

# Конспект лекций по предмету *Теория Турбомашин*



*Преподаватель:*

**Семакина Елена Юрьевна**

*Автор конспекта:*

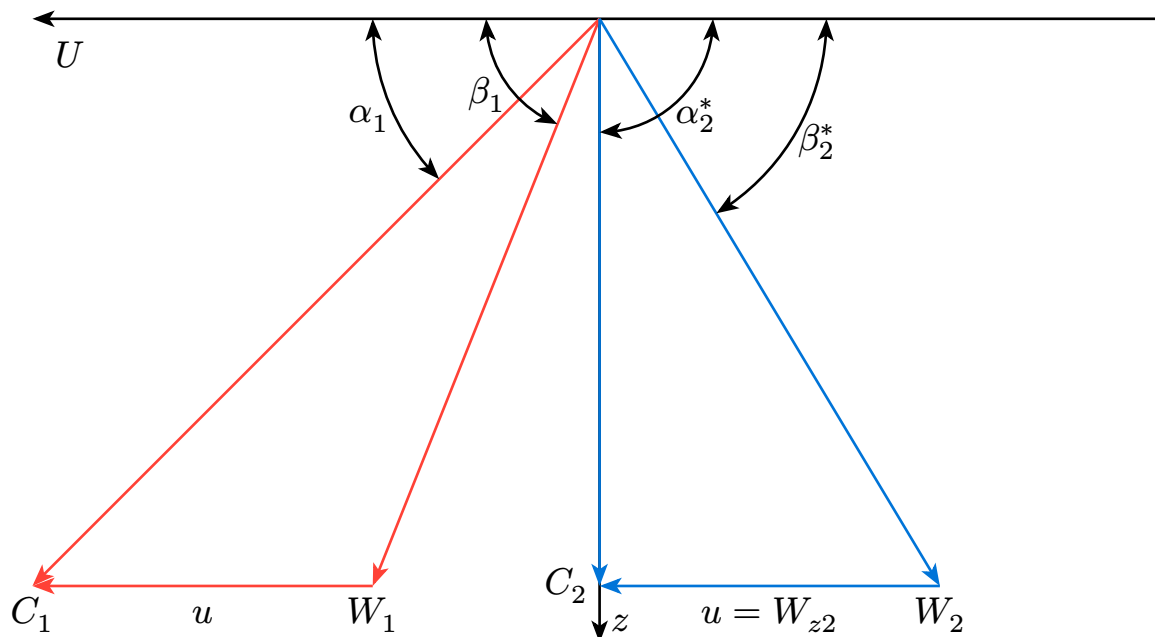
**Дмитриев Артем Константинович**

**artem020503@gmail.com**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. КПД турбины .....	2
2. Классификация потерь энергии в турбомашинах .....	4

# 1. КПД турбины



Адиабатический КПД

Оценивает гидравлическое совершенство турбины:

$$\eta_{\text{ад}} = \frac{L_1 - \Delta L_{\text{НА}} - \Delta L_{\text{ПК}}}{L_t}$$

### Окружной КПД - Важнейший

Характеризует эффективность турбины по величине энергии переданной на лопатки РК. Он характеризует совершенство проточной части и учитывает потери с выходной скоростью:

$$\eta_u = \frac{L_u}{L_t} = \frac{u_1 c_{1u} - u_2 c_{2u}}{\frac{kR}{k-1} T_0^* \left[ 1 - \left( \frac{p_2}{p_0^*} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}$$

Учитывает потери в НЛ и РЛ и с выходной скоростью:

$$\eta_u = \frac{H_u}{H_0} \approx \frac{H_0 - \Delta H_1 - \Delta H_2 - H_{\text{вс}}}{H_0}$$

Окружной КПД по параметрам торможения характеризует степень гидродинамического совершенства турбинной ступени:

$$\eta_u^* = \frac{H_u}{H_0^*} \approx \frac{H_0 - \Delta H_1 - \Delta H_2 - H_{\text{вс}}}{H_0 - H_{\text{вс}}}$$

Адиабатический КПД также характеризует степень гидродинамического совершенства турбин:

$$\eta_{\text{ад}} = \frac{H}{H_0} \approx \frac{H_0 - \Delta H_1 - \Delta H_2}{H_0}$$

### Внутренний КПД (мощностной)

Характеризует эффективность турбины по величине энергии переданной на выходной вал турбины:

$$\eta_{\text{ад}} = \frac{L_e}{L_t}$$

## 2. Классификация потерь энергии в турбомашинах

### Потери энергии:

- Внутренние:
  - Сопровождается изменением состояния рабочего тела. Связаны с диссипацией энергии и ростом энтропии.
    1. Трение о поверхности проточной части;
    2. Взаимное влияние слоёв потока;
    3. Утечки через зазоры;
    4. Волновые потери.
- Внешние:
  - Все потери, которые *не могут* непосредственно влиять на состояние рабочего тела.
    1. Трение в подшипниках;
    2. Работа вспомогательных механизмов;
    3. Утечки через внешние уплотнения вала.

### Количественные характеристики потерь энергии:

- Коэффициент потерь энергии в решётке:

$$\zeta = \frac{\Delta H}{H^*}$$

- Методика осреднения параметров потока:

- Расходная составляющая скорости:

$$\overline{W_{2z}} = \frac{1}{t} \int_{u_0}^{u_0+t} w_2 \sin(\beta_2) du$$

- Количество движения:

$$\overline{Gw_2} = \frac{1}{t} \int_{u_0}^{u_0+t} \rho w_{2z} w_2 du$$

- Кинетическая энергия:

$$\frac{1}{2} \overline{Gw_2} = \frac{1}{t} \int_{u_0}^{u_0+t} \rho w_{2z} w_2^2 du$$

где  $u_0$  - начальная точка по дуге

$t$  - шаг решётки

## Связь КПД с силовыми коэффициентами

### Потери энергии в решётке

$$\Delta N_1 = N_{t1} - N_1 = tw \Delta p$$

### Влияние углов поворота в решётке

- Малоизогнутые:
  - Небольшие коэффициенты подъёмной силы  $C_y$ .
    - Главный фактор, влияющий на потерю энергии - относительный шаг  $t$ .
- Сильно изогнутые:
  - Коэффициенты профильного сопротивления  $C_y$  значительно возрастает по сравнению с полу?
    - Повышенные потери энергии.

### Влияние углов поворота и степени конфузорности