

# КОМПРЕССОРНЫЕ МАСЛА



## ФУНКЦИЯ КОМПРЕССОРА

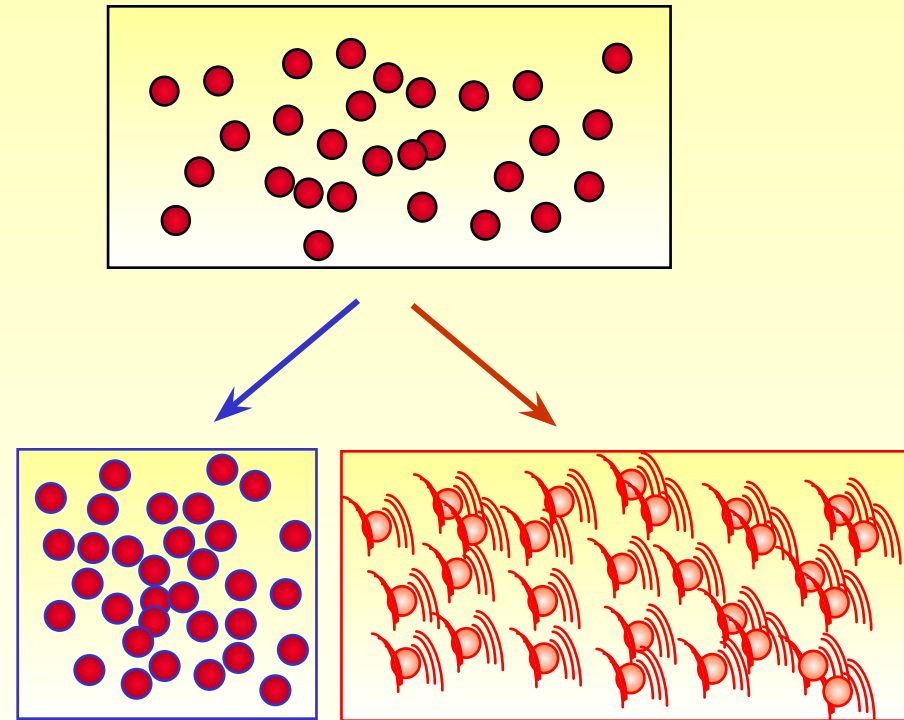
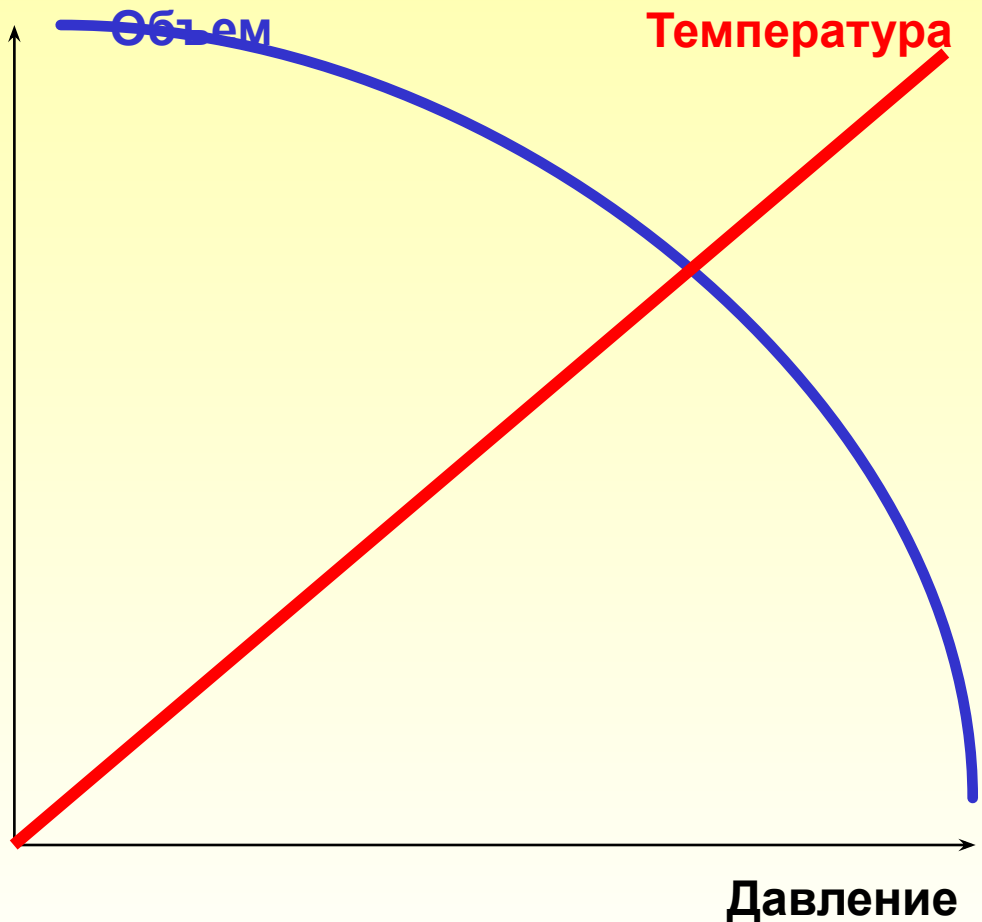
Основная функция компрессора состоит в преобразовании механической энергии в энергию сжатого газа. В такой форме ее можно хранить и использовать, если позволить газу расширяться.

### Принцип действия:

- ***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<sup>3</sup>/мин. воздуха с относительной влажностью 75% до давления 8 бар, “производит” до 5 л воды в час.

атмосферный воздух  
температура 20°C  
отн.влажность - 75%

сжатие

давление 7 бар  
температура 200°C  
отн.влажность 60%

охлаждение

давление 7 бар  
температура 25°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**

### по назначению:

- **воздушные**
- **газовые**
- **холодильные**
  
- **одноступенчатые**
- **многоступенчатые**

динамические



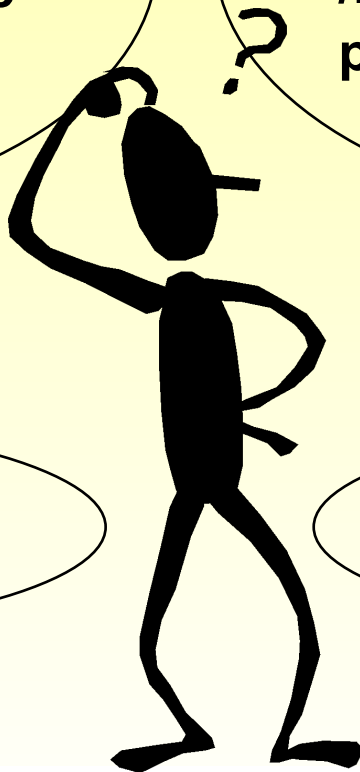
## ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

- 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

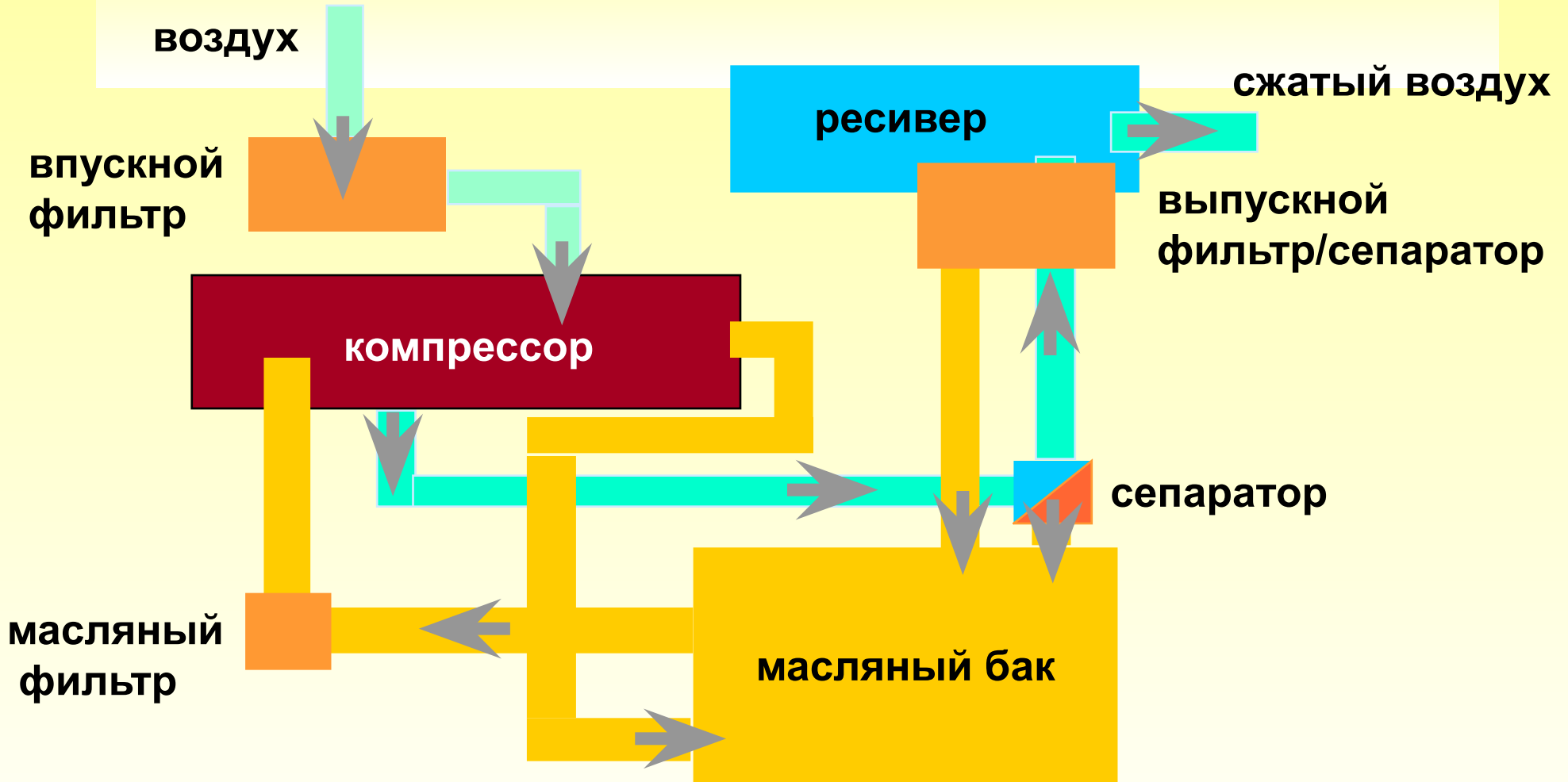
Поршневые

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

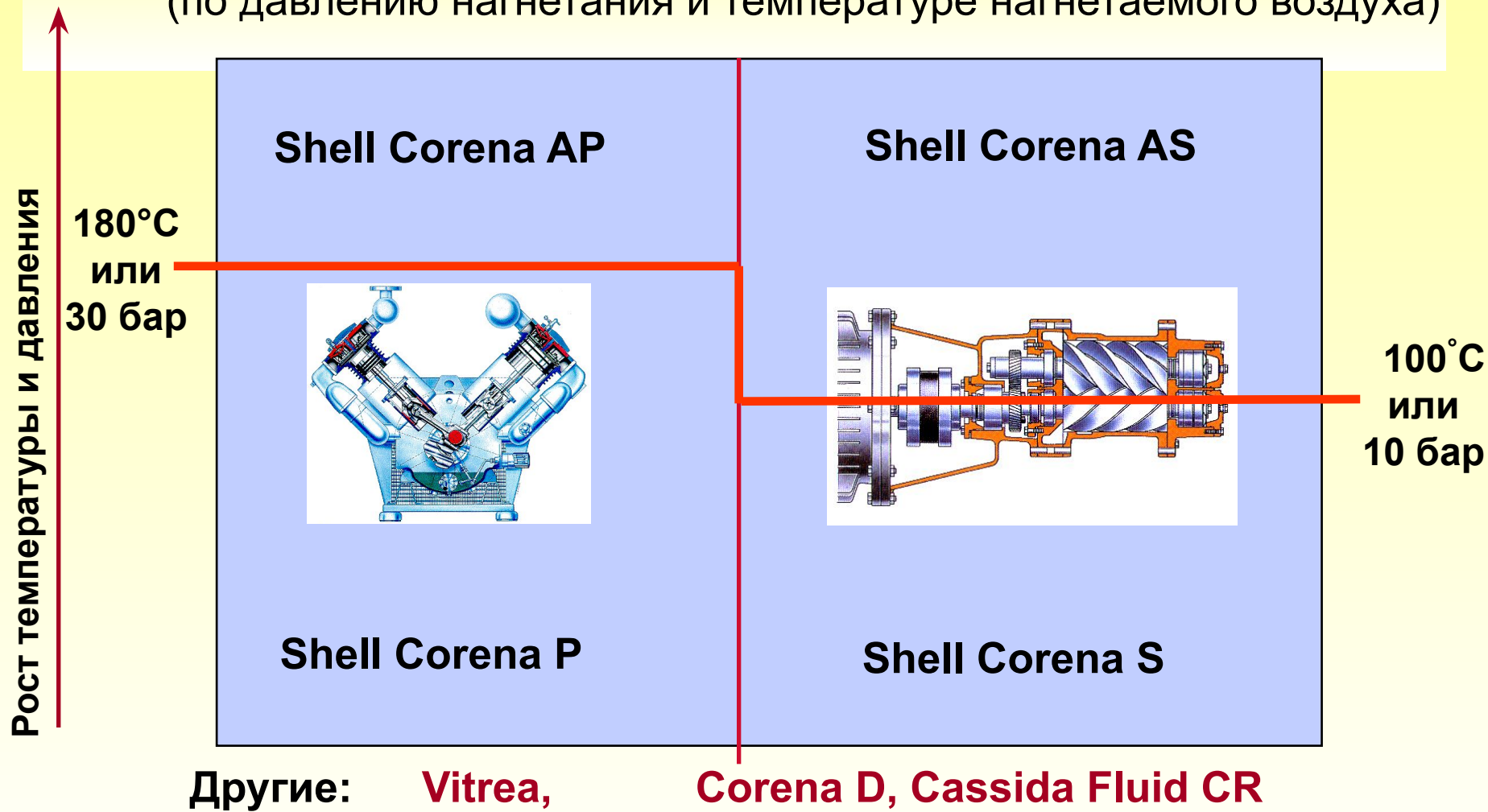




# КЛАССИФИКАЦИЯ ISO МАСЕЛ ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ КОМПРЕССОРОВ

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

(по давлению нагнетания и температуре нагнетаемого воздуха)





## 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 DAN (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), DAN (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 ( $> 180^{\circ}\text{C}$ )
- 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

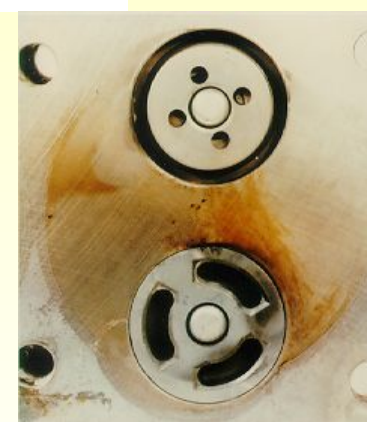
## Поршневые компрессоры

- 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.



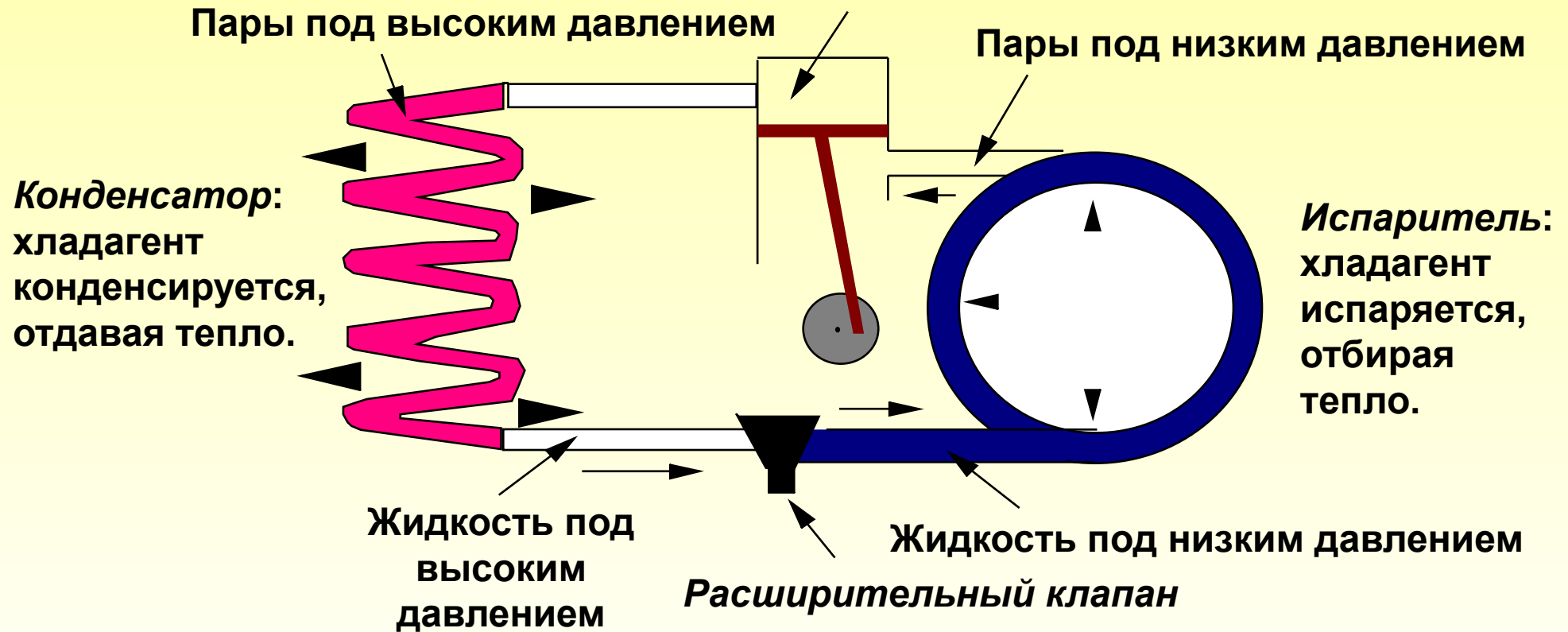
## МАСЛА ШЕЛЛ ДЛЯ ГАЗОВЫХ КОМПРЕССОРОВ

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

Все масла на основе полигликолей

# ХОЛОДИЛЬНЫЕ КОМПРЕССОРЫ

## Компрессор





## ЭЛЕМЕНТЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

- ***Хладагент*** - жидкость с низкой температурой кипения, поглощает 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:

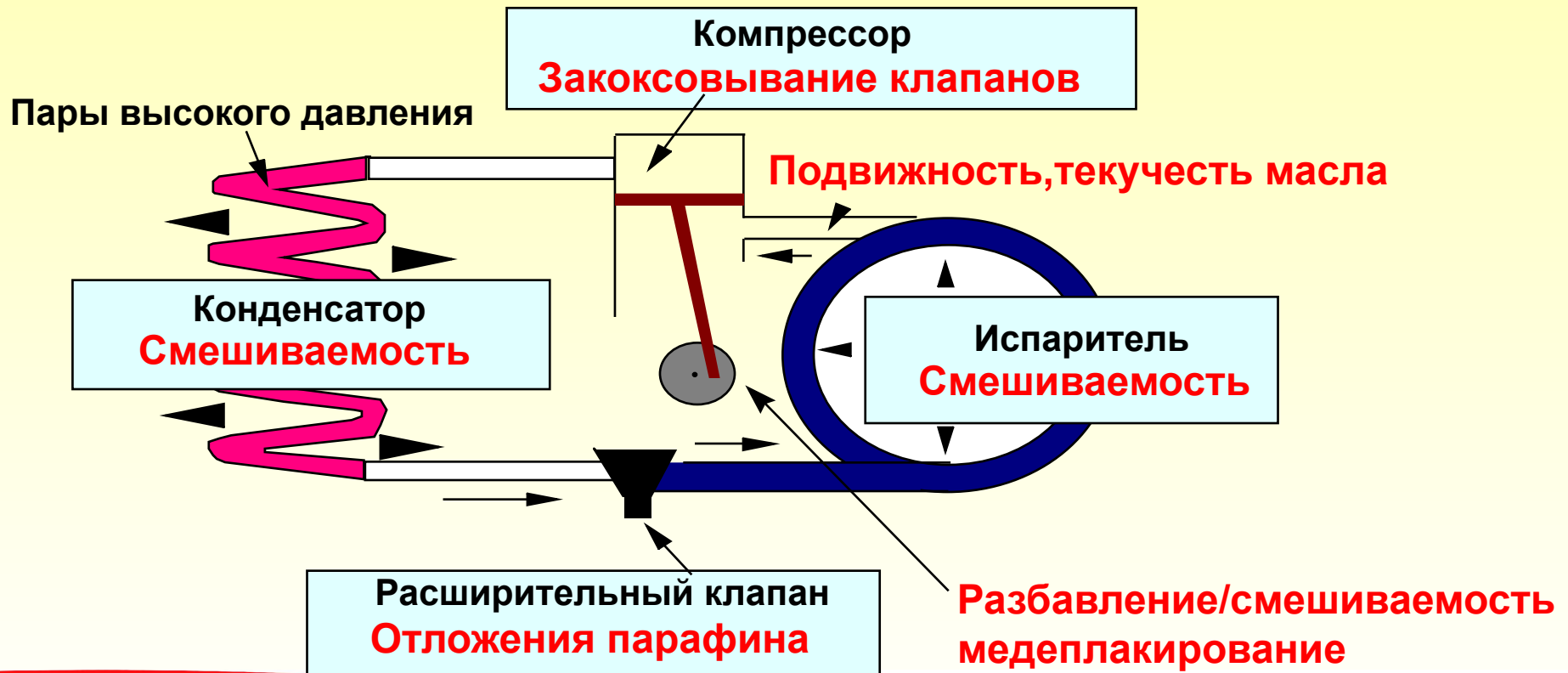
- вязкостно-температурные характеристики (типичная вязкость ISO 32-100);
- термо- и химическая стабильность;
- противоизносные свойства;
- низкотемпературные качества;
- растворяющая способность по отношению к газообразному хладагенту;
- смешиваемость с жидким хладагентом (взаимная растворимость).





# 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 а	НС например, изобутан	NH <sub>3</sub> аммиак
<b>Смазочный материал</b>					
<b>Clavus SG</b> полигликоль					*
<b>Clavus SP</b> ПАО					
<b>Clavus AB</b> алкилбензол					
<b>Clavus R</b> эфир					
<b>Clavus SD</b> полусинтетическое					
<b>Clavus G</b> нафтяное					**
<b>Clavus</b> нафтяное					

\* только для систем без сепаратора

\*\* только в отсутствие воды/воздуха

рекомендуется    допустимо    неприменимо



## ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАСЛА SHELL CLAVUS

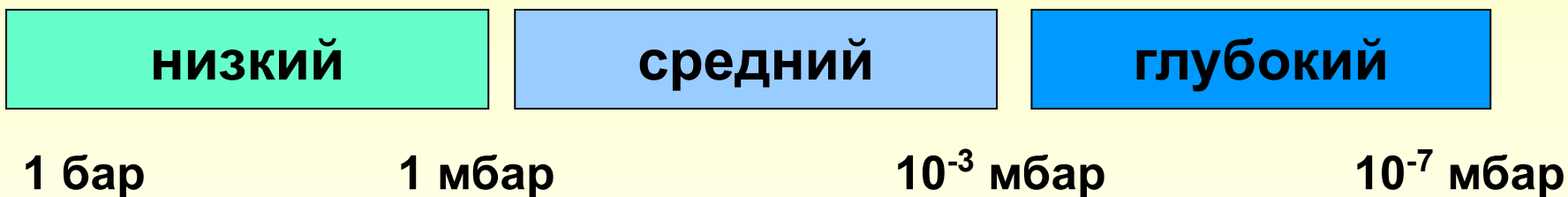
<b>CLAVUS</b>	Глубокоочищенное масло общего назначения, доступное, с хорошей окислительной стабильностью.
<b>CLAVUS G</b>	Глубокоочищенное масло общего назначения, с хорошей термической и окислительной стабильностью и хорошими смазывающими свойствами.
<b>CLAVUS R</b>	На основе полиэфиров для HFC (R 134 a) хладагентов
<b>CLAVUS AB</b>	На основе алкилбензолов, особо рекомендуется для HCFC хладагентов, а также где требуются специфические свойства (напр., хорошая окислительная стабильность с NH <sub>3</sub> ).
<b>CLAVUS SP</b>	На основе ПАО, разработано для аммиачных компрессоров.
<b>CLAVUS SG</b>	Специальный продукт на основе полиалкиленгликолей. Растворим в аммиаке (для систем без сепаратора) и систем, использующих в качестве хладагента CO <sub>2</sub> .
<b>CLAVUS SD</b>	Полусинтетическое (смесь минерального и алкилбензолов) рекомендовано для HCFC.



## ЧТО ТАКОЕ ВАКУУМ

- Вакуум - давление ниже атмосферного
- Атмосферное давление  $\approx 10^5 \text{ Н/м}^2$  ( $= 10^5 \text{ Па}$ )  
( $= 1.013 \text{ бар}$ ,  $= 14.7 \text{ psi}$ ,  $= 760 \text{ мм рт. столба}$ ,  $= 10.34 \text{ м водного столба}$ )

### Типичный вакуум, используемый в промышленности





# МАСЛА ШЕЛЛ ДЛЯ ВАКУУМНЫХ НАСОСОВ

