

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.

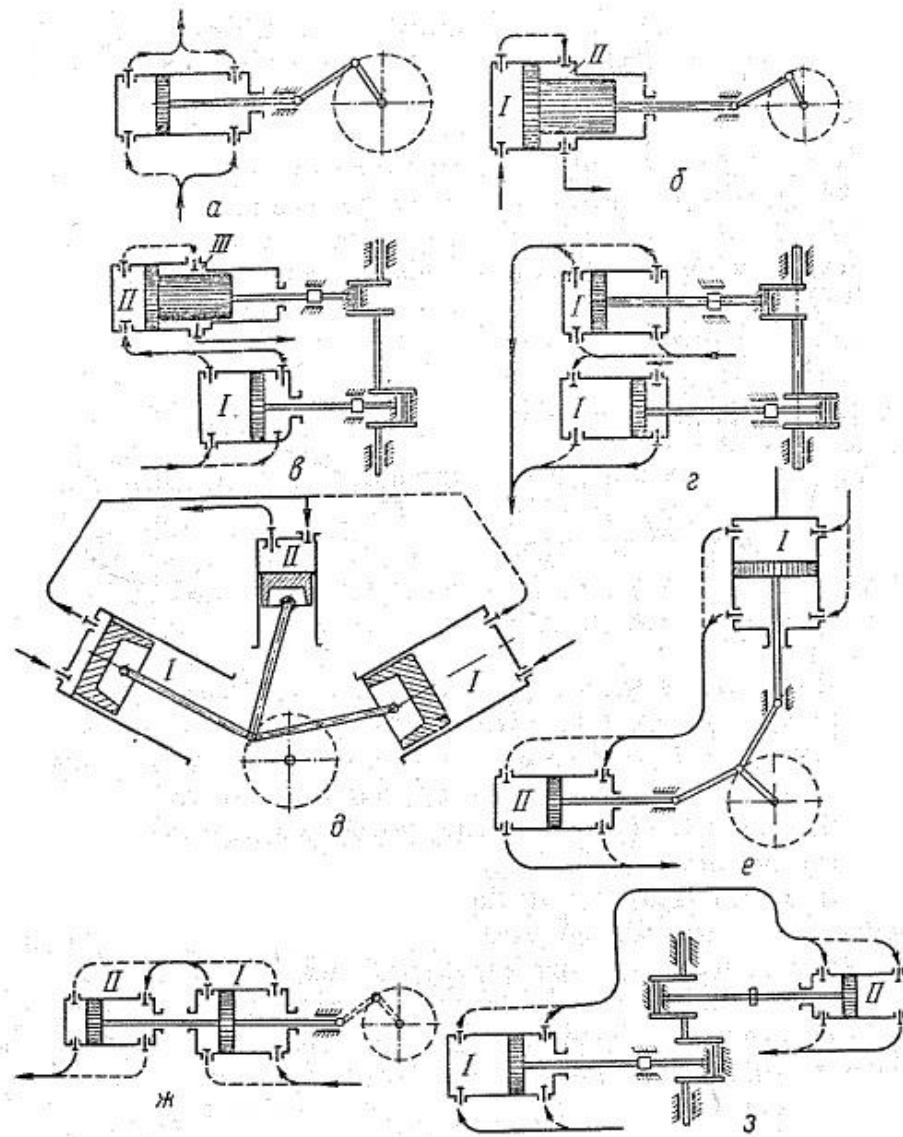
6) По расположению рабочих органов:

- 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

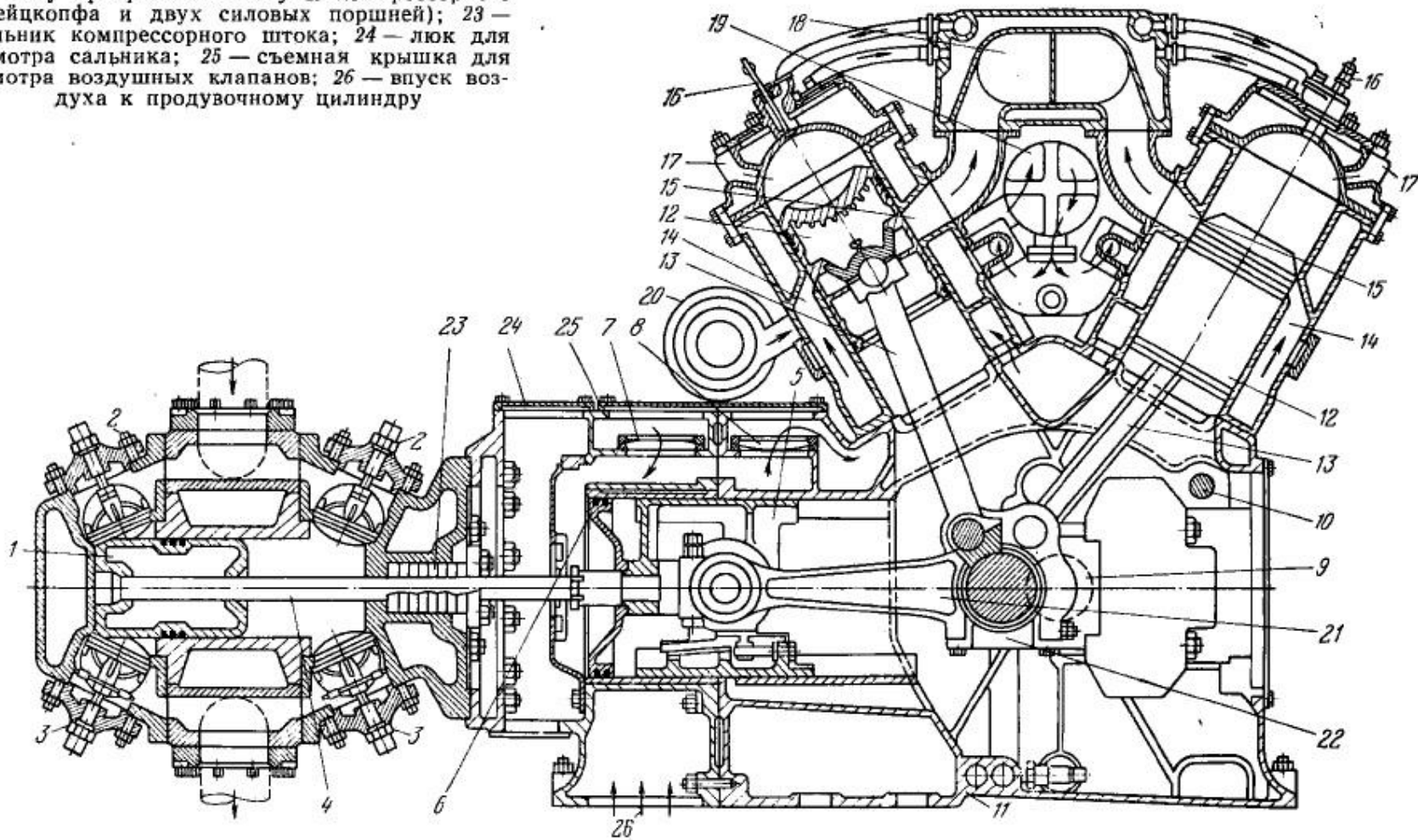
Компрессоры проектируются и выпускаются с определенными показателями (характеристиками) работы, которые должны удовлетворять условиям их применения.

К ним относятся:

- производительность компрессора Q , м³/с;
- развиваемое давление p_n , Па;
- потребляемая мощность N , кВт;
- коэффициент полезного действия η , %;
- степень сжатия $\varepsilon = p_n / p_b$;
- температура компримирования t , °С.

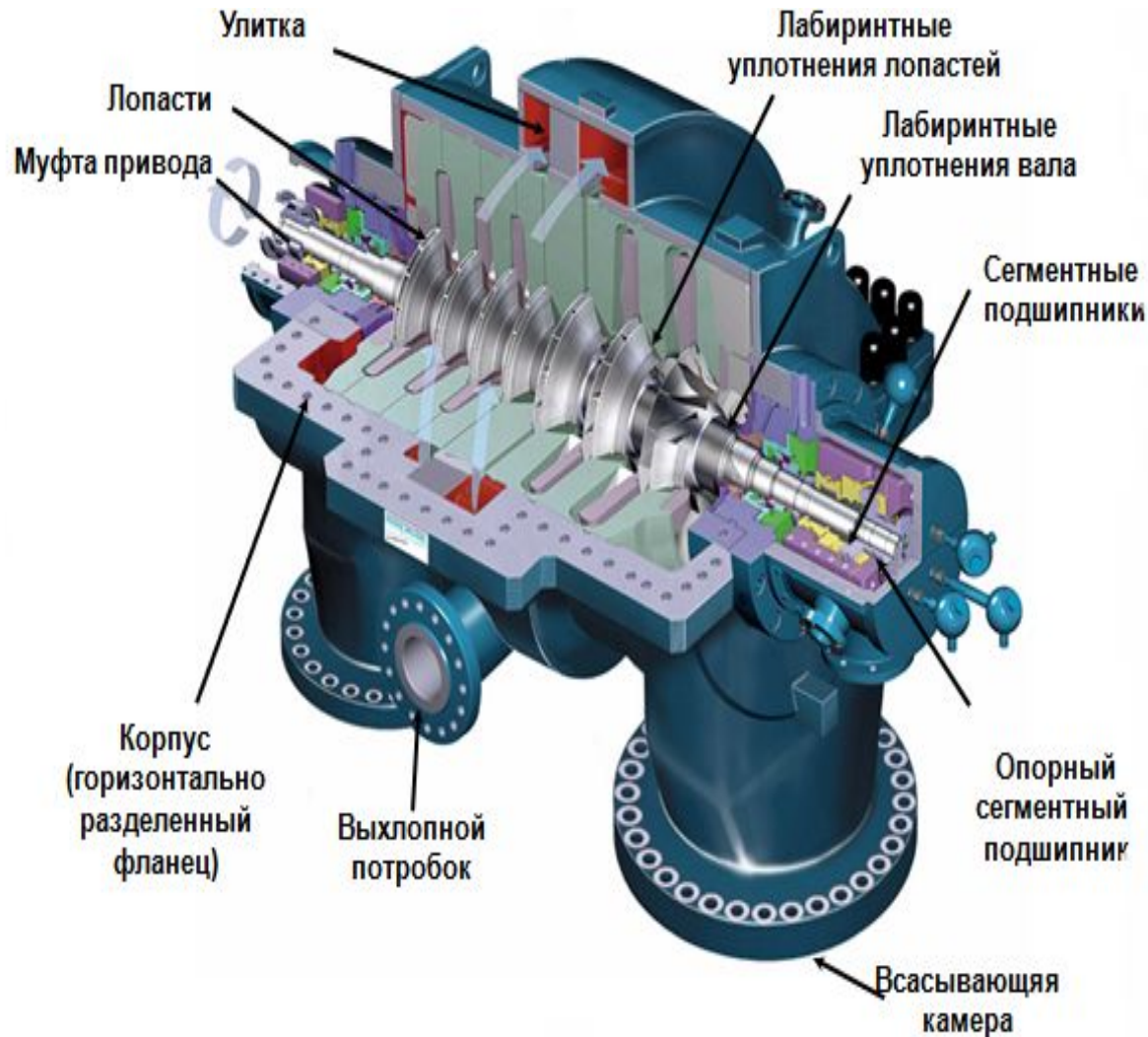
Разрез углового газомоторкомпрессора 10ГК1/55-125

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 — выпуск 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).

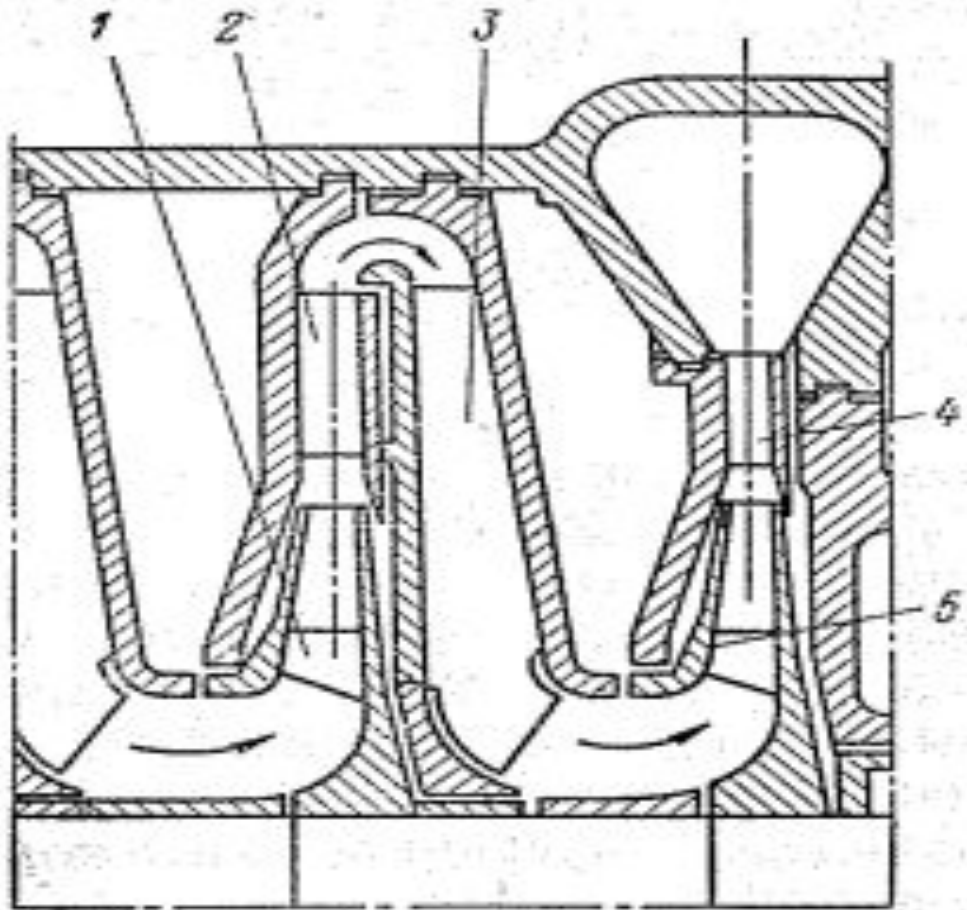


ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОМПРЕССОРОВ

Основными элементами центробежного компрессора являются:

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

Центробежный компрессор

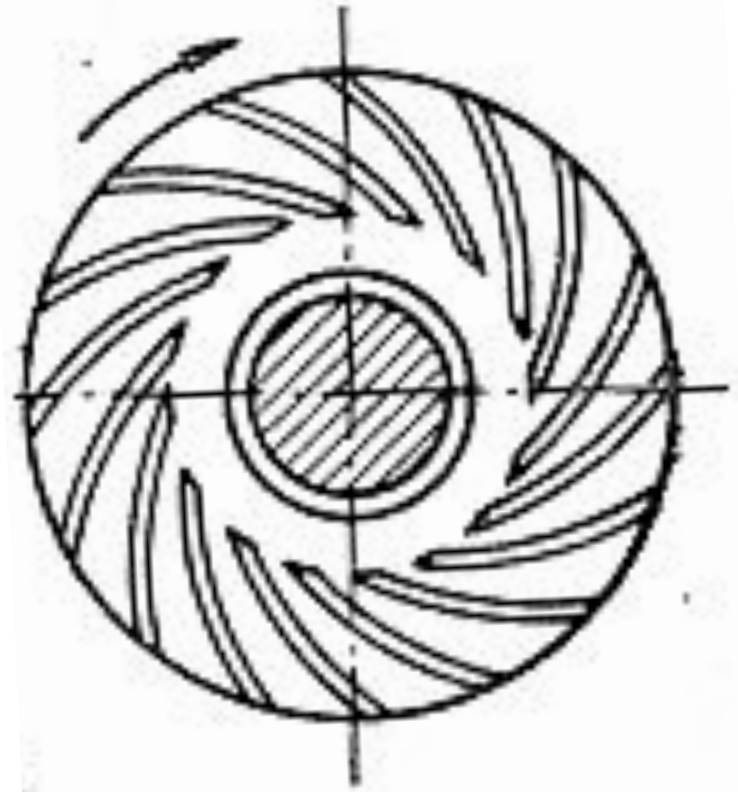


Ступень ЦБ
компрессора – это
комплекс рабочее
колесо – диффузор –
обратный
направляющий
аппарат

Схема промежуточной и конечной 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

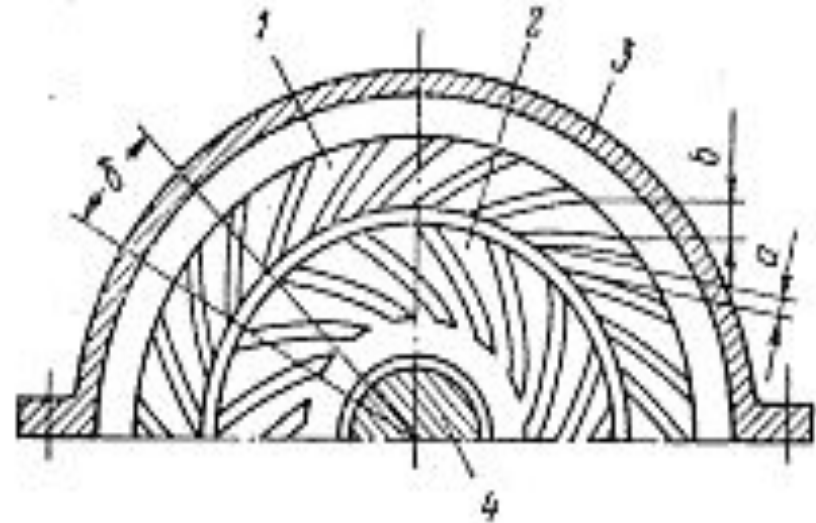
Строение колеса **по диску**:

- **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).

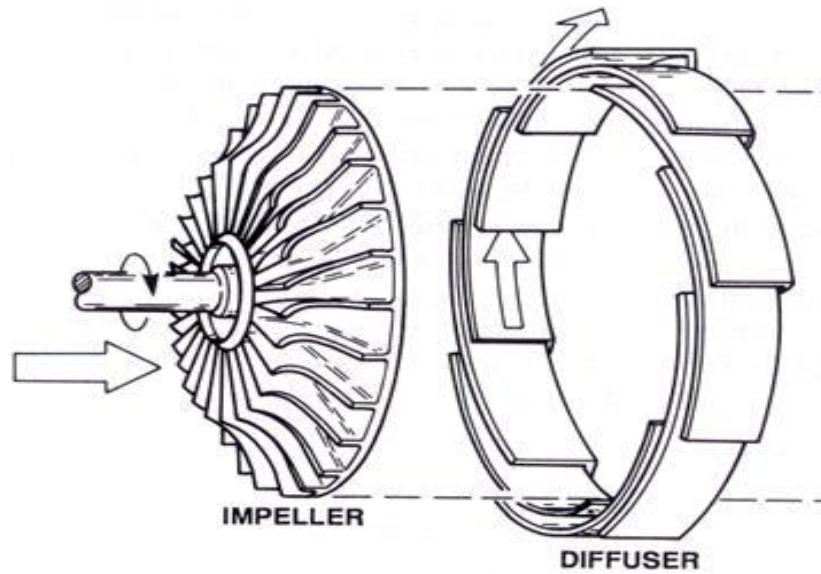


Диффузор центробежного компрессора

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

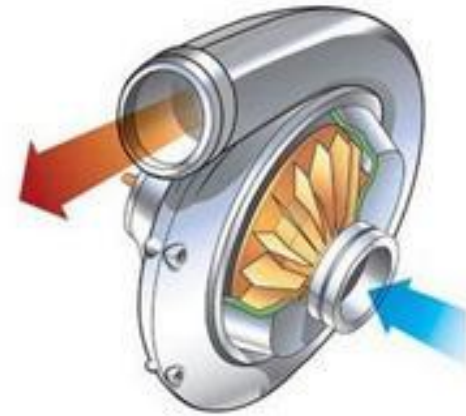


Диффузор: 1- Диффузор, 2- Рабочее колесо, 3- Корпус, 4- Вал



Диффузор центробежного компрессора

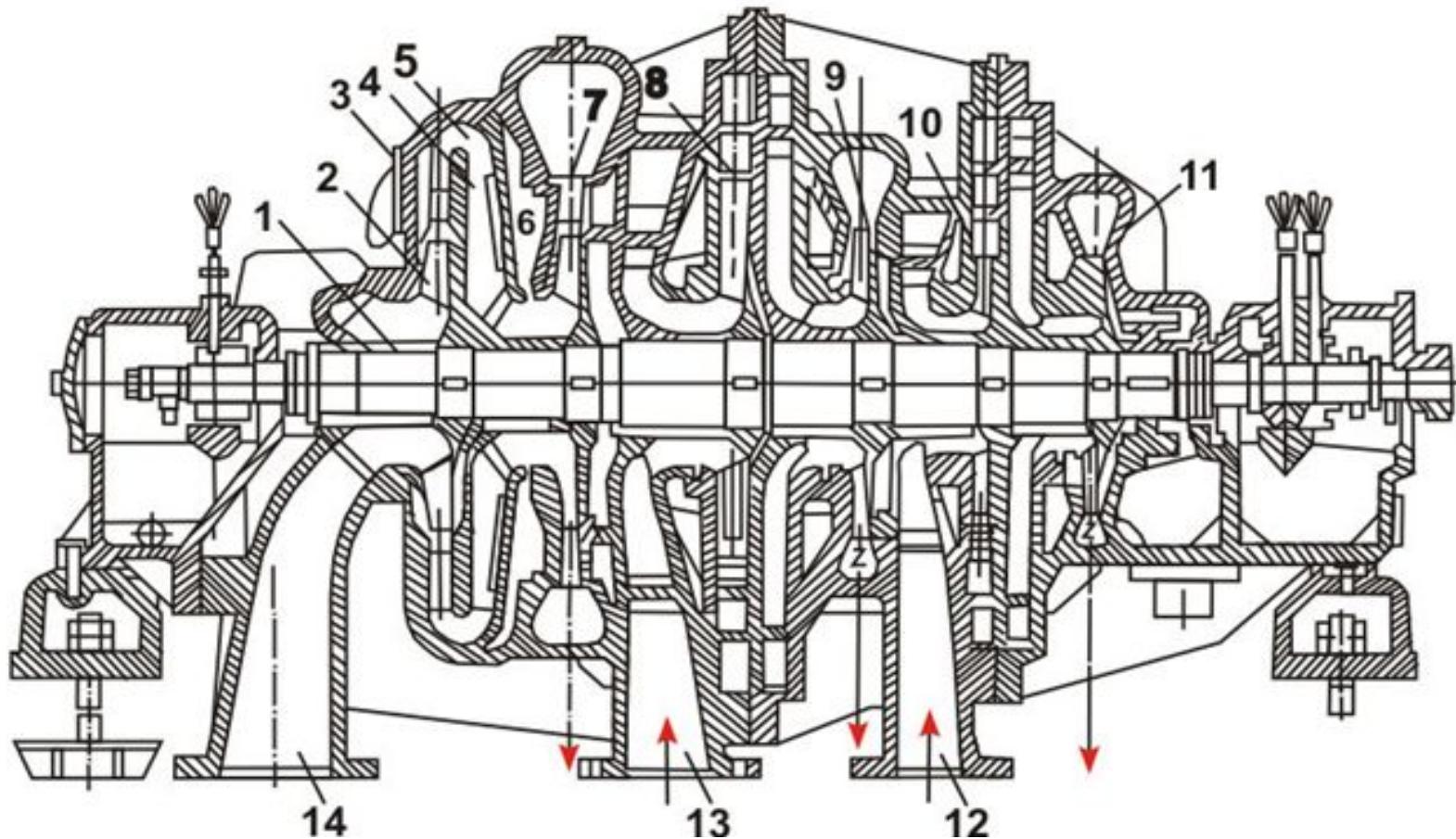
Диффузоры делятся на:
- безлопаточные (параллельные стенки);
- лопаточные (замкнутые каналы из лопаток, более упорядоченное движение газа).



Направляющий аппарат центробежного компрессора

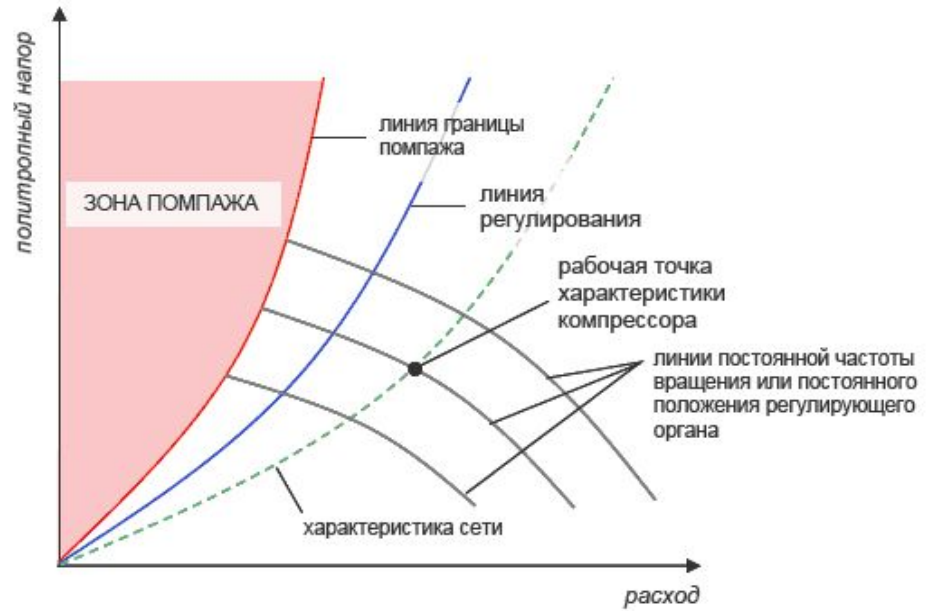
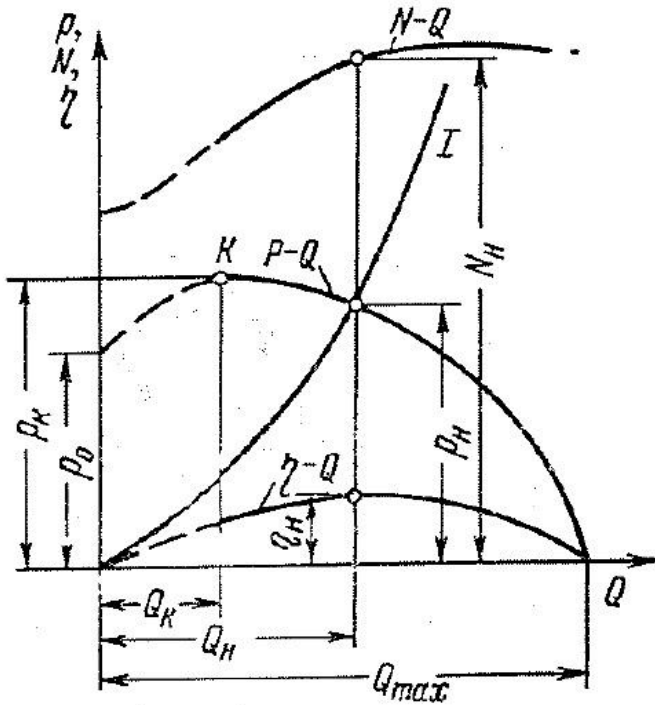


Центробежный компрессор



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

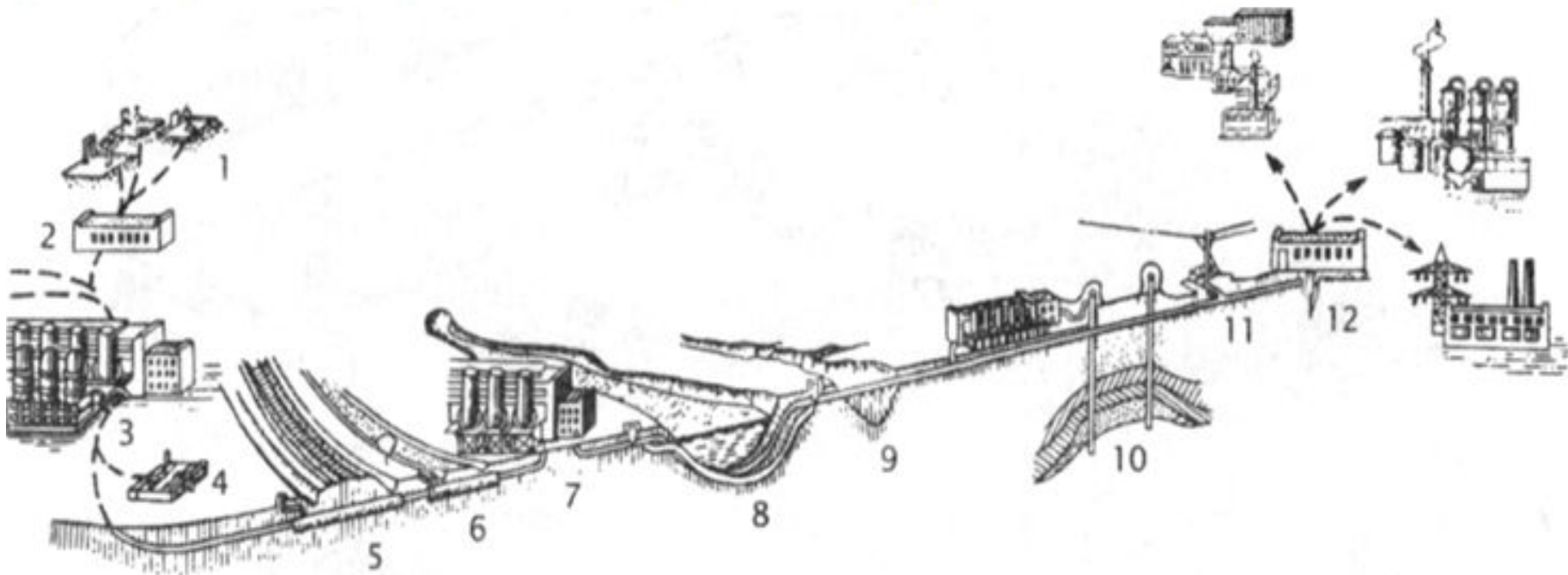
Компрессорные станции (КС) – технологические объекты (инженерные сооружения), предназначенные для поддержания в газопроводе рабочего давления, обеспечивающего транспортировку газа в предусмотренных объемах.

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



Компрессорные станции в составе МГ

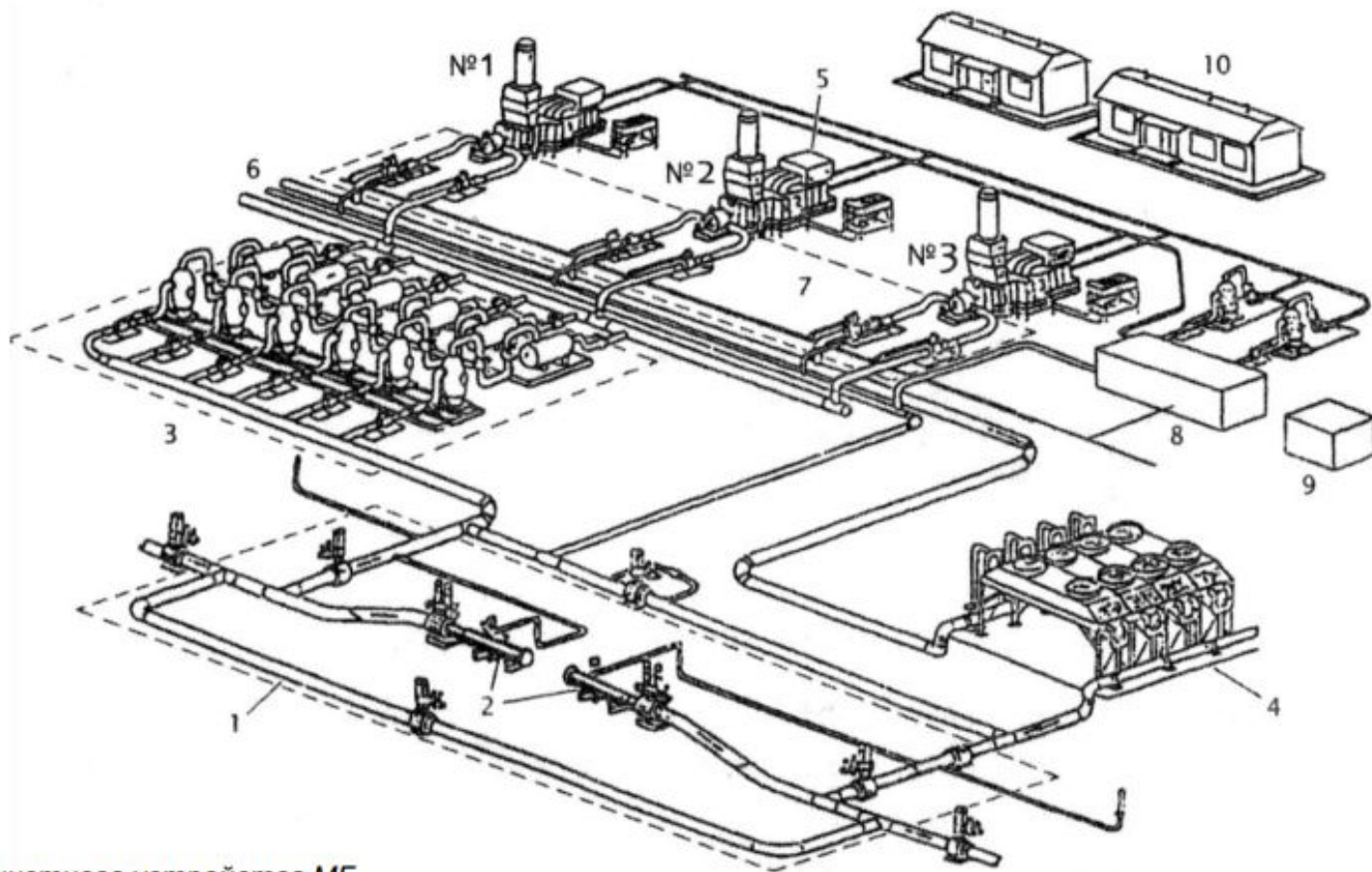
Магистральный газопровод (МГ) – трубопровод (инженерное сооружение), предназначенный для транспортировки газа из района добычи в районы его потребления или переработки.



- 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)

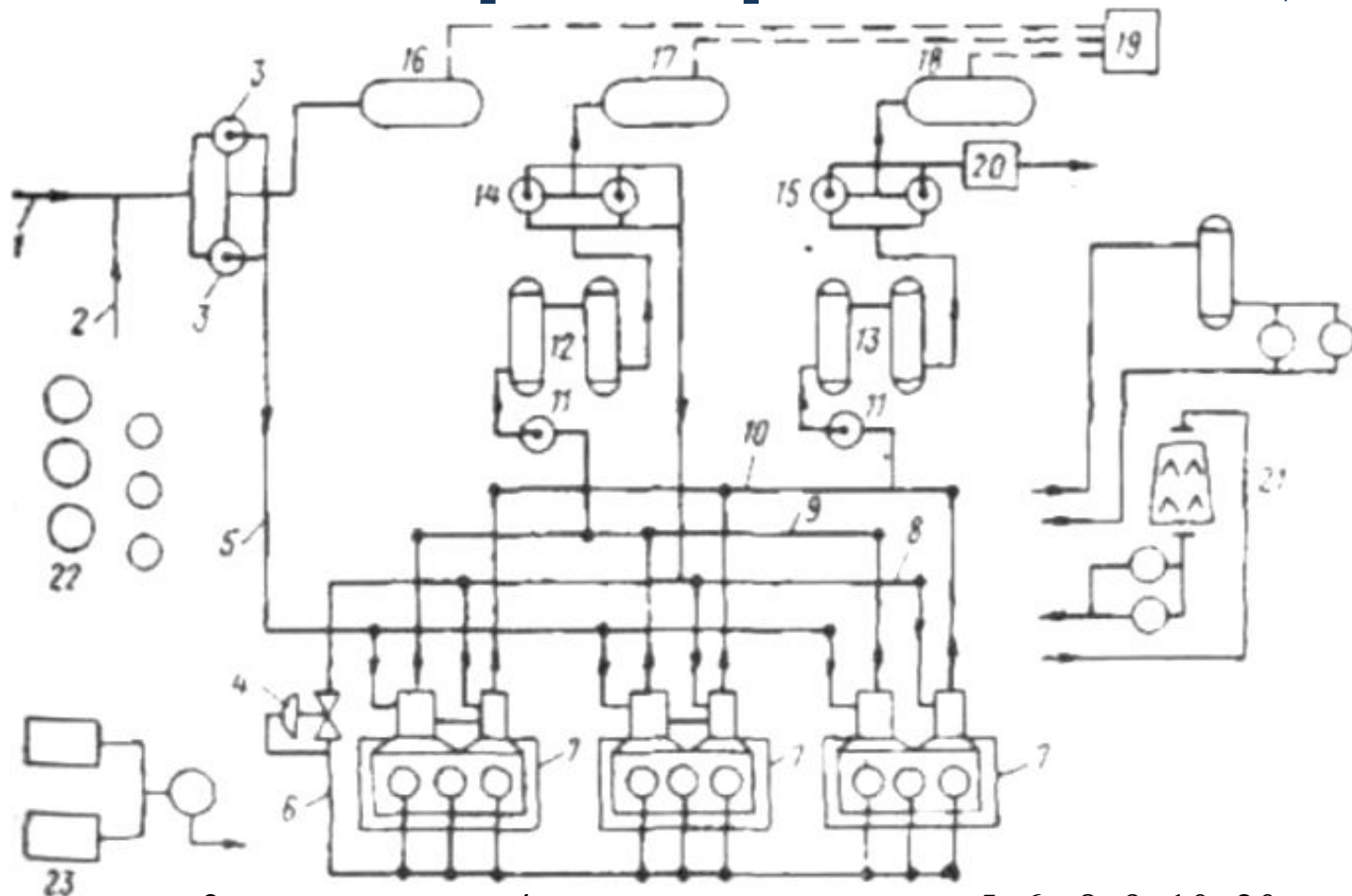
Схема компрессорной станции



- 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

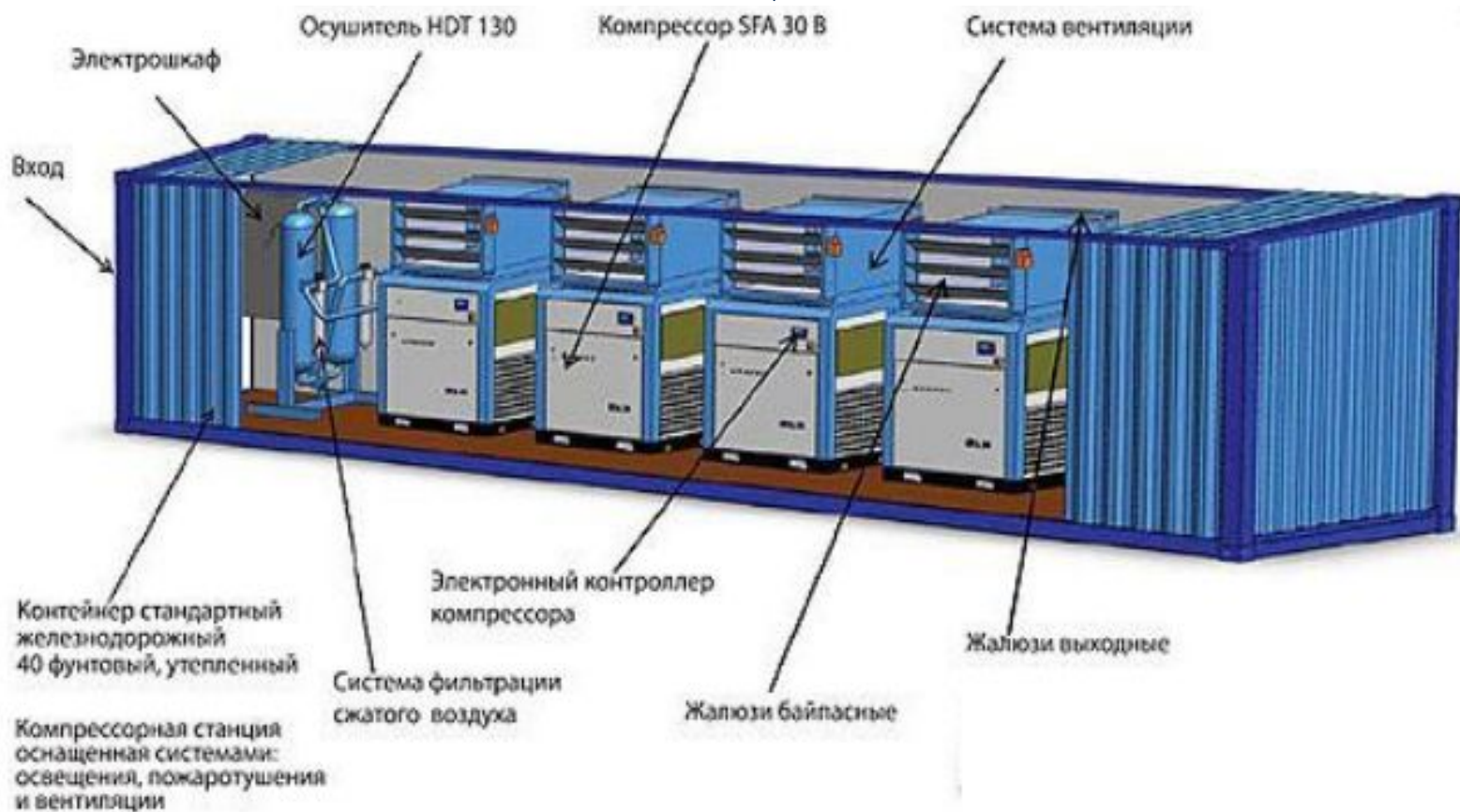
- 6 – обвязка КС (технологические трубопроводы)
- 7 – запорная арматура обвязки КС
- 8 – установка подготовки пускового и топливного газа
- 9 – оборудование ЭХЗ трубопроводов обвязки КС
- 10 – главный щит управления и система телемеханики

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	Уменьшилась производительность установки	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	Стук в цилиндре	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	Повышенное образование нагара	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.	Вибрация компрессора	1. Устранение зазоров 2. Временная остановка компрессора 3. Смена смазки
Увеличение сопротивления в холодильниках из-за забивки газовой части грязью	Понижение производительности компрессора	Принять меры по устранению грязи
Попадание в масло воды и образование при прохождении ее через масляный насос эмульсии	Чрезмерный нагрев подшипников	Следует заменить масло и устранить дефекты, вызвавшие пропуск воды в масло

Спасибо за внимание!