

**Парові та газові  
турбіни.  
Екологічні проблеми  
використання  
теплових машин**

# Зміст:

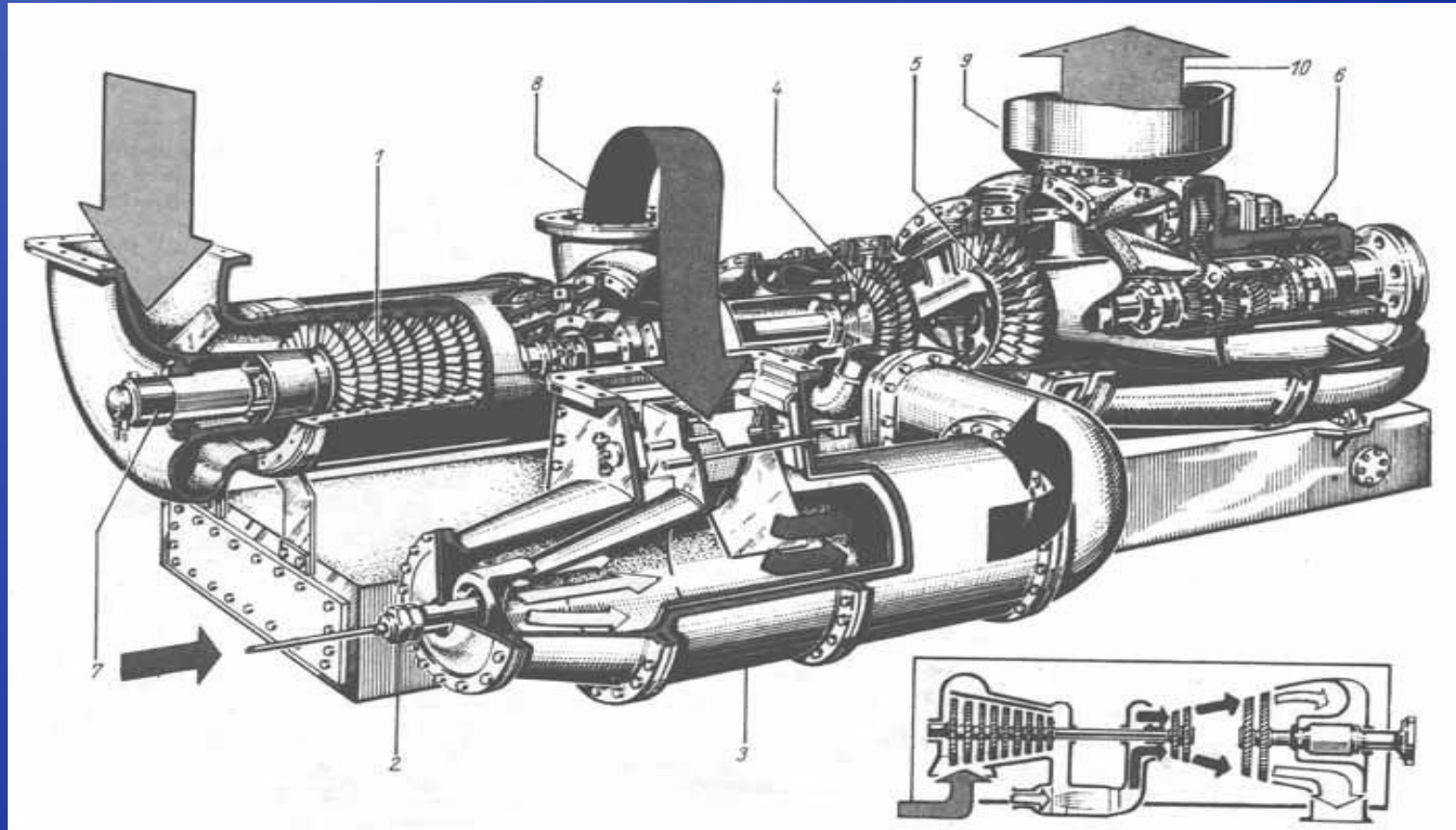
- ❖ Газова турбіна
- ❖ Теорія роботи
- ❖ Типи газових турбін
- ❖ Парова турбіна
- ❖ Різновиди
- ❖ Коефіцієнт корисної дії
- ❖ Характеристика деяких теплових машин
- ❖ Екологічні проблеми використання теплових машин

# Газова турбіна

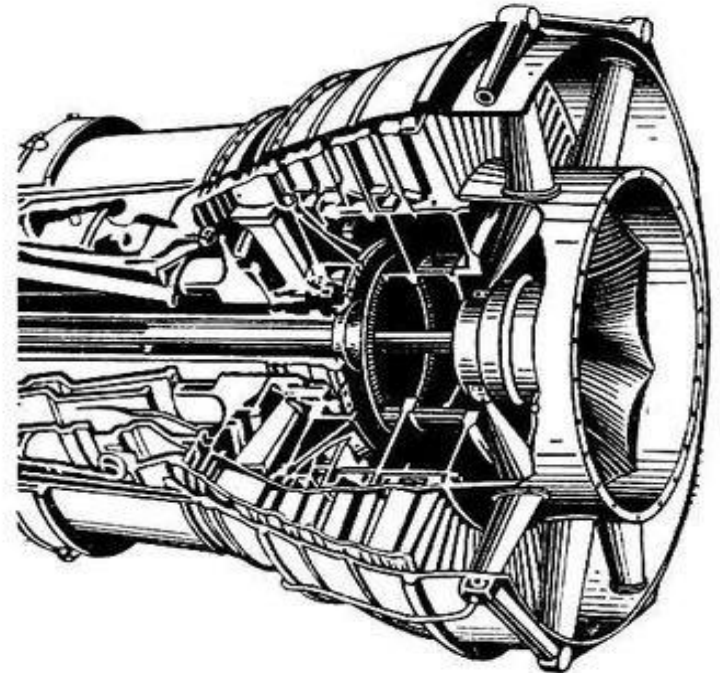
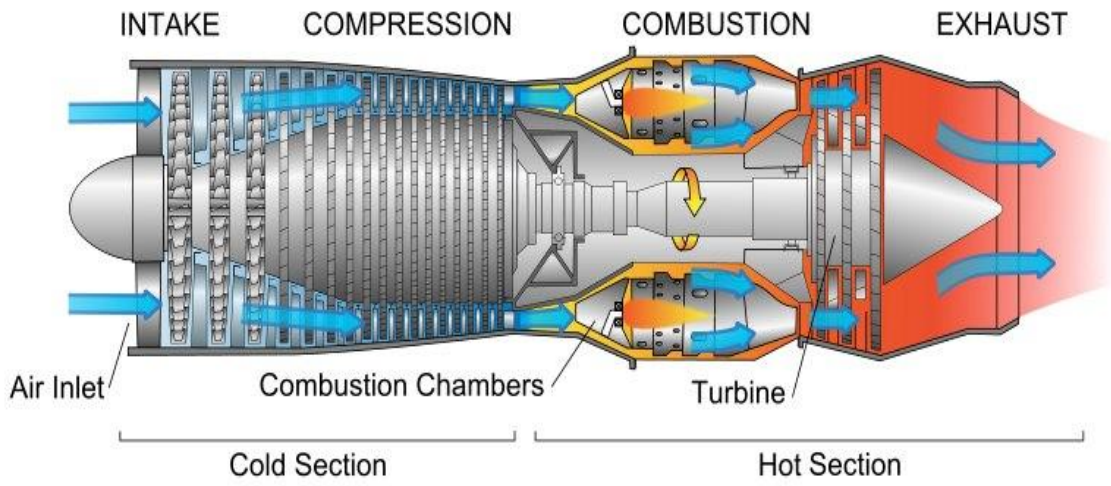


Газова турбіна— це тепловий двигун безперервної дії, на лопатках якого енергія стисненого і нагрітого газу перетворюється в механічну роботу на валу.

Складається з компресора, сполученого безпосередньо з турбіною, і камерою згоряння між ними. (Термін Газова турбіна може також відноситися до самого елемента турбіна.)



Надходить в камеру згоряння, де змішуючись з паливом і відбувається горіння суміші. У результаті згоряння зростає температура, швидкість і обсяг потоку газу. Далі енергія гарячого газу перетворюється в роботу. При вході в соплову частину турбіни гарячі гази розширюються, і їх теплова енергія перетворюється в кінетичну. Потім, у роторній частині турбіни, кінетична енергія газів змушує обертатися ротор турбіни. Частина потужності турбіни витрачається на роботу компресора, а решта є корисною вихідною потужністю. Газотурбінний двигун приводить в обертання високошвидкісний генератор за допомогою валу. Робота, споживана цим агрегатом, є корисною роботою ГТД. Енергія турбіни використовується в літаках, потягах, кораблях та танках.



# Теорія роботи

Газові турбіни описуються термодинамічним циклом Брайтона, в якому спочатку відбувається адіабатичне стиснення повітря, потім спалювання при постійному тиску, а після цього здійснюється адіабатичне розширення знову до стартового тиску.

На практиці, тертя і турбулентність викликають:

1. Неадіабатичне стискання: для даного загального коефіцієнта тиску температура нагнітання компресора вище ідеальної.

2. Неадіабатичне розширення: хоча температура турбіни падає до рівня, необхідного для роботи, на компресор це не впливає, коефіцієнт тиску вище, в результаті, розширення — не достатнє для забезпечення корисної роботи.

3. Втрати тиску в повітрозабірнику, камері згоряння і на виході: в результаті, розширення не достатнє для забезпечення корисної роботи.



Як і у всіх циклічних теплових двигунах, чим вище температура згоряння, тим вище ККД.

Стримувальним фактором є здатність сталі, нікелю, кераміки та інших матеріалів, з яких складається двигун, витримувати температуру і тиск. Значна частина інженерних розробок спрямована на те, щоб відводити тепло від частин турбіни. Більшість турбін також намагаються рекуперувати тепло вихлопних газів, яке, у іншому випадку втрачається даремно. Рекуператор — це теплообмінник, який передає тепло вихлопних газів стиснутому повітрі перед згоранням. При комбінованому циклі тепло передається системам парових турбін. При комбінованому виробництві тепла та електроенергії (когенерація) відпрацьоване тепло використовується для виробництва гарячої води.

# Типи газових турбін

- Повітряно-реактивний двигун
- Аматорські газові турбіни





**Аматорські газові турбіни**  
Існує популярне хобі — конструювати  
газові турбіни з автомобільних  
турбокомпресорів. Камера згоряння  
збирається з окремих частин і  
встановлюється вертикально між  
компресором і турбіною. Як і багато  
хобі, засновані на технології, час від  
часу вони переростають у  
виробництво. Кілька дрібних компаній  
виробляють маленькі турбіни та  
запасні частини для любителів.

Pressure-cabin  
air compressor

Impeller (centrifugal compressor)  
attached to turbine via main shaft

Turbine stator  
blades

Muff around jet pipe  
supplying hot air for  
cabin heating

Pneumatic  
system air  
compressor  
(wheel brakes  
etc)

Jet pipe

Air inlets  
(supplied from  
intakes in air-  
craft wing root)

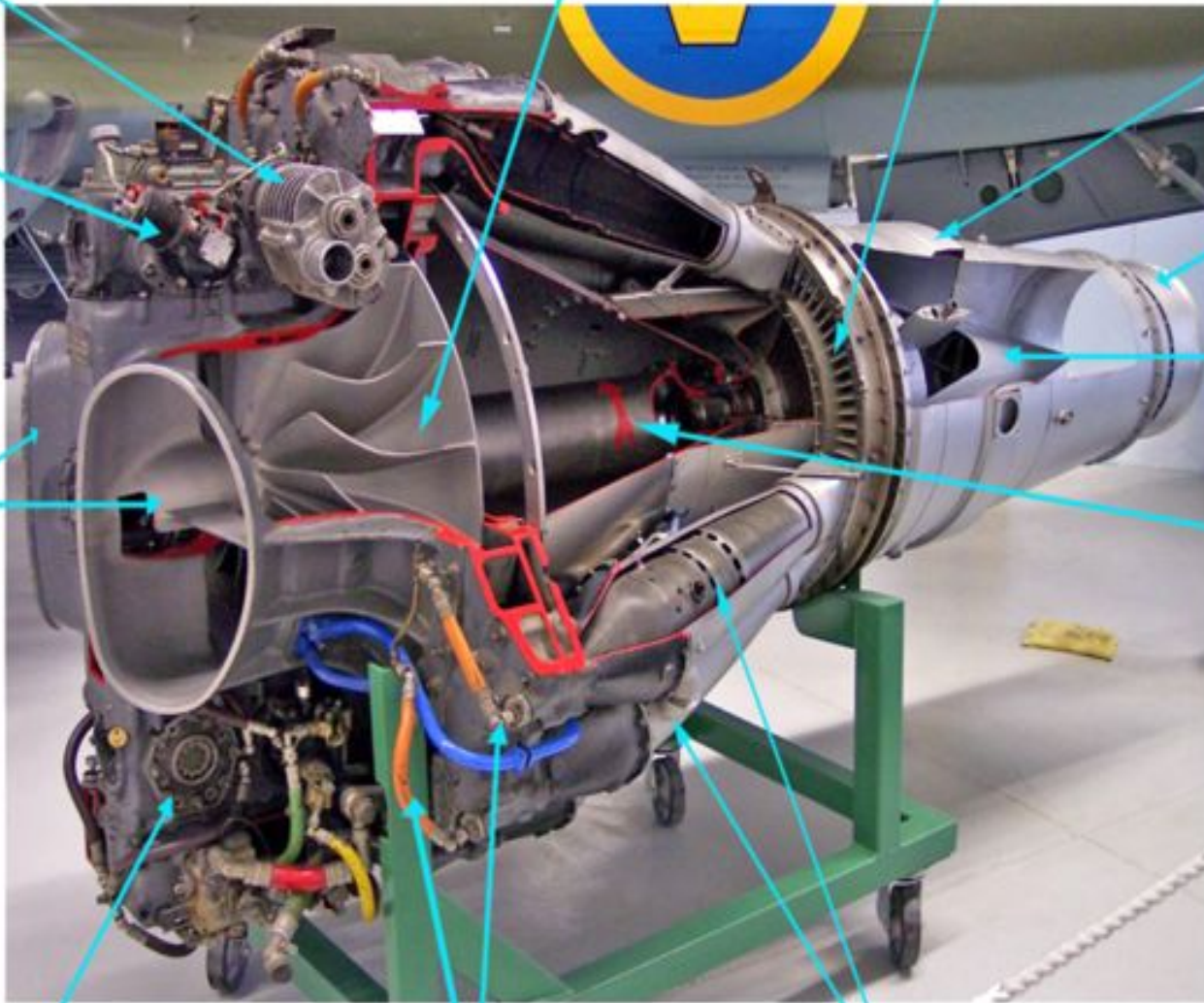
Tail cone (turbine  
fairing)

Main shaft  
connecting  
impeller  
and turbine

Starter motor (not fitted)  
mounting

Fuel lines to injectors  
inside combustion  
chambers

16 Combustion chambers  
(inside flame cans) arranged  
around engine

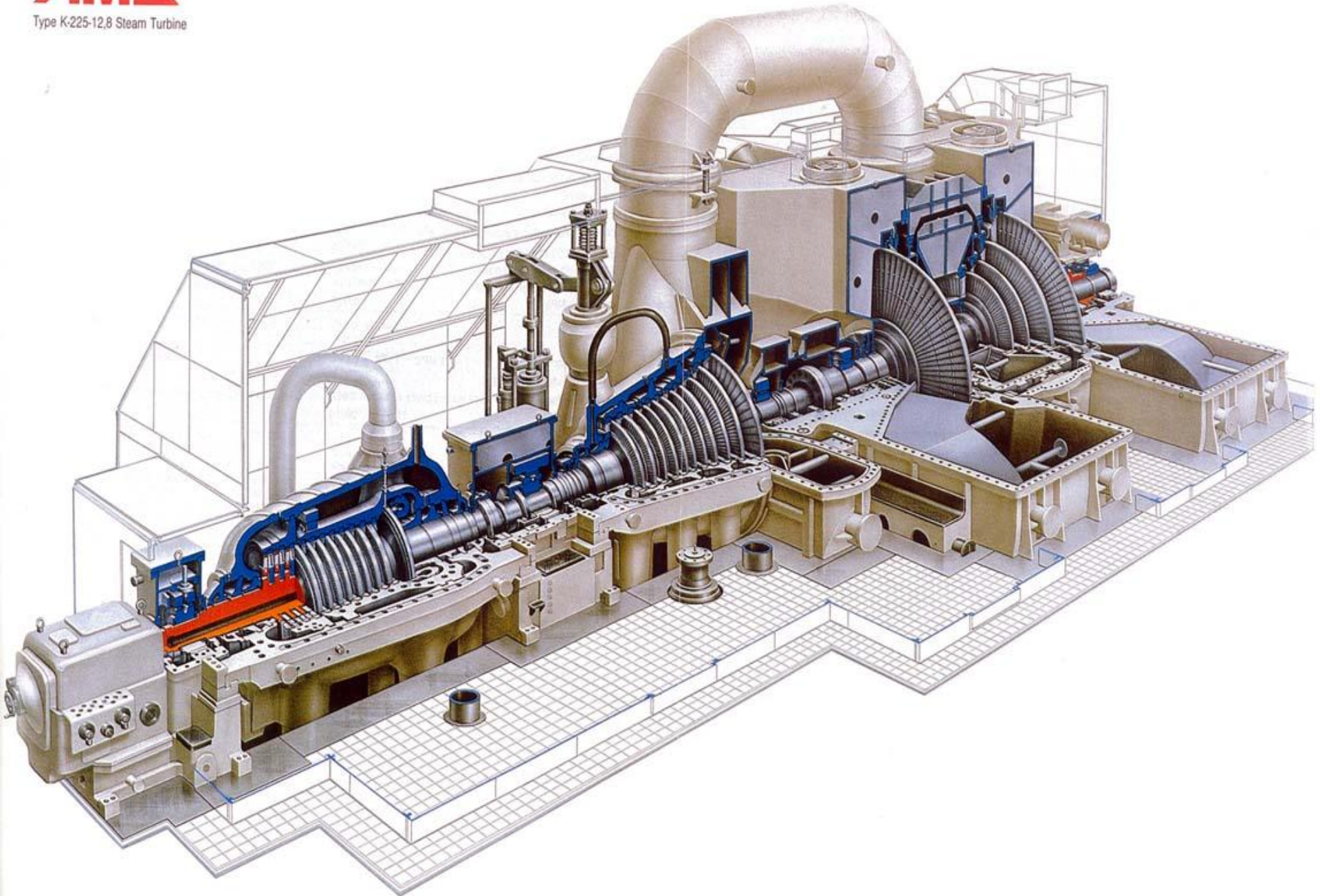


# Парова турбіна





Type K-225-12,8 Steam Turbine





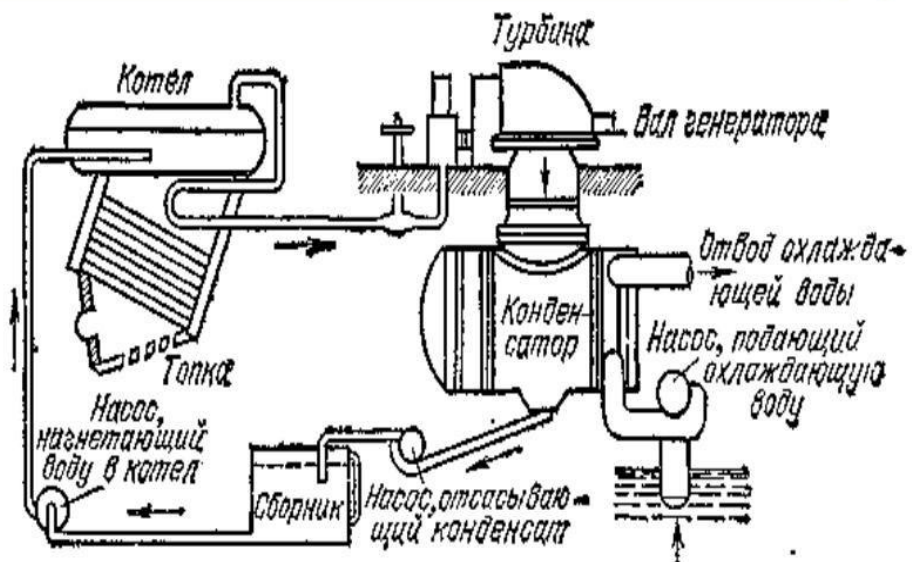
енергію в енергію обертання ротора. Він потрібен для перетворення теплової енергії водяної пари в механічну роботу. Парова турбіна використовує не потенційну енергію, а кінетичну енергію пари.

Спроби створити парову турбіну тривали дуже довго. Відомий опис примітивної парової турбіни, зроблений Героном Олександрійським (1 ст. До н.е.). Але тільки в кінці 19 ст., коли машинобудування і металургія досягли достатнього рівня, К. Г. П. Лаваль (Швеція) та Ч. А. Парсонс (Великобританія) незалежно один від одного у 1884-89 рр. створили промислово придатні парові турбіни.

Неможливість отримати велику агрегатну потужність і дуже велика частота обертання одноступеневої парової турбіни Лаваля (до 30000 об/хв. у перших зразків) призвело до того, що вона зберегла своє значення тільки для приводу допоміжних механізмів. Розвиток турбін дав можливість збільшити потужність, зберігши достатню частоту обертання, необхідну для неї. Реактивна парова турбіна Парсонса деякий час застосовувалась (на військових кораблях), але поступово поступилася місцем більш розвинутим турбінам.



## Парові машини ( парова турбіна)



# Різновиди



парову турбіну розрізняють на 3 групи: чисто конденсаційні, теплофікаційні та спеціального призначення.

Чисто конденсаційні перетворюють максимально можливу частину теплоти пара в механічну роботу. Вони можуть бути стаціонарними або транспортними. Транспортні використовують, як допоміжні двигуни на кораблях і судах.



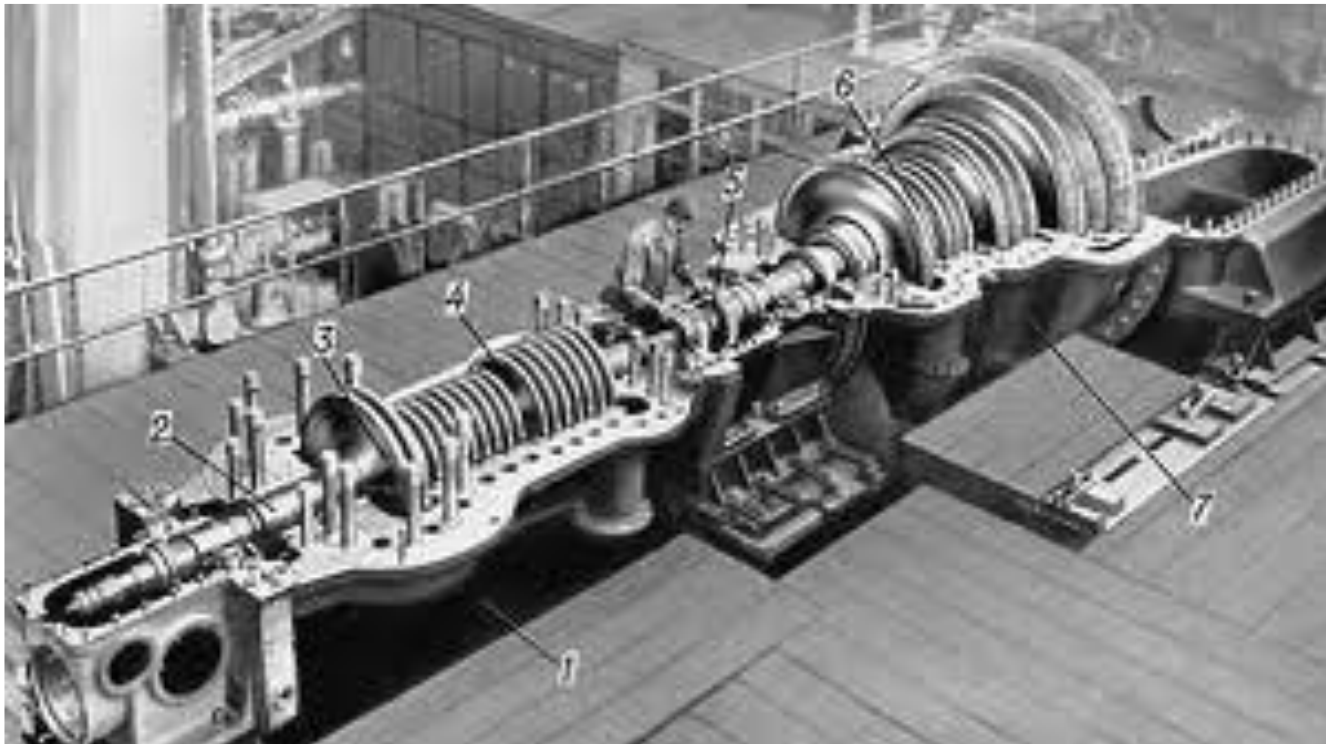
Теплофікаційні парові турбіни служать для одночасного отримання електричної та теплової енергії. Такі парові турбіни використовують у технологічних цілях (наприклад, для опалювання).



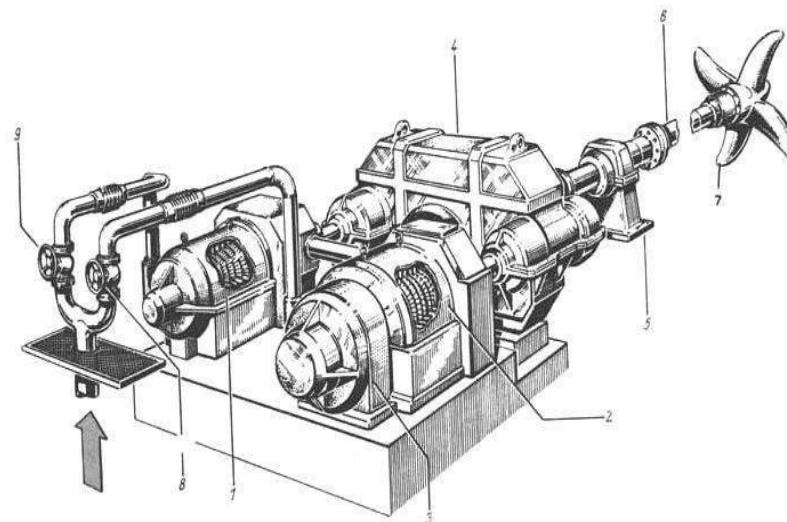
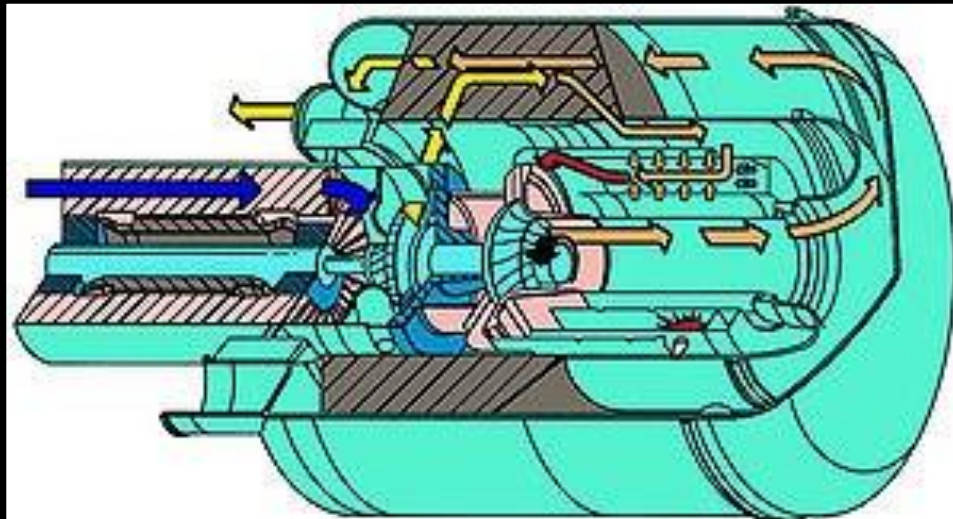
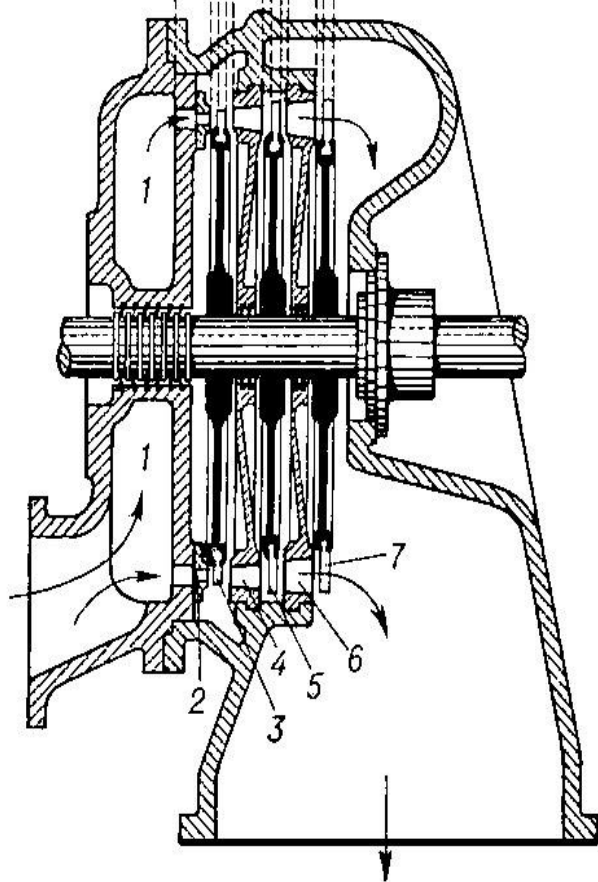
Парова машина:  
1 — циліндр; 2 — поршень; 3 — система паророзподілу; 4 — вал (стрілками показано напрям руху пари).

**Теплові турбіни спеціального призначення зазвичай використовують на металургійних, машинобудівних і хімічних підприємствах.**

**На відміну від інших, теплові турбіни спеціального призначення не виготовляють великими кількостями, а тільки за спеціальними замовленням.**



Давление пара



Судовая паровая турбина.

1 — турбина высокого давления; 2 — турбина низкого давления; 3 — подшипник вала турбины; 4 — редуктор; 5 — подшипник вала с фундаментом; 6 — подшипник вала турбины; 7 — гребной винт; 8 — управляющий клапан переднего хода; 9 — управляющий клапан заднего хода.

Рисунок 4

# Коефіцієнт корисної дії

- Коефіцієнтом корисної дії теплового двигуна називають відношення роботи, яку виконує двигун до кількості теплоти, одержаної від нагрівника

$$\eta = \frac{A}{Q_1} \cdot 100\%$$

Враховуючи  $A=Q_1-Q_2$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%$$

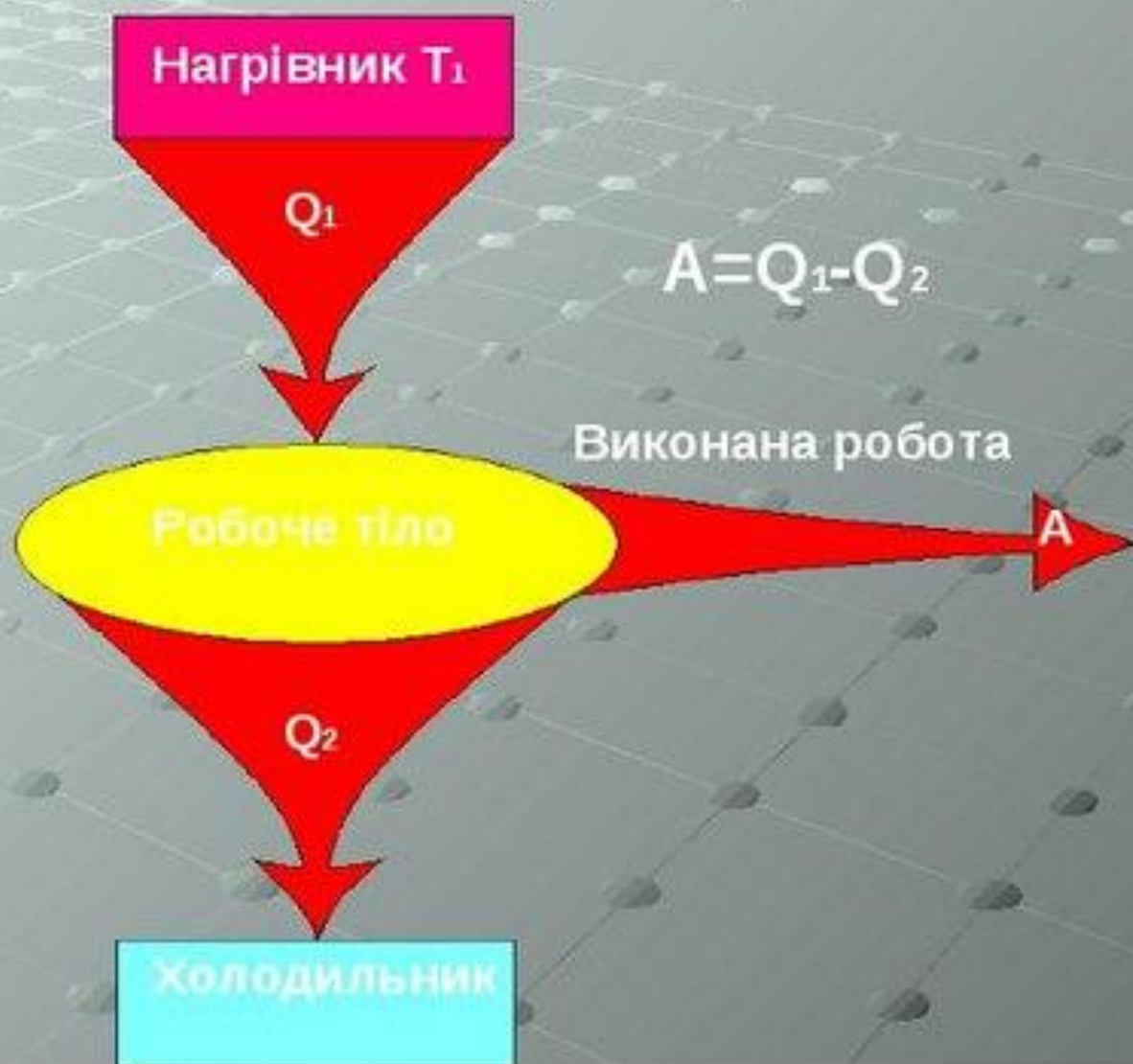


# Характеристика деяких теплових машин

## Характеристики деяких теплових машин

Теплова машина	Робоче тіло	Температура, К		Максимальний ККД, %	ККД машини, %
		нагрівника	холодильника		
Поршнева парова машина	Пара	480	300	37	7 – 15
Парова турбіна	Пара	850	380	55	20 – 25
Дизель	Продукти згоряння палива	2000–2100	380	82	30 – 39
Карбюраторний двигун	Продукти згоряння палива	2500	380	82	18 - 24

- Теплові двигуни – це пристрої, які перетворюють внутрішню енергію палива в механічну енергію.



# Екологічні проблеми використання теплових машин

- ✓ Теплове забруднення
- ✓ Викидання продуктів згоряння

Теплові машини широко використовуються у народному господарстві: Потужні парові турбіни на ТЕС і АЕС приводять у рух ротори генераторів електричного струму. Понад 80% усієї електроенергії в нашій країні виробляється на теплових електростанціях. Залізничними магістралями водять состави потужні тепловози, водними шляхами – теплоходи. Мільйони автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння перевозять вантажі і пасажирів. Поршневі, турбогвинтові та турбореактивні двигуни встановлені на літаках і гелікоптерах. За допомогою ракетних двигунів здійснюються запуски наукових супутників, космічних станцій. Двигуни внутрішнього згоряння є основою механізації виробничих процесів у сільському господарстві. Їх використовують на тракторах, комбайнах, самохідних шасі, насосних станціях.





двигунів на природу є теплове забруднення. Досить порівняти температуру газоподібних продуктів згоряння з температурою навколишнього середовища (наприклад у ДВЗ  $t=1600 - 25000\text{C}$ ). Це призводить до поступового підвищення середньої температури на Землі. Нині споживана потужність двигунів становить приблизно  $10^{10}$  кВт. Коли ця потужність досягне  $3 \cdot 10^{12}$  кВт, середня температура підвищиться приблизно на 1 градус. Подальше підвищення температури може спричинити загрозу танення льодовиків і катастрофічного підвищення рівня світового океану.





Другим фактором негативного впливу на природу є надмірно велике споживання кисню тепловими двигунами і викидання в атмосферу продуктів згоряння, які містять у собі шкідливі речовини.

У відпрацьованих газах міститься понад 170 різних шкідливих компонентів, наявність 160 з яких зумовлена неповним згорянням палива у двигунах. Зараз у всьому світі енергетичні установки викидають в атмосферу щорічно 200 – 250 млн. тон золи і близько 60 млн. тонн оксиду сірки ( $SO_2$ ). Повітря забруднюють і різні види транспорту, насамперед автомобільний. На рух автомобіля використовується лише 25 % енергії палива, а 75% „вилітає в трубу“. У вихлопних газах двигуна за нормального режиму міститься 2,7% оксиду вуглецю. Під час зменшення швидкості руху автомобіля ця частка зростає на 3,9%, а при повільному русі – до 6,9 %. Жителі великих міст задихаються від вихлопних газів автомобільних двигунів.

Внаслідок збільшення в атмосфері кількості оксиду вуглецю ( $SO_2$ ), який виділяється в процесі згоряння палива у тепловому двигуні порушується тепловий баланс на Землі.



**Над проектом  
працювала:  
Петрушина Катерина**