

Дисциплина **TU 3218** «Турбинные установки»

Модуль **ESTA 08** «Электрические станции и теплообменные аппараты»

Специальность **6B07108** - «Теплоэнергетика»

Факультет энергетики, автоматике и телекоммуникации

Кафедра «Энергетические системы»

**Калытка Валерий Александрович**

Доктор PhD; ассоциированный профессор (доцент); доцент  
кафедры «Энергетические системы»

## **Лекция №2. Преобразование энергии в турбинной ступени**

**Цель** лекции состоит в ознакомлении с общими физическими и технологическими принципами преобразования энергии в турбинной ступени.

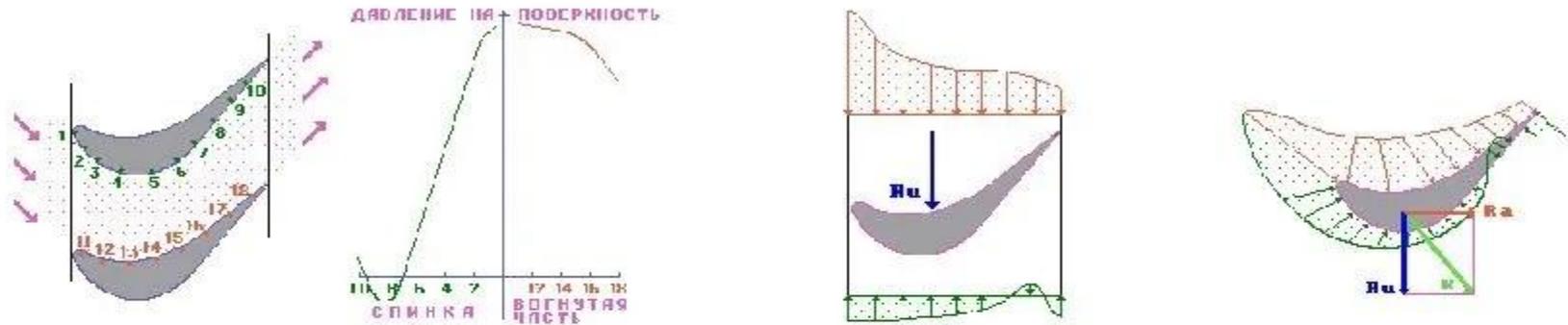
### **План лекции**

1. Преобразование энергии в турбинной ступени
2. Активная ступень
3. Реактивная ступень
4. Пример построения треугольников скоростей
5. Видеоролик на тему: «Циклы паротурбинных установок (Центрнаучфильм)» продолжительностью 18 мин.  
<https://www.youtube.com/watch?v=nYz5tjtdKDk>



## • Активная ступень

Процесс понижения энтальпии (теплосодержания) пара происходит при его расширении в неподвижном канале, сопле. Здесь скорость движения пара увеличивается и происходит превращение потенциальной энергии пара в кинетическую.



Распределение давления по профилю рабочей лопатки

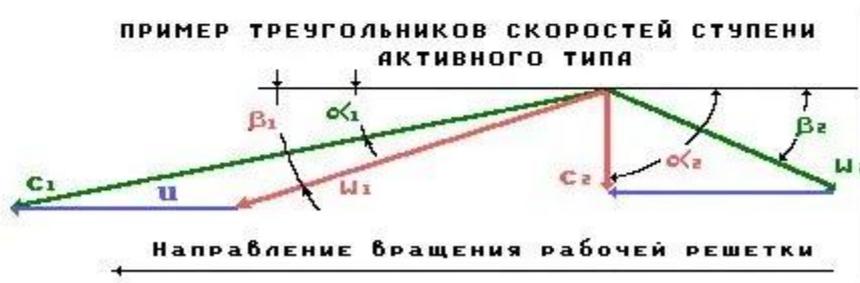
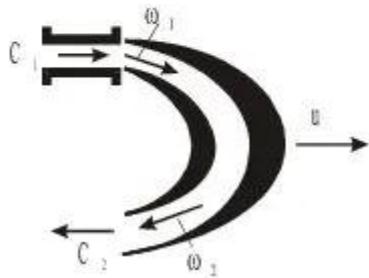


Схема активной ступени

## • Реактивная ступень

Турбины, в которых превращение потенциальной энергии в кинетическую и последней в механическую работу происходит в одном и том же аппарате, называются реактивными.

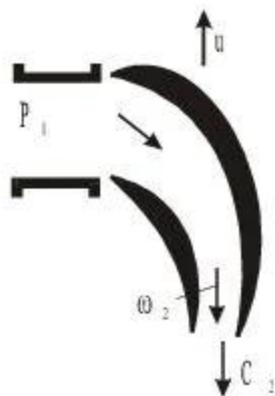
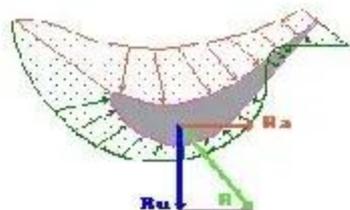


Схема реактивной ступени

Окружное усилие:  $R_u = G(c_1 \cdot \cos \alpha_1 + c_2 \cdot \cos \alpha_2)$



Мощность, развиваемая потоком пара на рабочих лопатках:

$$N_u = R_u \cdot u$$



$$\alpha_1 = 9 \dots 16^\circ \quad \beta_1 = \beta_2 \quad \alpha_2 = 90^\circ$$

$$W_1 \approx W_2 \quad W_1 = W_{2t}$$



$$\alpha_1 = 12 \dots 22^\circ \quad \alpha_2 \rightarrow 90^\circ$$

скорость входа пара в сопловую решетку, м/с.

$C_0$  Для первой ступени  $C_0 = 0$ ,

для последующих ступеней  $C_0 = C_2$  предыдущей ступени

$C_1$  скорость выхода пара из сопловой решетки в абсолютном движении, м/с

$C_2$  скорость выхода пара из ступени в абсолютном движении, м/с

$\alpha_1$  угол направления вектора скорости  $C_1$ , град.

$\alpha_2$  угол направления вектора скорости  $C_2$ , град.

$C_{1a}$  проекция скорости  $C_1$  на осевое направление, м/с

$C_{2a}$  проекция скорости  $C_2$  на осевое направление, м/с

$C_{1u}$  проекция скорости  $C_1$  на окружное направление, м/с

$C_{2u}$  проекция скорости  $C_2$  на окружное направление, м/с

$U$  скорость вращения рабочей решетки - окружная скорость

$W_1$  скорость входа потока пара в рабочую решетку в относительном движении, м/с

$W_2$  скорость выхода потока пара из ступени в относительном движении, м/с

$\beta_1$  угол направления вектора скорости  $W_1$ , град.

$\beta_2$  угол направления вектора скорости  $W_2$ , град.