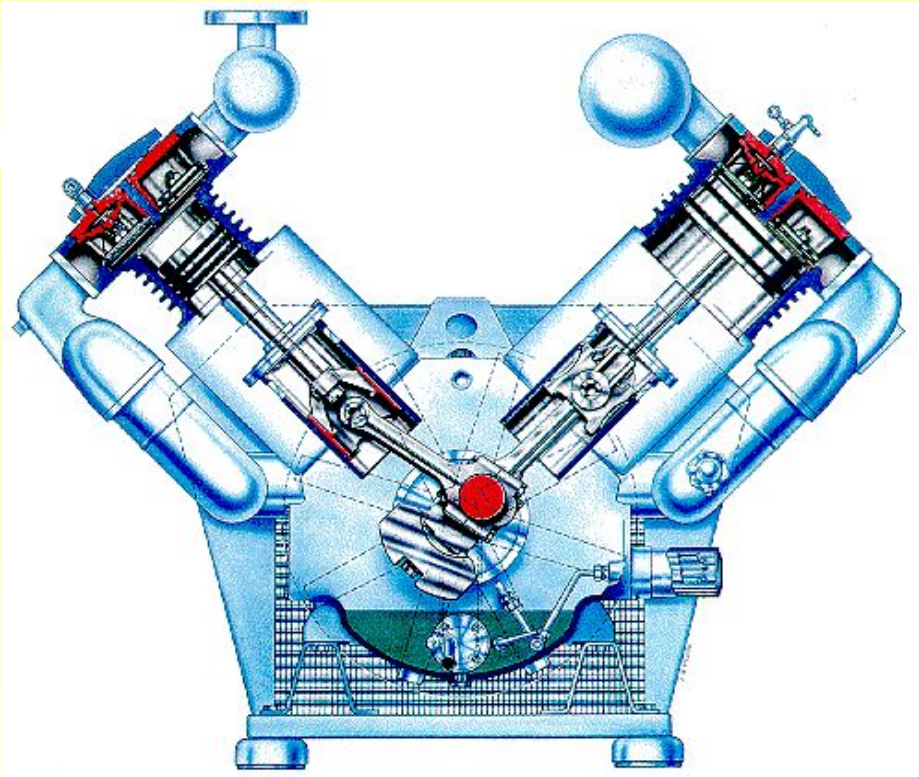


КОМПРЕССОРНЫЕ МАСЛА

ФУНКЦИЯ КОМПРЕССОРА

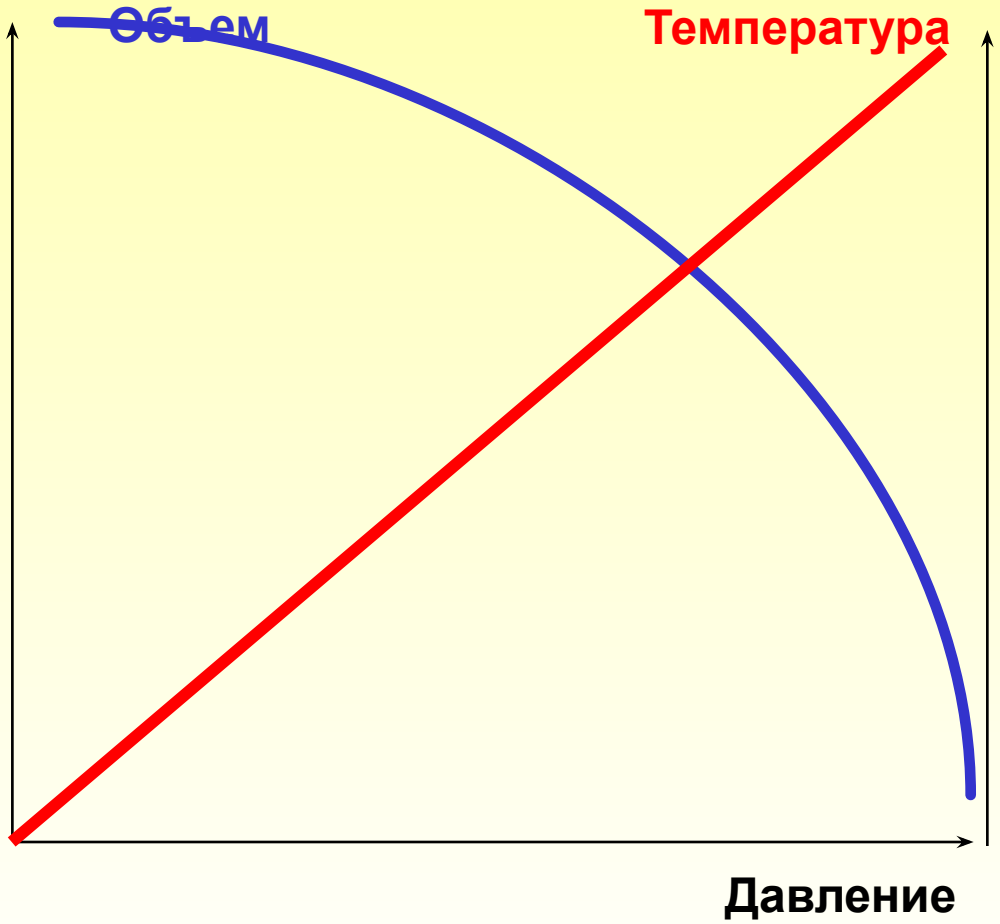
Основная функция компрессора состоит в преобразовании механической энергии в энергию сжатого газа. В такой форме ее можно хранить и использовать, если позволить газу расширяться.

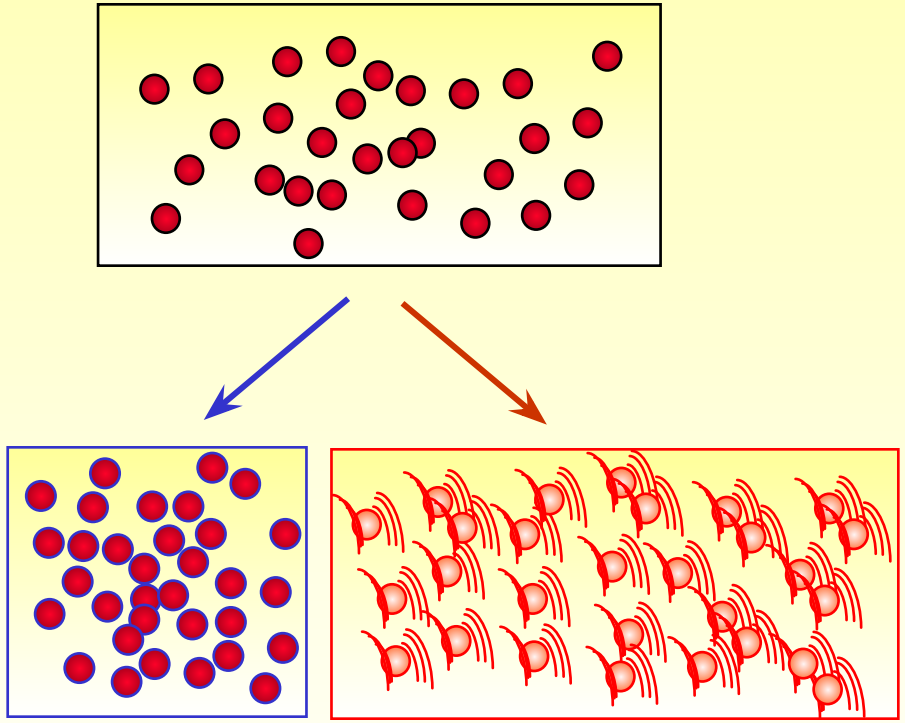
<u>Принцип действия:</u>

- ***Компрессоры нагнетательного действия*** **заключают некоторый объем газа и сжимая, повышают его давление.**
- ***Динамические компрессоры*** **ускоряют поток газа, увеличивая его кинетическую энергию, которая затем превращается в давление.**

НЕМНОГО ТЕРМОДИНАМИКИ

Чем меньше объем, тем выше давление,
чем выше давление, тем выше температура





ВОДЯНОЙ ПАР

- Воздух всегда содержит пары воды.
- Количество водяных паров, которые могут удерживаться в воздухе, зависит от температуры.

Двухступенчатый компрессор, сжимая 10 м^3/мин. воздуха с относительной влажностью 75% до давления 8 бар, “производит” до 5 л воды в час.

атмосферный воздух
температура 20^{0}C
отн.влажность - 75%

↓ сжатие

давление 7 бар
температура 200^{0}C
отн.влажность 60%

↓ охлаждение

давление 7 бар
температура 25^{0}C
отн.влажность 100%

ТИПЫ КОМПРЕССОРОВ

по конструкции:

- **поршневые**

(одинарного и двойного действия - симплекс и дуплекс)

  - **тронковые**
  - **крейцкопфные**
  - **диафрагменные ...**
- **ротационные**
  - **пластинчатые/лопастные**
  - **винтовые ...**
- **турбокомпрессоры**
- **центробежные**

динамические

по назначению:

- **воздушные**
- **газовые**
- **холодильные**

- **одноступенчатые**
- **многоступечатые**

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

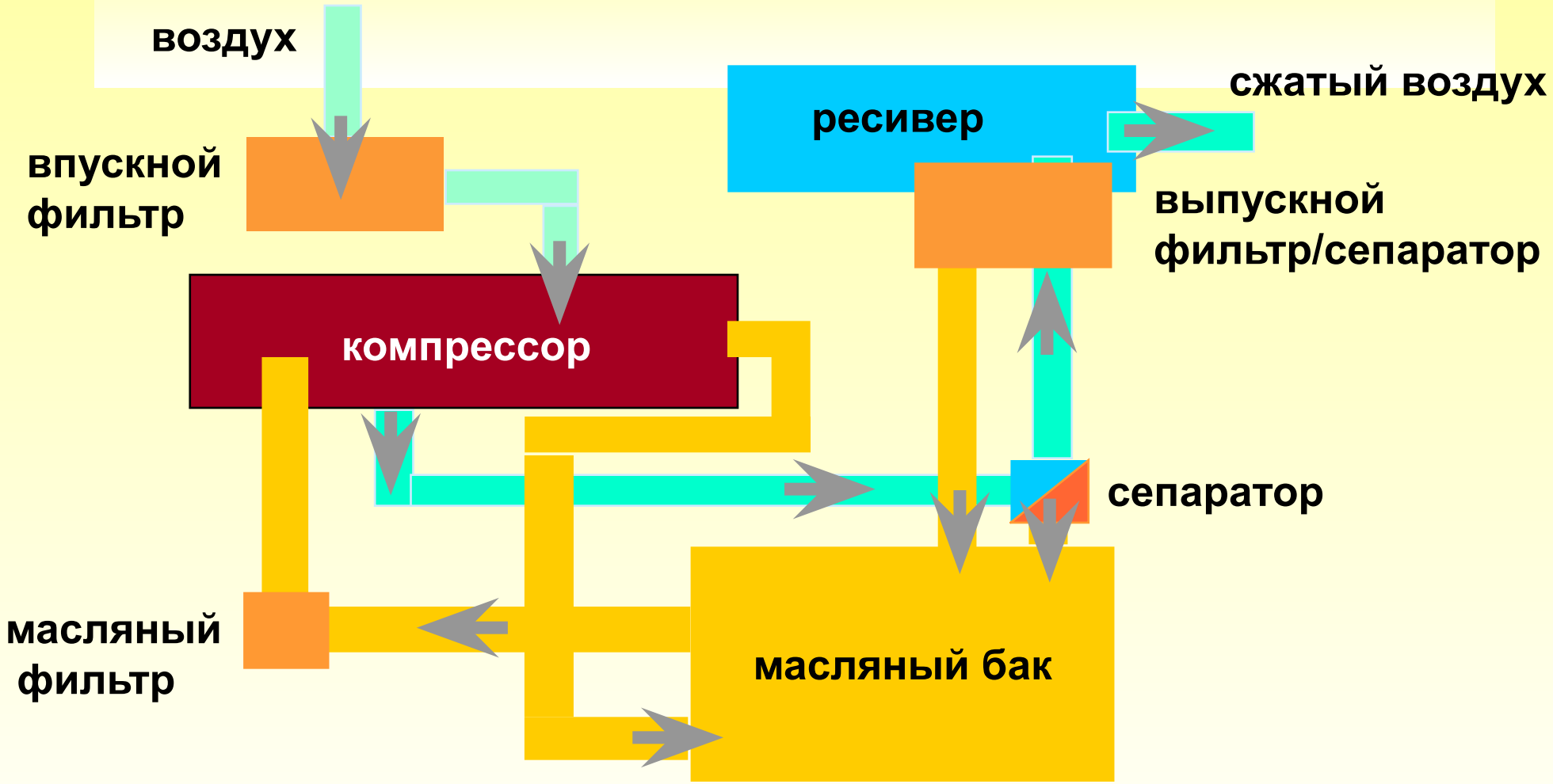
- Более высокие давления
- шум и вибрации
- больше размеры/дороже
- много движущихся частей /выше эксплуатационные расходы

- Давления ниже
- менее шумные
- более компактные
- меньше движущихся частей /ниже эксплуатационные расходы

Поршневые

Ротационные

СИСТЕМА СМАЗКИ ВИНТОВОГО КОМПРЕССОРА



МАСЛА ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ КОМПРЕССОРОВ

Функции :

- смазывание;
- уплотнение;
- защита от коррозии;
- охлаждение.

Свойства :

- вязкостно-температурные характеристики (обычно ISO 32-100);
- термо- и окислительная стабильность;
- антикоррозионные (защитные) качества;
- растворяющая способность;
- деэмульгирующие качества;
- антипенные свойства;
- противоизносные свойства.

для ротационных компрессоров

КЛАССИФИКАЦИЯ ISO МАСЕЛ ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ КОМПРЕССОРОВ

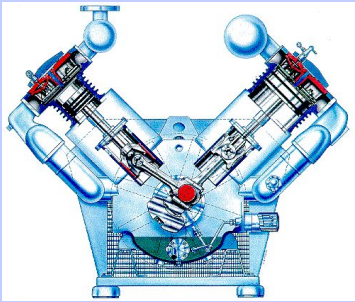
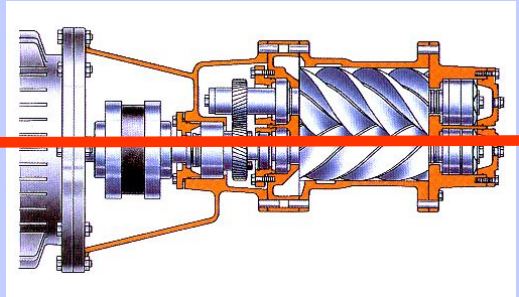
- **Поршневые и лопастные компрессоры**
  - **легкие условия DAA**
  - **(t<160 ^{0}C, p<10 бар, степень сжатия<3:1 или t<140 ^{0}C, p>10 бар, степень сжатия<3:1)**
  - **средние условия DAB**
  - **(t>160 ^{0}C, p<10 бар, степень сжатия<3:1 или t=140-160 ^{0}C, p>10 бар, степень сжатия<3:1 или степень сжатия>3:1)**
  - **тяжелые условия DAC**
- **Ротационные компрессоры (лопастные и винтовые)**
  - **легкие условия DAG (t<90 ^{0}C, p<8 бар)**
  - **средние условия DAH (t<100 ^{0}C, p=8-15 бар или t=100-110 ^{0}C, p<8 бар)**
  - **тяжелые условия DAJ (t>100 ^{0}C, p<8 бар или t>100 ^{0}C, p=8-15 бар или p>15 бар)**

(по давлению нагнетания и температуре нагнетаемого воздуха)

Рост температуры и давления

180°C или 30 бар

100°C или 10 бар

Shell Corena AP	Shell Corena AS
	
Shell Corena P	Shell Corena S

Другие: Vitrea, Corena D, Cassida Fluid CR

SHELL CORENA S

- Высококачественный смазочный материала для ротационных винтовых и лопастных воздушных компрессоров
- Классы вязкости ISO 32, 46, 68, 100 and 150
- Длительный ресурс, > 4,000 hours life
- Безцинковая технология, слабый запах
- Низкое пенообразование и хорошее водоотделение
- Хорошая совместимость с уплотнительными материалами, хорошие противоизносные свойства
- Спецификации
  - отвечает требованиям ISO 6743-3A DAG (легкие условия) и DAH (средние условия)

SHELL CORENA AS

- Синтетический смазочный материал высшего качества для ротационных винтовых и лопастных воздушных компрессоров, работающих в тяжелых условиях (давление и температура)
- Классы вязкости ISO 32, 46 и 68
- Безпроблемная работа без замены в течение 8000 часов непрерывно (или 2 года с перерывами)
- Слабый запах нагнетаемого воздуха
- Совместимо с обычными эластомерами
- Спецификации
  - отвечает требованиям ISO 6743-3A DAG (легкие условия), DAH (средние условия) и DAJ (тяжелые условия)

SHELL CORENA D

- Всесезонное компрессорное масло, предназначенное для маслозаполненных винтовых и лопастных воздушных компрессоров
- Классы вязкости ISO 32, 46, 68 и 150
- Не образует стабильных эмульсий, легко отделяет воду
- Устраняет проблемы осушение холодного воздуха
- Высокая устойчивость к старению
- Хорошая защита от коррозии
- Отличные диспергирующие, моющие и противоизносные свойства

SHELL CORENA P

- Высококачественное минеральное масло с эффективными присадками
- Классы вязкости ISO 68, 100 и 150
- Преимущества
  - низкая тенденция к закоксовыванию (лучше, чем у некоторых синтетических масел)
  - отличная защита от коррозии,
  - отличные противоизносные свойства
- Спецификации
  - DIN 51506 уровень VD-L
  - ISO/DP 6521
  - ISO-L-DAB средний уровень
  - дополнительно: ISO 6743; ISO-L-DAC тяжелые условия
- Shell Corena P одобрено National Coal (UK), для условий обычно требующих синтетических масел
  Shell Corena P (ISO 150) одобрено Bauer для тяжелых условий, где обычно рекомендуются синтетические продукты

SHELL CORENA AP

- Синтетическое масло высшего качества для любых промышленных поршневых компрессоров, работающих в условиях постоянных высоких давлений (> 30 бар) и высоких температур нагнетаемого воздуха (> 180°C)
- Классы вязкости ISO 68, 100 и 150
- Отлично защищает от коррозии, закоксовывания и изнашивания
- Отсутствие отложений позволяет продлить интервал между очисткой клапанов (обычно он составляет от 250 до 1000 час.) до 2000 и даже 4000 час.
- Спецификации
  - DIN 51506 уровень VD-L level
  - ISO/DP 6521 ISO-L-DAB средние условия
  - ISO 6743 ISO-L-DAC тяжелые условия

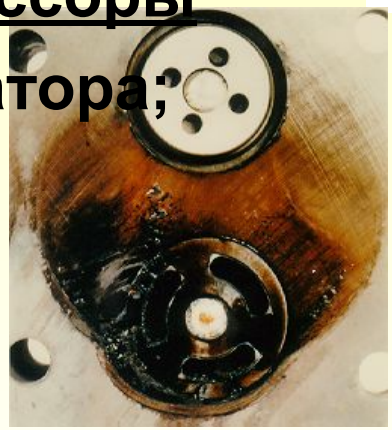
ПРОБЛЕМЫ ПРИ СМАЗЫВАНИИ ВОЗДУШНЫХ КОМПРЕССОРОВ

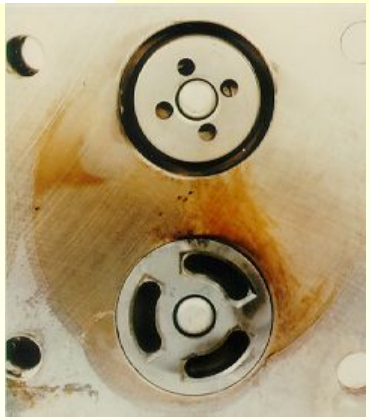
Поршневые компрессоры

- **углеродистые отложения на выпускных (нагнетательных) клапанах и линиях ;**
- **эмульгирование**

Ротационные компрессоры

- **блокирование сепаратора;**
- **эмульгирование;**
- **окисление масла;**
- **загустевание масла**





ГАЗОВЫЕ КОМПРЕССОРЫ

Могут работать с

- **инертными (азот, гелий, оксиды углерода, водород и т.д.);**
- **углеводородными (природный газ, этан, этилен и др.);**
- **химически активными (хлор, аммиак и пр.) газами.**

- **в случае *инертных газов* могут применяться обычные минеральные масла.**

  Если в газе не допустимо присутствие следов масла, следует использовать безмасляные компрессоры.

МАСЛА ДЛЯ ГАЗОВЫХ КОМПРЕССОРОВ (1)

- ***углеводородные газы*** **в силу близости химической природы легко смешиваются/растворяются в масле, поэтому существует риск, что:**
  - **растворяющийся в масле газ снизит его вязкость;**
  - **конденсат, образующийся в цилиндре, может смывать масло со стенок цилиндра;**
  - **потери масла вместе с потоком газа могут быть очень велики.**

  Эти проблемы могут быть сняты при использовании масел на основе полигликолей (ПАГ).

  Для компрессоров, перекачивающих углеводороды, предназначенные для производства пластических масс, используемых для упаковки в пищевой промышленности, следует применять смазочные материалы, для которых допустим контакт с пищевыми продуктами.

МАСЛА ДЛЯ ГАЗОВЫХ КОМПРЕССОРОВ (2)

- ***химически активные газы*, которые могут взаимодействовать с минеральными маслами, используются особые методы:**

  Кислород **- (взрывоопасная смесь) рекомендуется использовать безмасляные компрессоры или компрессоры смазываемые инертными синтетическими маслами (например, силиконовыми).**

  Хлор, хлористый водород и двуокись серы **- (реагируют с образованием шламов или отложений) используются безмасляные компрессоры.**

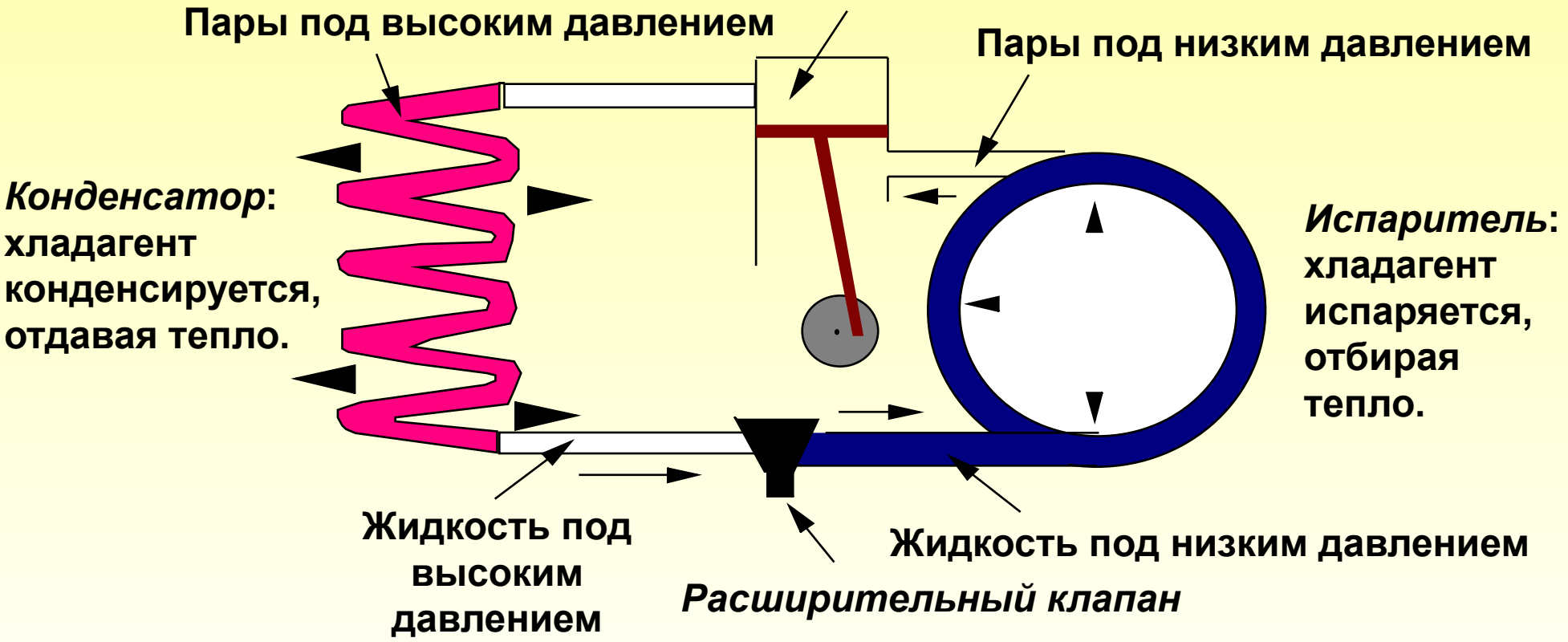
  Аммиак **- (может реагировать с некоторыми присадками в присутствии воды, образуя мыла) - использовать специально разработанные минеральные или синтетические масла для аммиачных поршневых компрессоров.**

МАСЛА ШЕЛЛ ДЛЯ ГАЗОВЫХ КОМПРЕССОРОВ

Madrela GD	Маловязкое (ISO 32); для углеводородных газов низкого давления.
Madrela GP	Высоковязкое (ISO 190); для углеводородных газов высокого давления, поршневых компрессоров.
Madrela GS	Средневязкие (ISO 46 or 68); для углеводородных газов умеренного давления, винтовых компрессоров.
Madrela E	Высоковязкое (ISO 190); для гиперкомпрессоров (3000 бар) производства полиэтилена низкой плотности.
Madrela T	Высоковязкое (ISO 190); для поршневых компрессоров.

Все масла на основе полигликолей

ХОЛОДИЛЬНЫЕ КОМПРЕССОРЫ



ЭЛЕМЕНТЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

- ***Хладагент*** **- жидкость с низкой температурой кипения, погло-щает тепло при испарении и отдает его при конденсации.**
- ***Компрессор*** **сжимает газообразный хладагент, при этом возрастают его давление и температура.**
- ***Конденсатор*****, в котором горячий сжатый газ охлаждается и превращается в жидкость также под давлением.**
- ***Расширительный клапан*** **понижает давление, под которым находится хладагент, при этом температура кипения падает.**
- ***Испаритель*****, в котором хладагент кипит и переходит в газообразное состояние.**

ТИПЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ

Закрытый → **Компрессор и мотор заключены в единый кожух - мотор погружен в масло** (домашние холодильники и кондиционеры**).**

Полуоткрытый → **Компрессор и мотор заключены в единый кожух - мотор не контактирует с маслом** (небольшие промышленные холодильники).

Открытый → **Компрессор и мотор разделены** (большие промышленные и судовые холодильные установки).

МАСЛА ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ

Основные функции:

- **смазывать снижая трение и изнашивание;**
- **уплотнять сжатый газ;**
- **охлаждать подшипники и корпус компрессора;**
- **снижать шум особенно в поршневых компрессорах;**
- **обеспечивать электроизоляцию мотора закрытого компрессора.**

Важнейшие свойства:

- **вязкостно-температурные характеристики (типичная вязкость ISO 32-100);**
- **термо- и химическая стабильность;**
- **противоизносные свойства;**
- **низкотемпературные качества;**
- **растворяющая способность по отношению к газообразному хладагенту;**
- **смешиваемость с жидким хладагентом (взаимная растворимость).**

ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С МАСЛОМ

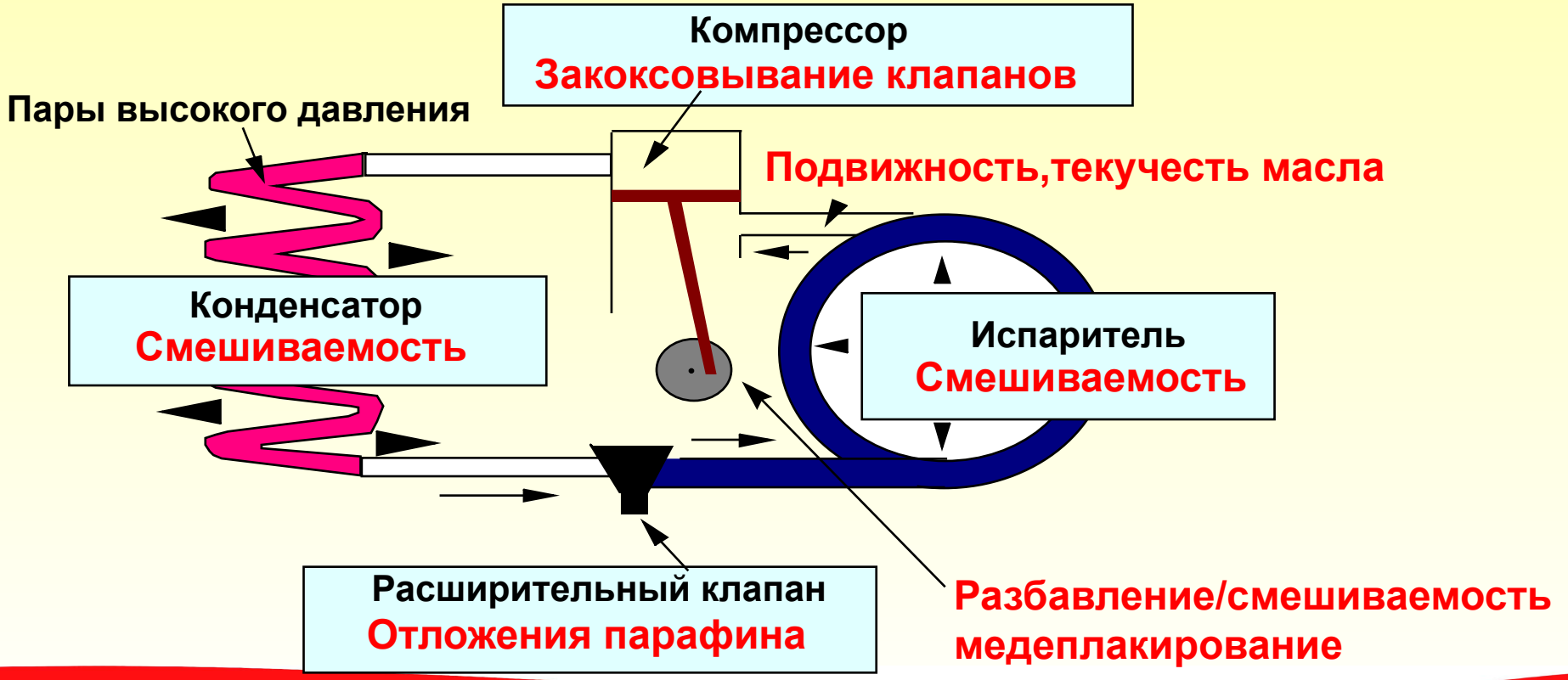
Вязкость → **растворяющийся газ снижает вязкость**

Низкотемпературные свойства → **отложения парафина**

Смешиваемость → **разделение фаз**

Химическая и термостабильность → **реакции**

Совместимость → **уплотнения**



КАКОЕ МАСЛО ВЫБРАТЬ

Хладагент	CFC R 12	HCFC R 22	HFC например, R 134 a	HC например, изобутан	NH_3 аммиак
Смазочный материал					
Clavus SG полигликоль	🔴	🔴	🔴	🔴	🟢 *
Clavus SP ПАО	🔴	🟡	🔴	🟡	🟢
Clavus AB алкилбензол	🟢	🟢	🔴	🟢	🟢
Clavus R эфир	🔴	🔴	🟢	🔴	🔴
Clavus SD полусинтетическое	🟢	🟢	🔴	🟡	🟡
Clavus G нафтеновое	🟢	🟢	🔴	🟢	🔴 **
Clavus нафтеновое	🟡	🟡	🔴	🟢	🟢

*только для систем без сепаратора

**только в отсутствие воды/воздуха

🟢 рекомендуется 🟡 допустимо 🔴 неприменимо

ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАСЛА SHELL CLAVUS

CLAVUS	Глубокоочищенное масло общего назначения, доступное, с хорошей окислительной стабильностью.
CLAVUS G	Глубокоочищенное масло общего назначения, с хорошей термической и окислительной стабильностью и хорошими смазывающими свойствами.
CLAVUS R	На основе полиэфиров для HFC (R 134 a) хладагентов
CLAVUS AB	На основе алкилбензолов, особо рекомендуется для HCFC хладагентов, а также где требуются специфические свойства (напр., хорошая окислительная стабильность с NH_3).
CLAVUS SP	На основе ПАО, разработано для аммиачных компрессоров.
CLAVUS SG	Специальный продукт на основе полиалкиленгликолей. Растворим в аммиаке (для систем без сепаратора) и систем, использующих в качестве хладагента CO_2.
CLAVUS SD	Полусинтетическое (смесь минерального и алкилбензолов) рекомендовано для HCFC.

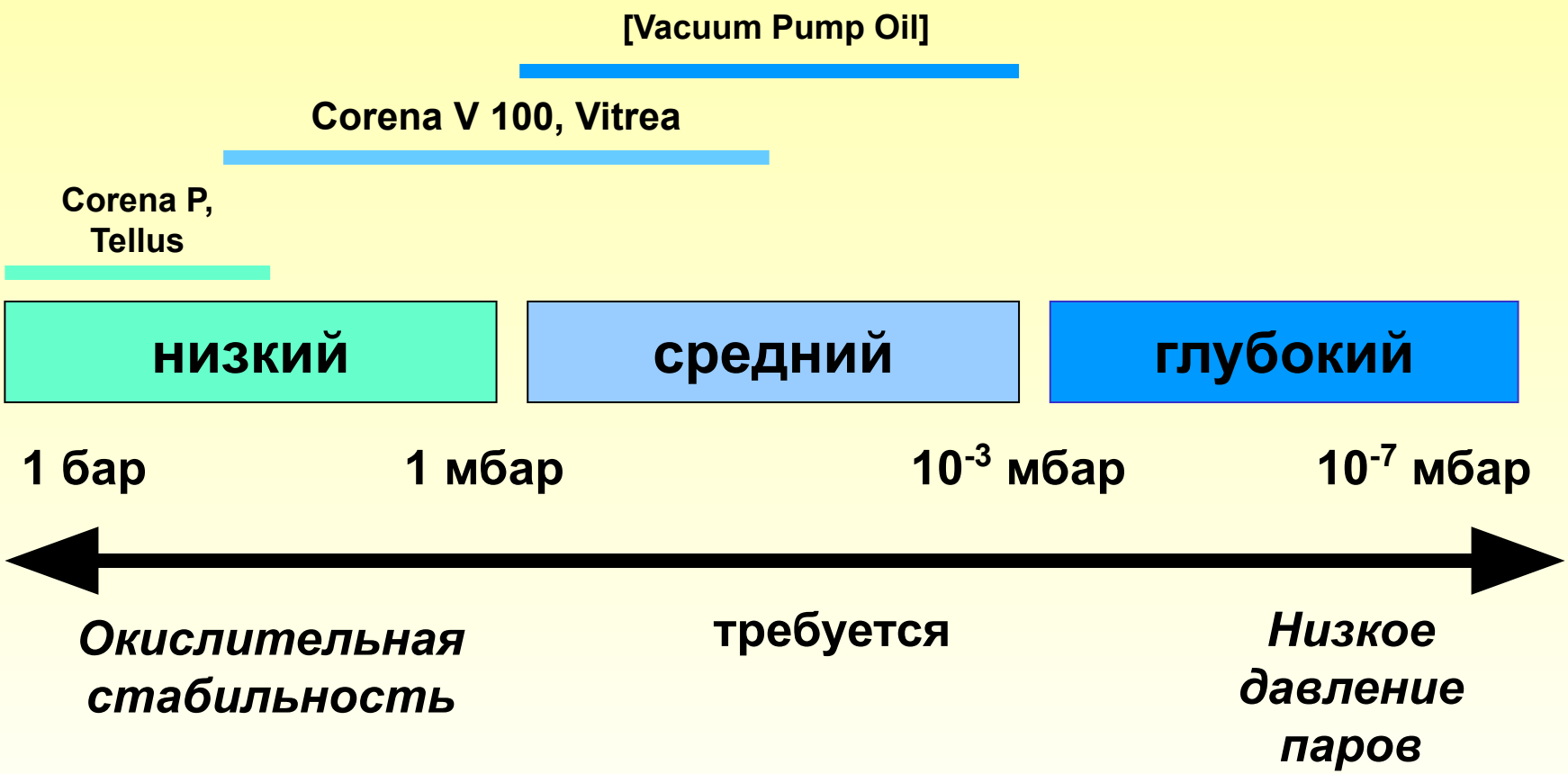
ЧТО ТАКОЕ ВАКУУМ

- **Вакуум - давление ниже атмосферного**
- **Атмосферное ддавление ≈ 10^5 Н/м^2 (= 10^5 Па)**

  (= 1.013 бар, =14.7 psi, = 760 мм рт. столба, =10.34 м водного столба)

Типичный вакуум, используемый в промышленности

низкий	средний	глубокий

1 бар **1 мбар** **10^{-3} мбар** **10^{-7} мбар**

МАСЛА ШЕЛЛ ДЛЯ ВАКУУМНЫХ НАСОСОВ