

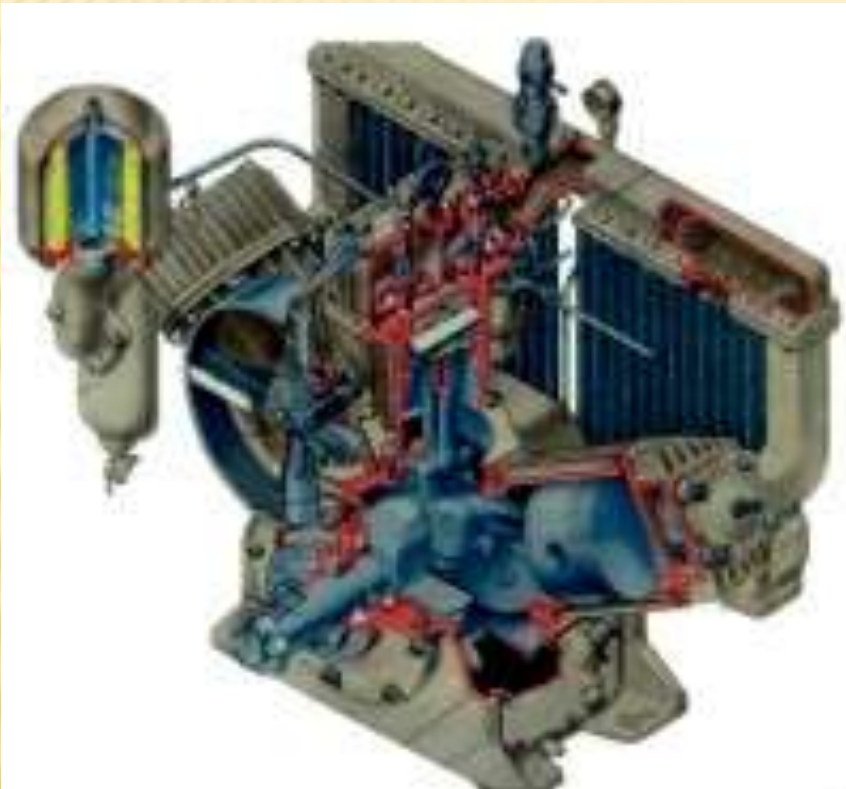
**ЛЕКЦИЯ №8. КОМПРЕССОРЫ, ИХ
КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИНЦИП
ДЕЙСТВИЯ. ИНДИКАТОРНАЯ
ДИАГРАММА И ОСНОВНЫЕ РАБОЧИЕ
ПАРАМЕТРЫ ПОРШНЕВОГО
КОМПРЕССОРА. РАСЧЁТ НЕОБХОДИМОЙ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОМПРЕССОРА
И ОБЪЕМОВ ГЛАВНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ.**

ТИПЫ ПРИБОРОВ ПИТАНИЯ ТОРМОЗОВ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ

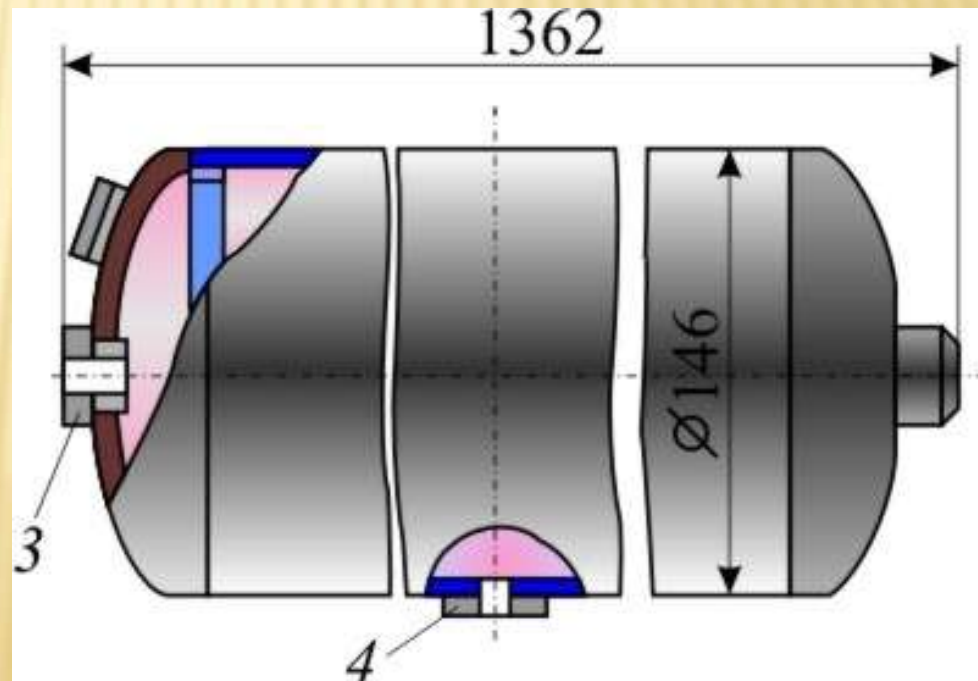
- Компрессоры – используются для создания запаса сжатого воздуха;
- главные резервуары – используются для хранения запаса сжатого воздуха;
- регуляторы давления – используются для поддержания давления сжатого воздуха в заданных пределах;
- предохранительные клапана – используются для предотвращения взрыва при неисправностях регуляторов давления;
- влагоотделители; маслоотделители; входные фильтры; воздухоохладители – используются для обеспечения требуемых физических характеристик сжатого воздуха.

ПРИБОРЫ ПИТАНИЯ ТОРМОЗОВ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ

1. Компрессоры

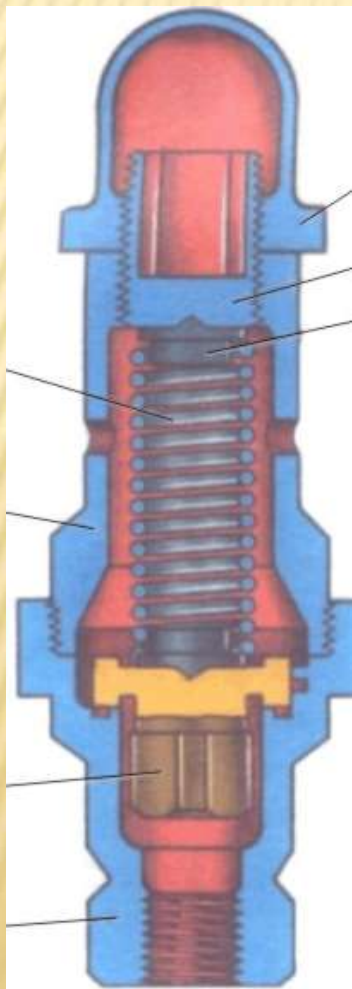


2. Главные резервуары

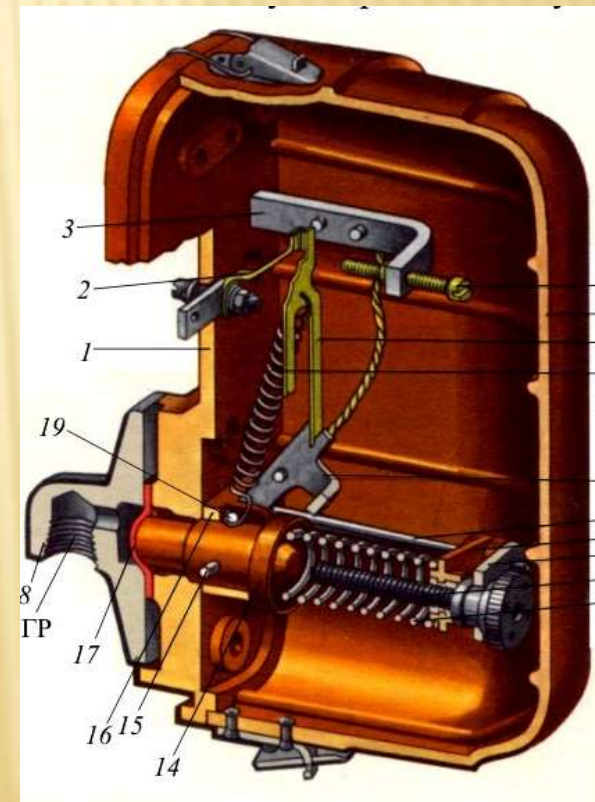
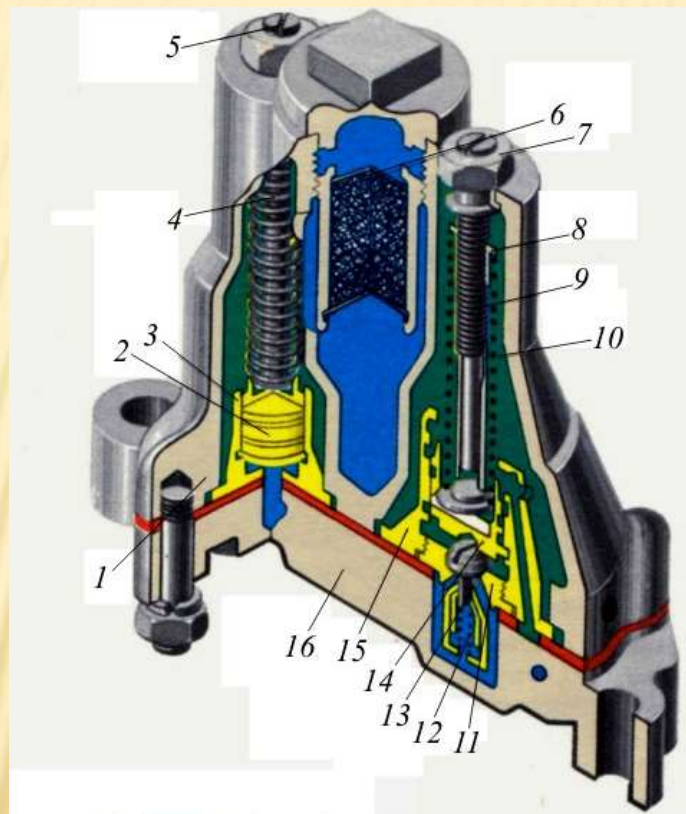


ПРИБОРЫ ПИТАНИЯ ТОРМОЗОВ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ

3. Предохранительные клапаны



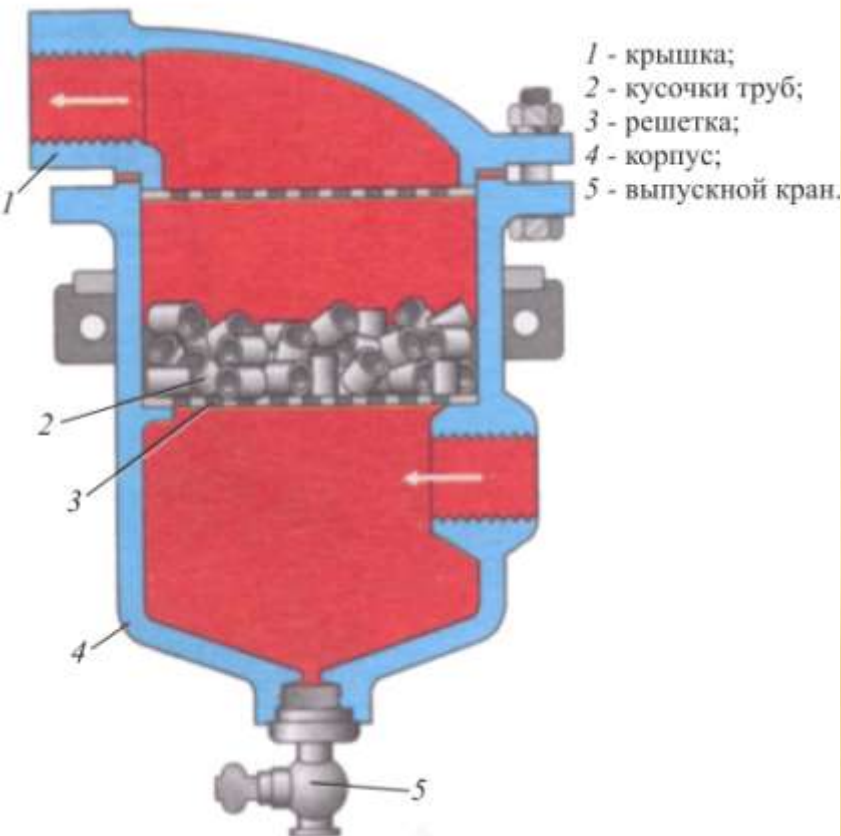
4. Регуляторы давления



ПРИБОРЫ ПИТАНИЯ ТОРМОЗОВ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ

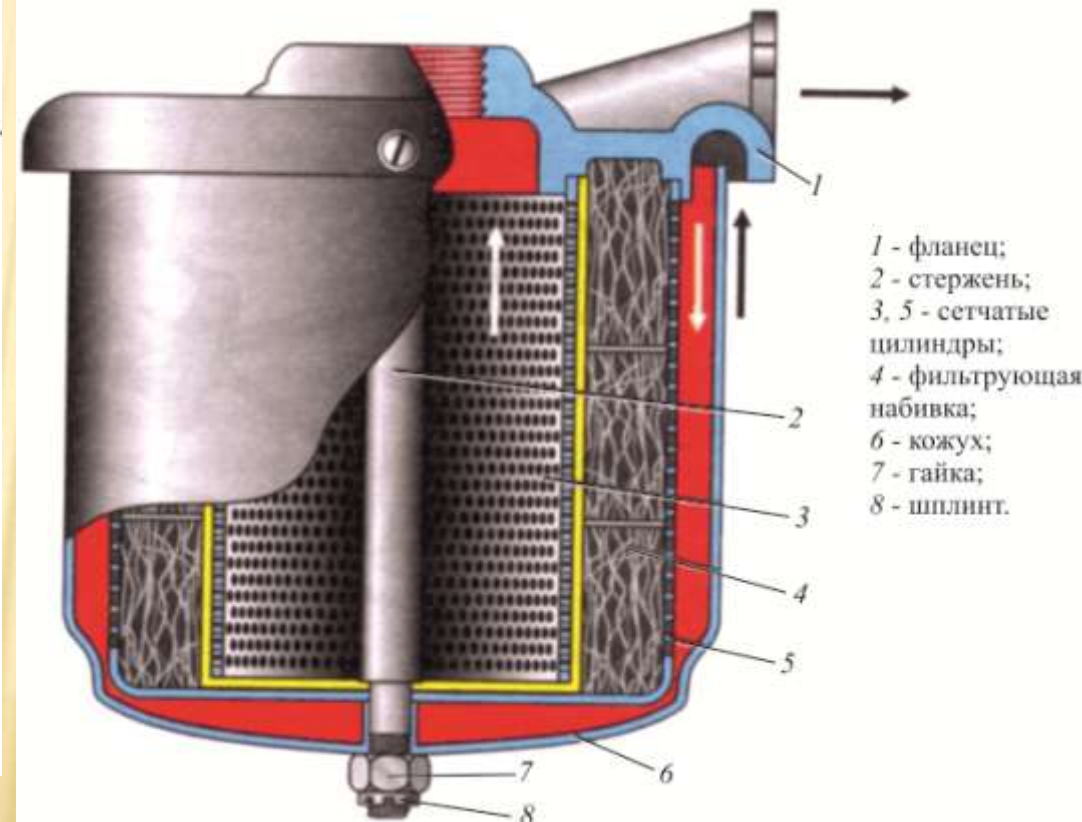
5. Маслоотделители

Маслоотделитель усл. № Э-120.



6. Фильтры

Фильтр усл. № УФ-2.



7. Воздухоохладители

КЛАССИФИКАЦИЯ КОМПРЕССОРОВ

По принципу действия: поршневые и винтовые.

Поршневые компрессора подразделяются по:

1. Числу цилиндров:

Одно, двух, трех, четырех и шестицилиндровые.

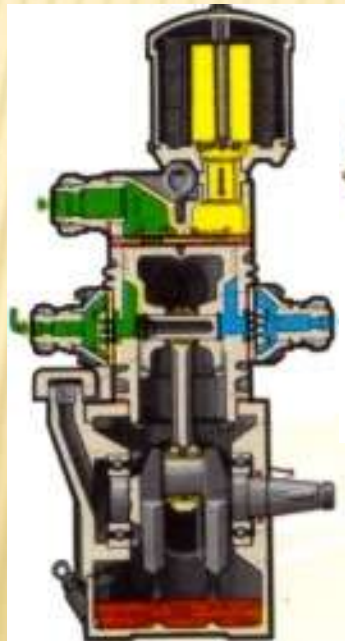


КЛАССИФИКАЦИЯ КОМПРЕССОРОВ

2. По числу ступеней сжатия: одноступенчатые и двухступенчатые;

3. По расположению цилиндров:

горизонтальные, вертикальные, W-образные, V-образные

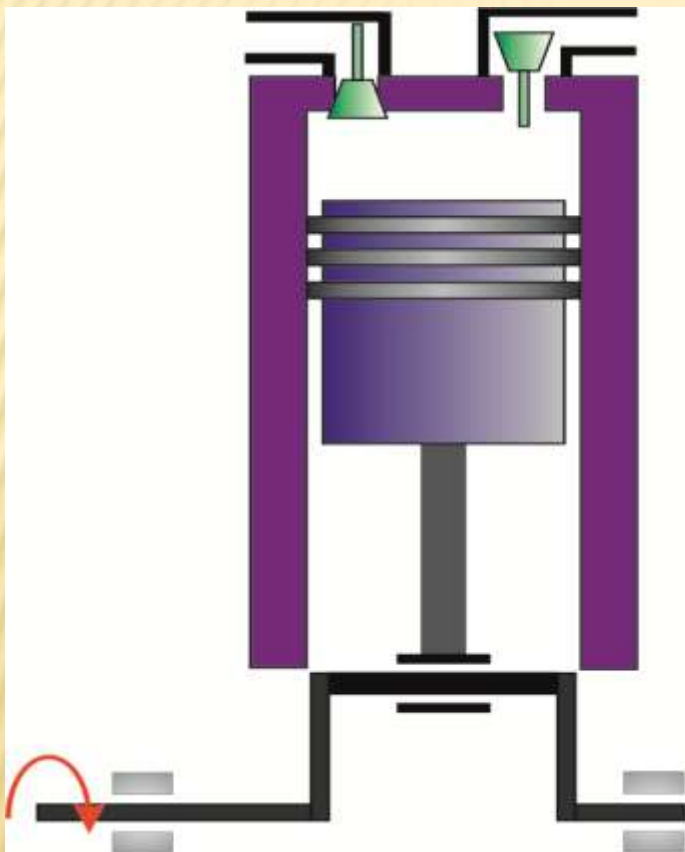


КЛАССИФИКАЦИЯ КОМПРЕССОРОВ

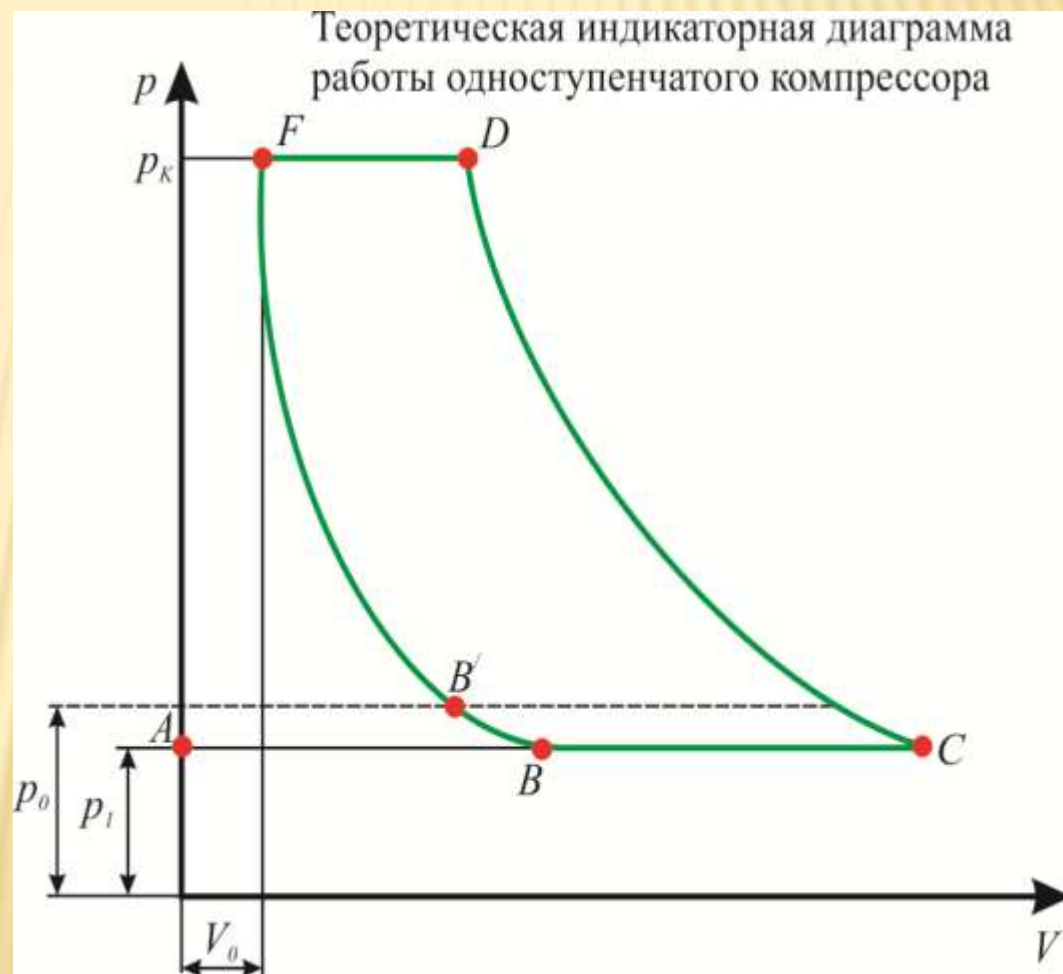
4. По типу привода: с приводом от электродвигателя и с приводом от дизеля;
5. По назначению: основные и вспомогательные.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ОДНОСТУПЕНЧАТОГО КОМПРЕССОРА

1. Схема компрессора



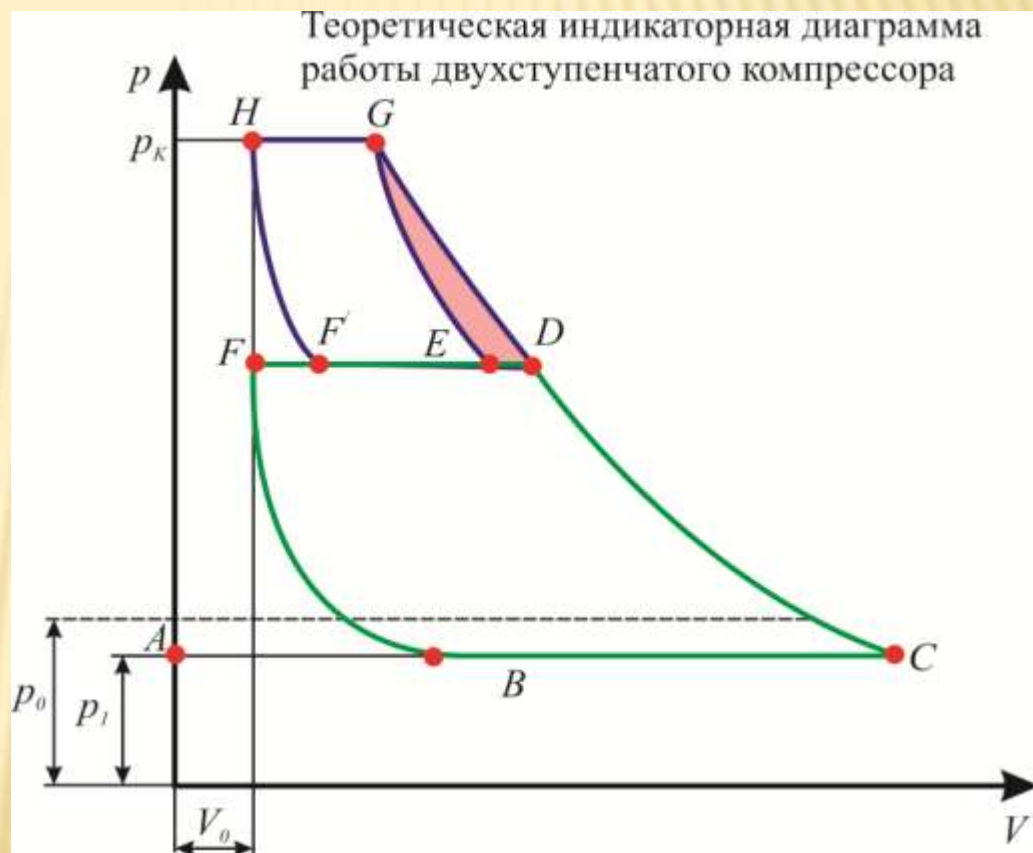
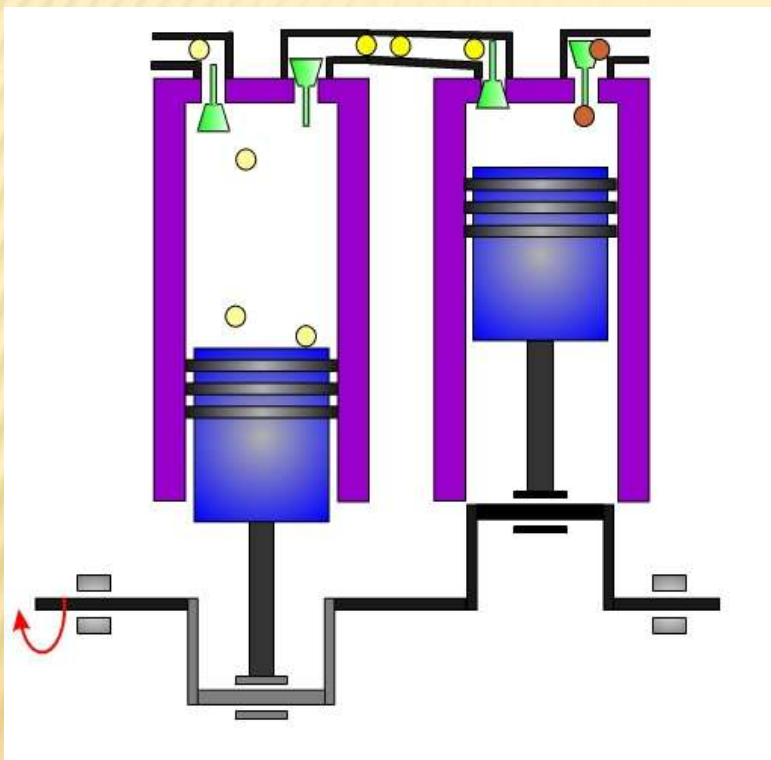
2. Индикаторная диаграмма



ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ДВУХСТУПЕНЧАТОГО КОМПРЕССОРА

1. Схема компрессора

2. Индикаторная диаграмма



ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПРЕССОРОВ

Производительность компрессора:

$$Q = \frac{V(P_2 - P_1)}{t} \quad \text{л/мин,}$$

где: V - объем резервуара, л;

P_2 - конечное давление в резервуаре, кгс/см²;

P_1 - начальное давление в резервуаре, кгс/см²;

t - время повышения давления в резервуаре с начального до конечного давления.

Производительность компрессора локомотива определяют по времени повышения давления в ГР с 7,0 до 8,0 кгс/см².

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПРЕССОРОВ

✘ Объемный к.п.д. компрессора:

$$\eta_{об} = \frac{V}{V_x}$$

где:

V - объемы всасываемого воздуха;

V_x - полный объем, описываемый поршнем при ходе их одного крайнего положения в другое.

Изотермический к.п.д. компрессора:

$$\eta_{из} = \frac{N_{из}}{N_k}$$

где: $N_{из}$ - мощность, затрачиваемая теоретически при изотермическом сжатии;

N_k - мощность, необходимая для привода компрессора.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПРЕССОРОВ

- ✘ Механический к.п.д. компрессора учитывает потери на трение в самом компрессоре и потери на привод вспомогательных механизмов - вентилятора и масляного насоса.

$$\eta_M = \frac{N_i}{N_K}$$

- ✘ где: N_i - индикаторная мощность (мощность, которая затрачивается на сжатие воздуха, определяемая по реальной индикаторной диаграмме).
- ✘ Для транспортных двухступенчатых компрессоров $\eta_{об} = 0,7 - 0,75$; $\eta_{из} = 0,40 - 0,55$; $\eta_M = 0,79 - 0,82$.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПРЕССОРОВ

Элементы характеристики	Обозначение										
	Э500	КТ6, КТ7,	КТ6эл	ПК-35	ПК5,25	ПК3,5	ПК1,75	ВП3-4/9	ВВ- 1,5/9	ЭК-7Б (ЭК-7В)	К-2
Номинальная подача, м3/мин	1,75	5,3	2,75	3,5	5,25	3,5	1,75	3,5	1,75	0,62 (0,58)	2,63
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	200	850	440	1450	1450	1450	1450	1000	1000	560 (540)	720
Давление нагнетания, МПа	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9
Расположение цилиндров	Г	W	W	V	V	V	V	Г и В	В	Г	W
Число цилиндров: общее	2	3	3	2	6	4	2	2-А	1-А	2	2
первой ступени	1	2	2	1	3	2	2	2	1	2	1
второй ступени	1	1	1	1	3	1	1	2	1		1
Диаметр цилиндров, мм:											
первой ступени	245	198	198	190	140			185	185	112	155
второй ступени	140	155	155	110	80			152	152	-	125
ход поршня, мм	225	144 и 146-1ст 153-2ст	144 и 146-1ст 153-2ст	110	98			80	80	92	120
Масса компрессора, кг: общая	670	646	630	350	310			344	238	118*	360
на 1 м3/мин	384	122	295	108	59			114	136	190 (203)	137
Потребляемая мощность, кВт: общая	15	44	24,2	32	37			21	13,3	5,0 (4,7)	18,7
на 1 м3/мин	8,6	8,3	8,76	9,15	7,04			7,02	7,6	8,06 (8,1)	7,2

РАСЧЕТ ПОТРЕБНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКИ

Общая потребная производительность компрессора складывается из затрат:

- На питание утечек;
- на восстановление давлений после торможений;
- на другие нужды (принимаем 12000л/час);

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{утечек}} + Q_{\text{торможения}} + Q_{\text{другие}}$$

РАСХОД ВОЗДУХА НА УТЕЧКИ

Расход воздуха на утечки в тормозной магистрали поезда можно определить по формуле:

$$Q_{\text{утечек}} = 60 \cdot \Delta p_{\text{утечек}} \cdot V_{\text{торм.сети}}$$

Допускаемые утечки из ТМ атм./мин;

$$\Delta p_{\text{утечек}} = 0,2 \text{ атм} / \text{мин}$$

Объем тормозной сети поезда, л

$$V_{\text{торм.сети}} = (V_{\text{маг.}} + V_{\text{ЗР}} + V_{\text{Р.Р.}}) \cdot N_{\text{ваг}}$$

где $V_{\text{маг}}$ – объем магистрального воздухопровода (для одного грузового вагона может быть принят равным 14,2 л);

$V_{\text{ЗР}}$ – объем запасных резервуаров (для одного грузового вагона объем запасного резервуара принимается равным 78л);

$V_{\text{Р.Р.}}$ – объем рабочих резервуаров (для одного грузового вагона, можно принять объем рабочих резервуаров равным 9,5 л);

$N_{\text{ваг}}$ – число вагонов в поезде. Для расчета грузовой поезд принимается равным 100 четырехосным вагонам.

РАСХОД НА ТОРМОЖЕНИЯ

Расход воздуха на торможение может быть определен по формуле:

$$Q_{\text{торможения}} = \Delta p_{\text{ТМ}} \cdot V_{\text{торм.сети}} \cdot n$$

где $\Delta p_{\text{ТМ}}$ - величина средней ступени торможения (при расчете производительности компрессора, принимается равной 0,8 атм.);

n – среднее количество торможений за час (может быть принято равным 10).

Следовательно, в результате расчета получим:

$$Q_{\text{утечек}} = 60 \cdot 0,2 \cdot (14,2 + 78 + 9,5) \cdot 100 = 122040 \text{ л/час}$$

$$Q_{\text{торможения}} = 0,8 \cdot (14,2 + 78 + 9,5) \cdot 100 \cdot 10 = 81360 \text{ л/час}$$

$$Q_{\text{общ}} = 122040 + 81360 + 12000 = 215400 \text{ л/час}$$

$$Q_{\text{общ}} = \frac{215400}{60} = 3590 \text{ л/мин}$$

Кроме того, необходимо также учесть утечки из главных резервуаров локомотива, которые составляют 120-150 л/мин. Тогда потребная производительность компрессорной установки получится равной примерно **3710-3740 л/мин.**

ОБЪЕМ ГЛАВНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

Потребный объем главных резервуаров может быть определен по следующей зависимости:

$$V_{ГР} = \frac{\Delta p_{ТМ} \cdot V_{маг.}}{\Delta p_{ГР}}$$

где $\Delta p_{ТМ}$ - величина снижения давления воздуха при полном служебном торможении (принимается равной 1,5 атм.);

$\Delta p_{ГР}$ - величина возможного снижения давления в главных резервуарах (принимается как разница между минимальным поддерживаемым давлением в главных резервуарах нормальным зарядным давлением в тормозной магистрали и равный 7,5-5,5=2,0 атм.).

$V_{маг}$ – объем тормозной магистрали поезда $14,2 \cdot 100 = 14200$ л.

$$V_{ГР} = \frac{1,5 \cdot 14,2 \cdot 100}{2,0} = 1065 \text{ л}$$

ПРОВЕРКА ДОСТАТОЧНОСТИ ОБЪЕМА ГР

Полученный объем главных резервуаров и производительность компрессора проверяются также на возможность зарядки отпуска тормоза после полного служебного и экстренного торможений. При этом должно выполняться соотношение:

$$Q_{\text{компр.}} \cdot t_{\text{отп.}} + \Delta p_{\text{ГР}} \cdot V_{\text{ГР}} \geq \Delta p_{\text{маг.}} \cdot V_{\text{маг.}} + \Delta p_{\text{Р.Р.}} \cdot V_{\text{Р.Р.}} + \Delta p_{\text{утечек}} \cdot V_{\text{торм.сети}} \cdot t_{\text{отп.}} + (0,85 \cdot p_{\text{зр}} - p'_{\text{зр}}) \cdot V_{\text{зр}}$$

$\Delta p_{\text{маг.}}$ - снижение давления в тормозной магистрали при торможении (при полном служебном торможении принимается равным 1,5 атм., а при экстренном торможении 5,0 атм.);

$\Delta p_{\text{Р.Р.}}$ - перепад давления в рабочих резервуарах (при полном служебном и экстренном торможениях можно принять равным 1,2-1,3 атм.);

$\Delta p_{\text{утечек}}$ - темп снижения давления в тормозной сети из-за наличия утечек (принимается равным 0,2 атм./мин);

$t_{\text{отп.}}$ - расчетное время полного отпуска тормозов и подзарядки запасного резервуара до 85% от полного зарядного давления (для грузового поезда из 100 вагонов принимается равным 3 мин. после полного служебного торможения и 5 мин. после экстренного торможения);

$p_{\text{зр}}$ - зарядное давление в запасных резервуарах (принимается равным 5,3-5,5 атм.);

$p'_{\text{зр}}$ - давление в запасных резервуарах после торможения (после полного служебного и экстренного торможений можно принять равным 4,0 атм.);

$\Delta p_{\text{ГР}}$ - допускаемый перепад давления в главных резервуарах (как было показано ранее может составлять до 2,0 атм.).