В газотурбинных установках, как правило, используется базовая часть от авиационных прототипов, примерно 70...75 % основных узлов и деталей базового авиационного двигателя удалось сохранить. Авиационные ГТУ используют в качестве топлива керосин, наземные ГТУ довольно часто питаются газом. Газотурбинные электростанции (ГТЭС) на базе таких конвертированных авиационных ГТУ обладают целой совокупностью достоинств, среди них экономичность, низкая стоимость, быстрые сроки окупаемости, малая удельная масса и габариты, высокие мобильность и приемистость, короткие сроки строительства, детально отработанная технология производства, широкий диапазон климатических условий эксплуатации, практически полная автоматизация управления работой двигателя, высокий КПД использования топлива, особенно при когенерации, возможность работы на керосине, дизельном топливе, природном и попутном газе, минимальные объемы вредных выбросов в окружающую среду и др. [1, 2].

Газовые турбины широко используются в энергетике относительно недавно [3]. Эффективными оказались комбинированные парогазовые установки, упрощённая схема которой изображена на рисунке 1, в них газовая турбина – первая высокотемпературная ступень использования тепла. Ее выхлопные газы идут в котел, пар из которого поступает на паровую турбину [1, 3].

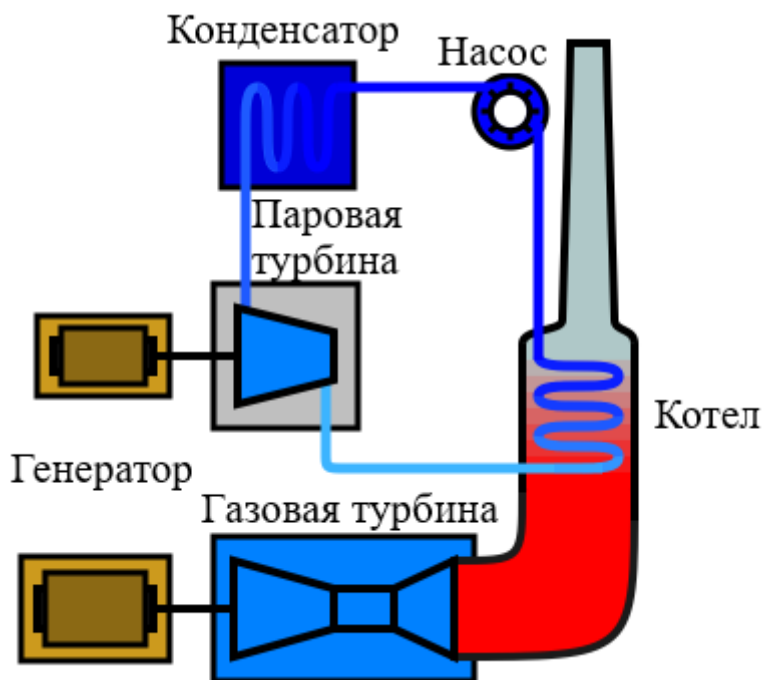


Рисунок 1. Упрощённая схема парогазовой установки

Основой модернизации тепловых электростанций могут стать газовые турбины за счет внедрения в старые паровые электростанции новых газотурбинных установок.

Газовые турбины могут быть высокоэффективными и без применения цикла ПГУ [3]. К примеру [4], если на выходе газовой турбины в теплообменнике выходящими газами греть воду и паром охлаждать горячий тракт турбины вместо воздуха (который очень дорого стоит в обычном цикле), то при температуре газа $1500\text{ }^{\circ}\text{C}$, достижение которой ставится сейчас как задача, можно говорить об уровне КПД реального газотурбинного цикла порядка 60-62 %. А это в полтора раза лучше, чем в предельном паротурбинном цикле.

ГТУ малой и средней мощности (от 2,5 до 25 МВт) применяются в теплофикации. Использование парогазового оборудования на ТЭЦ обеспечивает:

- показатели удельной выработки электроэнергии для ТЭЦ с установленными на них ГТУ выше в 1,5 раза в сравнении с паротурбинными станциями на тепловом потреблении;
- уменьшение затрат природного газа (до 25-30 %) по сравнению с паросиловой установкой (ПСУ);
- уменьшение вредных выбросов в атмосферу (2,5-3 раза);
- уменьшение объема строительных и монтажных работ в сравнении с ПСУ (до 20-30 %);
- унификацию и типизацию при проектировании и строительстве источников тепло- и электроснабжения.

Объектами внедрения ГТУ могут быть малые и средние промышленные и коммунальные котельные.

ГТУ малой и средней мощности найдут применение при реконструкции и модернизации систем энергоснабжения промышленных предприятий области,

систем теплоснабжения ЖКХ. Газотурбинные установки большой мощности (до 100 МВт и более) целесообразно использовать в системах централизованного тепло и электроснабжения крупных городов.

Эффективное направление применения ГТУ в теплофикации - их совместная работа с водогрейными котлами, паровыми котлами низкого давления. Создание ГТУ ТЭЦ на базе отопительных котельных представляется наиболее дешевым, эффективным и простым техническим решением для снижения затрат топлива на производство электроэнергии.

Реализация таких решений дает возможность бесперебойного снабжения собственных нужд котельных; экономию различного вида топлива, сжигаемого в котельных; надежность теплоснабжения жилых районов и промышленных предприятий; – улучшение экологических показателей энергоисточников, при чем сохраняется связь котельной с энергосистемой, Это обеспечивает надежное покрытие собственных нужд при остановке ГТУ.

Неравномерность тепловой нагрузки в течение года в каждом конкретном случае требует оптимизации соотношения установленной электрической мощности и тепловой мощности котельной. Задача состоит в обеспечении максимальной выработки электроэнергии при минимальной установленной мощности ГТУ. При сбалансированной схеме включения ГТУ и отопительного котла, при которой весь расход выхлопных газов ГТУ направляется в горелки котла, оснащение всех котлов газотурбинными установками нерентабельно, в зависимости от неравномерности отопительной нагрузки ГТУ должно оснащаться 50-70 % котлов. При отключении ГТУ сохраняется возможность автономной работы котла на воздухе от дутьевых вентиляторов.

Главной проблемой является определение места подключения генераторов ГТЭС в существующую схему электроснабжения предприятия с наименьшими затратами на ее реконструкцию. В цепях питания от распределительных устройств 6(10) кВ ГТЭС устанавливаются токоограничивающие реакторы для сохранения установленного коммутационного оборудования в существующей схеме предприятия.

Газотурбинные электростанции обладают следующими преимуществами:

- высокая надежность, показатель наработки до капитального ремонта составляет 25-35 тыс. ч, ресурс основных узлов - до 100 тыс. ч;
- КПД до 88 % достигается не только за счет высокого КПД установки (до 36,4 %), но и за счет утилизации тепла уходящих газов;
- экономичность установок, короткий срок окупаемости (1-3,5 года) при небольшом сроке строительства;
- коэффициент технической готовности достигает 0,99;
- автоматическая система управления и широкая диагностика технического состояния, простота в управлении, минимальная численность обслуживающего персонала;
- высокие экологические показатели: СО не более 300 мг/м³ и уровень шума не более 80 дБ.

Часто достаточной бывает реконструкция или модернизация уже существующих станций с применением новейших технологий.

Время запуска установок ГТУ довольно короткое, тем самым можно довольно быстро реагировать на рост пиковых мощностей. При надстройке котельной с помощью ГТУ появляется возможность получать дополнительную электрическую энергию в пределах города, тем самым разгружая другие электростанции.

Основная проблема ГТУ - чрезвычайно низкий электрический КПД, особенно при малых мощностях. Следует учитывать и тот факт, что в большинстве ГТУ при уменьшении нагрузки до 50 % электрический КПД газовой турбины значительно снижается, также происходит повышенный износ оборудования. Поэтому при планировании внедрения ГТУ должен учитываться график ее 100 %-ной загрузки.

Использование ГТУ экономически оправданно при подборе установки под покрытие тепловой нагрузки на горячее водоснабжение. Тем самым обеспечивается 100 %-ная загрузка ГТУ, а котельные, работающие в отопительный сезон, в летнее время отключаются.

Литература

1. Ольховский Г. Г. Энергетические газотурбинные установки. -М.: Энергоатомиздат, 1985. – 303 с.
2. Интеллектуализация испытаний конвертированных газотурбинных установок для электроэнергетики / Б.В. Кавалеров, В.П. Казанцев, И.А. Шмидт, А.Н. Рязанов, К.А. Один // Системы управления и информационные технологии. - 2012. - №1(47). - С. 84-88.
3. Оценка технико-экономической эффективности модернизации ГТУ-ТЭС с использованием парогазовой технологии / А. Виноградов, В. Григорьев, В. Макаревич [и др.]. - URL: <http://www.bankreferatov.ru/referats/C325729F00717F7B43257B0B0009DBF4/Парогазовые%20уста новки.ёос.Мш1> (дата обращения: 21.10.2020).
4. Газотурбинные установки с утилизацией тепловой энергии // Энергосовет. - 2009. - № 4(4). - URL: http://www.energsovet.ru/bul_stat.php?idd=25 (дата обращения: 17.10.2020).