

«РАСЧЕТНЫЙ АНАЛИЗ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГТУ ПУТЕМ УСЛОЖНЕНИЯ ЦИКЛА»

Аннотация: В работе представлены результаты сравнительного термогазодинамического анализа пяти вариантов усложнения цикла газотурбинной установки на базе модели ТВЗ-117. Рассмотрены следующие конфигурации: базовый цикл Брайтона, регенеративный цикл, парогазотурбинная установка (ПГТУ) с паровой турбиной, ПГТУ с вводом пара перед турбиной и ГТУ с вакуумирующим агрегатом. Расчеты выполнены в программном комплексе Mathcad с использованием разработанных на кафедре методик. Установлено, что применение вакуумирующего агрегата позволяет достичь максимального значения КПД — 40,4% (против 34,6% у базового цикла). Наибольший прирост мощности обеспечивает ПГТУ с паровой турбиной — до 11 МВт (включая 3 МВт от парового контура). Даны рекомендации по выбору способа модернизации в зависимости от целевых показателей и эксплуатационных ограничений. Результаты могут быть использованы при проектировании и модернизации энергетических ГТУ..

Введение

Повышение эффективности газотурбинных установок (ГТУ) остается одной из ключевых задач современной энергетики. Для уже эксплуатируемых установок, таких как ТВЗ-117, одним из наиболее реализуемых путей модернизации является усложнение термодинамического цикла без изменения основных конструктивных параметров. В данной работе проводится сравнительный анализ пяти вариантов усложнения цикла с целью количественной оценки их влияния на КПД и мощность ГТУ. Исходные данные: мощность 8 МВт, температура газа перед турбиной 1400 К, степень повышения давления в компрессоре 18.

Методология исследования

Исследование основано на тепловых расчетах, выполненных в среде Mathcad с использованием программного комплекса «Термогазодинамический расчет ГТУ», разработанного на кафедре ТиЭМ КНИТУ-КАИ. Для каждого варианта цикла определялись параметры рабочего тела в характерных сечениях, эффективная мощность и КПД. Рассмотрены следующие варианты:

1. Цикл Брайтона (базовый);
2. Регенеративный цикл;
3. ПГТУ с паровой турбиной (утилизация тепла уходящих газов);
4. ПГТУ с вводом пара перед турбиной;
5. ГТУ с вакуумирующим агрегатом (обращенный цикл).

Обсуждение результатов:

- **Регенеративный цикл** повышает КПД на 1,7%, но приводит к снижению мощности на 6,4%, что может быть приемлемо для режимов с приоритетом экономичности.
- **ПГТУ с паровой турбиной** обеспечивает наибольший прирост мощности (37,5%) и высокий комбинированный КПД (47,7%), но требует разработки парового тракта и котла-утилизатора.
- **ПГТУ с вводом пара перед турбиной** повышает КПД на 2,3% без изменения мощности, однако необходима доработка камеры сгорания и система подготовки пара.
- **ГТУ с вакуумирующим агрегатом** демонстрирует наивысший прирост КПД (5,8%) и увеличение мощности на 9,9%, при этом не требует изменений в основной ГТУ, но добавляет complexity в виде дополнительного агрегата.

Заключение:

Проведенный анализ подтвердил высокий потенциал усложнения цикла для повышения эффективности ГТУ. Каждый из рассмотренных способов имеет свои преимущества и ограничения, что позволяет выбрать оптимальное решение в зависимости от конкретных условий эксплуатации и требований к модернизации. Полученные результаты могут служить основой для проектных и модернизационных решений в области газотурбинной энергетики.