

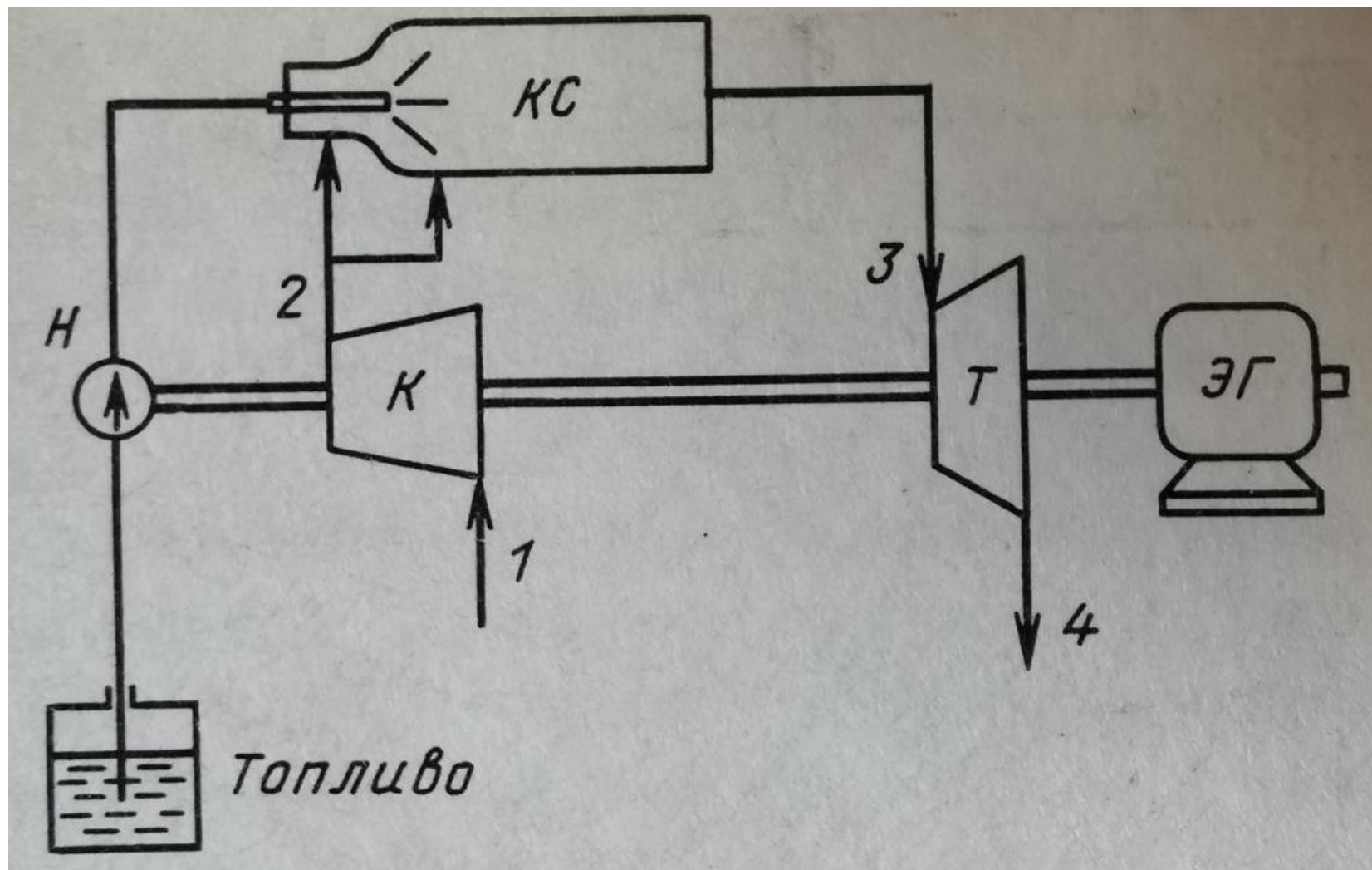
# Циклы открытых термодинамических систем, примеры, практическое использование

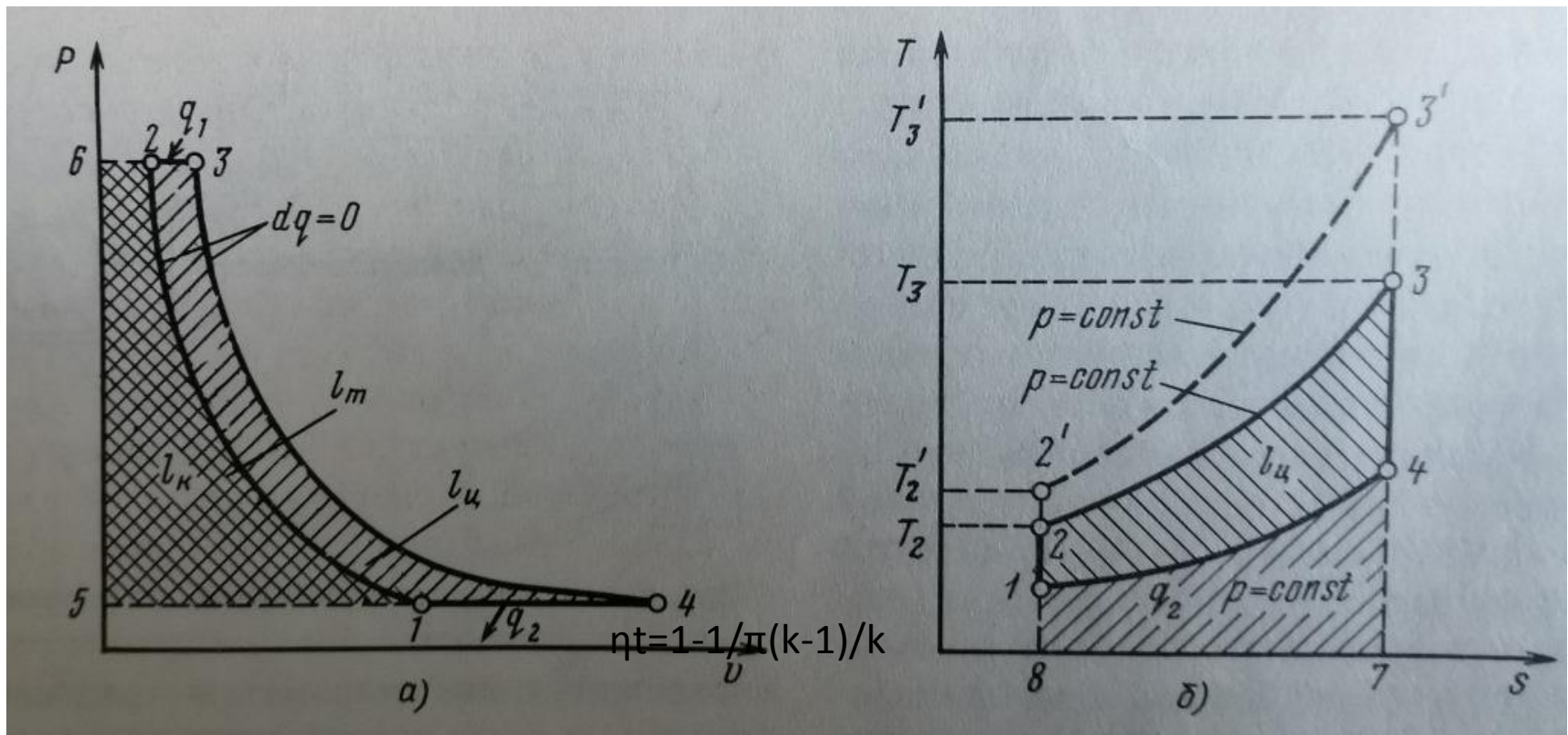
доц. Прокопенко А.В.

06.04.2020

<http://accel.ru/dist/info/index.php>

## Цикл газотурбинной установки





$$\pi = p_2/p_1$$

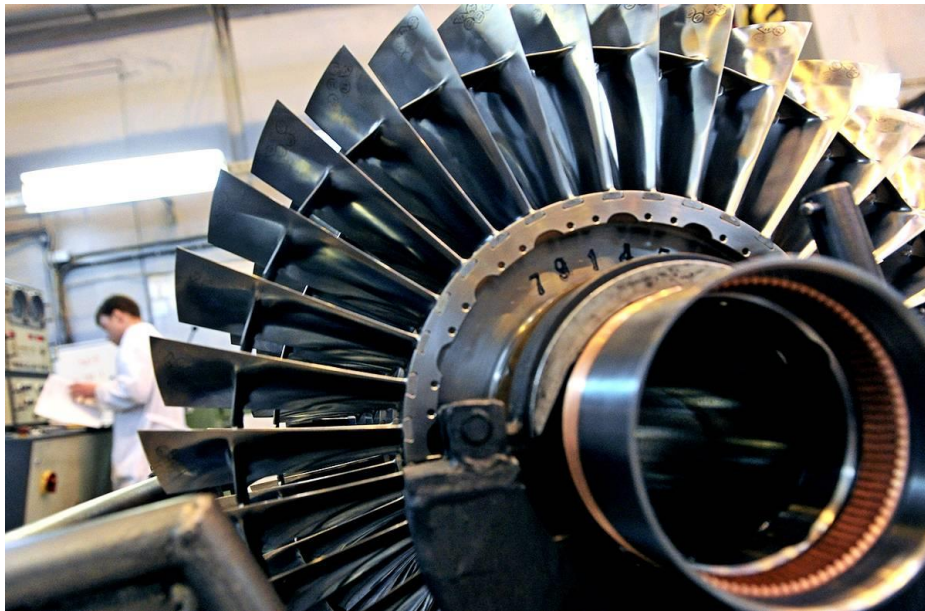
$k=1,33$  показатель адиабаты для  
трехатомного перегретого газа

$$\eta_t = 1 - 1/\pi^{(k-1)/k}$$

| $\pi$      | 2  | 4  | 6  | 8    | 10   |
|------------|----|----|----|------|------|
| $\eta, \%$ | 16 | 29 | 36 | 40,5 | 43,5 |

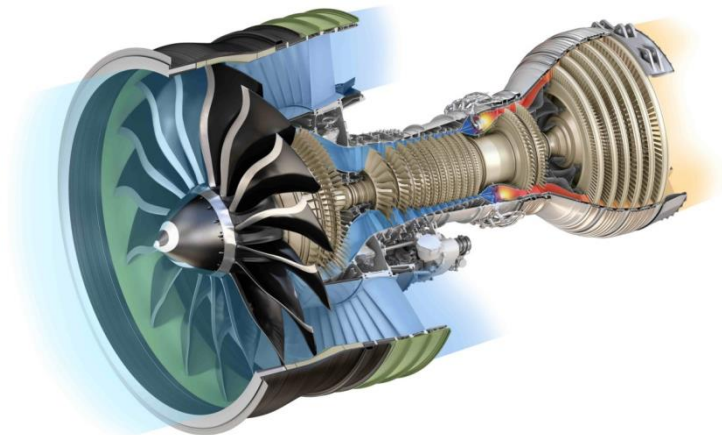
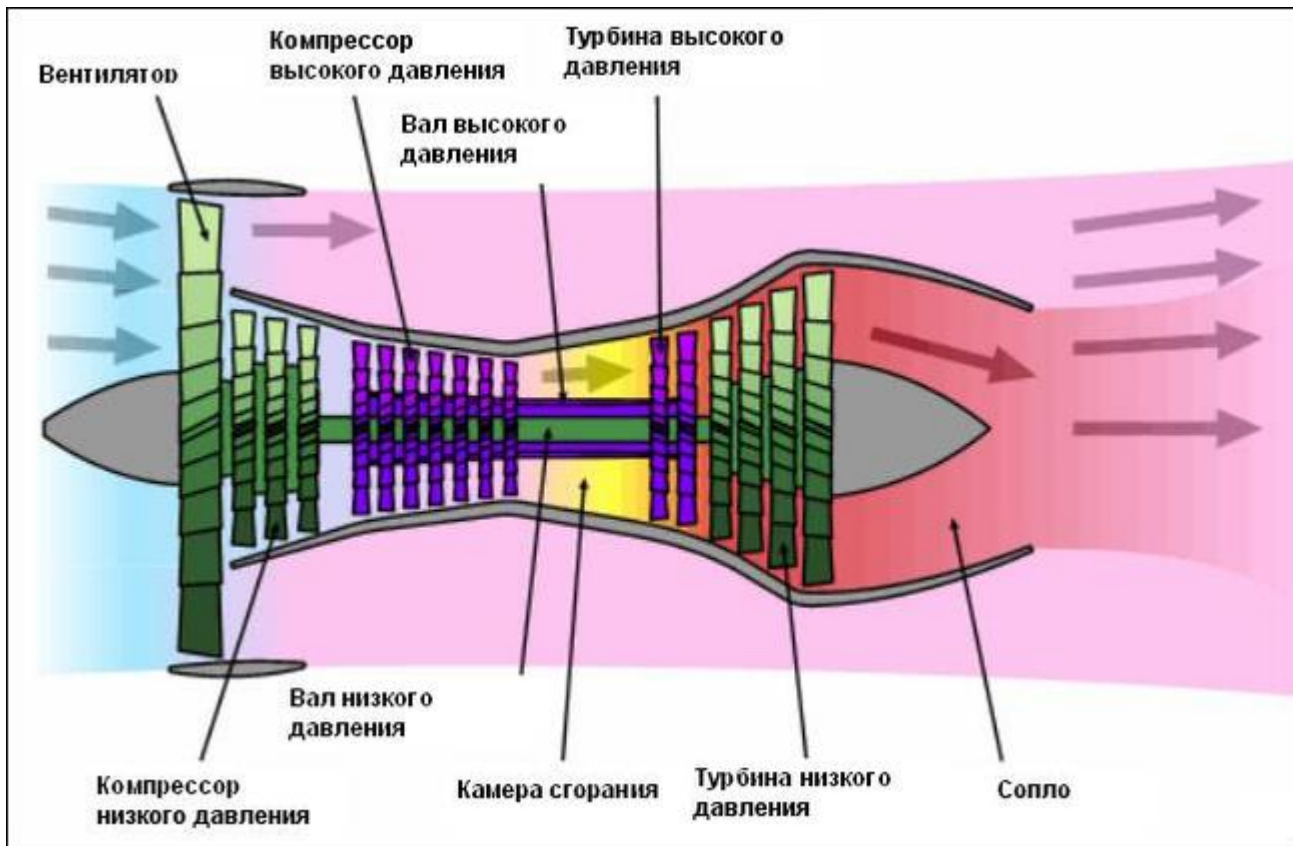
# Газотурбинные установки для самолетов

1400- 1500 °C

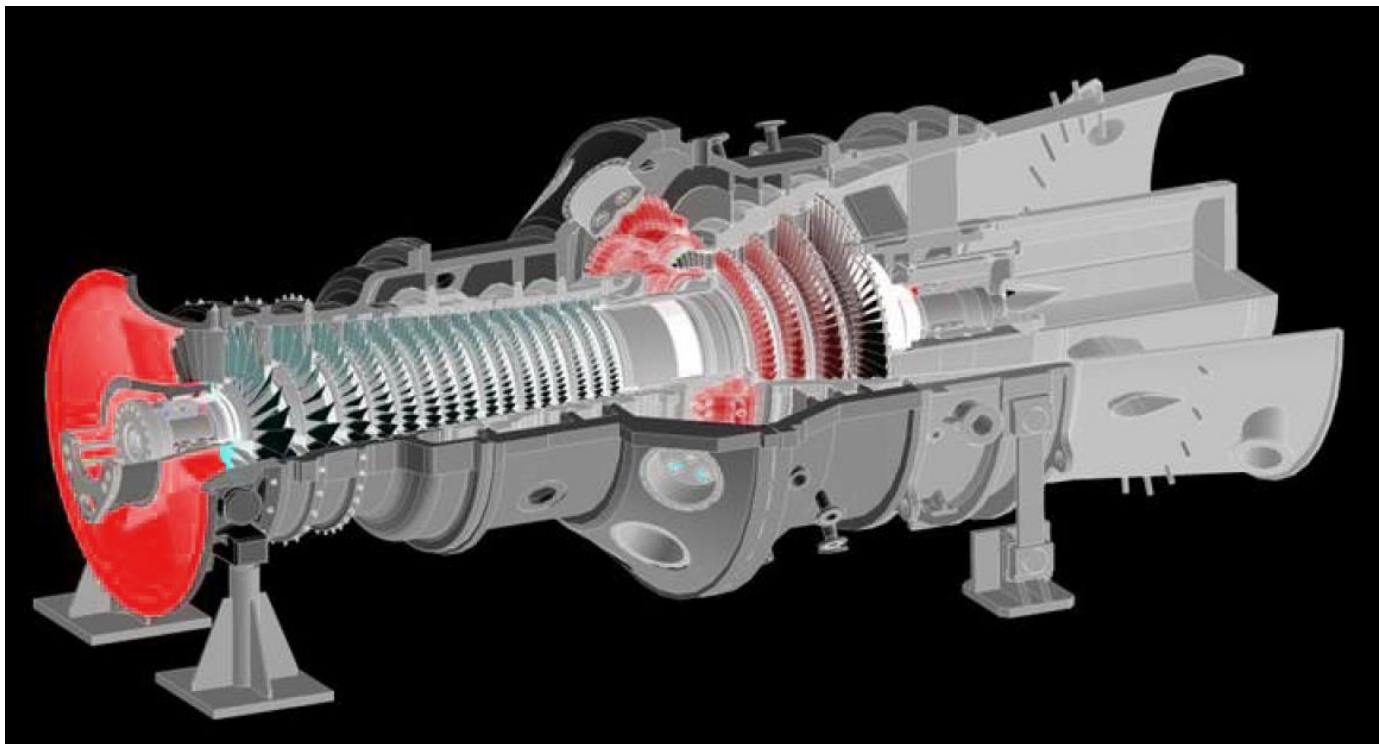




# Турбовентиляторные двигатели



# Генерирующие газотурбинные установки



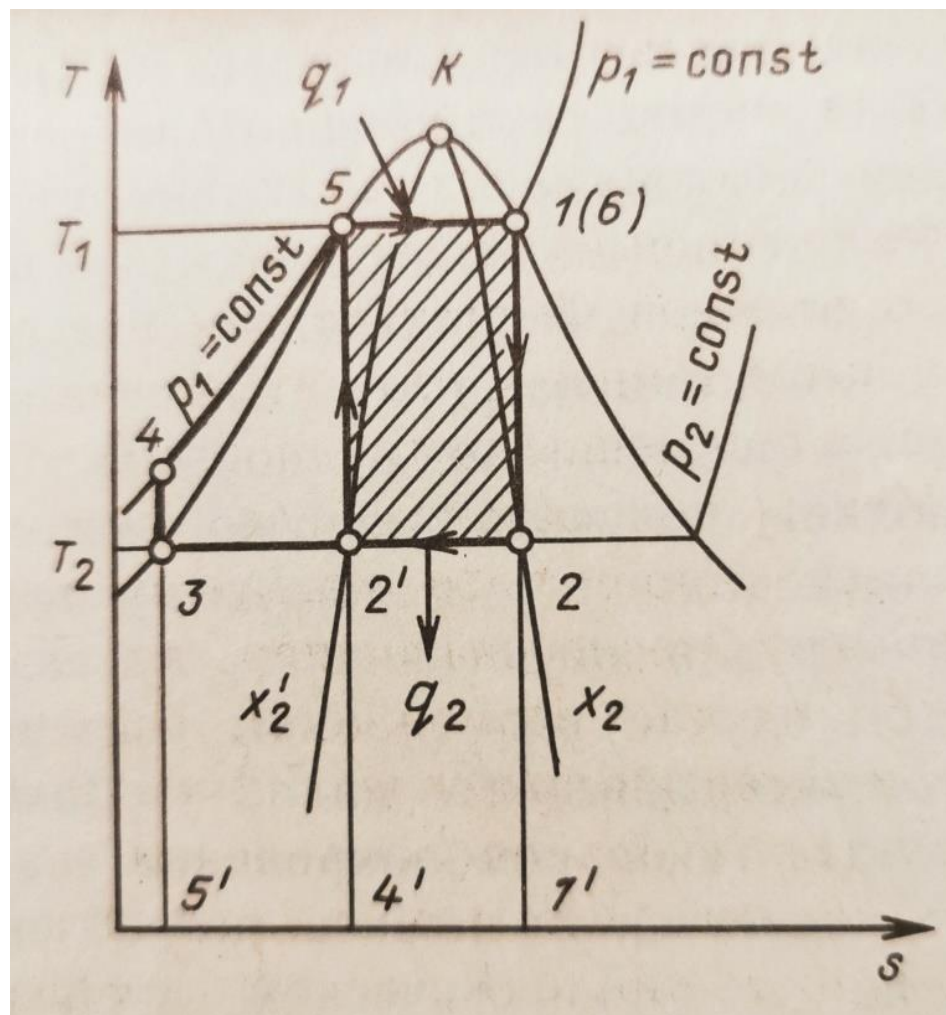
ПАО «Силловые машины» -

<http://www.power-m.ru/customers/thermal-power/gas-turbines/>

АО «Siemens»

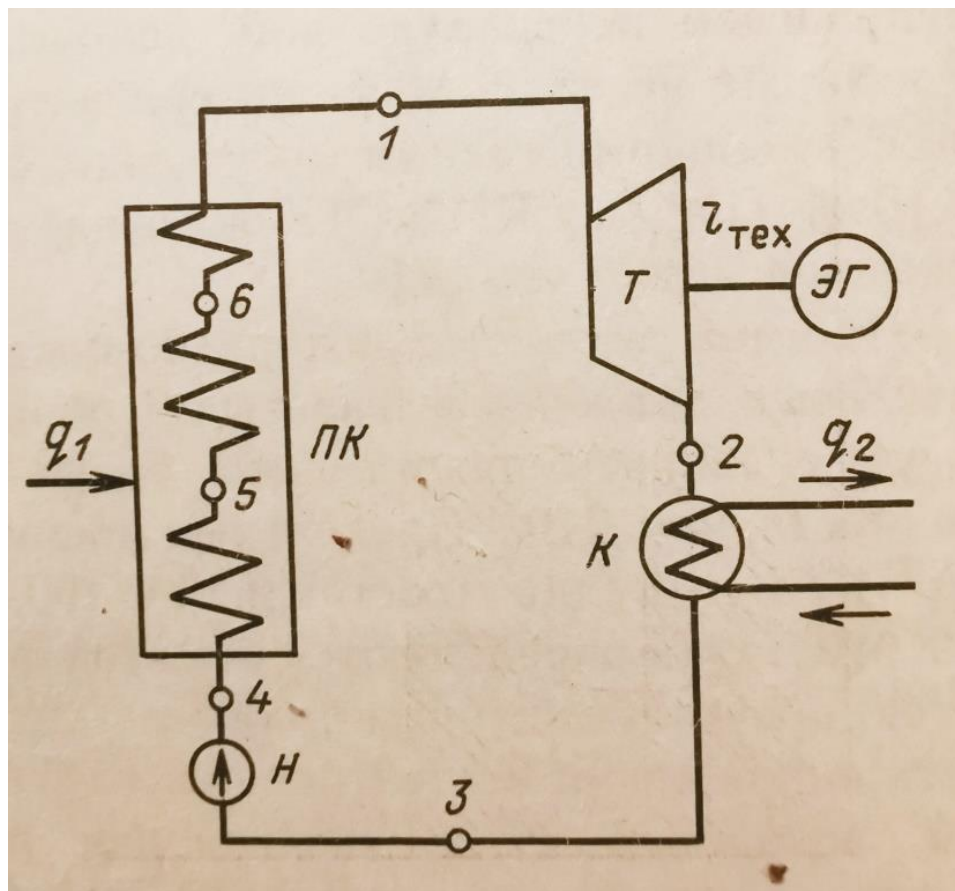
<https://new.siemens.com/ru/ru/produkty/energetika/proizvodstvo-energii/gazovie-turbiny/sgt-800.html>

# Циклы паротурбинных установок



Циклы Карно и Ренкина насыщенного водяного пара.

## Схема паросиловой установки

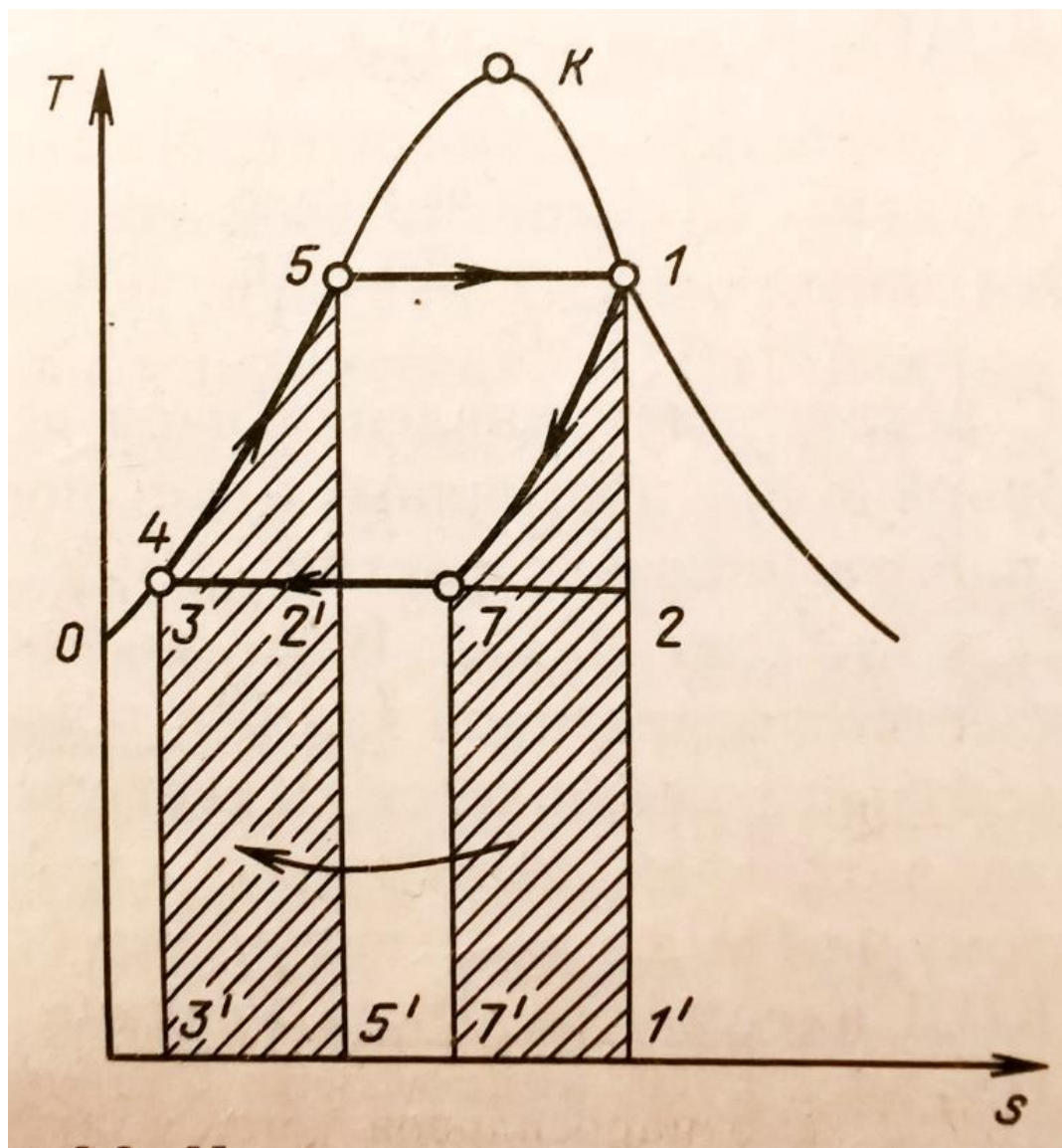


$$\eta_{\text{karno}} = 1 - (T_1 + T_{\text{hol}} / T_1 + T_{\text{gor}})$$

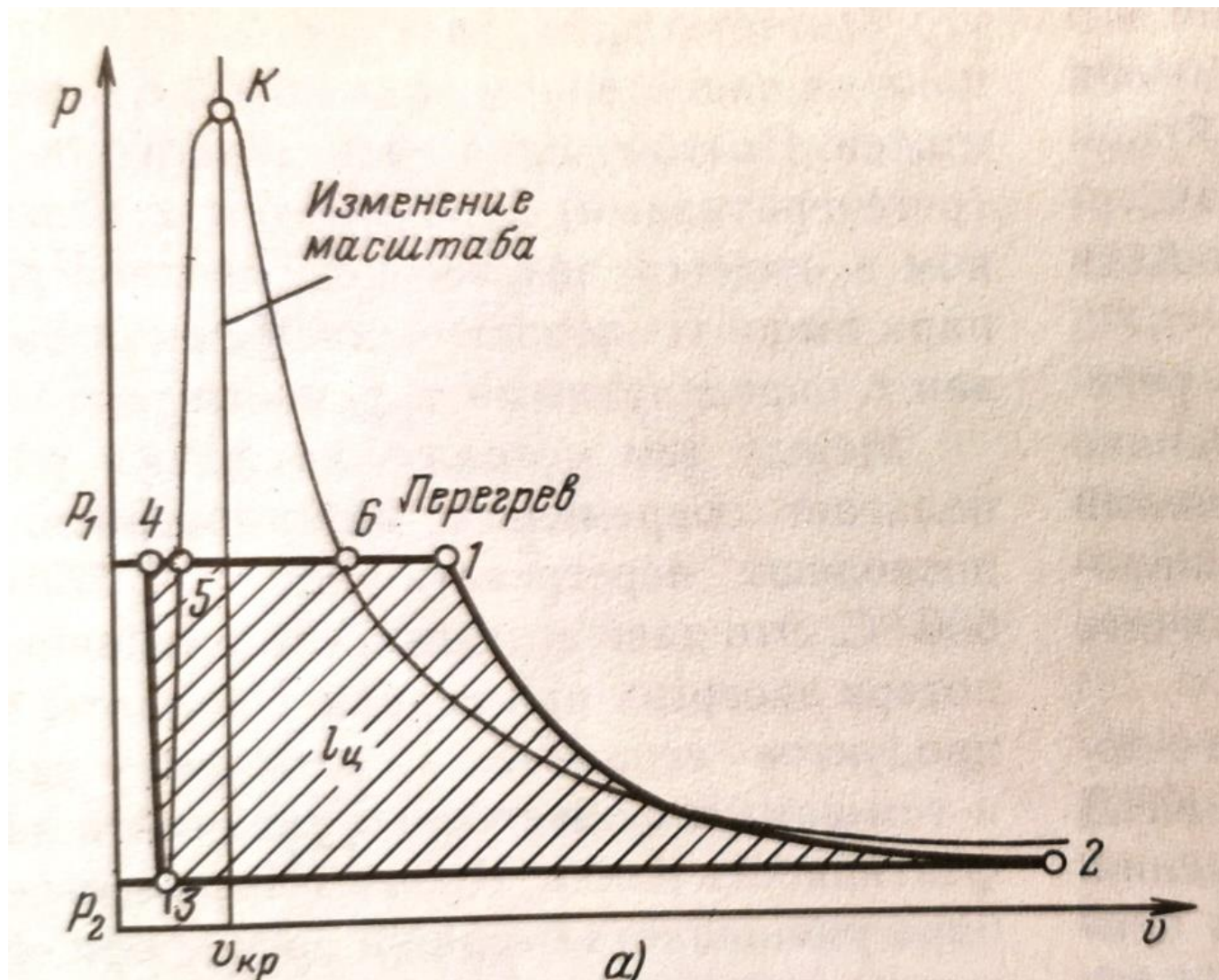
точка К  $T_{\text{kr}} = 374,15 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;  $P_{\text{kr}} = 22,1 \text{ МПа}$

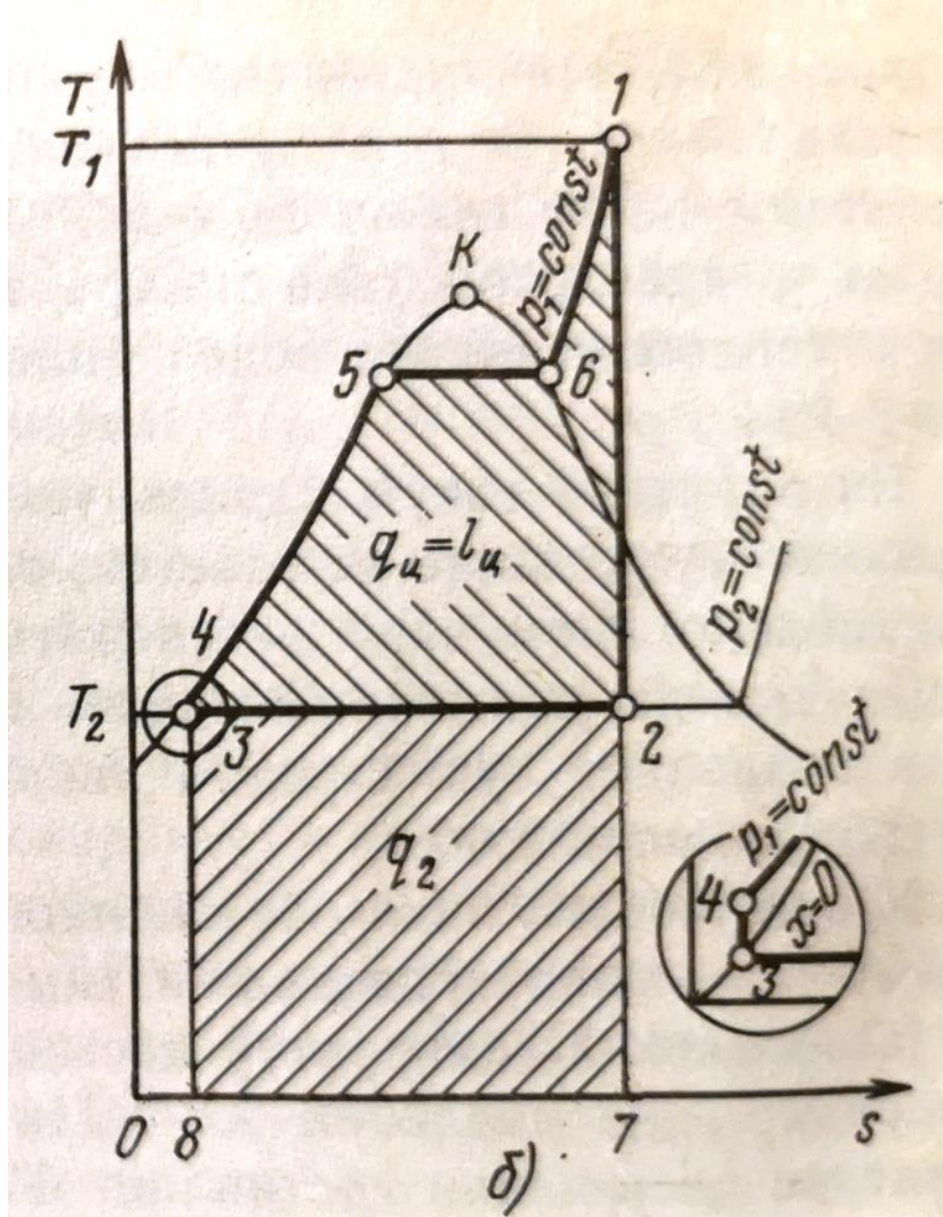


# Идеальная регенерация теплоты в цикле насыщенного пара



# Цикл Ренкина на перегретом паре



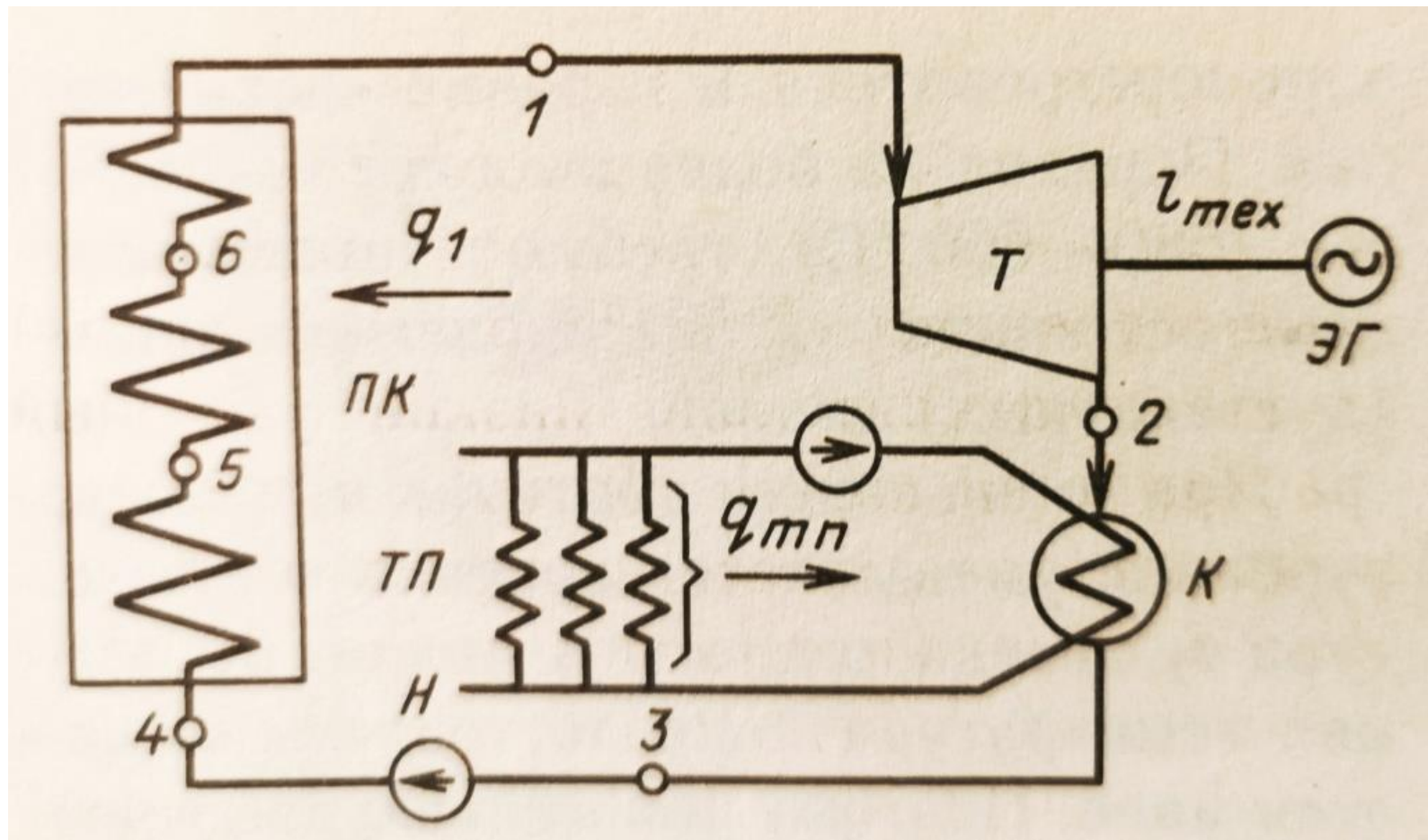


$p_1=9,8 \text{ МПа}; p_2=3,9 \text{ кПа}$

|                       |      |     |      |      |
|-----------------------|------|-----|------|------|
| $T_1, ^\circ\text{C}$ | 350  | 400 | 500  | 600  |
| $\eta, \%$            | 40,5 | 41  | 42,5 | 44,2 |

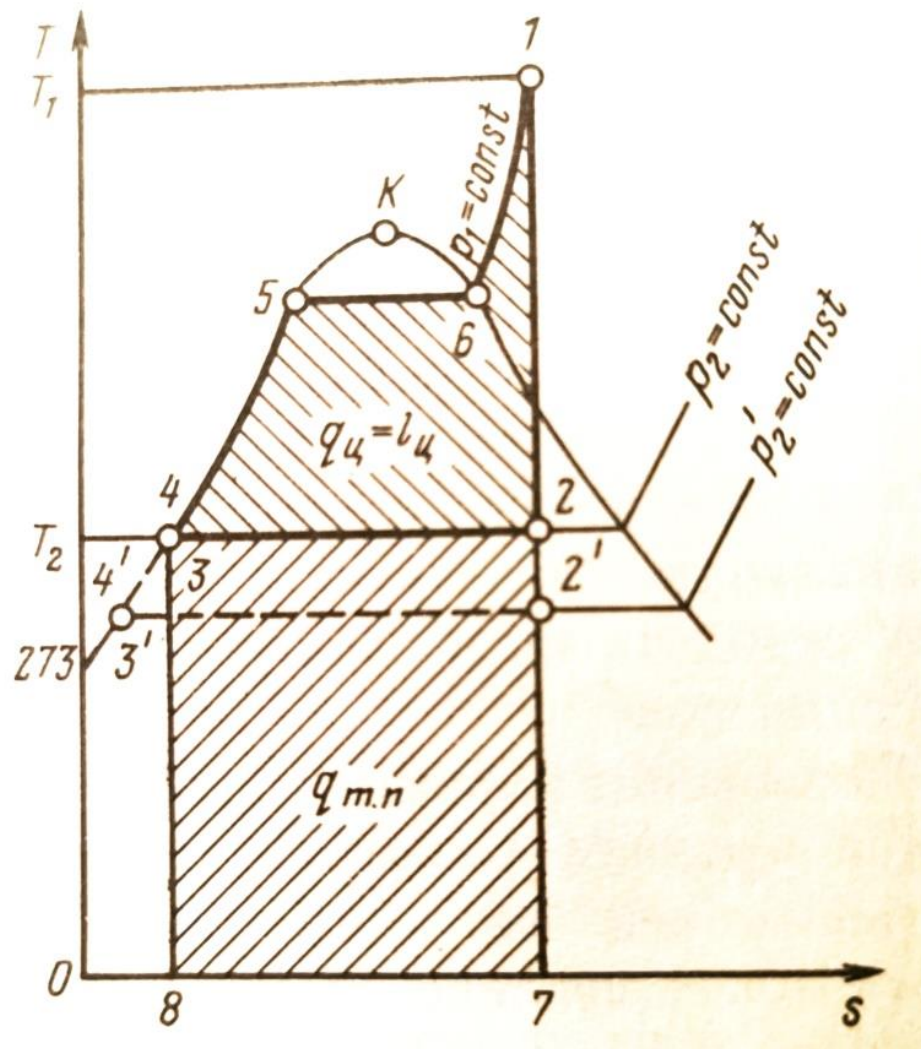


# Теплофикация

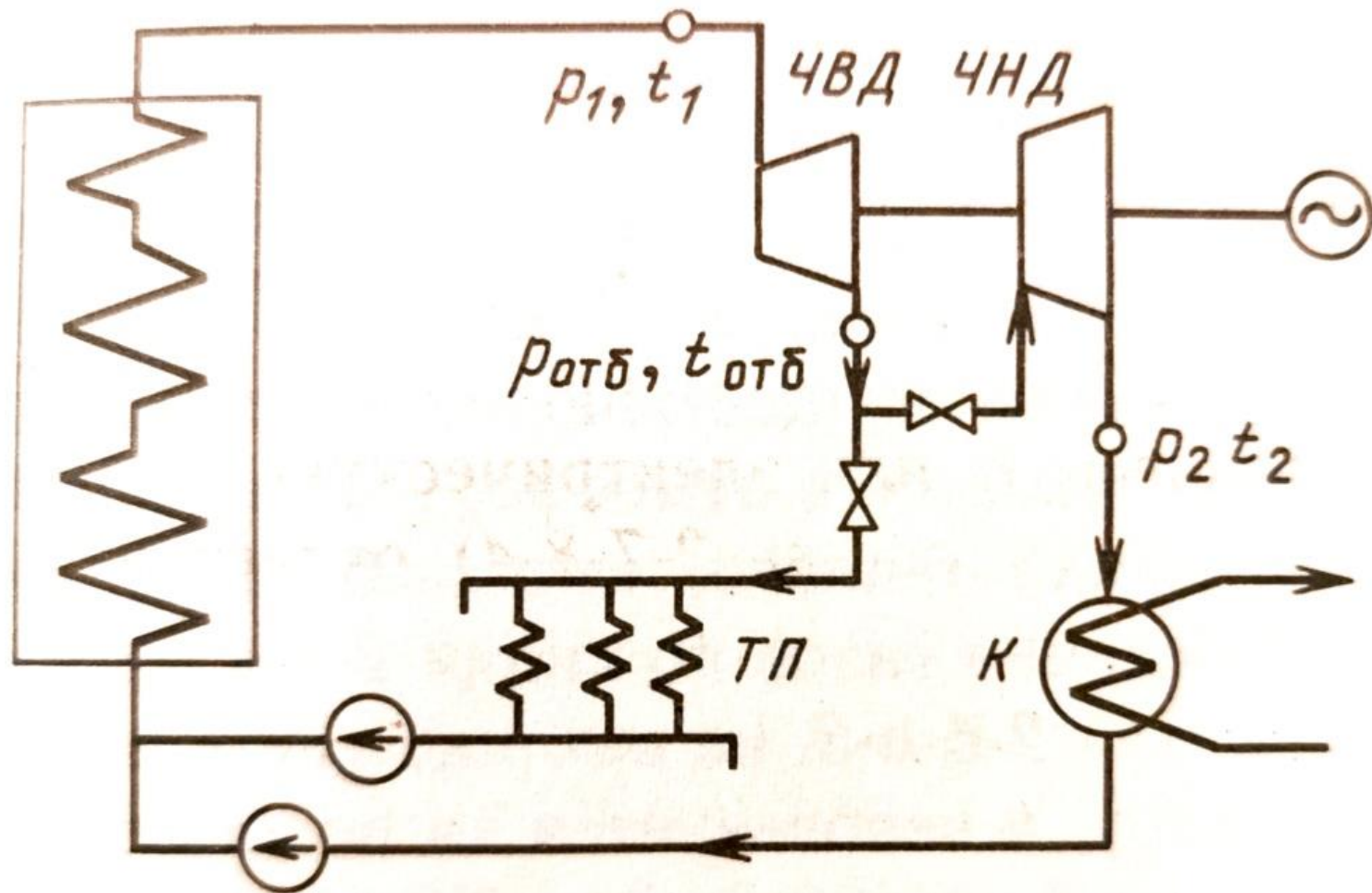




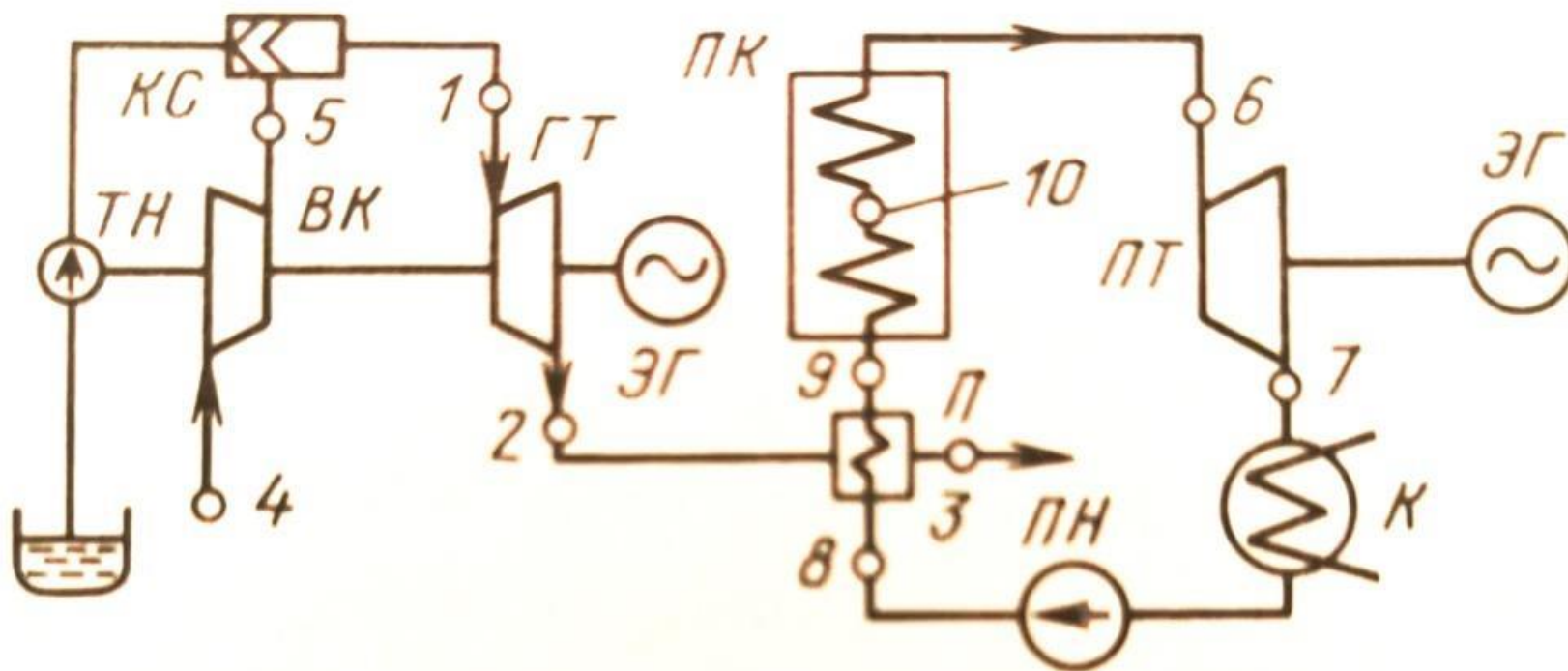
# Теплофикационный цикл



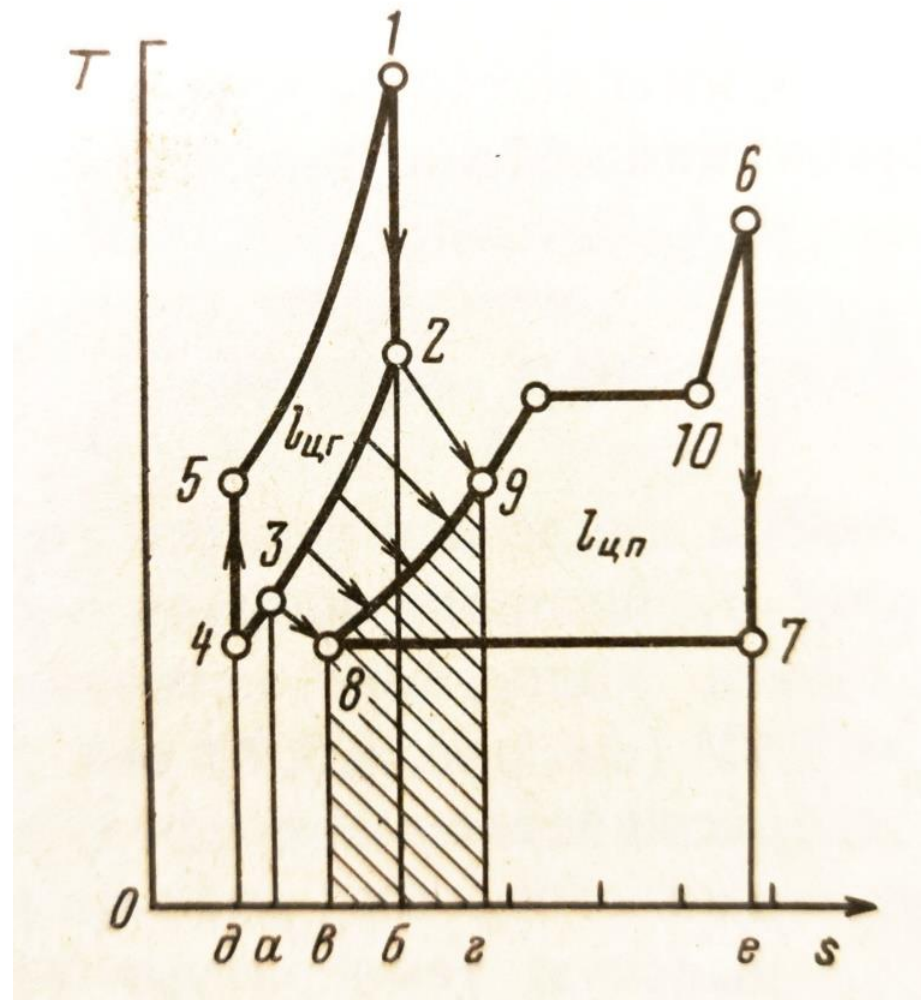
# Турбины с регулируемым отводом пара



# Парогазовая установка



## Цикл парогазовой установки

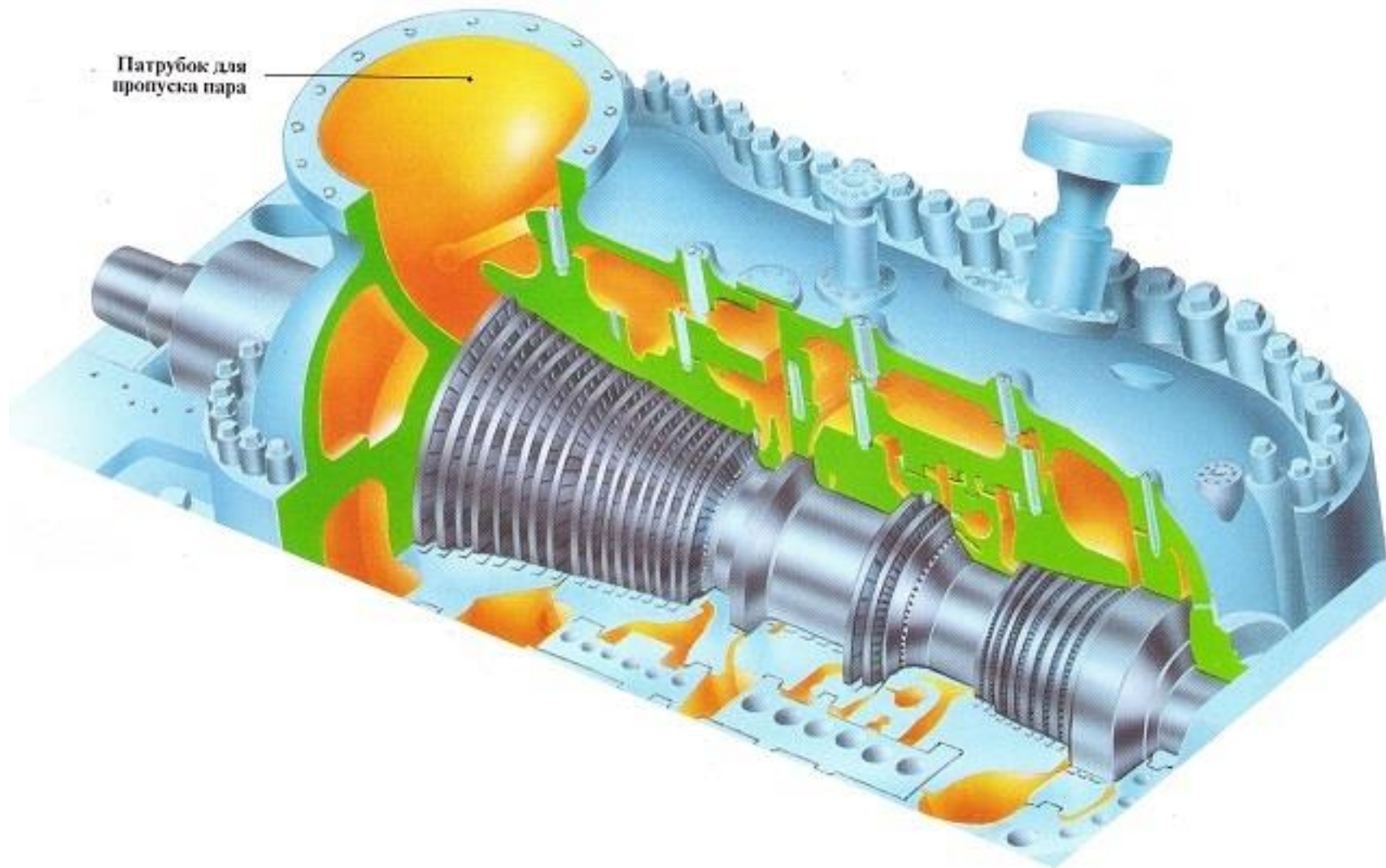




# Паровая турбина



# Паровая турбина





# Паро-турбинный судовой двигатель

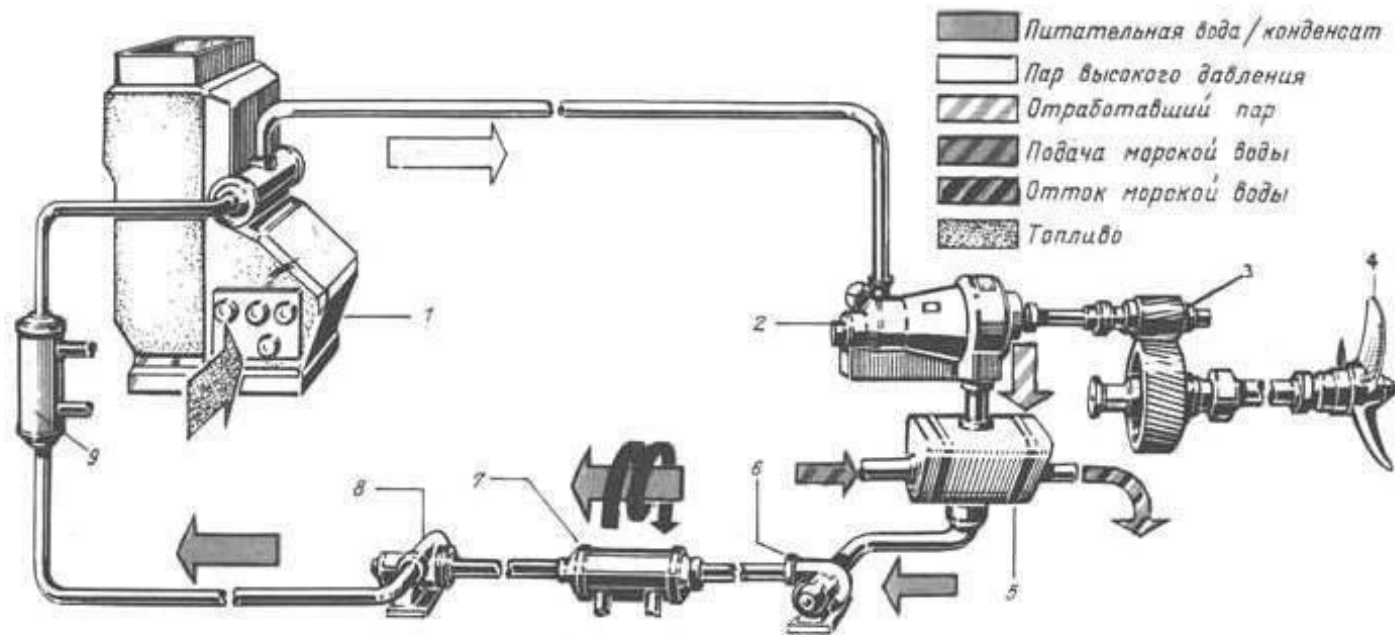


Схема пароводяной циркуляционной системы судовой паротурбинной установки.

1 — парогенератор; 2 — турбина; 3 — редуктор; 4 — гребной винт; 5 — конденсатор; 6 — конденсатный насос; 7 — подогреватель низкого давления; 8 — питательный насос; 9 — подогреватель высокого давления.

Рисунок 1

# Турбина ТЭЦ

