



# **Тепловые двигатели**

**Развитие техники во многом зависит от умения как можно более полно использовать запасы внутренней энергии топлива.**

**Использовать внутреннюю энергию - значит совершать полезную работу.**

**Тепловой двигатель** - устройство, совершающее работу за счёт использования внутренней энергии топлива.

**Виды тепловых двигателей:**

- 1) паровая машина
- 2) газовая и паровая турбина
- 3) ДВС
- 4) реактивный двигатель

# Принцип действия теплового двигателя

1) чтобы двигатель совершал работу => разность давлений по обе стороны поршня или лопастей турбины

2) повышение  $t^0$  рабочего тела => сгорание топлива

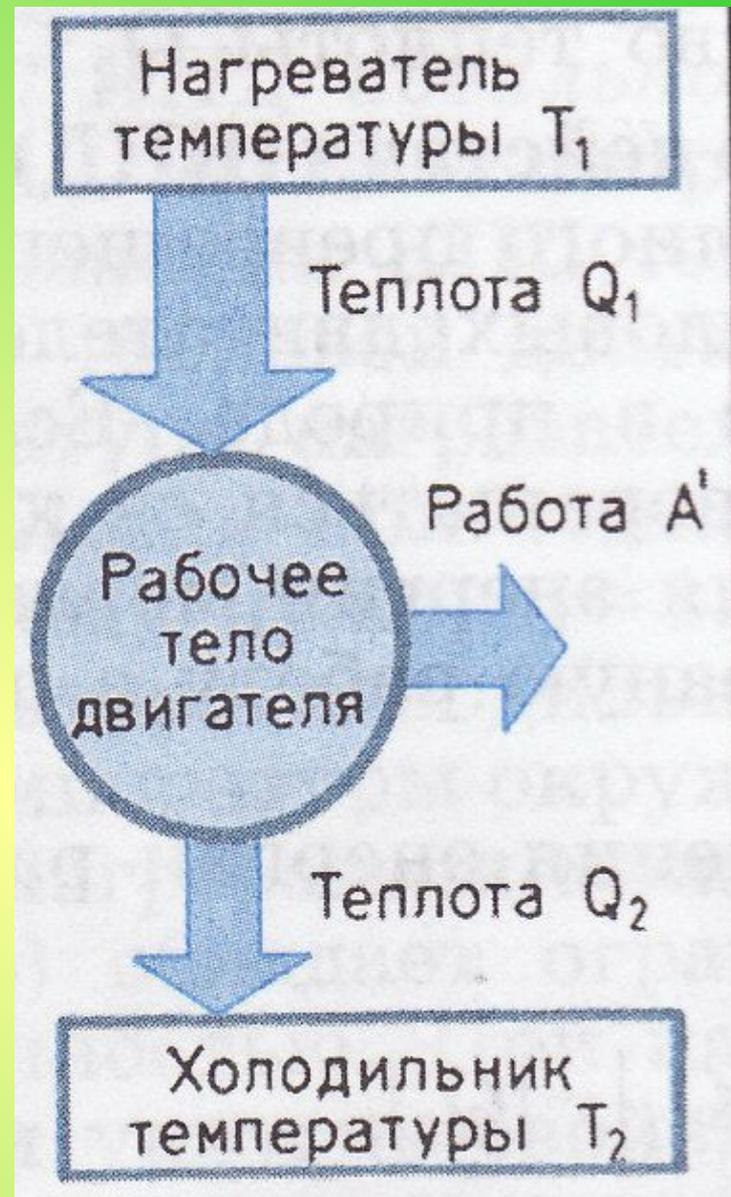
Газ - рабочее тело

$T_1$  - темпер-ра нагревателя

$T_2$  - темпер-ра холодильника

$Q_1$  - получ-е кол-во теплоты

$Q_2$  - отдан-е кол-во теплоты

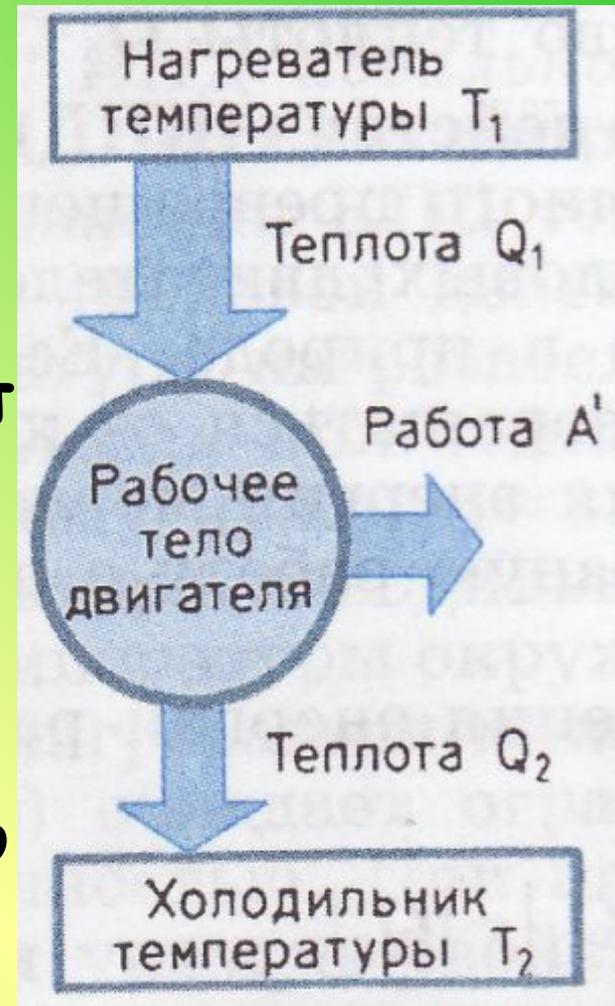


**Холодильник** – атмосфера или спец устройства для охлаждения и конденсации отработанного пара

Рабочее тело получает при сгорании топлива  $Q_1$ , совершает работу  $A'$  и передаёт холодильнику  $Q_2 < Q_1$

По мере совершения работы газ теряет энергию и охлаждается, поэтому рабочее тело при расширении не может отдать всю свою внутреннюю энергию на совершение работы.

Тепловой двигатель совершает работу за счёт внутренней энергии рабочего тела



## КПД

Совершая работу, тепловой двигатель использует лишь некоторую часть той энергии, которая выделяется при сгорании топлива.

КПД - отношение полезной работы к затраченной или

$$\eta = \frac{A'}{|Q_1|} = \frac{|Q_1| - |Q_2|}{|Q_1|} = 1 - \frac{|Q_2|}{|Q_1|}$$

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

Реальная тепловая машина не может иметь КПД  $>1$  (потери энергии и  $T_2$  не может быть меньше  $t^0$  атмосферы)

$$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

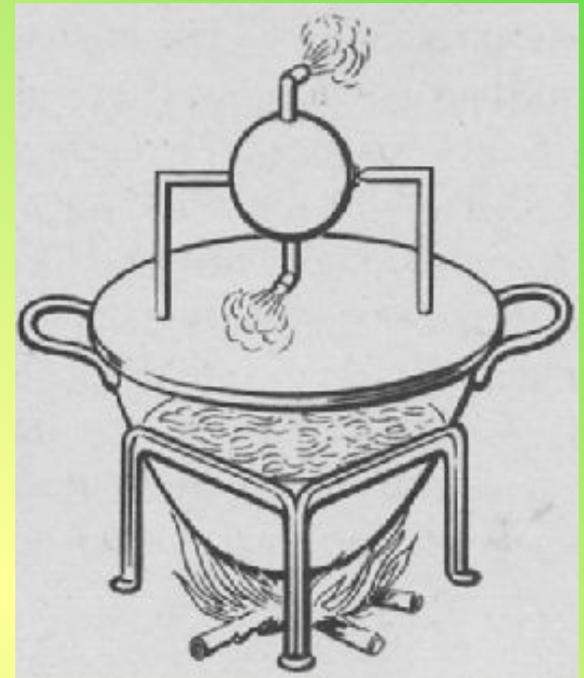
## Условия повышения КПД

- 1)  $T_1 >$  (но любой материал обладает ограничением теплостойкости => плавится)
- 2)  $T_2 <$  (но она не может быть меньше  $t_0$  атмосферы)
- 3) наиболее полное сгорание топлива

$$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

# Геронов шар

Он представляет собой полый железный шар, закреплённый так, что может вращаться вокруг горизонтальной оси. Из закрытого котла с кипящей водой пар по трубке поступает в шар и через изогнутые трубки вырывается наружу. Внутренняя энергия пара превращается в механическую энергию вращения шара. Это прообраз реактивных двигателей.

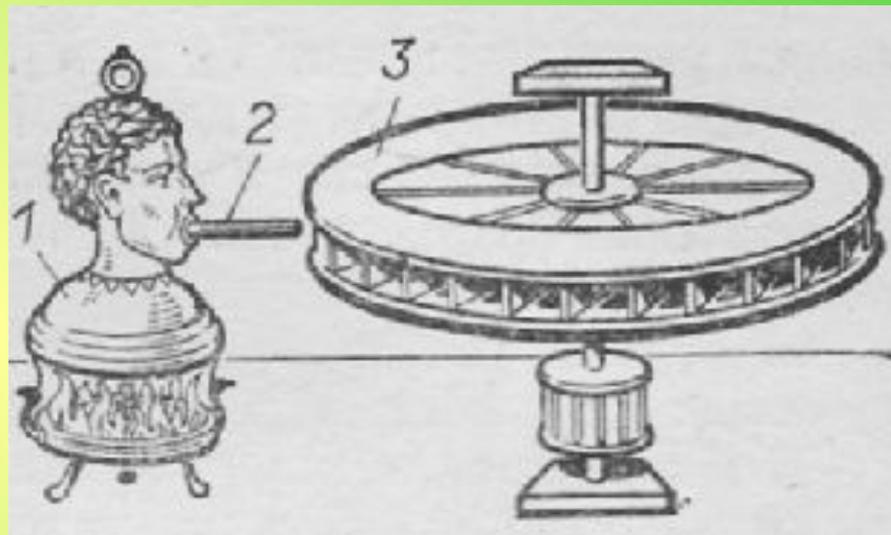


Это изобретение не нашло себе применения и осталось лишь забавной игрушкой.

## Джиованни Бранка XVII в

Колесо с лопатками, в которое с силой ударяла струя пара (изобретена паровая турбина).

Струя пара из *парового котла* 1 через неподвижную *трубку* (сопло) 2 направлялась на *лопасти колеса* 3, заставляя его быстро вращаться.



Первая поршневая машина.  
На дно цилиндра наливали  
воду, поршень опускали  
вниз.

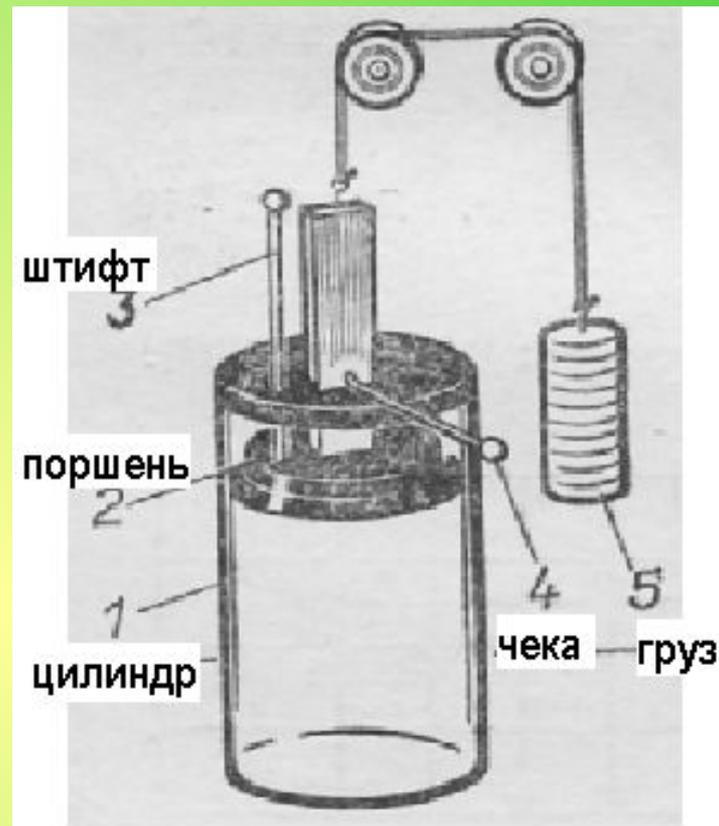
Цилиндр подогревали.

Образовавшийся пар поднимал  
поршень.

Цилиндр обливали холодной  
водой, пар конденсировался,  
в цилиндре образовывалось  
разрежённое пространство.

Поршень под давлением  
атмосферного воздуха  
опускался вниз, поднимая  
при этом груз

Дени Папен 1690 г

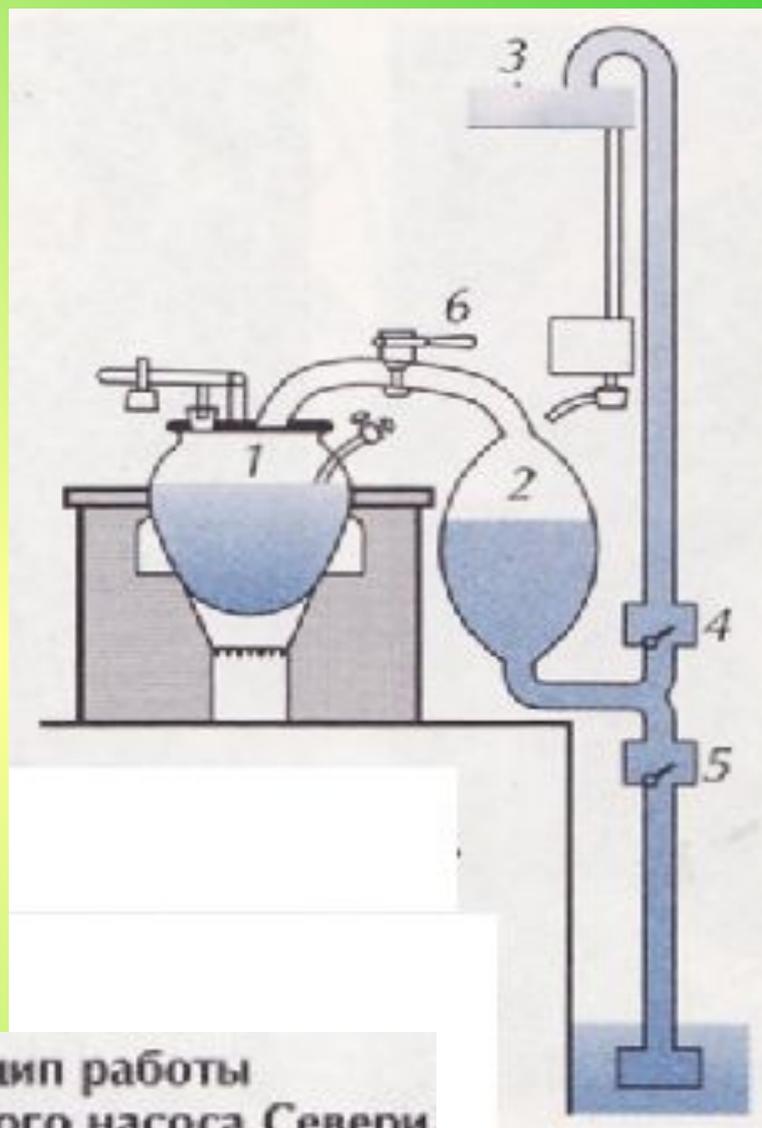


## Машина Севери

применялась для откачки воды из шахт, но была очень неэкономична (КПД 0,5%).

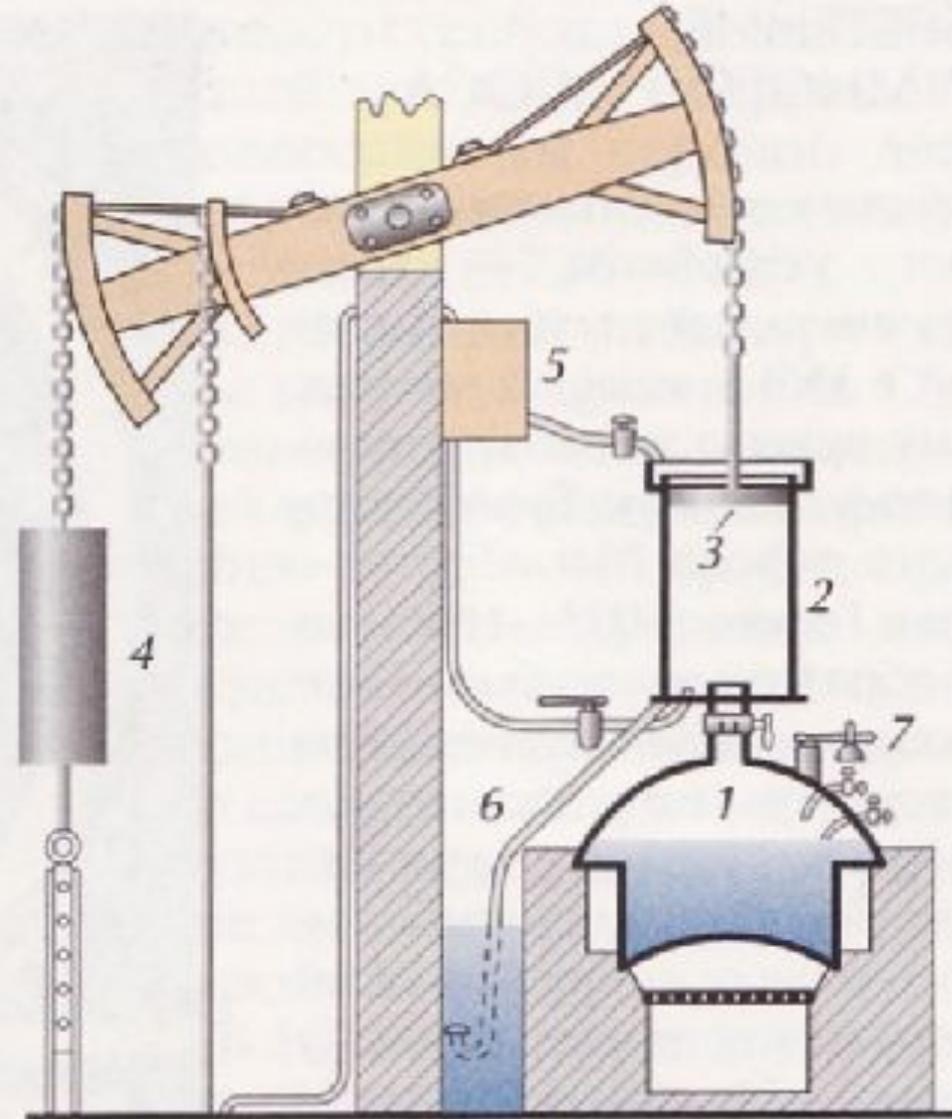
Пар из котла (1) поступает в камеру (2) и вытесняет воду в резервуар (3) через нагнетательный клапан (4) при закрытом всасывающем клапане (5). Затем кран (6) закрывают, а камеру поливают холодной водой. Давление снижается, и через клапан (5) вода поступает в камеру.

Томас Севери 1698 г



Принцип работы  
парового насоса Севери,  
1696 г.

# Машина Ньюкомена 1705 г



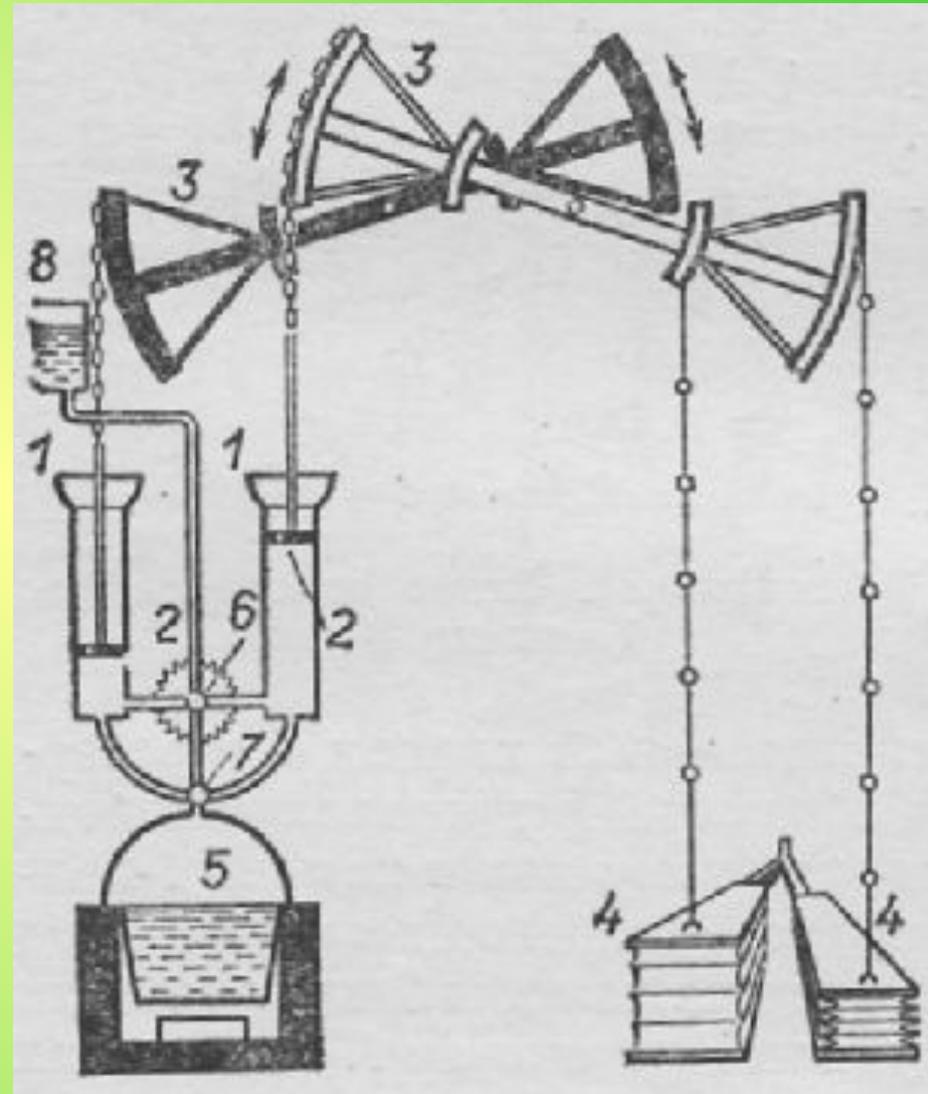
Пар из котла (1) поступает в цилиндр (2) и поднимает поршень (3), который уравнивается грузом (4). В результате всprыскивания в цилиндр холодной воды из резервуара (5) пар конденсируется, и поршень опускается. Охлаждающая вода и сконденсированный пар выпускаются из цилиндра по трубе (6), а излишний пар из котла — через предохранительный клапан (7).

# Иван Ползунов 1766 г

Она имела высоту 11 м,  
ёмкость котла 7 м<sup>3</sup>,  
высоту цилиндров 2,8 м,  
мощность 29 кВт.

Она работала в течение 43  
суток и приводила в  
движение мехи трёх  
плавильных печей.

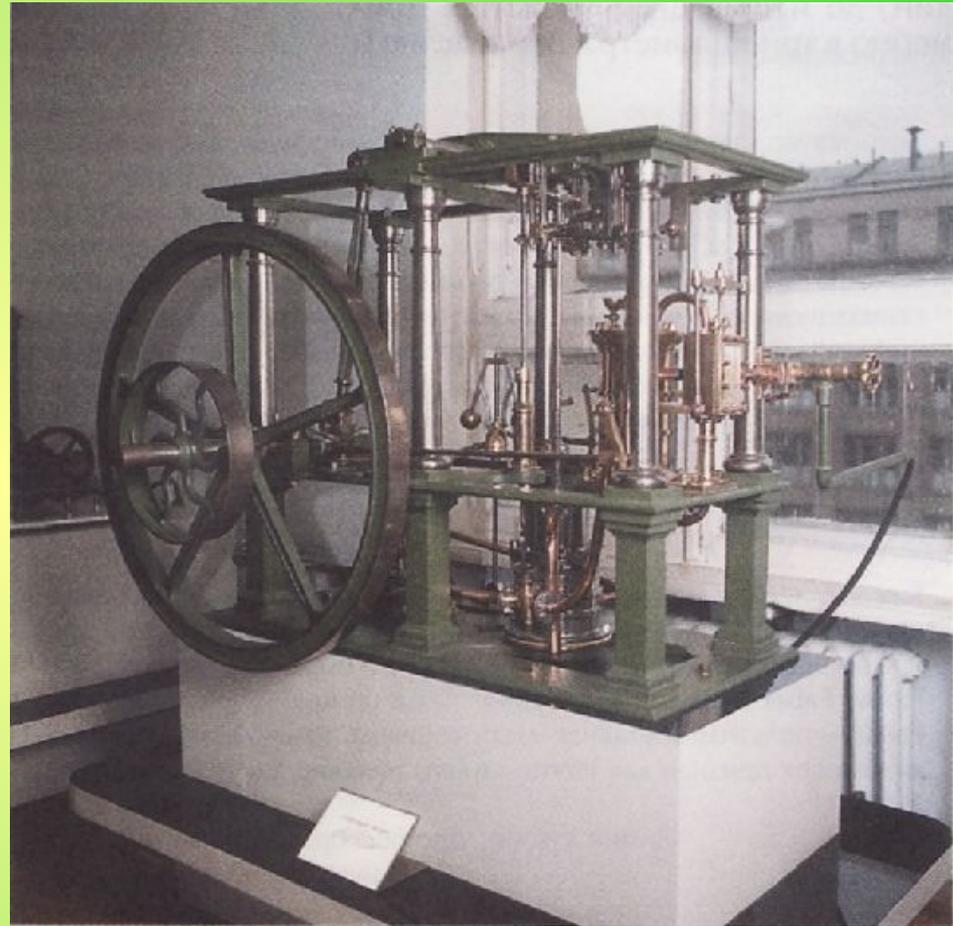
Потом котёл дал течь;  
кожа, которой были  
обтянуты поршни, чтобы  
уменьшить зазор между  
стенкой цилиндра и  
поршнем, истёрлась, и  
машина остановилась  
навсегда.



## Джеймс Уатт 1784 г

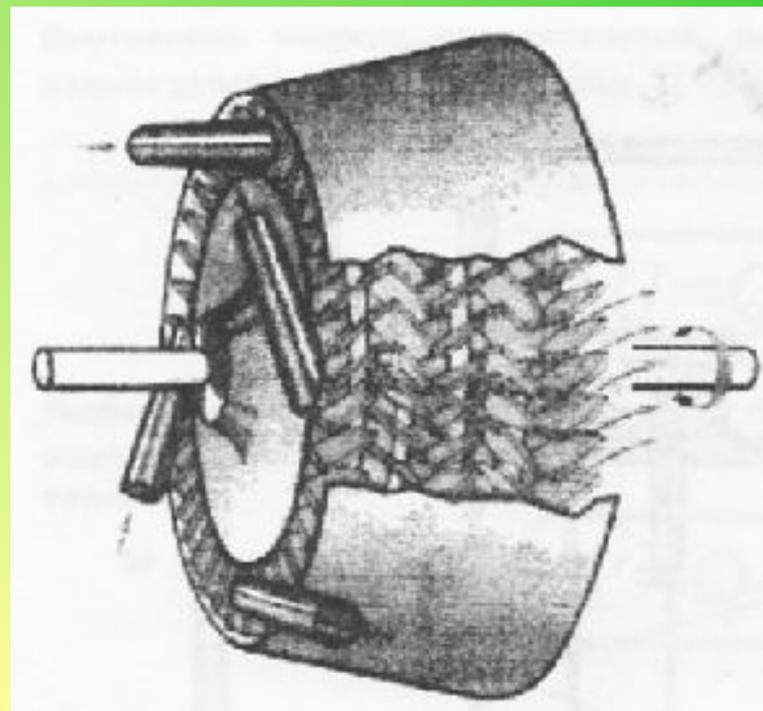
Пар конденсировался не в цилиндре, а в особой камере - конденсаторе, цилиндр был с двойными стенками («рубашка»), что сразу снизило потери энергии и расход топлива в 2,5-3 раза.

КПД 2-3%. В настоящее время КПД составляет 18-20%.



Паровая машина Уатта.  
Макет.  
Политехнический  
музей. Москва.

# Паровая турбина



# Газовая турбина

