

КОГЕНЕРАЦИОННЫЕ ГАЗОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ – ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В ПРОЦЕССЕ ГЕНЕРИРОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

© Матвеевко В., 2002

Когенераційні газотурбінні установки з турбокомпресорним утилізатором мають високі теплотехнічні характеристики і пристосовані для децентралізації генеруючих потужностей, забезпечуючи сучасні технології енергозбереження.

Cogenerative gas turbine plants with turbo-compressor utilizer have thermal characteristics and are adapted to decentralization of generating capacities, providing modern technologies energysavings.

Анализ ситуации, сложившейся в энергетике Украины в целом, с учетом тенденций, которые существуют в мировой энергетике, показывает, что приемлемым для экономики Украины путем вывода нашей энергетике из кризисного состояния и решения неотложных проблем реанимации и замены отработавших электрогенерирующих мощностей является внедрение когенерационных технологий, то есть комбинированного производства тепловой и электрической энергии [1].

Широкое внедрение когенерационных технологий в энергетике принципиально возможно при децентрализации генерирующих мощностей. В этом случае необходимы энергетические установки средней и малой мощности, обслуживающие обособленные объекты промышленности и коммунального хозяйства, технологические и транспортные комплексы и т.д.

Украина обладает уникальным промышленным потенциалом по производству корабельных и авиационных газотурбинных двигателей, на базе которых ведутся работы по созданию новых типов когенерационных энергетических установок.

Когенерационные энергоустановки, выполненные на базе газотурбинных двигателей (ГТД), представляющих из себя ГТД простого цикла с утилизацией теплоты выхлопных газов в паровых или водяных утилизационных котлах (рис. 1, а), при работе котлов в теплофикационном режиме обладают высоким теплотехническим КПД (75...85%) или коэффициентом использования теплоты топлива (КИТ). Такую тепловую схему можно считать базовой. В ней при 75...85% полезно использованной энергии топлива в электрическую превращается 30...35%. Такие когенерационные энергоустановки разработаны НПП «Машпроект» (г. Николаев) и могут быть изготовлены совместно с ПО «Зоря» с использованием серийно освоенных ГТД электрической мощностью от 2,5 до 25 МВт.

Климатические условия Украины такие, что основным видом потребляемой энергии является электрическая. Тепловая энергия в летний период может быть по разным причинам не полностью востребована. И в этих условиях энергоустановка должна быть эффективной, то есть функционировать с экономически оптимальным электрическим КПД. Такая задача традиционно решается введением регенерации теплоты в термодинамический цикл ГТД. В ГТД с регенерацией теплоты и с утилизационным котлом-утилизатором (рис. 1, б)

теплотехнический КПД составляет примерно 80%, а электрический 35...40%. Такой двигатель предлагает НПП «Машпроект». Это ГТД GT 3200R мощностью 3,2 МВт с электрическим КПД, равным 38%, а теплотехническим КПД – 79%. Однако такого класса ГТД перекрывают диапазон малых мощностей, кроме того, производство их еще нужно освоить.

Повысить эффективность когенерационной ГТУ (рис. 2, а) возможно за счет превращения части утилизируемой теплоты в механическую работу (рис. 2, а) в турбокомпрессорном утилизаторе (ТКУ). В турбине перерасширения ТКУ используется внутренняя энергия выхлопных газов, что позволяет получить, за вычетом затрат энергии на дожимание газа, дополнительную полезную работу, увеличивающую эффективный КПД двигателя, оставляя теплотехнический (общий) КПД установки на уровне 80% [2]. В предлагаемой схеме охладитель газа выполняет роль теплогенератора – водяного котла-утилизатора.

Результаты анализа параметров цикла ГТД с ТКУ представлены на рис. 3,а, где показаны зависимости эффективного КПД η_e и удельной мощности $\eta_{уд}$ от изменения степени повышения давления в компрессоре π_k при $\pi_{dk} = 2,25$ и начальной температуре газа $T_3 = 1473$ К. На том же рисунке для сравнения приведены зависимости (Π) для простого цикла (при установке котла-утилизатора η_b (Π) уменьшается на 1–2%). Отмечено, что эффективный КПД ГТД с ТКУ при всех значениях степени повышения давления в компрессорах выше, чем в двигателе простого цикла. В диапазоне оптимальных π_k относительный рост КПД составляет 10...25%, а там, где двигатель имеет меньшую π_k - 30...60%, в такой же степени увеличивается удельная мощность в цикле.

Из представленных на рис. 3,а зависимостей для ГТД с ТКУ видно, что в зоне близких, оптимальных по КПД π_k теплотехнический КПД $\eta_{тг}$ растет в пределах 0,75...0,85, а удельные мощности цикла $\eta_{уд}$ и теплофикации $\eta_{уд,т}$ приблизительно равны. Таким образом, когенерационную ГТУ возможно создать на базе серийно выпускаемых двигателей как в НПП «Машпроект» (г. Николаев), так и в АО «Мотор Січ» (г. Запорожье) с электрическим КПД 35...40%.

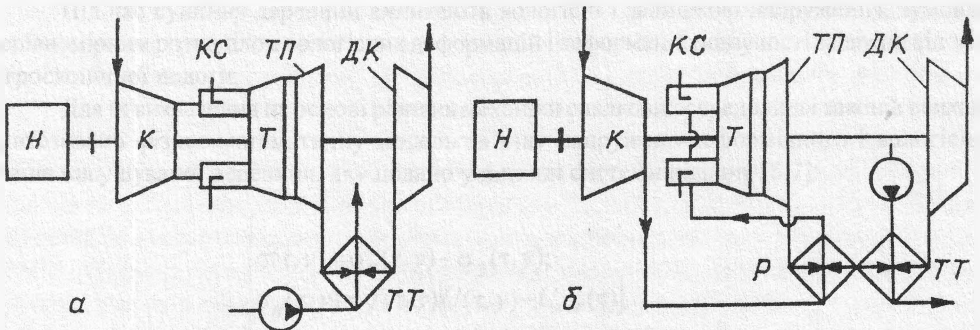
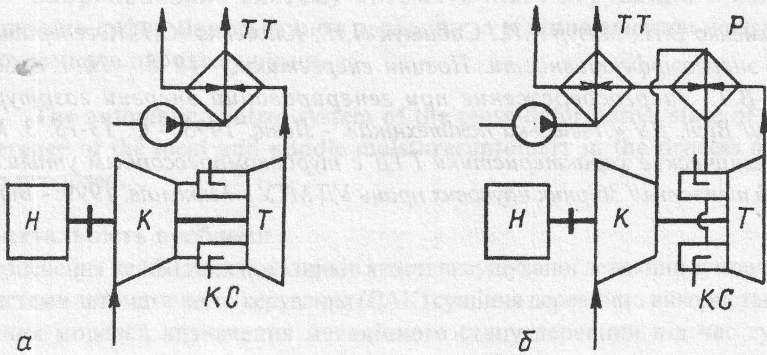
Оказалось, что применение ТКУ в схеме ГТД с регенерацией существенно улучшает его технико-экономические характеристики. В схеме ГТД с ТКУ и регенерацией теплоты (рис. 2, б) отбор теплоты на регенерацию и теплофикацию производится в ТКУ между турбиной перерасширения и дожимающим компрессором (ДК). Общий уровень использования теплоты топлива находится в пределах 80% (см. рис. 3, б), а электрический КПД когенерационных ГТУ с ТКУ и регенерацией теплоты – в пределах 40...45% [3]. Необходимо отметить, что удельная мощность ГТД с ТКУ и регенерацией теплоты в 1,5 раза выше, чем в простом ГТД с регенерацией, что положительно отображается на массогабаритных размерах установки. Таким образом, в зоне малых мощностей когенерационные ГТУ с ТКУ и регенерацией теплоты могут оказаться вне конкуренции, даже по сравнению с газодизельными установками по экономичности и эксплуатационным характеристикам.

В Севастопольском государственном техническом университете создана опытная ГТУ со свободным ТКУ электрической мощностью до 60 кВт. Испытания ГТУ с ТКУ подтвердили достоверность теоретических разработок по турбокомпрессорной утилизации теплоты, установка обладает хорошими эксплуатационными качествами на всех режимах работы (запуска, приема нагрузки, сброса-наброса нагрузки, аварийной остановки), экономия топлива на номинальном режиме составила 15%. На холостом ходу расход топлива в ГТУ с ТКУ тоже меньше, что важно при работе установки на локальный энергопотребляющий объект, в котором электронгрузка меняется не только в пределах суток, но и зависит от технологического режима. Установлены уникальные свойства ГТУ с ТКУ – постоянно высокий теплотехнический КПД на всех режимах нагружения.

Необходимо отметить, что энергетические ГТУ когенерационного типа замещают часть мощностей котельных установок в теплофикационных сетях, экономя топливо и сокращая валовые выбросы продуктов сгорания и вредных веществ (ВВ) в атмосферу. Если в ГТУ с ТКУ удельные мощности (электрическая и теплофикационная) примерно равны, то при тех же валовых выбросах ВВ удельные выбросы ВВ на единицу выработанной энергии (кВт·Чч) будут в 2 раза меньше, чем в обычном ГТД.

Так как в когенерационных ГТУ удельные выбросы продуктов сгорания на единицу выработанной энергии сокращаются примерно в 1,5 раза по сравнению с отдельной выработкой тепловой и электрической энергий, когенерационные энергоустановки способствуют выполнению обязательств, принятых в Киотском протоколе к Конвенции об изменении климата и сокращении выбросов парниковых газов.

В заключение следует отметить, что Украина располагает научными опытно-конструкторскими разработками, технологиями по созданию нового типа когенерационных энергоустановок на базе ГТД с турбокомпрессорной утилизацией теплоты.



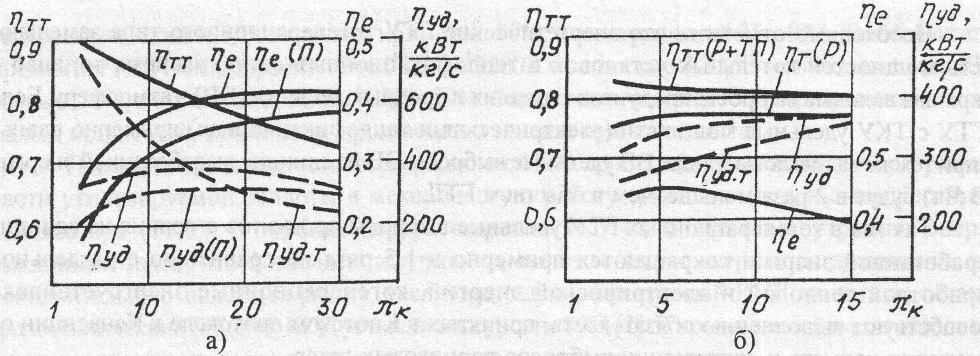


Рис. 3. Зависимости теплотехнического и эффективного КПД, удельных мощностей от изменения степени повышения давления в компрессоре при $T_3 = 1473$ К: а – для ГТД с ТКУ; б – для ГТД с ТКУ и регенерацией теплоты

1. Клименко В.Н., Мазур А.И., Сабашук П.П., Клименко Ю.Т. Когенерация - путь к повышению энергоэффективности. Новини енергетики. - 1998. - № 1. - С. 48-53.
2. Матвеевко В.Т. Энергосбережение при генерировании энергии газотурбинными установками// Вісн. ДУ «Львівська політехніка». - Львів, 1998. - С. 13-15.
3. Матвеевко В.Т. Теплотехнические характеристики ГТД с турбокомпрессорным утилизатором и регенерацией теплоты// Збірник наукових праць УД МТУ. - Миколаїв, 1999. - Вип. 5 (365). - С. 54-59.