

СЖАТИЕ И ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ГАЗОВ

Принцип действия и классификация машин для сжатия и перемещения газов. Степень сжатия. Индикаторная диаграмма. Объемный к.п.д. и производительность. Многоступенчатое сжатие.



Принцип действия и классификация машин для сжатия и перемещения газов

- Для перемещения газов и паров и их сжатия используют компрессорные машины.
- Компрессорные машины подразделяются по принципу действия и степени сжатия.

Классификация по степени сжатия

- Степень сжатия – отношение конечного давления газа P_2 , создаваемого компрессорной машиной, к начальному давлению P_1 .
- Вентиляторы - $\frac{P_2}{P_1} < 1,1$ (низкого давления до 0,01 МПа);
- Газодувки - $1,1 < \frac{P_2}{P_1} < 3$ (среднего давления 0,01-0,3 МПа);
- Компрессоры - $\frac{P_2}{P_1} > 3$ (высокого давления от 0,3 МПа);
- Вакуумные насосы – разряжение от 0,05 МПа)

Классификация по принципу действия

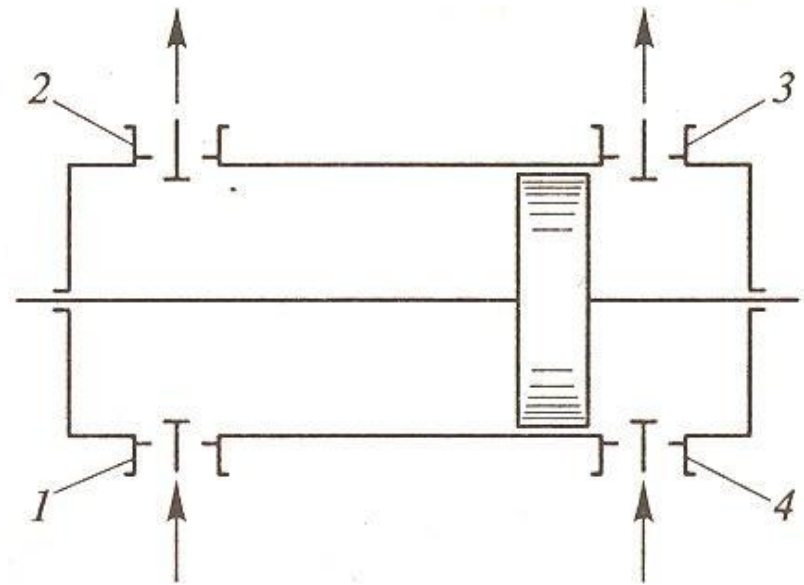
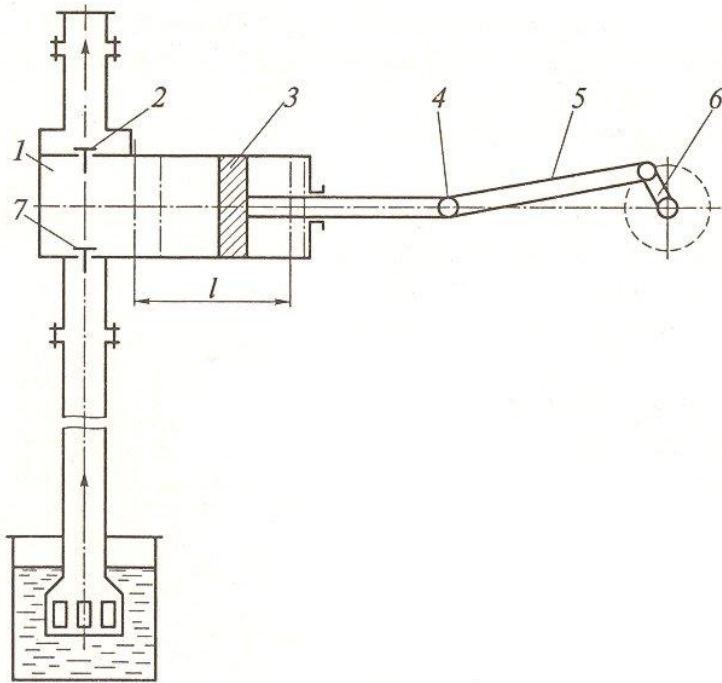
- Компрессоры объемного (статического) сжатия;
- Компрессоры динамического сжатия.

Компрессоры объемного сжатия

□ Поршневые компрессоры:

Простого действия – за один двойной ход поршня происходит одно всасывание и одно нагнетание;

Двойного действия – за один двойной ход поршня происходит два всасывания и два нагнетания



Степень сжатия

- Степень сжатия – часть компрессорной машины, в которой газ сжимается до конечного или промежуточного давления.
- По числу ступеней – одноступенчатые и многоступенчатые;
- Одноступенчатые – газ сжимается до конечного давления в одном или нескольких цилиндрах, работающих параллельно
- Горизонтальные и вертикальные.

Основные характеристики работы компрессоров

- Относительный объем мертвого («вредного») пространства- отношение объема мп к объему, описываемому поршнем (0.025-0,06):

$$\varepsilon = \frac{V_{\text{мп}}}{V_{\text{р}}}$$

- Объемный коэффициент компрессора, зависит от $\varepsilon, \frac{P_2}{P_1}$ и показателя политропы:

$$\lambda_0 = \frac{V_{\text{вс}}}{V_{\text{р}}} = 1 - \varepsilon \left[\left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right]$$

Основные характеристики работы компрессоров

□ Подача (производительность):

теоретическая –
$$Q_T = \frac{\pi D^2}{4} S \frac{n}{60}$$

действительная-
$$Q = \lambda_v Q_T$$

Коэффициент подачи

- Коэффициент подачи (λ_v) – отношение объема газа, подаваемого в нагнетательный трубопровод, приведенного к условиям всасывания, к объему V_p , описываемому поршнем.
- Коэффициент подачи учитывает все потери производительности компрессора, как отраженные, так и не отраженные на индикаторной диаграмме.

Потери

- Связанные с уменьшением полезного объема, за счет расширения газа мертвого пространства (λ_0);
- Потери производительности за счет неплотностей в кольцах, клапанах, сальниках и т.д.- коэффициент герметичности (λ_T);
- Потери производительности за счет расширения газа при контакте с горячими стенками цилиндра (λ_T)

Коэффициент подачи

$$\lambda_v = \lambda_0 \lambda_{\Gamma} \lambda_T$$

$$\lambda_{\Gamma} = 0,95 - 0,98$$

$$\lambda_T = 0,9 - 0,98$$

Виды сжатия

- Политропическое – изменяется объем, давление сжимаемого газа, увеличивается температура и часть выделяемого тепла отводится в окружающую среду.

$$pv^n = const$$

- Изотермическое (теоретическое) – все тепло, выделяющееся при сжатии, отводится.

$$pv = const$$

- Адиабатическое – температура газа увеличивается, все выделяющееся тепло идет на увеличение внутренней энергии.

$$pv^k = const$$

Многоступенчатое сжатие

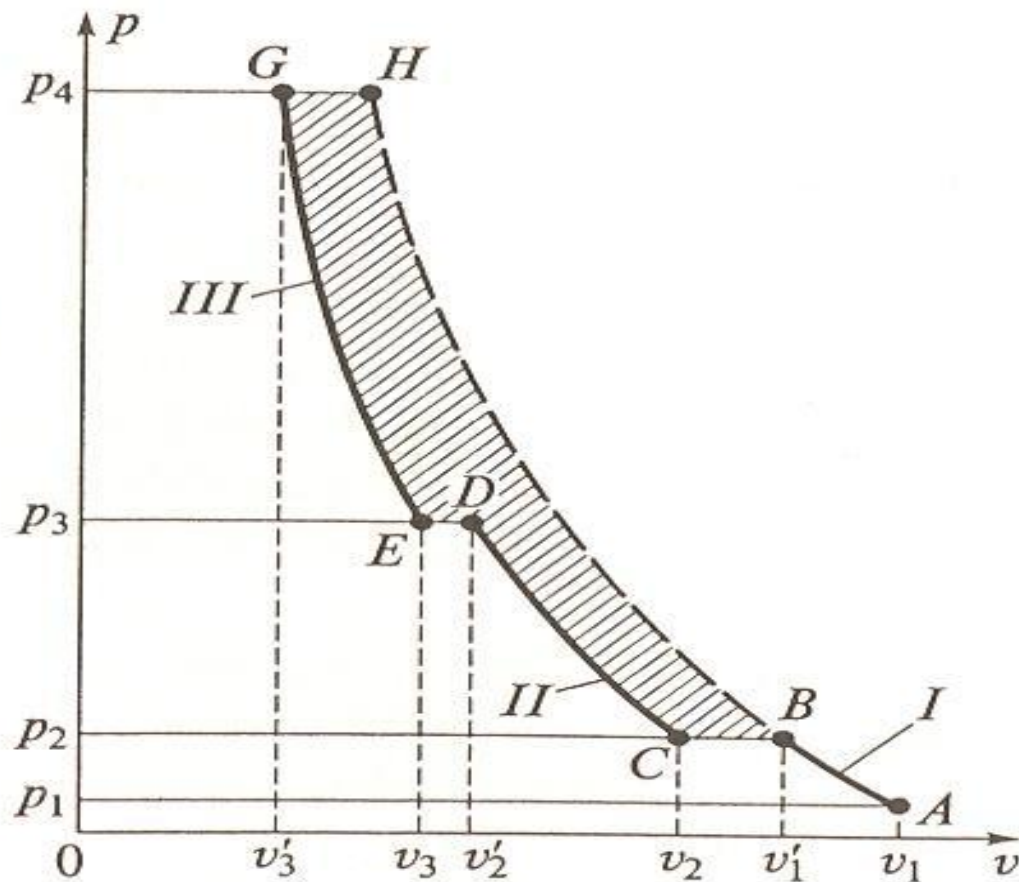
- Процесс сжатия происходит почти мгновенно, почти адиабатно, и одноступенчатое сжатие приводит к увеличению температуры:

$$\frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{k}} \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}$$

- Использование многоступенчатого сжатия — процесс почти изотермический.
- Теоретическая работа сжатия минимальна, если степени сжатия во всех ступенях равны

Индикаторная диаграмма многоступенчатого сжатия

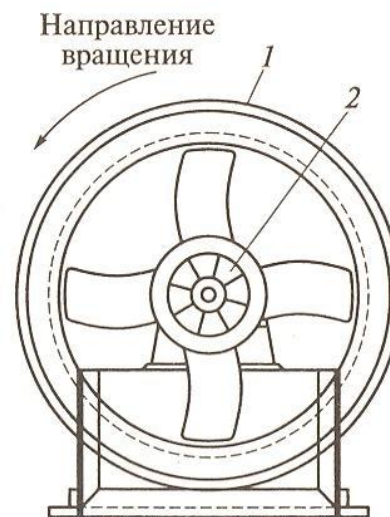
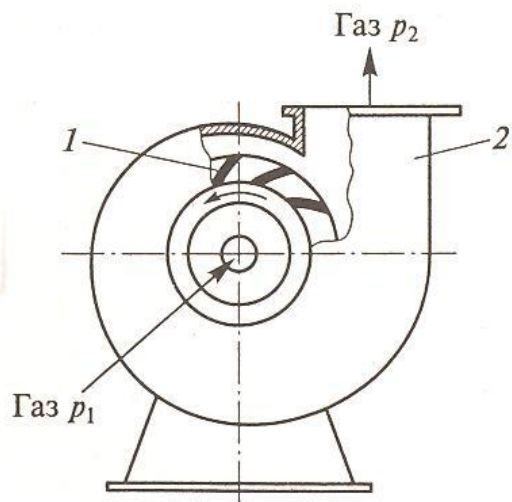
1



Степень сжатия

- Степень сжатия в каждой ступени 2,5-3,5;
- С увеличением числа ступеней сжатия затраты снижаются, но более 5-6 ступеней приводит к удорожанию стоимости компрессоров и их эксплуатации.

Конструкции компрессоров



Конструкции

КОМПРЕССОРНЫЕ

МАШИНЫ

НАСОСЫ

- Центробежные насосы (одноступенчатые и многоступенчатые;
- Диафрагмовый насос, поршневой насос простого и двойного действия;
- Вихревой насос;
- Шестеренчатый насос;
- Винтовой насос;
- Струйный насос

- Центробежный вентилятор;
- Осевой вентилятор;
- Ротационный компрессор;
- Водокольцевой компрессор;