

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого  
Институт энергетики  
Высшая школа энергетического машиностроения

Работа допущена к защите  
Директор ВШЭМ  
\_\_\_\_\_ А. С. Алешина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА  
ГАЗОТУРБИННАЯ УСТАНОВКА МОЩНОСТЬЮ 65 МВт**

по направлению подготовки (специальности) 13.03.03 Энергетическое  
машиностроение  
Направленность (профиль) 13.03.03\_12 Турбины и авиационные двигатели

Выполнил:

Студент гр.3231303/21201

А. К. Дмитриев

Руководитель:

Профессор ВШЭМ, д.т.н.

В. А. Черников

Санкт-Петербург  
2026

## РЕФЕРАТ

12 страниц, рисунков, таблиц, источников, приложений.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ГАЗОТУРБИННАЯ УСТАНОВКА, ОСЕВОЙ КОМПРЕССОР, КАМЕРА СГОРАНИЯ, ТУРБИНА, РАБОЧАЯ ЛОПАТКА, СОПЛОВАЯ ЛОПАТКА, ПРОТОТИП ГТЭ-65, ДИФФУЗОР

Тема выпускной квалификационной работы: «Газотурбинная установка мощностью 65 МВт».

Целью данной работы является проектирование газотурбинной установки мощностью 65 МВт на основе прототипа ГТЭ-65.

Задачи, решенные в ходе выполнения работы:

## ABSTRACT

12 pages,

KEYWORDS: GAS-TURBINE, AXIAL COMPRESSOR, COMBUSTION CHAMBER, TURBINE, DIFFUSER

## **СОДЕРЖАНИЕ**

РЕФЕРАТ .....	2
ABSTRACT .....	2
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ .....	4
ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 ОБЗОР КОНСТРУКЦИИ ГАЗОВЫХ ТУРБИН .....	6
1.1 е .....	7
2 ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЦИКЛА .....	7
2.1 Исходные данные для расчета тепловой схемы .....	8
2.2 Схема газотурбинной установки .....	8
2.3 Предварительный расчет параметров газотурбинного цикла .....	9
2.4 Вариантный расчет параметров газотурбинного двигателя на ЭВМ ..	9
2.5 Результаты расчета .....	9
3 ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТУРБИНЫ ПО СРЕДНЕМУ ДИАМЕТРУ .....	9
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	10
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	11

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящей работе использованы следующие обозначения и сокращения:

- ГТУ — газотурбинная установка;
- ОК — осевой компрессор;
- КС — камера сгорания;
- КВОУ — комплексное воздухоочистное устройство;
- КПД — коэффициент полезного действия;
- РК — рабочее колесо;
- РЛ — рабочая лопатка;
- СА — сопловой аппарат;
- СЛ — споловая лопатка.

## ВВЕДЕНИЕ

В современной энергетике газотурбинные установки (ГТУ) играют важную роль, обеспечивая надежное и эффективное производство электроэнергии. ГТУ обладают рядом преимуществ, таких как высокая мощность, быстрый запуск, возможность работы в различных климатических условиях и относительно низкие эксплуатационные затраты. Эти установки широко используются в качестве основных и резервных источников энергии, а также для балансировки энергосистем, особенно в условиях роста доли возобновляемых источников энергии.

Одной из наиболее перспективных разработок в области газотурбинных установок является ГТЭ-65 — газовая турбина мощностью 65 МВт, разработанная российскими инженерами. ГТЭ-65 представляет собой современную турбину, которая сочетает в себе высокую эффективность, надежность и экологичность. На данный момент ГТЭ-65 находится на стадии активной разработки и тестирования, что делает её перспективной для внедрения в энергетические системы различных регионов.

Целью данной курсовой работы является создание газовой турбины мощностью 65 МВт на основе ГТЭ-65. В рамках работы будут рассмотрены основные технические характеристики ГТЭ-65, анализированы её преимущества и недостатки, а также предложены пути оптимизации и улучшения конструкции для достижения заявленной мощности.

Актуальность данной работы обусловлена растущей потребностью в надежных и эффективных источниках энергии. В условиях глобального энергетического перехода и увеличения доли возобновляемых источников энергии, газотурбинные установки, такие как ГТЭ-65, становятся важным элементом энергетической инфраструктуры. Они обеспечивают стабильность энергосистем, позволяют быстро реагировать на изменения спроса и покрывать пиковые нагрузки. Кроме того, разработка и внедрение отечественных технологий в области ГТУ способствует укреплению энергетической независимости и повышению конкурентоспособности национальной энергетики.

Таким образом, создание газовой турбины мощностью 65 МВт на основе ГТЭ-65 является важной задачей, решение которой позволит удовлетворить потребности современной энергетики и обеспечить устойчивое развитие энергетической инфраструктуры.

# 1 ОБЗОР КОНСТРУКЦИИ ГАЗОВЫХ ТУРБИН

1.1 е

## 2 ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЦИКЛА

### 2.1 Исходные данные для расчета тепловой схемы

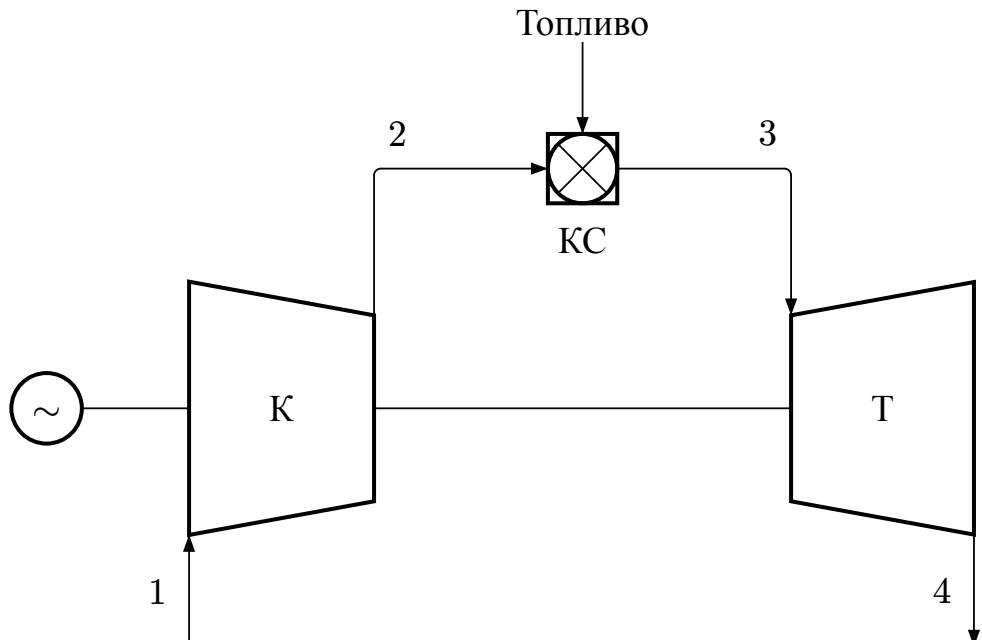
1. Полезная мощность  $N = 65.00 \cdot 10^6$  Вт;
2. Температура газа перед турбиной  $T_3^* = 1643.15$  К;
3. Параметры наружного воздуха  $P_{\text{н}} = 101.3 \cdot 10^3$  Па,  $T_{\text{н}} = 288$  К;
4. Топливо — природный газ;
5. Прототип установки — ГТЭ-65, изображен в приложении Б;
6. Частота вращения вала ГТУ —  $n = 5441$  об/мин;

Примем два упрощения при расчете в разделе 1:

1. Охлаждение турбины не учитывается, расход охладителя равен нулю.

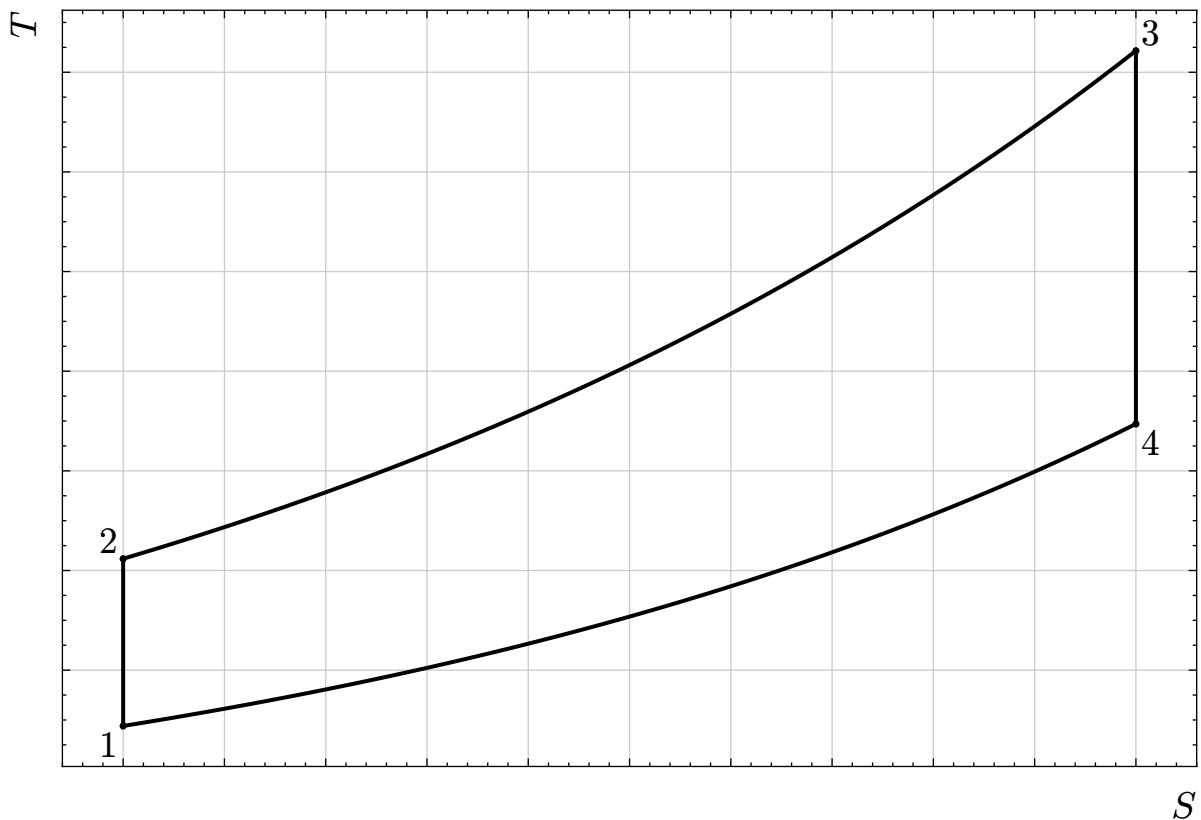
### 2.2 Схема газотурбинной установки

Рассматриваемая установка является одновальной ГТУ простого типа, тепловая схема такой установки изображена на рисунке 2.1, цикл — на рисунке 2.2.



К — компрессор, КС — камера сгорания, Т — газовая турбина

Рисунок 2.1 — Тепловая схема одновальной ГТУ



1-2 — адиабатное сжатие в компрессоре, 2-3 — изобарный подвод теплоты в камере сгорания, 3-4 — адиабатное расширение продуктов сгорания на лопатках газовой турбины,

4-1 — изобарный отвод теплоты от продуктов сгорания в атмосферу

Рисунок 2.2 — Цикл одновальной ГТУ простого типа в Т-С-диаграмме

### 2.3 Предварительный расчет параметров газотурбинного цикла

### 2.4 Вариантный расчет параметров газотурбинного двигателя на ЭВМ

Проведен расчет параметров рабочего процесса в характерных сечениях проточной части и основных характеристик ГТУ при различных значениях степени повышения давления  $\pi_k^*$  и температуры газа перед турбиной  $T_3^*$ , по результатам расчета построены графики:  $H_e, \eta_e, \varphi = f(\pi_k^*, T_3^*)$ .

### 2.5 Результаты расчета

### 3 ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТУРБИНЫ ПО СРЕДНЕМУ ДИАМЕТРУ

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Барков В.В. и др. Стационарные газотурбинные установки. Технические характеристики. Расчет тепловых схем: учебное пособие. 2023.
2. Лапшин К.Л. Математические модели проточных частей в проектировочных газодинамических расчётах осевых тепловых турбин на ЭВМ: учебное пособие.. 2-е изд. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2014.
3. Ю.С.Подобуев. Приближенный расчет осевого компрессора. 1981.
4. Локай В.И., Максутова М.К., Стрункин В.А. Газовые турбины двигателей летательных аппаратов. Машиностроение, 1979. Сс. 430–431.
5. Лапшин К.Л., Оленников С.Ю. Выбор параметров рабочего процесса газотурбинного двигателя с использованием ЭВМ. ЛПИ, 1988.
6. Цанев С.В. и др. Газотурбинные энергетические установки. Издательский дом МЭИ, 2011.