

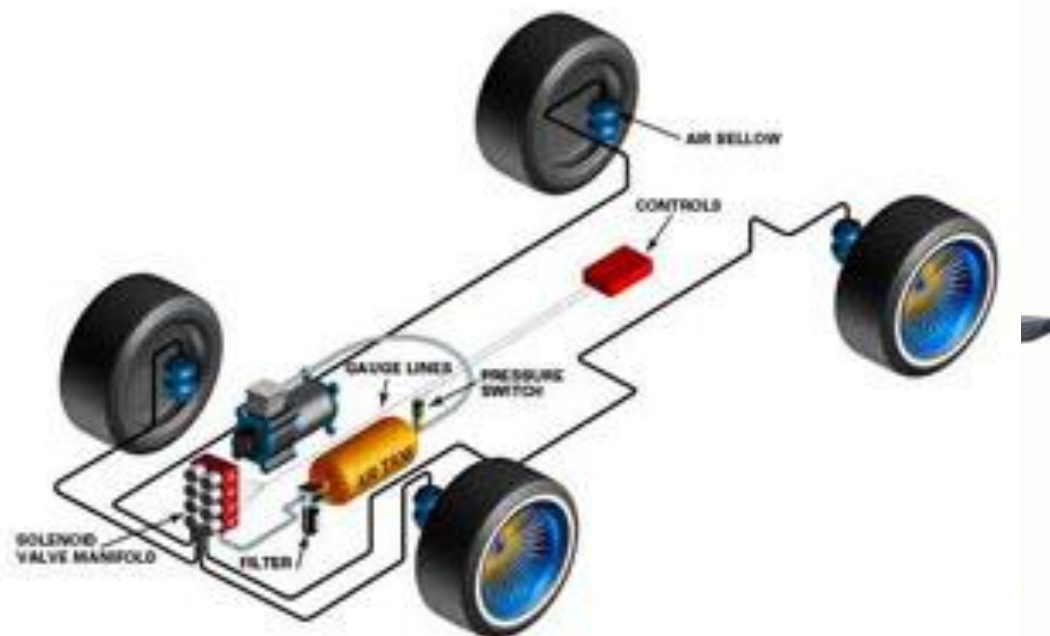
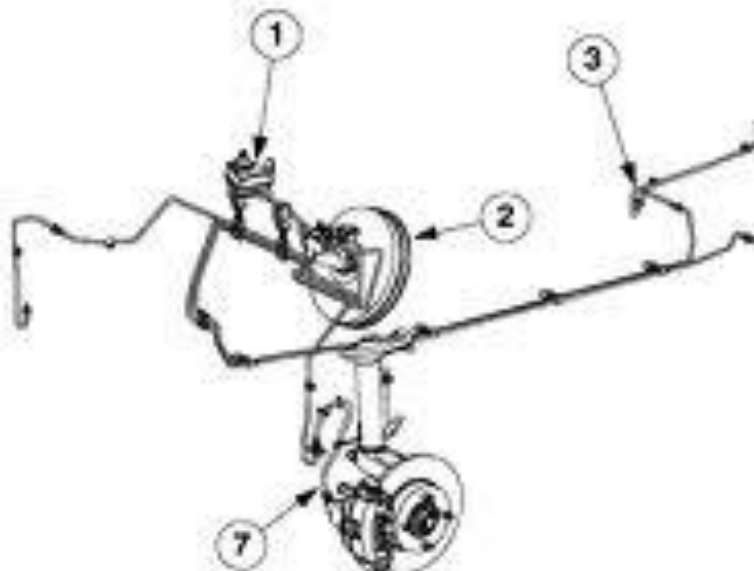
# **Объемные гидромашины и гидропередачи**

## **Лекция 2**

**Рабочие жидкости используемые в гидросистемах**

## Гидравлические (рабочие) жидкости используются для:

- ▶ передачи энергии;
- ▶ смазки;
- ▶ охлаждения;
- ▶ защиты от коррозии;
- ▶ уменьшения износа.



Различные области применения гидроприводов (р, Т)- различные эксплуатационные свойства рабочих жидкостей.

# Какую жидкость выбрать?



Подбор наиболее подходящей жидкости для конкретного применения - обеспечивает безопасную и экономичную эксплуатацию.

# Области применения гидроприводов и рабочих жидкостей

Область применения	Применяемые рабочие жидкости *)	Максимальное рабочее давление, бар	Температура окружающей среды, С	Место эксплуатации
Транспортное машиностроение	1·2·3	250	-40 до +60	внутри и снаружи
Мобильные машины	1·2·3	315	-40 до +60	внутри и снаружи
Специальный подвижный состав	1·2·3·4	250	-40 до +60	внутри и снаружи
Сельскохозяйственные и заготовительные машины	1·2·3	250	-40 до +50	внутри и снаружи
Судостроение	1·2·3	315	-60 до +60	внутри и снаружи
Самолетостроение	1·2·5	210(280)	-65 до +60	внутри и снаружи
Подъемно-транспортное оборудование	1·2·3·4	315	-40 до +60	внутри и снаружи
Станкостроение	1·2	200	18 до 40	внутри
Прессостроение	1·2·3	630	18 до 40	преимущественно внутри
*)1 - минеральные масла; 2 - синтетические рабочие жидкости; 3 - экологически чистые рабочие жидкости; 4 - вода, HFA, HFB; 5 - специальные жидкости				

# Требования к жидкостям

## 1. Смазывающие и антиизносные характеристики

***К износу ОГМ и гидропривода в целом могут привести:***

**Задиры** (масляная пленка на всех движущихся частях разрушается):

- высокого давления;
- недостаточного подвода масла;
- низкой вязкости масла;
- медленных или чрезмерно быстрых скоростей скольжения.

**Коррозия**

- длительные простои гидроприводов;
- применение неподходящих рабочих жидкостей;
- влажность вызывает появление коррозии на поверхностях скольжения.

**Истирание**

- использовании загрязненных или недостаточно отфильтрованных рабочих жидкостей (загрязнения в виде твердых частиц, металла, шлака, песка);
- при высоком значении скорости потока износ могут вызывать и чужеродные вещества, захваченные жидкостью.

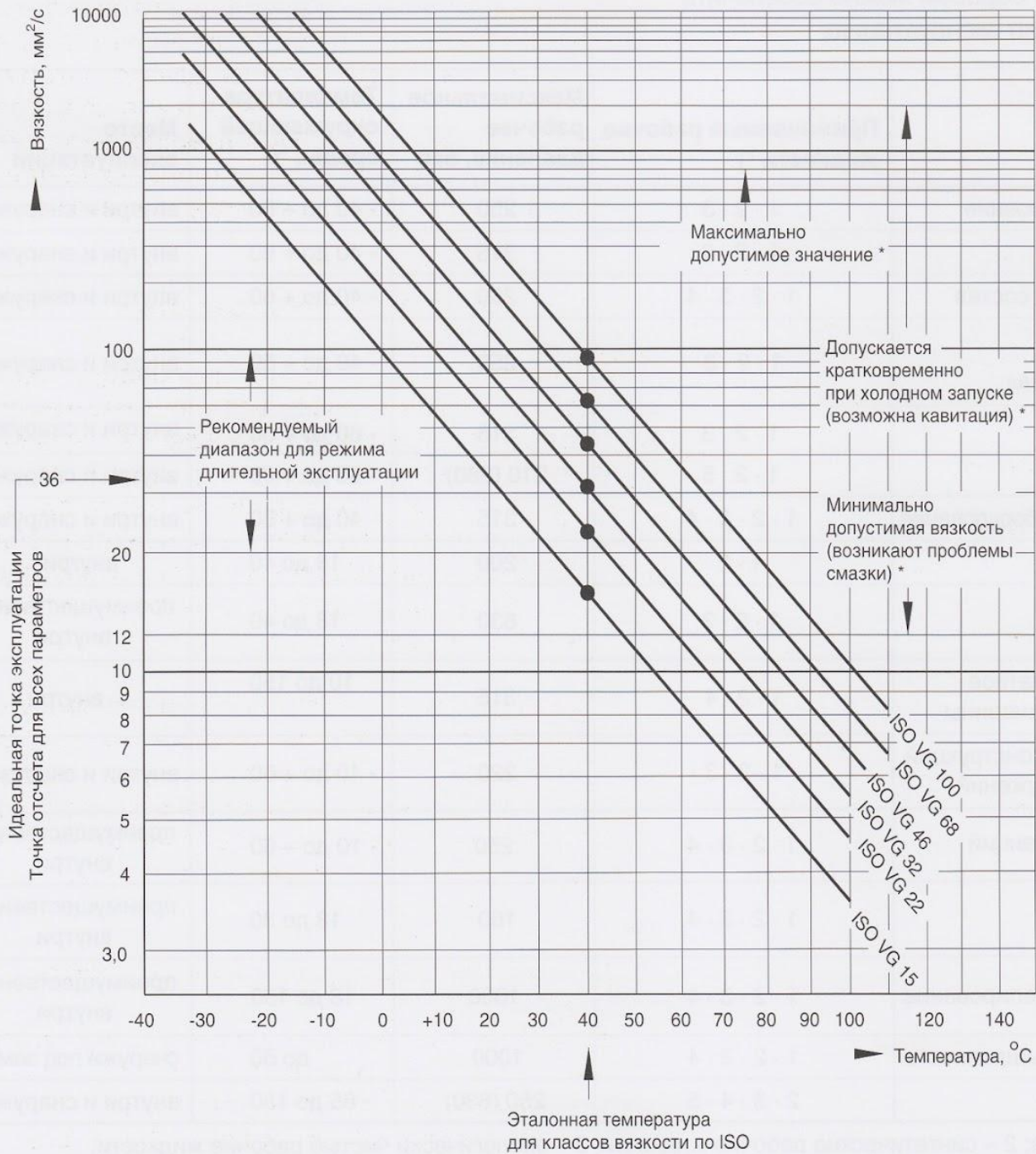
**Усталость**

- кавитационные процессы в жидкости;
- в следствии присутствия воды в рабочей жидкости.

2

ТН

В  
П



\*) Для каждого случая применения компонента должны учитываться рекомендации из каталогов

О  
е



# Требования к жидкостям

## 3. Индекс вязкости

Индекс вязкости - это относительная величина, показывающая степень изменения вязкости масла в зависимости от температуры в градусах Цельсия и определяющая пологость кривой кинематической вязкости от температуры.

Чем выше индекс вязкости, тем меньше изменяется вязкость жидкости

Индекс вязкости определяется в соответствии со стандартом DIN ISO 2909.

(Изменение температуры)-(Изменение вязкости)-(изменяются условия дросселирования)-(скорость движения гидродвигателей).

# Требования к жидкостям

- ▶ Значения ИВ:
  - ▶ Минеральны
  - ▶ Гидравличе
  - ▶ Специальны

Жидкость с наилучшим индексом вязкости характеризуется более пологим углом наклона на диаграмме зависимости от температуры.

Вязкость,  
сСт

46

40

Температура, град

Высокий ИВ

Нормальный ИВ

Рабочие жидкости с высоким индексом вязкости необходимы для применения, прежде всего, в условиях больших температурных перепадов, например в гидроприводах мобильных машин, автомобилей и самолетов.



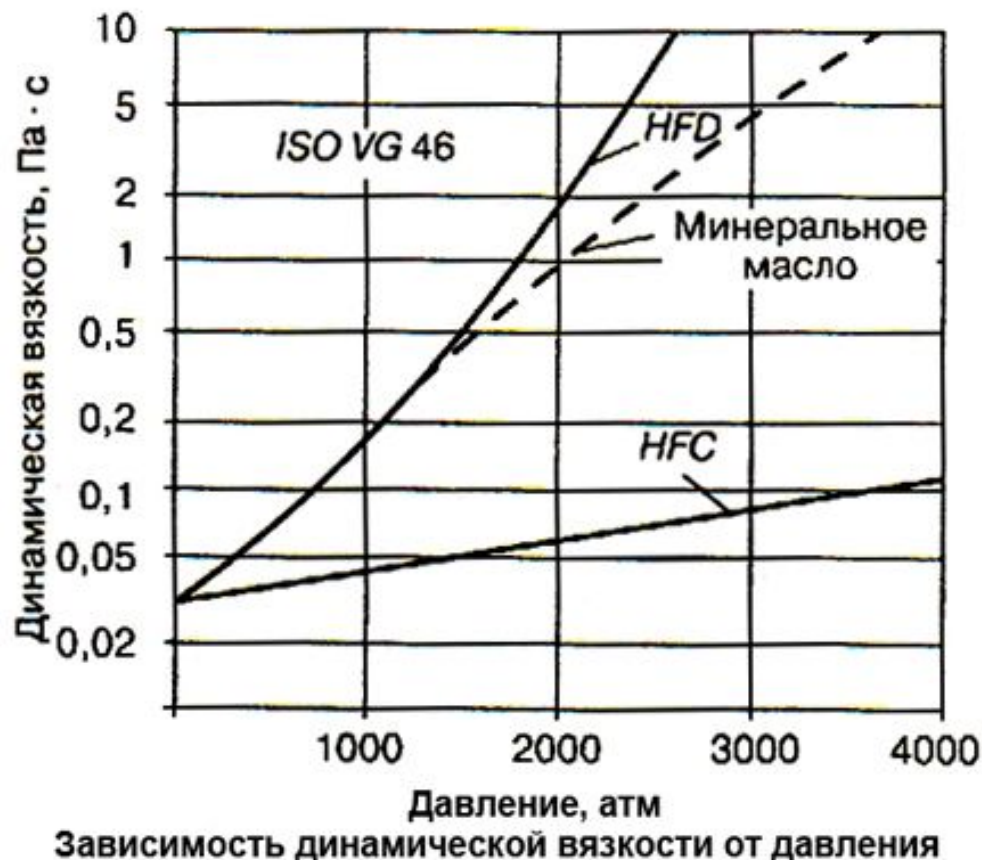
# Требования к жидкостям

## 4. Зависимость вязкости от давления

Вязкость рабочих жидкостей изменяется при повышении давления.

При давлениях свыше 200 бар это обстоятельство необходимо учитывать в процессе проектирования гидропривода.

При давлении около 400 бар вязкость уже удваивается

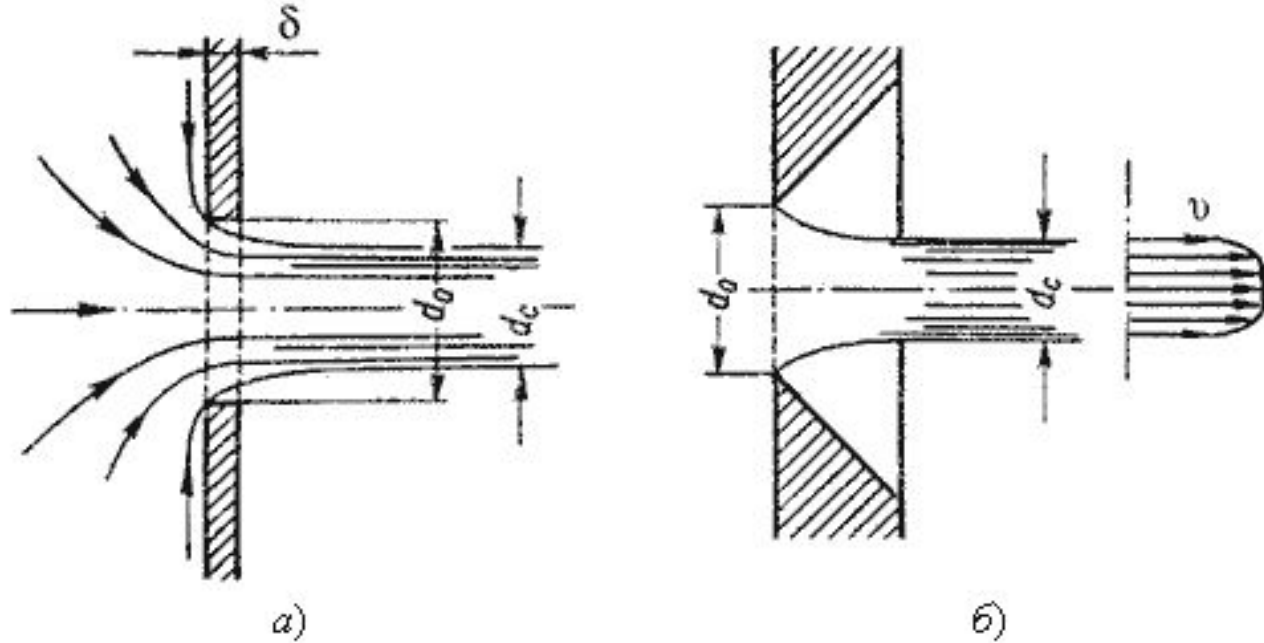


## 5. Совместимость с различными материалами

Рабочие жидкости должны хорошо совмещаться с другими используемыми в гидроприводах материалами, например, для подшипников, уплотнений, окраски и т.д.

# Требования к жидкостям

6. Стабильность  
В процессе дробления механически на



Этот процесс ограничивает срок службы рабочей жидкости.

Выход – в рабочую жидкость введены присадки улучшающие индекс вязкости, ее чувствительность к срезу увеличивается.

Допустимая нагрузка на срез в гидроаппаратах и насосах приводит к временному падению вязкости, которая, однако, затем снова нормализуется. Если же напряжение среза приводит к разрушению присадок, предшествующее значение вязкости более не восстанавливается.

# Требования к жидкостям

## 7. Термическая стабильность

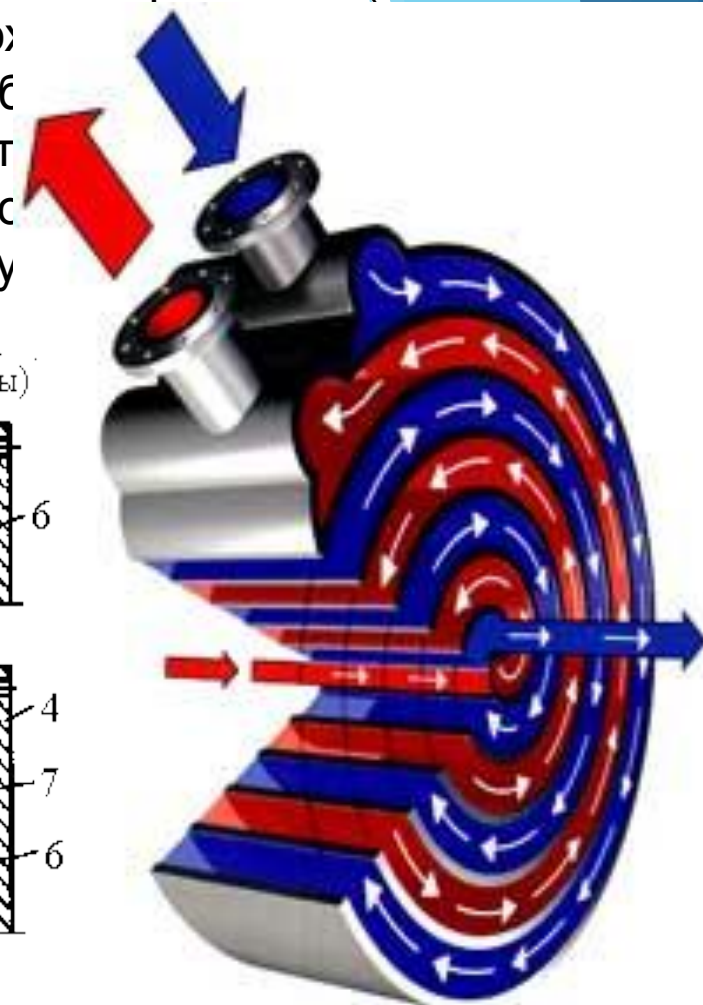
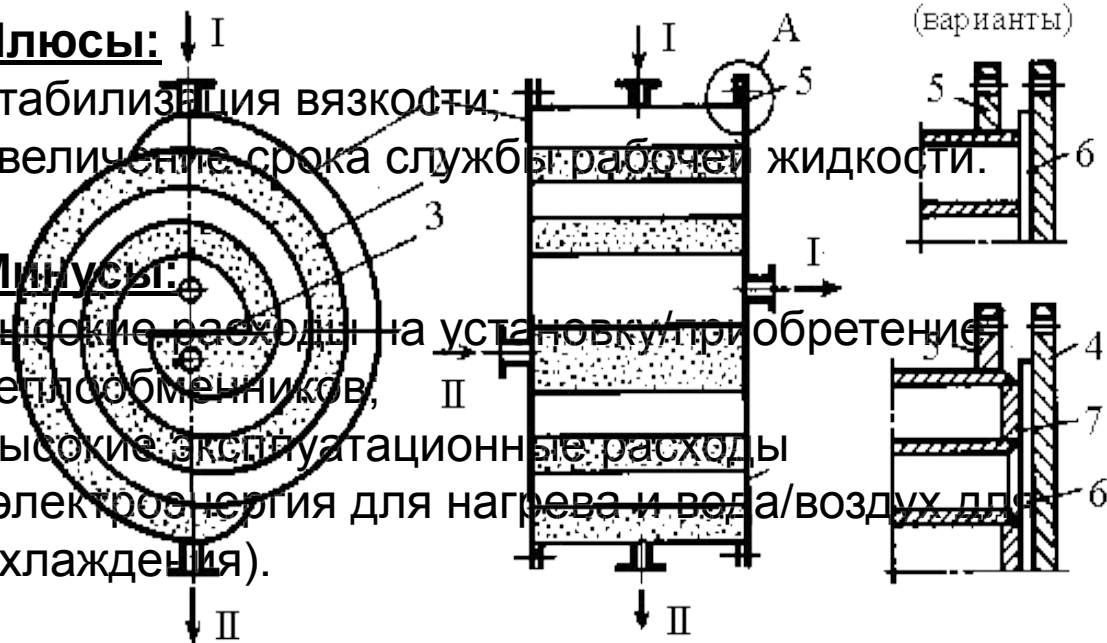
В процессе эксплуатации рабочая жидкость может нагреваться (желательно не выше 80 С). При остановке жидкость снова о: Повторяющиеся процессы влияют на срок службы. Поэтому гидравлические системы оснащаются т устройствами нагрева и охлаждения, которые пс эксплуатационную температуру на постоянном у

### Плюсы:

- стабилизация вязкости;
- увеличение срока службы рабочей жидкости.

### Минусы:

- высокие расходы на установку/приобретение теплообменников;
- высокие эксплуатационные расходы (электроэнергия для нагрева и вода/воздух для охлаждения).



# Требования к жидкостям

## 8. Антиокислительная стабильность

На процесс старения минеральных масел оказывает влияние:

- взаимодействие с кислотами (окисление);
- нагрев;
- воздействие света;
- катализ.

Повышенное поглощение кислорода активизирует коррозионные процессы в элементах конструкции.

Минеральные масла с высоким уровнем сопротивляемости старению содержат ингибиторы окисления, которые предотвращают быстрое поглощение кислорода.

Материалы и их комбинации применяемые в гидравлических компонентах:

- Медь;
- Свинец;
- Бронза;
- Латунь;
- Сталь.

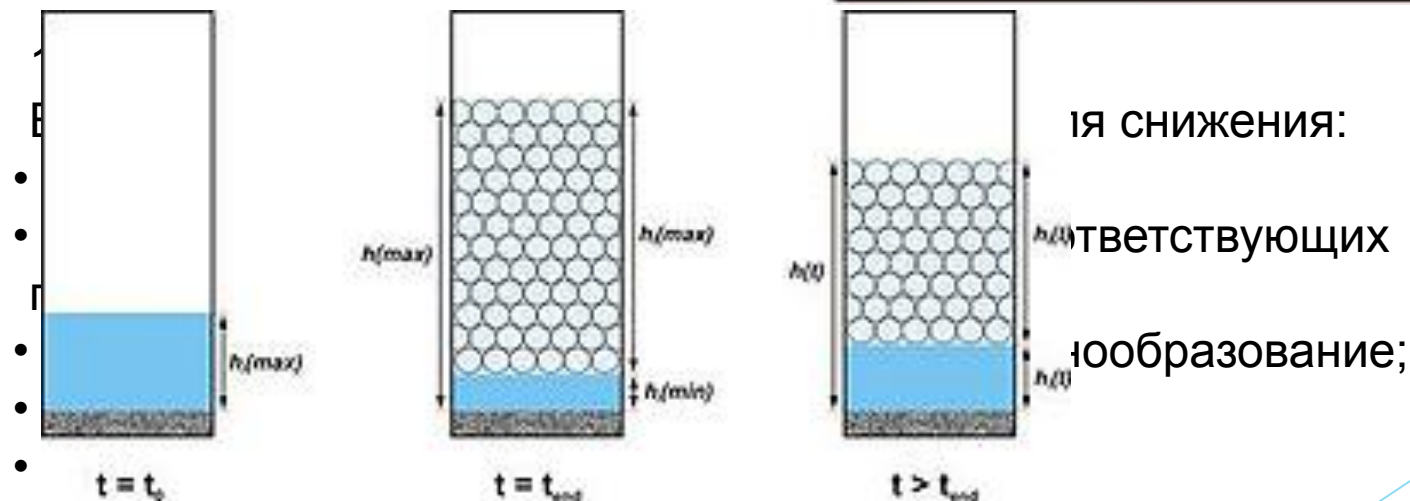






# Требования к жидкостям

10. Незначительное тепловое расширение  
При нагреве рабочей жидкости ее объем  
Когда в гидросистеме имеются большие  
принимать во внимание эксплуатации  
Объем минерального масла увеличивается  
повышения температуры.



Если насос засасывает вспененное масло, это может привести к серьезным неисправностям в гидросистеме и к быстрому отказу насоса.



# Гидробаки

А) Недостаток - над поверхностью жидкости постоянно обновляется воздух, содержащий влагу.

- На стенках бака - конденсат воды.

Б) Избыточное давление за счет подачи инертного газа (азота).

- изоляция рабочей жидкости от окружающего воздуха;
- облегчается работа насоса (избыточного давления на входе);

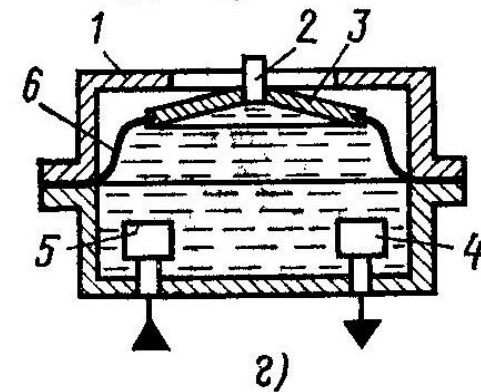
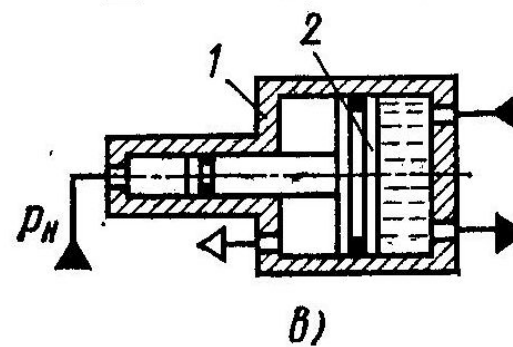
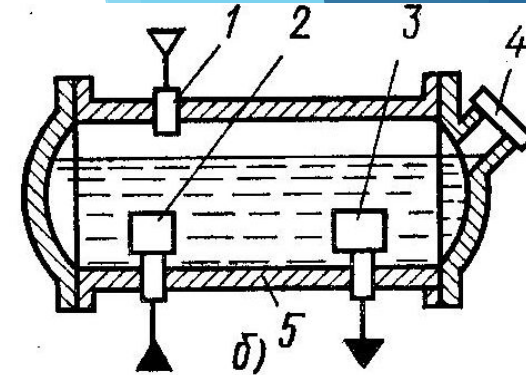
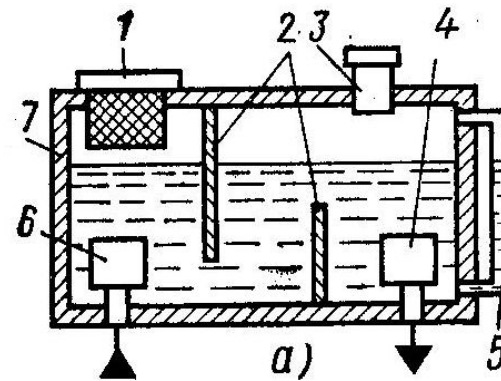
- необходимость заправки инертным газом;
- более интенсивное растворение газа в рабочей жидкости.

В) Отсутствует контакт рабочей жидкости с газом и обеспечивается избыточное давление жидкости.

- сложность из-за наличия поршня и плунжера с уплотнительными устройствами.

Г) С эластичным разделителем

- герметизация полости с рабочей жидкостью от воздуха и газа.



# Требования к жидкостям

12

Ра

др

Дл

Сл

13

Че

МС

Че

да



дух и с

# Требования к жидкостям

## 14. Высокая плотность

Плотность должна быть как можно выше, чтобы иметь возможность передавать большую мощность при равных объемах рабочей жидкости. Плотность минеральных масел находится в пределах от 0,865 до 0,9 г/см<sup>3</sup>. Плотность используется при преобразовании кинематической вязкости в динамическую и наоборот. На практике эталонной температурой для плотности является 15 С.

## 15. Хорошая теплопроводность

Выделяющиеся в насосах и гидромоторах тепло должно переноситься рабочей жидкостью в бак. Последний через свои стенки частично отдает подведенное тепло в окружающую среду. Если излучающей способности стенок недостаточно, должны предусматриваться дополнительные теплообменные устройства (маслоохладители) во избежание перегрева гидросистемы.



# Требования к жидкостям

16. Хорошие диэлектрические характеристики (непроводимость)

Рабочая жидкость должна по возможности не передавать электрическую энергию (например, при коротком замыкании, обрыве кабеля и т.д.).

Во многих случаях электромагниты находятся в рабочей жидкости с целью улучшения теплоотвода.

17. Негигроскопичность

Вода может проникать в гидросистему:

- через уплотнения гидроцилиндров и приводных валов;
- через негерметичные водяные охладители;
- в форме конденсата, образующегося на стенках бака;
- вместе со вежей рабочей жидкости заливаемой в бак.

Если содержание воды превышает 0,2% от общего объема:

- необходимо заменить рабочую жидкость;
- отделить воду с помощью сепараторов или центрифуг.

В гидроприводах, работающих на открытом воздухе в условиях высокой влажности и возможно дождя, после воздушного фильтра может устанавливаться воздухоосушитель.

Вода имеет более высокий удельный вес, она скапливается на дне бака и может удаляться в периоды простоя гидропривода (минеральное масло и вода не образуют химического соединения и могут снова разделяться).

# Требования к ПМ

18

Ги

- В
- В
- пр
- Дл
- тр
- с
- тр
- н

19

Дл  
не  
пр









Тр

21.1 Раб

"скл

- во е
- при
- в ре

22. )

Тип

фил

↑ вя

бол

При

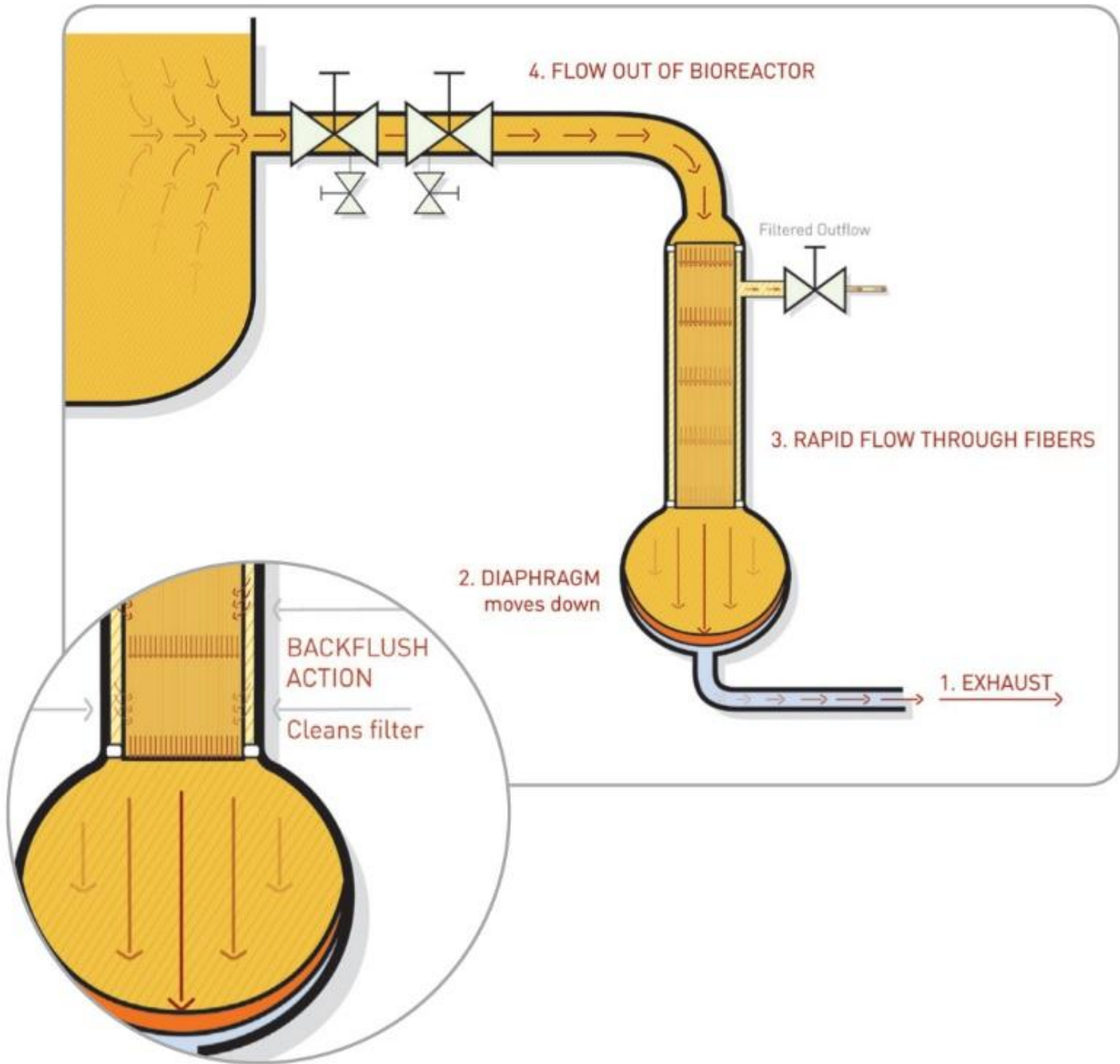
соот

Есл

мен

исп

фил



ся

# Требования к жидкостям



*СугСтранаМам*



# Рабочие жидкости и их класс водозагрязнения (WGK)

DIN 51524(сокр.) — Deutsches Institut für Normung e.V.— Немецкий институт по стандартизации (или по ISO 3498)

Гидравлическое масло на основе минерального	<b>WGK</b>
<b>Гидравлическое масло HL</b> Рабочая жидкость на базе минерального масла с присадками для повышения коррозионной защиты и сопротивляемости старению	<b>2</b>
<b>Гидравлическое масло HLP</b> Как масло HL, однако имеет дополнительные присадки для уменьшения задирного износа	<b>2</b>
<b>Гидравлическое масло HLP-D</b> Как масло HLP, однако имеет дополнительные диспергирующие и моющие присадки. В отличие от масел HLP нет никаких требований к величине воздухо- и водоотдачи	<b>3</b>
<b>Гидравлическое масло HVLP</b> Как масло HLP, однако имеет дополнительные присадки для улучшения соотношения вязкость - температура	<b>2</b>

WGK Класс водозагрязнения	0	1	2	3
Примечание	В основном не загрязняет воду	Слабо загрязняет воду	Загрязняет воду	Сильно загрязняет воду

# Пожаробезопасные гидравлические жидкости

## 1 HFA

- Эмульсия (95% вода и 5% масло);
- Низкая вязкость;
- Плохие смазывающие свойства;
- Проблемы с парообразованием и замерзанием.

## 2 HFV

- Обратная эмульсия (40% вода и 60% масло);
- Вязкость 46 - 100 сСт;
- Улучшенные смазывающие свойства;
- Проблемы с парообразованием и замерзанием

## 3 HFC

- Водно-гликолевый раствор (35 - 50% воды);
- Вязкость 22 - 46 сСт;
- Проблемы с парообразованием.

## 4 HFD Fluids

- Синтетические жидкости (органический фосфат);
- Вязкость 46 - 68 сСт;
- Лучшие противопожарные свойства;
- Может повредить краску и уплотнения;
- Высокая стоимость.



# Пример выбора подходящих гидравлических компонентов

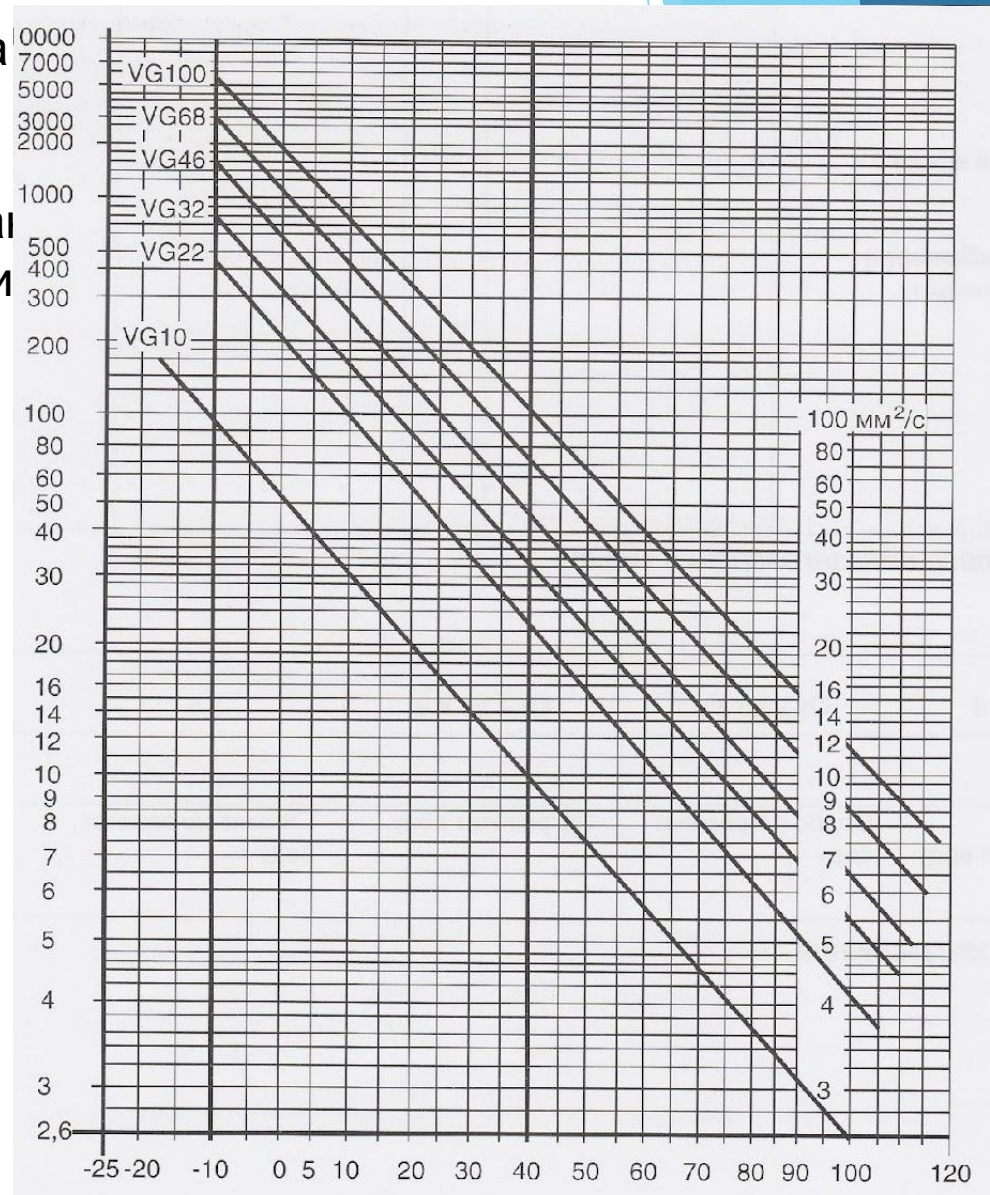
Цеховая крановая установка должна иметь гидропривод ходовой части и гидравлическую лебедку. Для разгрузки грузовых автомобилей край должен иметь возможность выезда и помещения. Режим эксплуатации кранов - непрерывный.

Для данного случая применения необходимо учитывать температурный диапазон:

Температура окружающей среды от -10 до +40 С

Температура рабочей среды от 0 до +60С.

Из имеющейся номенклатуры рабочих жидкостей должна применяться жидкость с индексом ISO VG32.





# Пример выбора подходящих гидравлических компонентов

Для жидкости VG32 можно определить вязкость для указанных температур рабочей жидкости: при 0С=300 мм<sup>2</sup>/с; при +60=15 мм<sup>2</sup>/с

Для выбора подходящих гидравлических компонентов величины требуемых температуры и вязкости необходимо сравнивать с данными в каталогах гидравлических компонентов и выбрать в соответствии с возможностью применения.

Предельные каталожные значения температур и вязкостей рабочих жидкостей для некоторых гидравлических компонентов приведены в таблице

Компоненты	Допустимая температура	Допустимая вязкость	Оценка возможностей применения
Шестеренный насос	-15 до +80	10 до 300	Границы применения соответствуют требованиям
Пластинчатый насос (регулируемый)	-10 до +70	16 до 160	Интервал температур достаточен Диапазон значений вязкости недостаточен, поэтому пластичные насосы в данном случае не могут применяться
Аксиально-поршневой насос (регулируемый)	-25 до +90	10 до 1000	Границы применения лежат за пределами требований
Обратный клапан	-30 до +80	2,8 до 500	
Гидрораспределитель	-30 до +80	2,8 до 500	
Гидроклапан давления	-30 до +80	10 до 800	

# Пример выбора подходящих гидравлических компонентов

Предварительные оценки, приведенные в таблице, показывают, что существуют ограничения только по пластичным насосам.

При проектировании или замене гидрооборудования необходимо произвести пробную оценку пригодности. При этом необходимо принять во внимание, что в каталогах на конкретные изделия возможно указание дополнительных ограничений или наоборот - расширение интервалов при условии соблюдения определенных эксплуатационных параметров (например, давления, частоты вращения).

# Выводы

- Существует много типов жидкостей;
- Выбор жидкости определяется условиями работы системы и ее компонентов;
- Неправильный выбор жидкости влияет на рабочие характеристики и надежность системы