

# **Компримирование углеводородных газов**

**Выполнили: студ. гр. МТП21-16-01**

**Р.М. Камалов**

**Проверил: доцент. каф. ТНГ**

**А.Г. Васильев**

**А.Л.Бадертдинов**

**М.Т. Минхайрова**

**К.И. Романова**

**Р.Р. Фасхутдинов**

**Компримирование** (от фр. *comprimer* — сжимать, сдавливать) — повышение давления газа с помощью компрессора.

Особое значение компримирование газов играет в технологических процессах нефтеперерабатывающих и химических заводов, где на компримирование расходуется около 40% мощностей в общем балансе заводских энергозатрат.

# Классификация компрессорных машин

Компрессорные машины классифицируют следующим образом:

## 1) По развиваемому давлению:

- вентиляторы – компрессорные машины сжимающие газ до избыточного давления не более 0,15 МПа;
- газодувки – компрессорные машины сжимающие газ до избыточного давления 0,2 МПа;
- компрессоры – компрессорные машины сжимающие газ до избыточного давления более 0,2 МПа.

В свою очередь, компрессоры подразделяются на три группы в зависимости от давления нагнетания:

- низкого давления (0,2 – 1 МПа);
- среднего давления (1 – 10 МПа);
- высокого давления (10 – 300 МПа).

## 2) По виду:

- динамические;
- объемные.

## 3) По характеристике сжимаемого газа:

- воздушные компрессорные машины;
- газовые компрессорные машины.

#### 4) По принципу действия:

- поршневые компрессоры;
- центробежные компрессоры;
- ротационные компрессоры.

В свою очередь поршневые компрессоры классифицируют следующим образом:

##### 4.1) По принципу действия:

- поршневые компрессоры с цилиндрами простого действия;
- поршневые компрессоры с цилиндрами двойного действия;
- поршневые компрессоры с дифференциальным цилиндром

##### 4.2) По числу ступеней сжатия:

- одноступенчатые поршневые компрессоры;
- двухступенчатые поршневые компрессоры;
- трехступенчатые и более поршневые компрессоры.

##### 4.3) По числу цилиндров:

- одноцилиндровые поршневые компрессоры;
- двухцилиндровые поршневые компрессоры;
- трехцилиндровые и более поршневые компрессоры.

##### 4.4) По числу рядов, в которых располагаются цилиндры:

- однорядные компрессоры;
- двухрядные компрессоры;

- многорядные компрессоры.

#### 4.5) По ориентации цилиндров в плоскости:

- угловые компрессоры;
- компрессоры с V – образным расположением цилиндров.

#### 4.6) Компрессоры со встречным (оппозитным) движением поршней

#### 5) По способу установки:

- стационарные компрессоры;
- передвижные компрессоры.

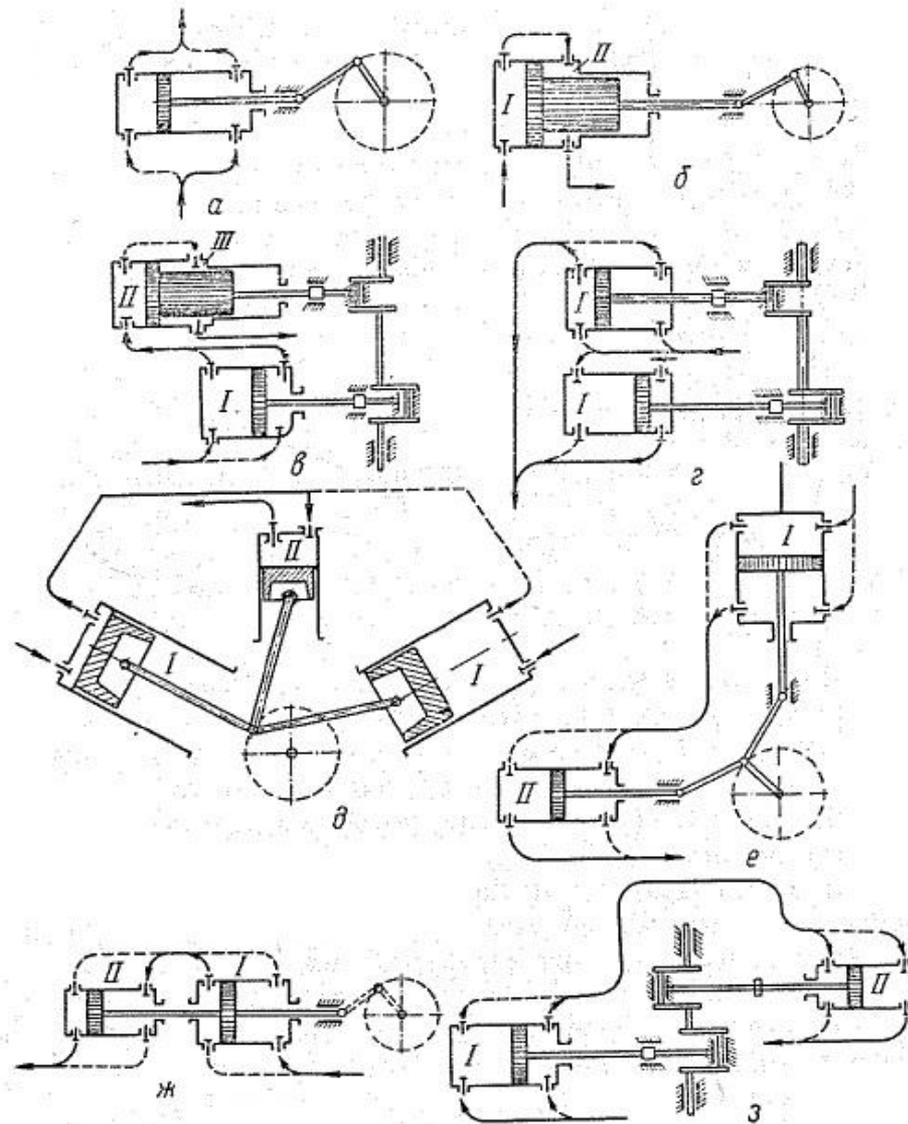
#### 6) По расположению рабочих органов:

- горизонтальные компрессоры;
- вертикальные компрессоры;
- наклонные компрессоры.

#### 7) По развиваемой производительности:

- малые компрессоры производительностью до  $0,015 \text{ м}^3/\text{с}$ ;
- средние компрессоры производительностью от  $0,015$  до  $1,5 \text{ м}^3/\text{с}$ ;
- крупные компрессоры производительностью более  $1,5 \text{ м}^3/\text{с}$ .

# Типы поршневых компрессоров



## Основные характеристики работы компрессоров

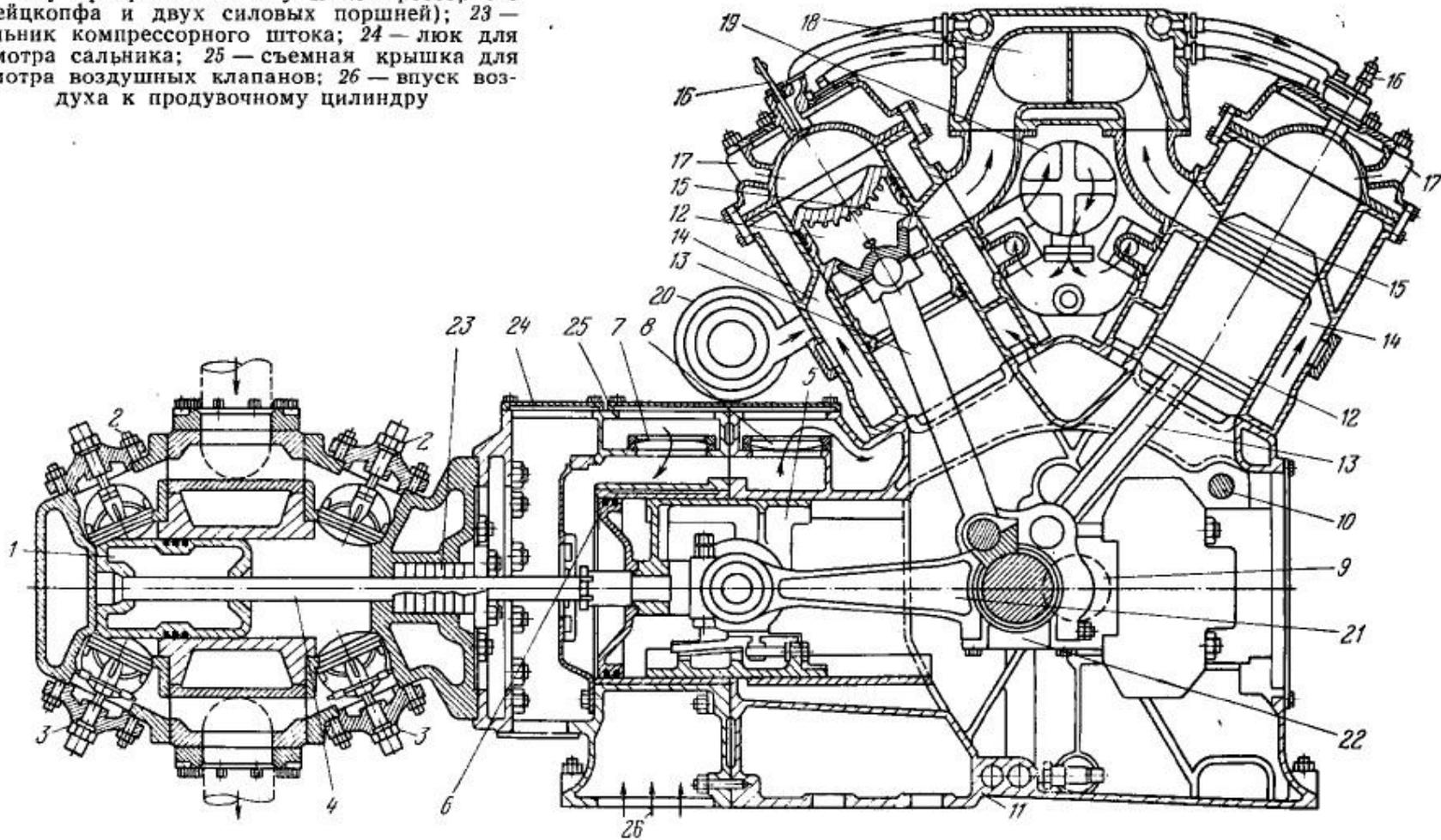
Компрессоры проектируются и выпускаются с определенными показателями (характеристиками) работы, которые должны удовлетворять условиям их применения.

К ним относятся:

- производительность компрессора  $Q$ , м<sup>3</sup>/с;
- развиваемое давление  $p_H$ , Па;
- потребляемая мощность  $N$ , кВт;
- коэффициент полезного действия  $\eta$ , %;
- степень сжатия  $\varepsilon = p_H / p_B$ ;
- температура компримирования  $t$ , °С.

# Разрез углового газомоторкомпрессора 10ГК1/55-125

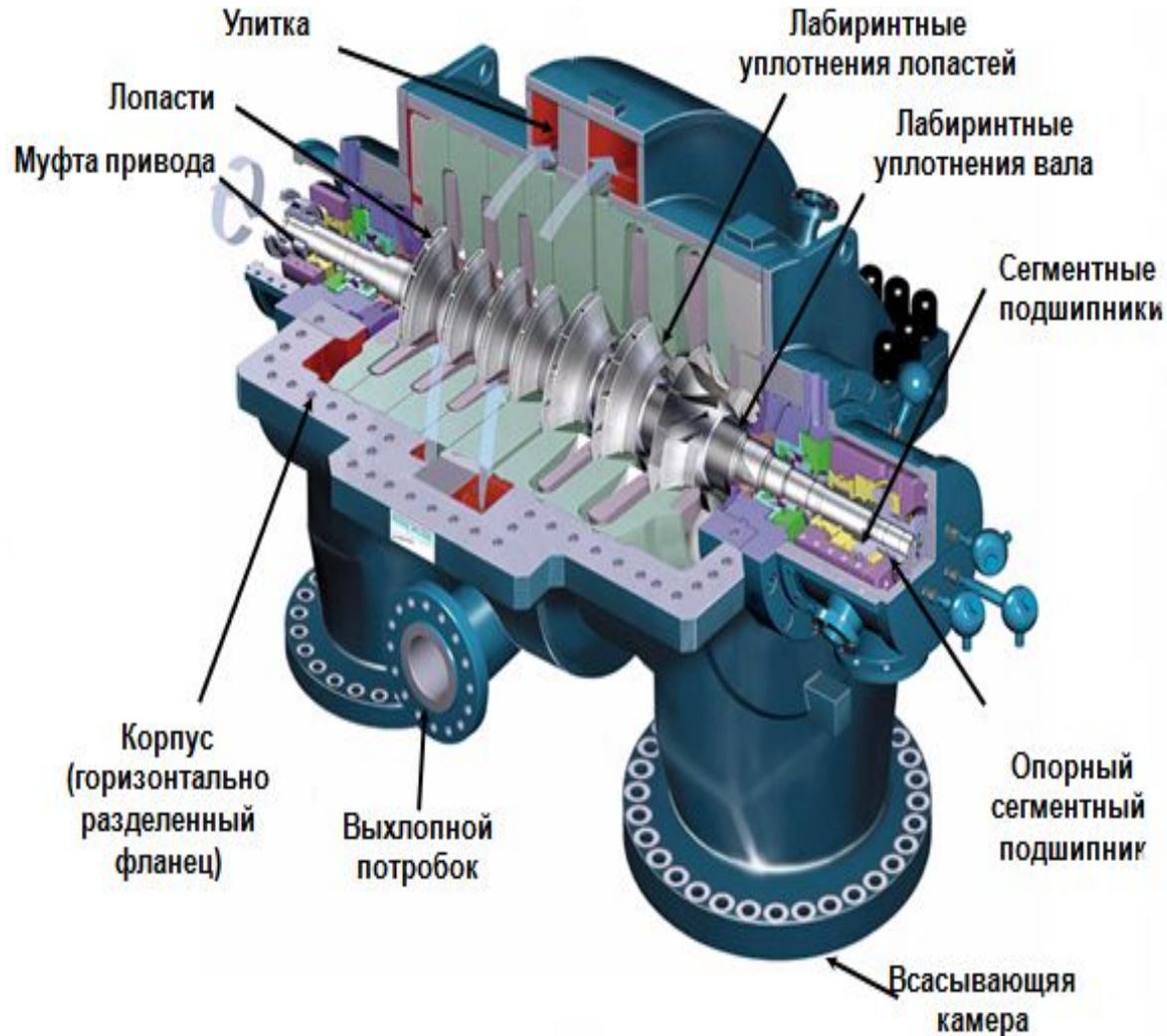
1 — поршень компрессорного цилиндра; 2 — приемные клапаны; 3 — выкидные клапаны; 4 — поршневой шток компрессора; 5 — крейцкопф; 6 — поршень для сжатия продувочного воздуха; 7 — всасывающий воздушный клапан; 8 — выкидной воздушный клапан; 9 — коленчатый вал агрегата; 10 — вал вспомогательного привода; 11 — дно картера; 12 — поршень силового цилиндра; 13 — шатун силового цилиндра; 14 — окно для впуска продувочного воздуха; 15 — окно для выхлопа продуктов горения; 16 — газовпускной клапан; 17 — запальная свеча; 18 — выхлопной коллектор; 19 — холодильник для смазочного масла; 20 — центробежный насос для подачи охлаждающей воды; 21 — шатун компрессора, соединяющий крейцкопф с коленом основного вала; 22 — мотылевый подшипник на колене вала (к нему прикреплены шатуны компрессорного крейцкопфа и двух силовых поршней); 23 — сальник компрессорного штока; 24 — люк для осмотра сальника; 25 — съемная крышка для осмотра воздушных клапанов; 26 — впуск воздуха к продувочному цилиндру





# Центробежный компрессор

Это компрессор, воздух или газ в котором сжимается за счет преобразования одного вида энергии в другой. Давление воздуха повышается за счет приобретения кинетической энергии от рабочих элементов компрессора, после чего кинетическая энергия преобразуется в энергию потенциальную (энергию сжатия).

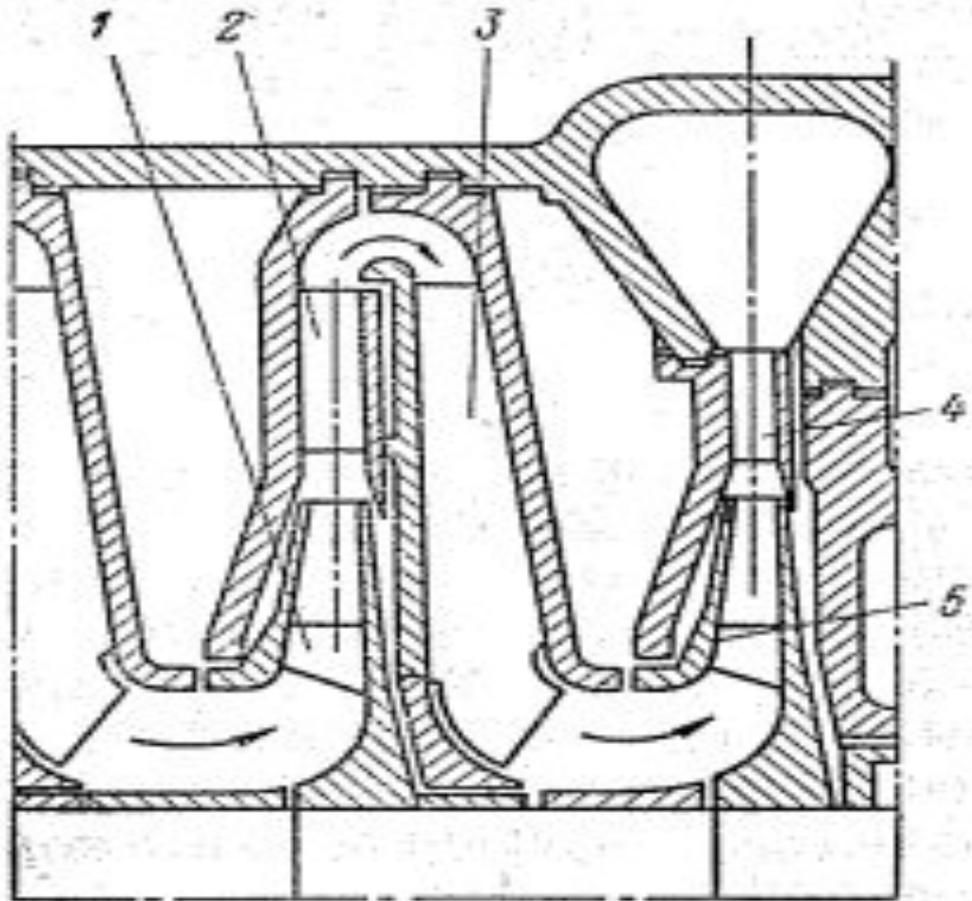


# ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОМПРЕССОРОВ

Основными элементами центробежного компрессора являются:

- корпус;
- патрубки;
- рабочее колесо;
- диффузор;
- направляющий аппарат;
- привод.

# Центробежный компрессор

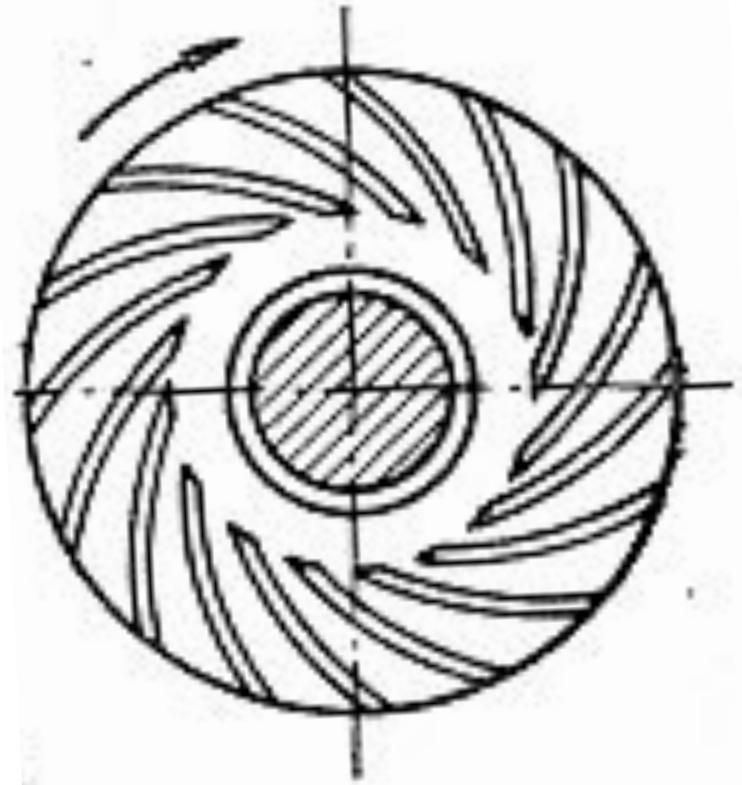


Ступень ЦБ  
компрессора – это  
комплекс рабочее  
колесо – диффузор –  
обратный  
направляющий  
аппарат

Схема промежуточной и концевой ступеней центробежного компрессора: 1,5- рабочее колесо, 2,4- диффузор, 3- обратный направляющий аппарат

# Рабочее колесо центробежного компрессора

Рабочие колеса ЦК имеют **лопатки**, которые могут быть загнуты назад на 40-50 градусов, число лопаток варьируется от 10 до 28. Окружные скорости на выходе из рабочего колеса 250-300 м/с. Также они могут иметь **диск** с одной или обеих сторон колеса, выполненный как целое с лопатками.



# Рабочее колесо центробежного компрессора

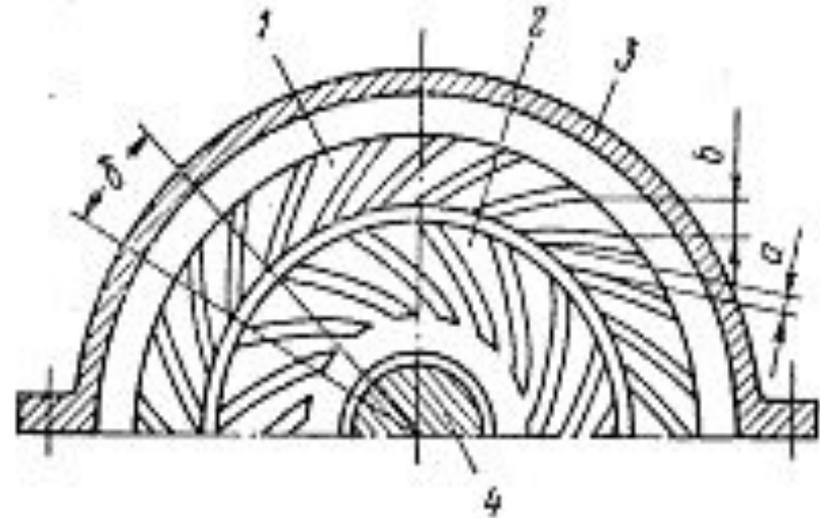
Строение колеса **по диску**:

- **открытое** (увеличенные гидравлические потери при изменении направления воздуха с осевого на радиальное, значения трения о воздух, склонность лопаток к вибрации);
- **полуоткрытое** (более благоприятный плавный поворот струи за счет формы канала, потери меньше);
- **закрытое** (сложность изготовления, недостаточная прочность).

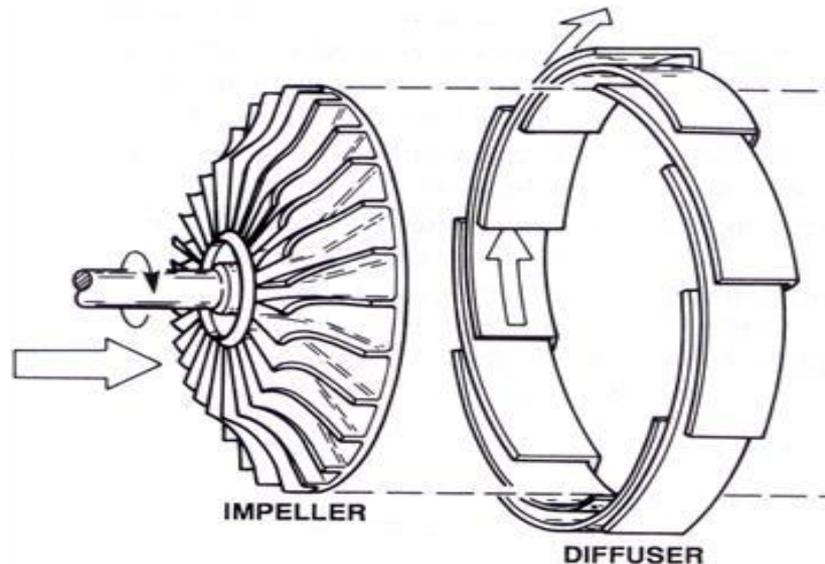


# Диффузор центробежного компрессора

Диффузор представляет из себя кольцеобразный канал, охватывающий рабочее колесо по внешнему контуру. Воздух попадая туда из узких межлопаточных каналов тормозится с увеличением давления.

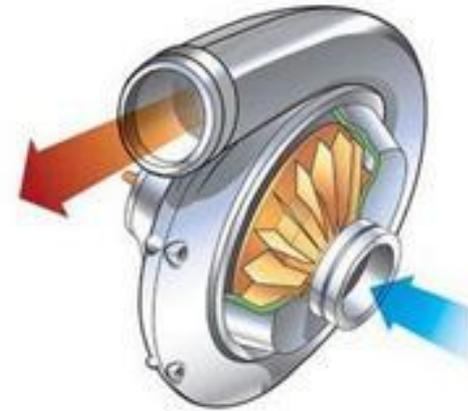


Диффузор: 1- Диффузор, 2- Рабочее колесо, 3- Корпус, 4- Вал

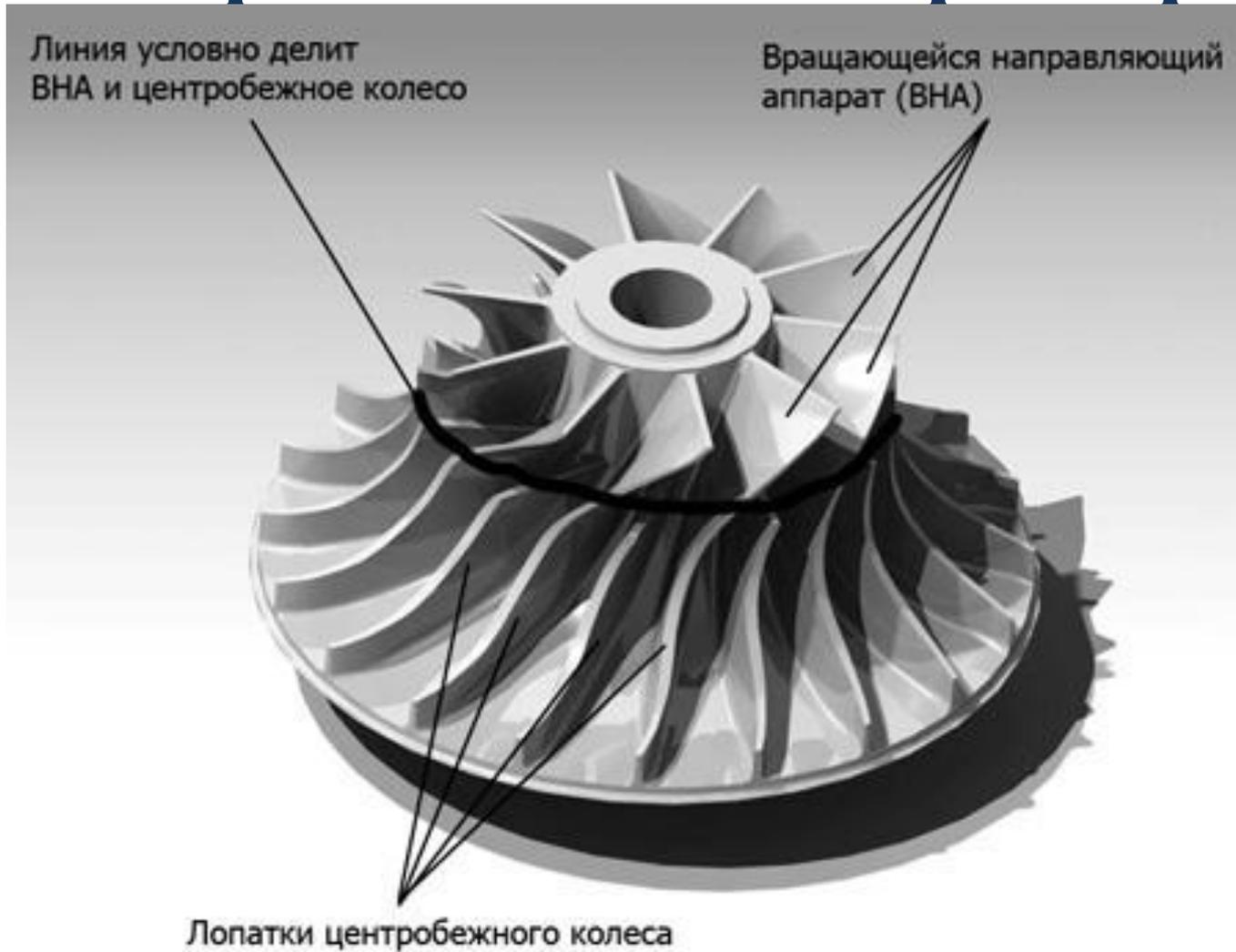


# Диффузор центробежного компрессора

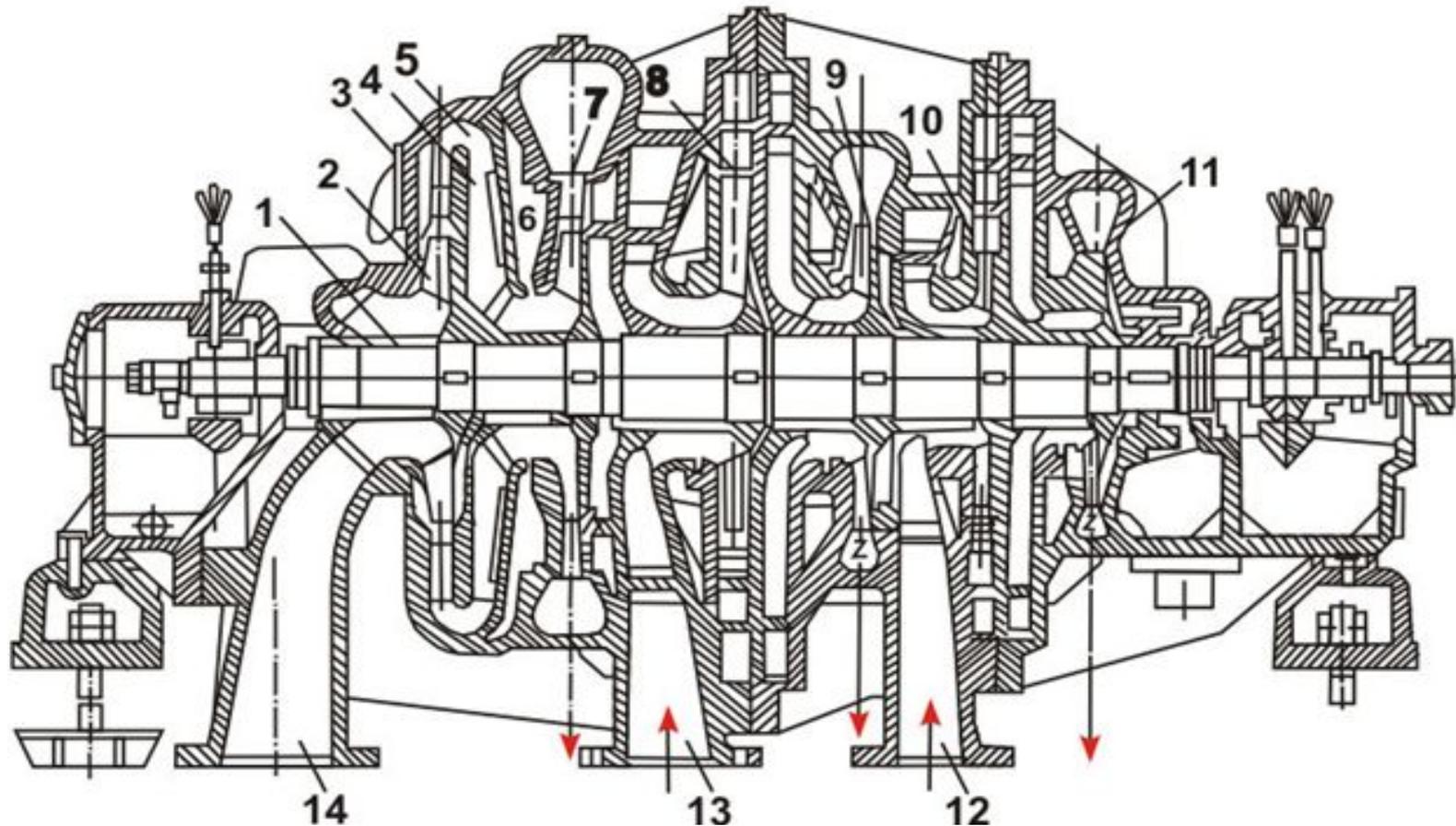
Диффузоры делятся на:  
- безлопаточные (параллельные стенки);  
- лопаточные (замкнутые каналы из лопаток, более упорядоченное движение газа).



# Направляющий аппарат центробежного компрессора



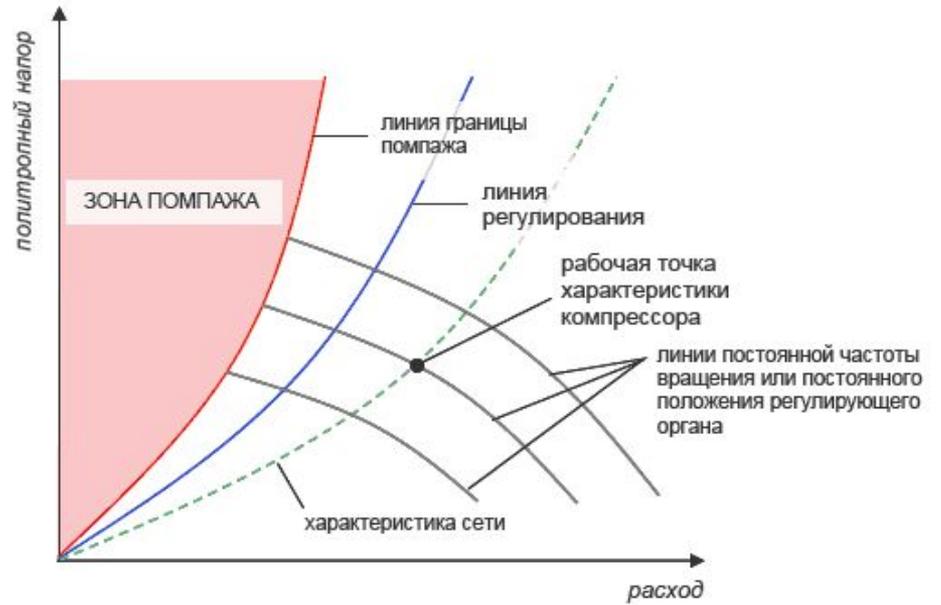
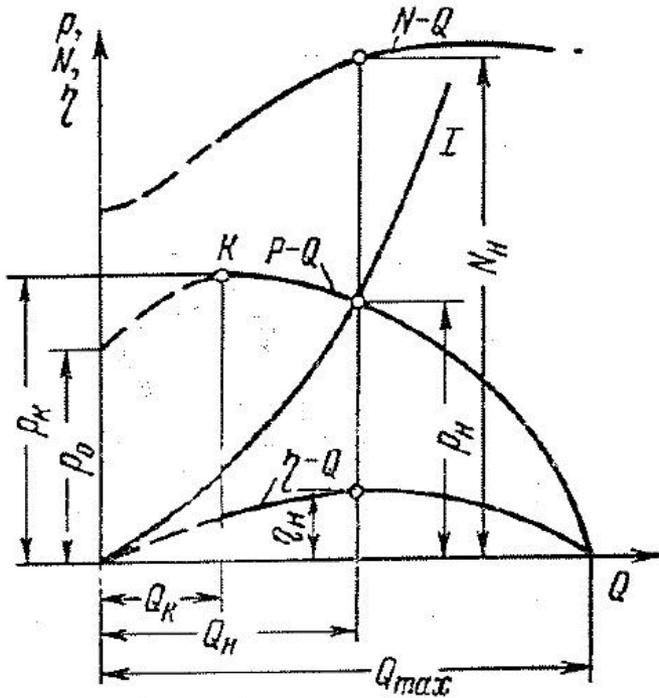
# Центробежный компрессор



Центробежный компрессор: 1 — вал; 2, 6, 8, 9, 10 и 11 — рабочие колеса; 3 и 7 — кольцевые диффузоры; 4 — обратный направляющий канал; 5 — направляющий аппарат; 12 и 13 — каналы для подвода газа из холодильников; 14 — канал для всасывания газа.



# Явление помпажа



Характеристика центробежного компрессора

## Антипомпажная защита

Для обеспечения нормальной работы компрессора и устранения явления помпажа применяются автоматические регуляторы - антипомпажные устройства, которые поддерживают необходимый расход среды:

- противопомпажные гидравлические регуляторы;
- пневматические регуляторы;
- электронные контроллеры.

Регулирование работы компрессора может производиться:

- перепуском сжатого газа из нагнетательного трубопровода во всасывающий;
- изменением величины мертвого пространства (поршневой компрессор);
- дросселированием на линии всасывания и нагнетания;
- воздействием на всасывающий клапан (поршневой компрессор);
- изменением положения лопаток в диффузоре;
- изменением частоты вращения.

Системы защиты автоматически срабатывают в случаях внезапных значительных изменений характеристик нормального технологического режима. Они защищают компрессорные машины и решают двоякую задачу:

- недопущение работы компрессорной машины в зоне неустойчивой работы (в зоне помпажа);
- предотвращение помпажа;
- обеспечение высокой экономической эффективности работы компрессора.

# Компрессорные станции

Газопроводы в зависимости от рабочего давления подразделяются на два класса:

I — при рабочем давлении свыше 2,5 до 10,0 МПа включительно

II — при рабочем давлении свыше 1,2 до 2,5 МПа включительно

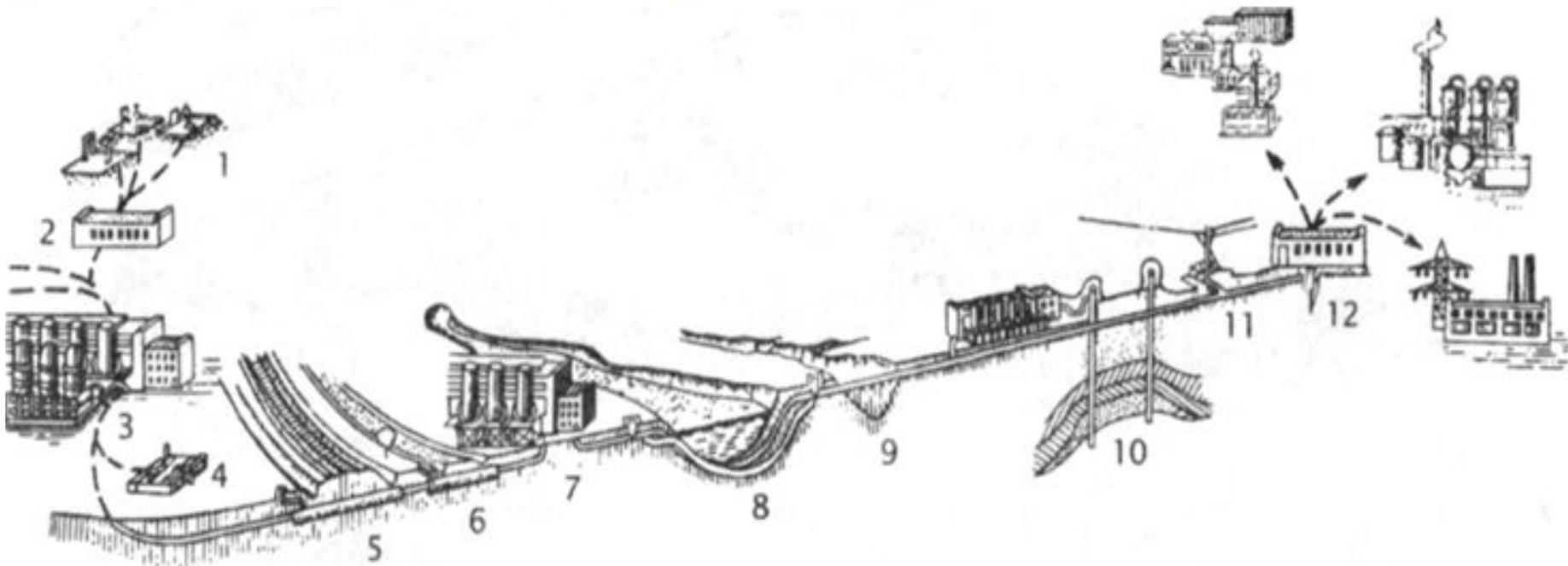
Компрессорные станции (КС) – технологические объекты (инженерные сооружения), предназначенные для поддержания в газопроводе рабочего давления, обеспечивающего транспортировку газа в предусмотренных объемах.

КС сооружают по трассе газопровода. Расстояние между ними составляет 100-150 км.



# Компрессорные станции в составе МГ

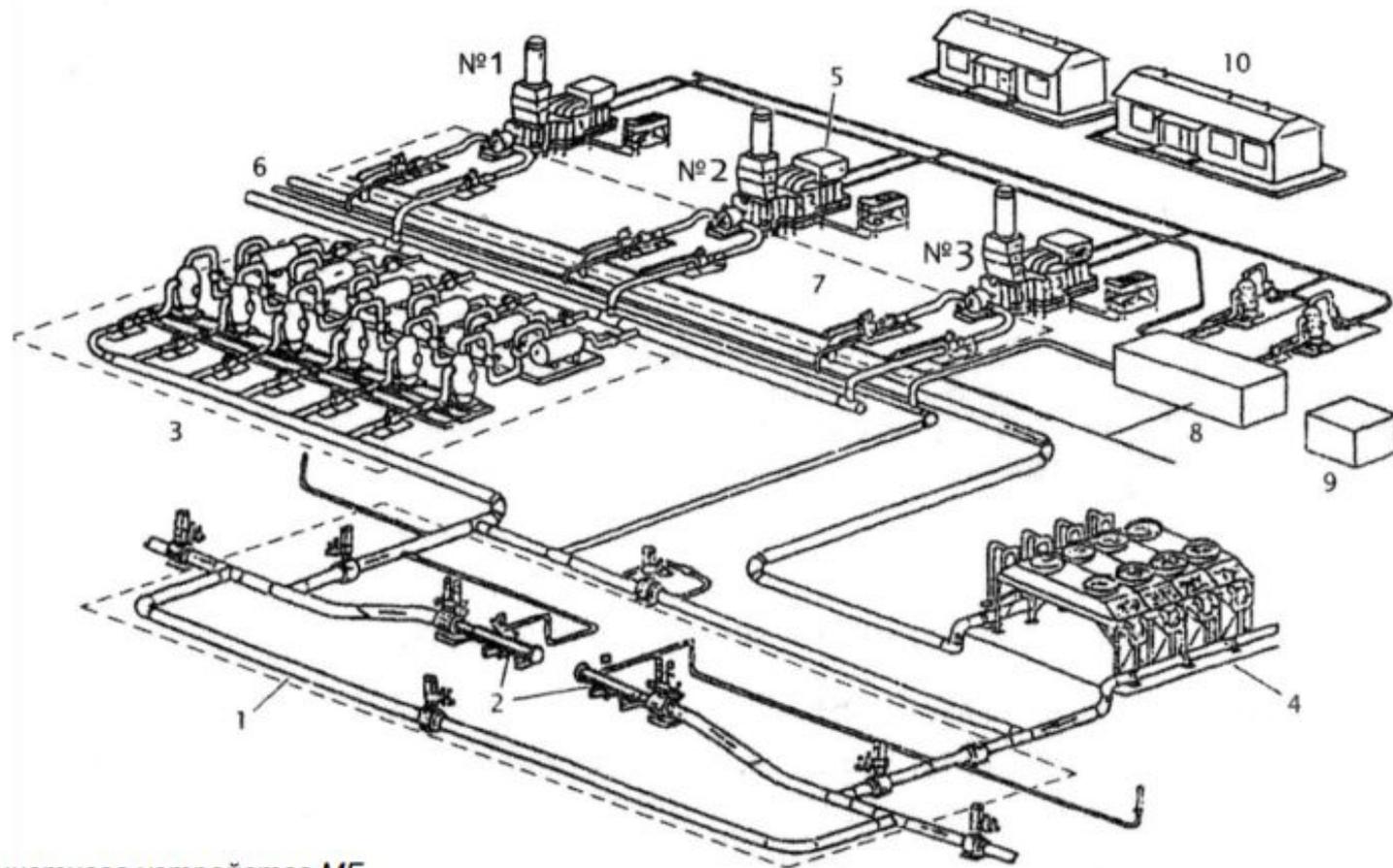
Магистральный газопровод (МГ) – трубопровод (инженерное сооружение), предназначенный для транспортировки газа из района добычи в районы его потребления или переработки.



- 1 – газовый промысел
- 2 – газосборный пункт
- 3 – головная компрессорная станция (КС)
- 4 – отвод к газораспределительной станции (ГРС)
- 5 – переход через железную дорогу
- 6 – переход через автомобильную дорогу

- 7 – промежуточная компрессорная станция (КС)
- 8 – переход через реку
- 9 – переход через овраг
- 10 – подземное хранилище газа (ПХГ)
- 11 – станция катодной защиты
- 12 – конечная газораспределительная станция (ГРС)

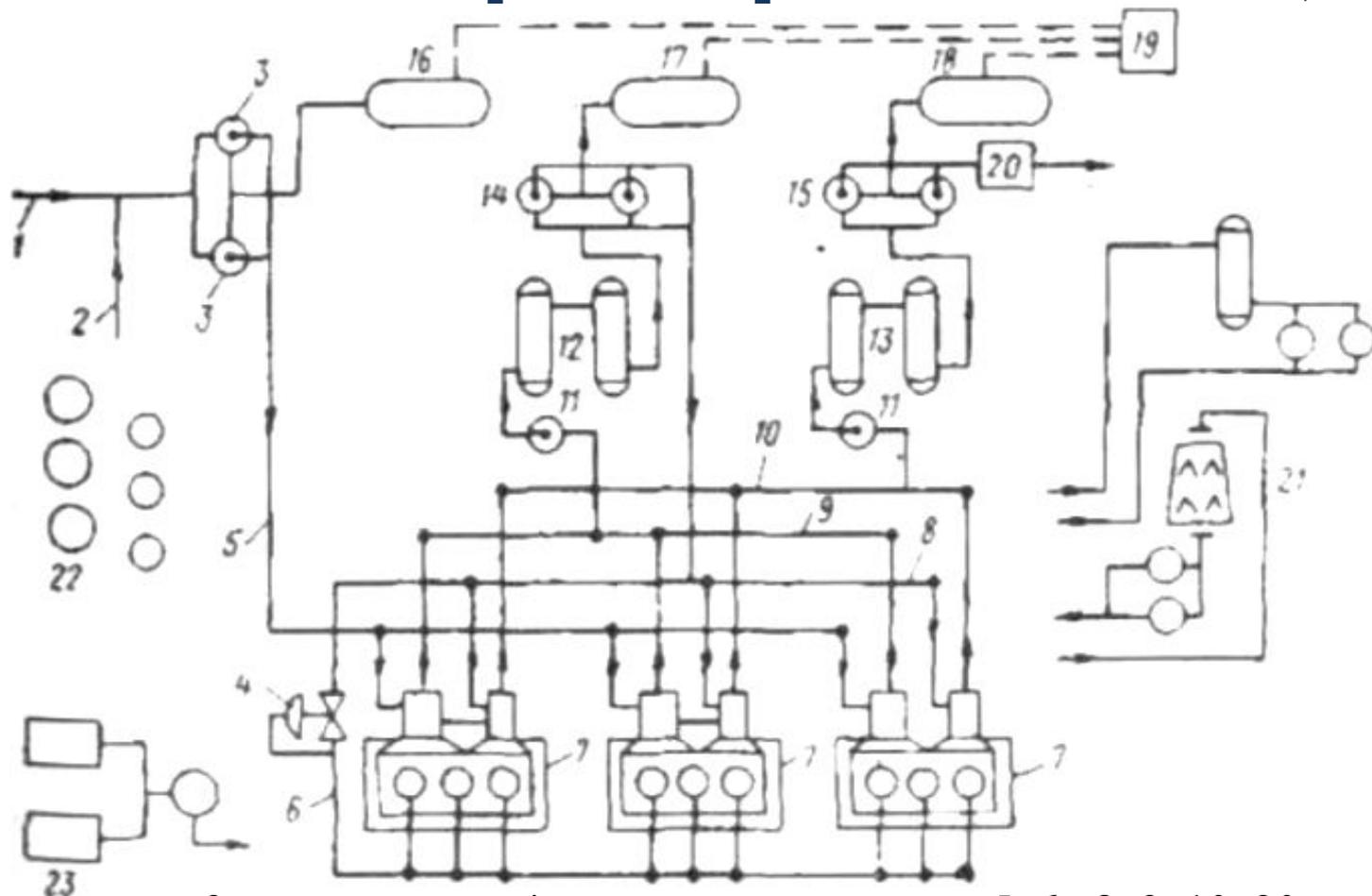
# Схема компрессорной станции



- 1 – узел подключения КС к МГ
- 2 – камеры запуска и приема очистного устройства МГ
- 3 – установка очистки газа (пылеуловитель и сепаратор)
- 4 – аппарат воздушного охлаждения газа
- 5 – газоперекачивающие агрегаты

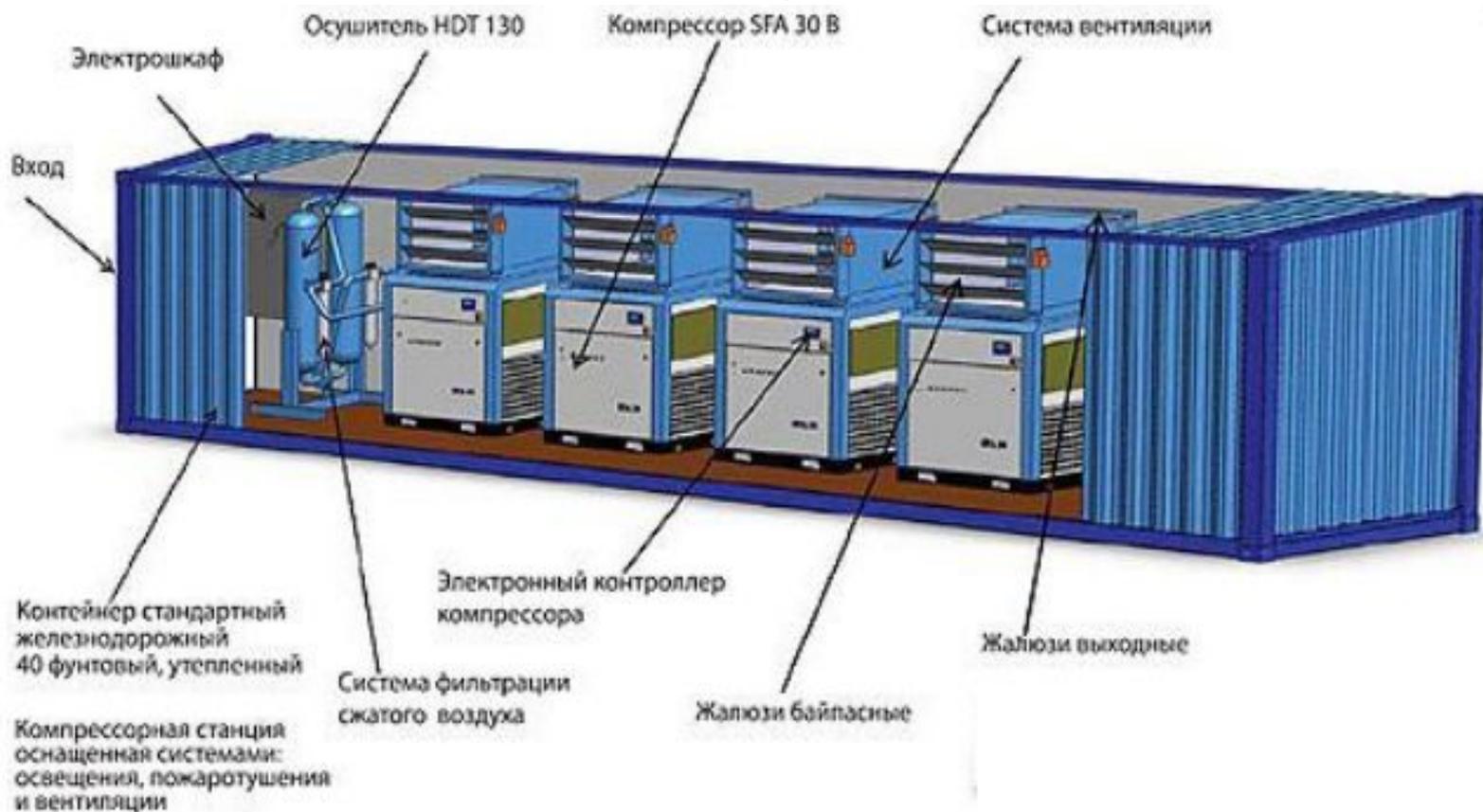
- 6 – обвязка КС (технологические трубопроводы)
- 7 – запорная арматура обвязки КС
- 8 – установка подготовки пускового и топливного газа
- 9 – оборудование ЭХЗ трубопроводов обвязки КС
- 10 – главный щит управления и система телемеханики

# Схема компрессорной станции



1,2 - газопроводы; 3 – сепараторы; 4 – регулятор давления; 5, 6, 8, 9, 10, 20 – линии газопроводов;; 7 – цилиндры компрессоров; 8 – линии ко второй ступени; 11 – маслоотделитель; 12 – холодильник первой ступени; 13, 15 – сепараторы; 14 - сепаратор среднего давления; 16 , 17, 18 – емкости для конденсата; 19 – насосная; 21 – градирня; 22 – масляное хозяйство для компрессоров (емкости и насосы)

# Блочно-модульные компрессорные станции



# Преимущества компрессоров

Центробежный компрессор	Поршневой компрессор
Компактность	Возможность использования при высоких давлениях
Возможность использования легких фундаментов	Не возникает трудностей с ремонтом
Отсутствие масла в рабочей полости и в сжимаемой среде	Невысокая стоимость
Длительный срок эксплуатации без остановки и отсутствие вибраций	Простое внутреннее устройство

# Недостатки компрессоров

Центробежный компрессор	Поршневой компрессор
Сложность	Громоздкость
Высокая стоимость ремонта	Высокий уровень шума и порог вибрации

# Основные неисправности поршневого компрессора

Причины	Неисправности	Устранение неисправности
1. Утечка воздуха через не плотности соединений 2. Износ, поломка или прогорание поршневых колец	<b>Уменьшилась производительность установки</b>	1. Определить место утечки и устранить  2. Заменить дефектные поршневые кольца
1. Заедание, износ и поломка поршневых колец вследствие применения некачественного масла и образования нагара 2. Износ поршня и цилиндра	<b>Стук в цилиндре</b>	1. Изношенные, поломанные поршневые кольца заменить, некачественное масло – заменить свежим 2. Поршень заменить, цилиндр расточить под ремонтный размер
Применение некачественного масла или избыточное количество масла в	<b>Повышенное образование нагара</b>	Очистить детали от нагара, заменить масло, не допускать избыточного количества масла в картере

# Основные неисправности поршневого компрессора

- Продолжение таблицы

Причины	Неисправности	Устранение неисправности
1. Несвоевременная замена загрязненного масла после длительной работы головки  2. Применение масла не соответствующего указанному в паспорте	Повышенный нагрев компрессорной головки	1. Заменить масло, следить за периодичностью замены  2. Заменить масло на предписанное

# Основные неисправности центробежного компрессора

Причины	Неисправности	Устранение неисправности
1. Увеличения зазоров между шейкой вала и вкладышем подшипника 2. Длительная работа 3. Загрязнения смазки.	<b>Вибрация компрессора</b>	1. Устранение зазоров 2. Временная остановка компрессора 3. Смена смазки
Увеличение сопротивления в холодильниках из-за забивки газовой части грязью	<b>Понижение производительности компрессора</b>	Принять меры по устранению грязи
Попадание в масло воды и образование при прохождении ее через масляный насос эмульсии	<b>Чрезмерный нагрев подшипников</b>	Следует заменить масло и устранить дефекты, вызвавшие пропуск воды в масло

**Спасибо за внимание!**