

# КОМПРЕССОРЫ

*К компрессорам относят машины, посредством которых производится изменение энергии газа и его перемещение. Работают они за счет механической энергии, подводимой от двигателя.*

# КЛАССИФИКАЦИЯ

В основу классификации положена кинетическая теория, согласно которой давление газа определяется количеством ударов молекул в единицу времени, отнесенное к единице поверхности, и интенсивностью этих ударов. Количество ударов зависит от концентрации молекул газа в единице объёма, а интенсивность ударов – от скорости молекул. Следовательно, повышение давления газа можно осуществить двумя путями:

- увеличением количества молекул в единице объёма;
- увеличением скорости движения молекул.

Сообразно этому компрессоры делятся на две группы: объёмные и лопаточные.

Среди объёмных распространены поршневые, пластинчатые, ротационные и винтовые, а среди лопаточных – радиальные, диагональные, осевые.

Как те, так и другие могут быть одно- и многоступенчатые.

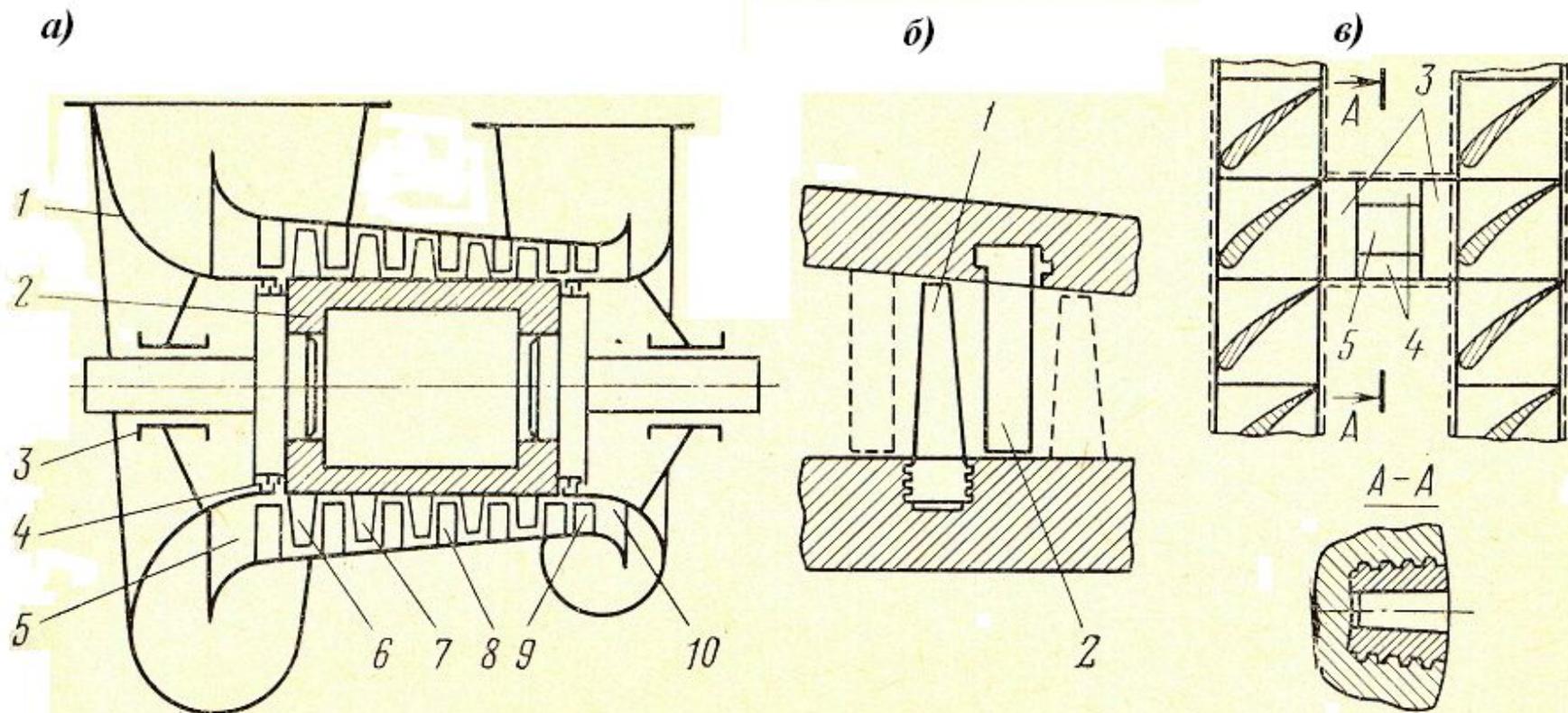


Рис.1. Осевой компрессор:

*a* — схема компрессора; *б* — ступень; *в* — замковый паз; 1 — корпус; 2 — ротор; 3 — подшипники; 4 — уплотнения; 5 — входной конфузор; 6 — входной направляющий аппарат; 7 — рабочий венец; 8 — направляющий венец; 9 — спрямляющий аппарат; 10 — выходной диффузор

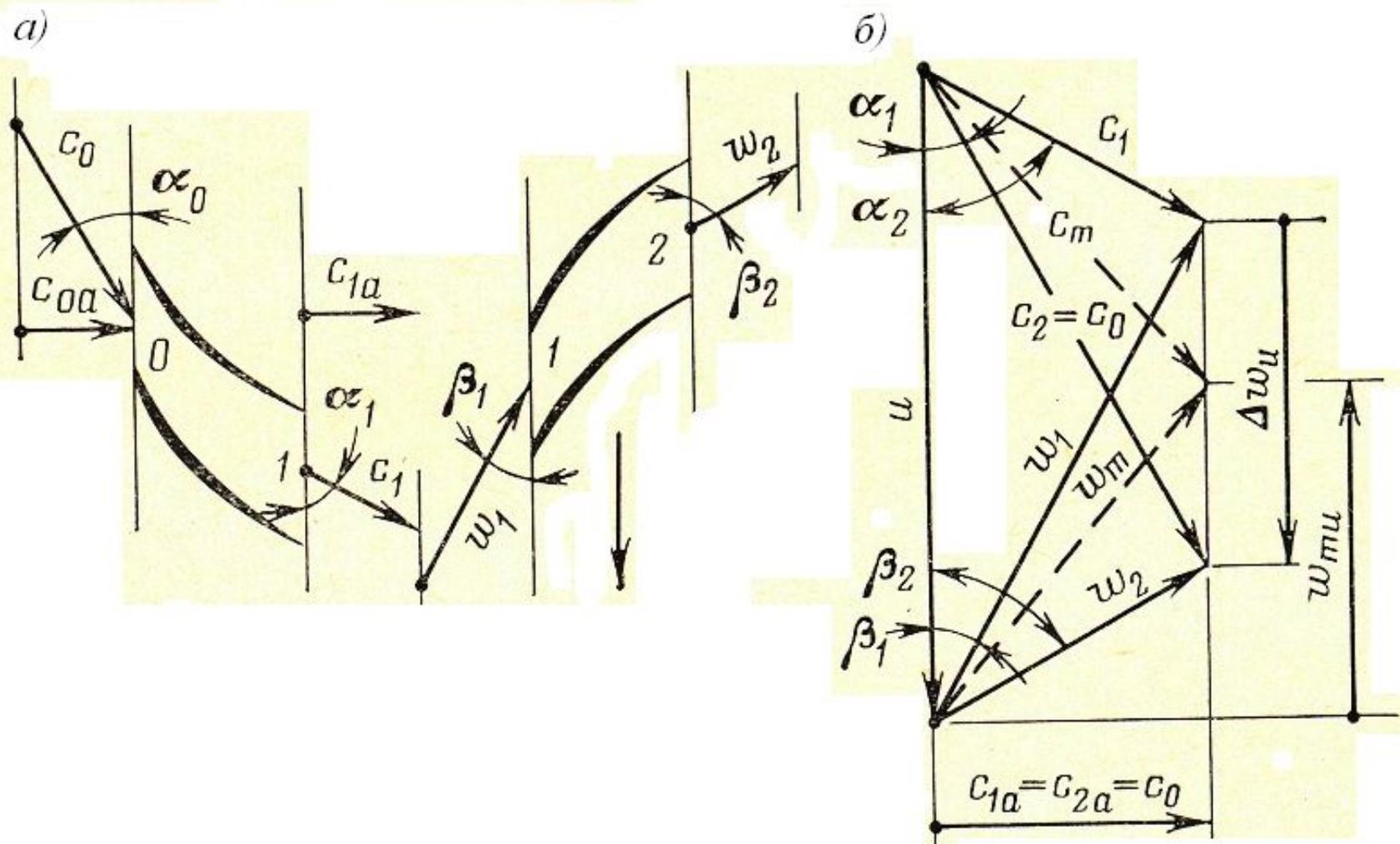


Рис. 2. Планы скоростей в осевом компрессоре

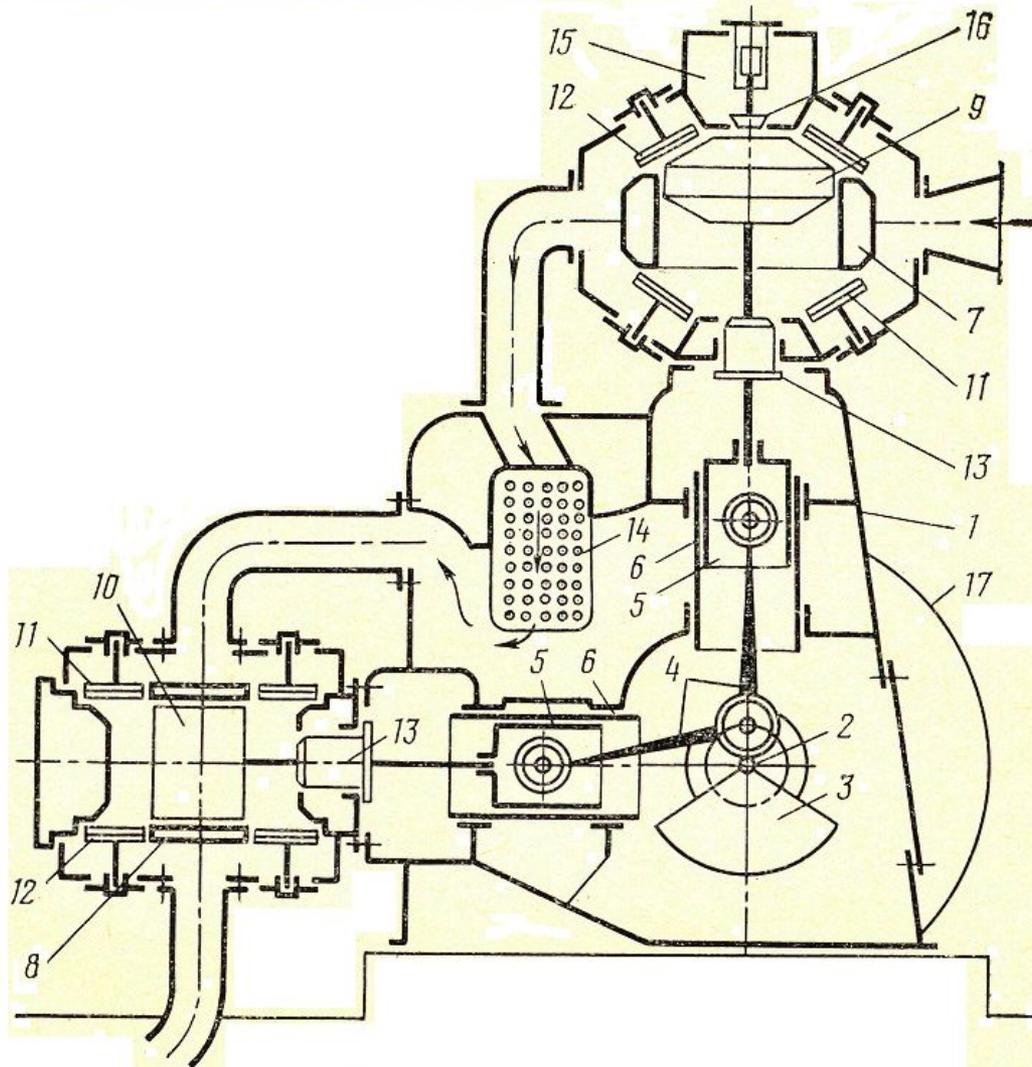


Рис.3. Поршневой компрессор:

1 — станина; 2 — коленчатый вал; 3 — противовесы коленчатого вала; 4 — шатун;  
 5 — крейцкоф; 6 — направляющие крейцкофа; 7 — цилиндр первой ступени; 8 —  
 цилиндр второй ступени; 9 — поршень первой ступени; 10 — поршень второй ступени;  
 11 — клапан всасывающий; 12 — клапан нагнетательный; 13 — сальник; 14 — промежу-  
 точный холодильник; 15 — дополнительная полость; 16 — присоединительный клапан;  
 17 — маховик

По величине создаваемого давления компрессоры делятся на компрессоры низкого давления ( $p \leq 10$  ати), среднего давления ( $p = 10 - 100$  ати), высокого давления ( $p = 100 - 1000$  ати) и сверхвысокого давления ( $p > 1000$  ати).

Компрессоры со степенью повышения давления  $\varepsilon = 1,1 - 4,0$  относят к газодувным машинам, среди которых вентиляторы ( $\varepsilon = 1,0 - 1,15$ ). Машины, в которых понижается давление называют вакуум-насосами (степень вакуумирования  $\varepsilon = 1,0 - 50$ ).

# Важнейшие показатели компрессоров

К числу важнейших показателей компрессоров

относят:

- степень повышения давления  $\varepsilon = p_k / p_n$ ;
- производительность,  $Q \text{ м}^3/\text{с}$  или  $G \text{ кг}/\text{с}$ ;
- изотермический КПД компрессора  $\eta_{из} = A_{из} / A_{факт}$ ;
- удельная масса  $m = M / Q$ ,  $\text{кг}/\text{м}^3/\text{час}$ .

## Основные параметры газов

Это физические величины, определяющие состояние газа. К ним относят: плотность газа, удельный объём, давление, температуру.

Параметры идеального газа связаны уравнением состояния:

$$p \cdot v = RT$$

где  $R$  – газовая постоянная,  $R=848/M$  ( $M$  – молекулярный вес газа);  $v$  – удельный объём газа;  $T=t+273$  – температура в градусах Кельвина.

Теплоёмкость  $c = \frac{dq}{dT}$

где  $q$  – количество тепла, подведенного к 1 кг газа.

Различают изобарную  $c_p$  и изохорную  $c_v$  теплоёмкость  $c_p = c_v + AR$ ,  
 $A=1/427$  какл/кгм.

$c_p / c_v = \kappa$  – показатель адиабаты,  $\kappa = 1 + 2/i$   $i$  – число степеней свободы молекул газа (для одноатомных  $i=3$ , для двухатомных  $i=5$ , для трехатомных  $i=6$ ).

## Основы термодинамических процессов сжатия газа

Энергия 1 кг газа при одномерном движении описывается уравнением:

$$dl = \int_{s_1}^{s_2} \frac{\partial z}{\partial s} ds + \int_{p_1}^{p_2} \frac{dp}{\rho g} + \int_{t_1}^{t_2} \frac{cdc}{qdt} dt + \int_{s_1}^{s_2} \frac{\partial h}{\partial s} ds + \int_{t_1}^{t_2} \frac{1}{\rho g} \frac{\partial p}{\partial t} dt$$

Первое слагаемое отражает изменение энергии положения газа; второе – приращение потенциальной энергии; третье – приращение кинетической энергии при его движении; четвертое – удельные затраты на преодоление трения в местах сопротивлений; пятое – влияние локальных колебаний давления газа на работу сжатия и перемещения.

Определим полезную работу сжатия и перемещения газа:  $l = \int_{p_1}^{p_2} \frac{dp}{\rho g} = \int_{p_1}^{p_2} v dp$

Интеграл берем по частям

$$d(vp) = v dp + p dv \quad v dp = d(vp) - p dv$$

тогда  $l = \int_{p_1}^{p_2} v dp = p_2 v_2 - p_1 v_1 - \int_{v_1}^{v_2} p dv$  ;

Третий член этого уравнения характеризует работу сжатия газа, которая зависит от характера протекания процесса. При политропном процессе с частичным отводом тепла уравнение состояния будет иметь вид:

$$p v^n = p_1 v_1^n \quad \text{отсюда} \quad v = p_1^n v_1 p^{-\frac{1}{n}}$$

Подставив в исходный интеграл, получим:

$$\int_{p_1}^{p_2} v dp = \frac{n}{n-1} p_1 v_1 \left( \frac{v_2^{1-n}}{v_1^{1-n}} - 1 \right) = \frac{n}{n-1} p_1 v_1 \left[ (\varepsilon)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right]$$

При изотермическом процессе показатель степени  $n = 1$  и работа сжатия будет равна:

$$l = \lim_{n \rightarrow 1} \frac{n}{n-1} p_1 v_1 \left[ (\varepsilon)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] = p_1 v_1 \ln \varepsilon$$