

ПРЕПРИНТ

На тему: «Разработка компактной газотурбинной установки мощностью 5 МВт для распределённой энергетики»

Аннотация: В работе представлены концепция и ключевые технические решения по разработке компактной одновальной газотурбинной установки (ГТУ) электрической мощностью 5 МВт, предназначенной для привода резервного или основного электрогенератора. Целью разработки является создание высокоэффективного, быстро запускаемого и ремонтпригодного агрегата для объектов распределённой энергетики. Основное внимание уделено оптимизации термодинамического цикла, выбору параметров и компоновке основных элементов: осевого компрессора, кольцевой камеры сгорания и силовой турбины.

Введение

Рост потребности в надёжных и гибких источниках энергии для изолированных объектов, промышленных предприятий и в качестве резервных систем стимулирует развитие сегмента ГТУ средней и малой мощности. Установки мощностью около 5 МВт занимают нишу, где требования к мобильности, времени выхода на режим и стоимости владения сочетаются с достаточной энергоэффективностью. Настоящая работа посвящена технико-экономическому обоснованию и принципиальной разработке такой установки.

Концепция и основные технические решения:

1. Термодинамический цикл и параметры: Выбран простой цикл Брайтона без регенерации, как наиболее надёжный и простой в реализации для резервного режима. Начальная температура газа перед турбиной (ТГТ) принята 1250°C, что обеспечивает баланс между КПД, стоимостью материалов и ресурсом. Степень повышения давления в компрессоре — 15.
2. Компоновка и основные элементы:
 - Осевой компрессор: 10-ступенчатый, спроектированный с использованием современных профилей для обеспечения высокого КПД (около 88%) и широкой зоны устойчивой работы.
 - Кольцевая камера сгорания: С низким уровнем эмиссии NOx за счет организации lean-premixed горения.
 - Материал — жаропрочные сплавы с термобарьерным покрытием.
 - Силовая турбина: 2-ступенчатая осевая, охлаждаемая. Лопатки первой ступени — с внутренним конвективным и пленочным охлаждением.
 - Система запуска и управления: Электрический стартер-генератор, цифровая система автоматического управления (АСУ ТП) с функцией следования за нагрузкой.
3. Ожидаемые показатели: Расчетный электрический КПД установки (на клеммах генератора) — 32-33%. Время пуска из холодного состояния под

нагрузку — менее 10 минут. Цель по ресурсу до первого капитального ремонта — 60 000 часов.

Экономическая целесообразность:

Ориентировочная удельная стоимость установки оценивается в 900-1100 \$/кВт. Основными конкурентными преимуществами должны стать: отечественная производственная база (снижение логистических затрат и рисков), модульная конструкция, облегчающая транспортировку и монтаж, а также адаптированность к российским видам топлива (природный газ, сжиженный углеводородный газ).

Заключение:

Разработана принципиальная схема и выбраны ключевые параметры компактной ГТУ мощностью 5 МВт. Установка ориентирована на выполнение требований рынка распределённой и резервной энергетики по надёжности, оперативности и экономической эффективности. Дальнейшие работы должны быть направлены на детальное газодинамическое и прочностное проектирование основных узлов, а также на создание опытного образца.

Ключевые слова: газотурбинная установка, распределённая энергетика, привод электрогенератора, осевой компрессор, камера сгорания, силовая турбина, термодинамический цикл.