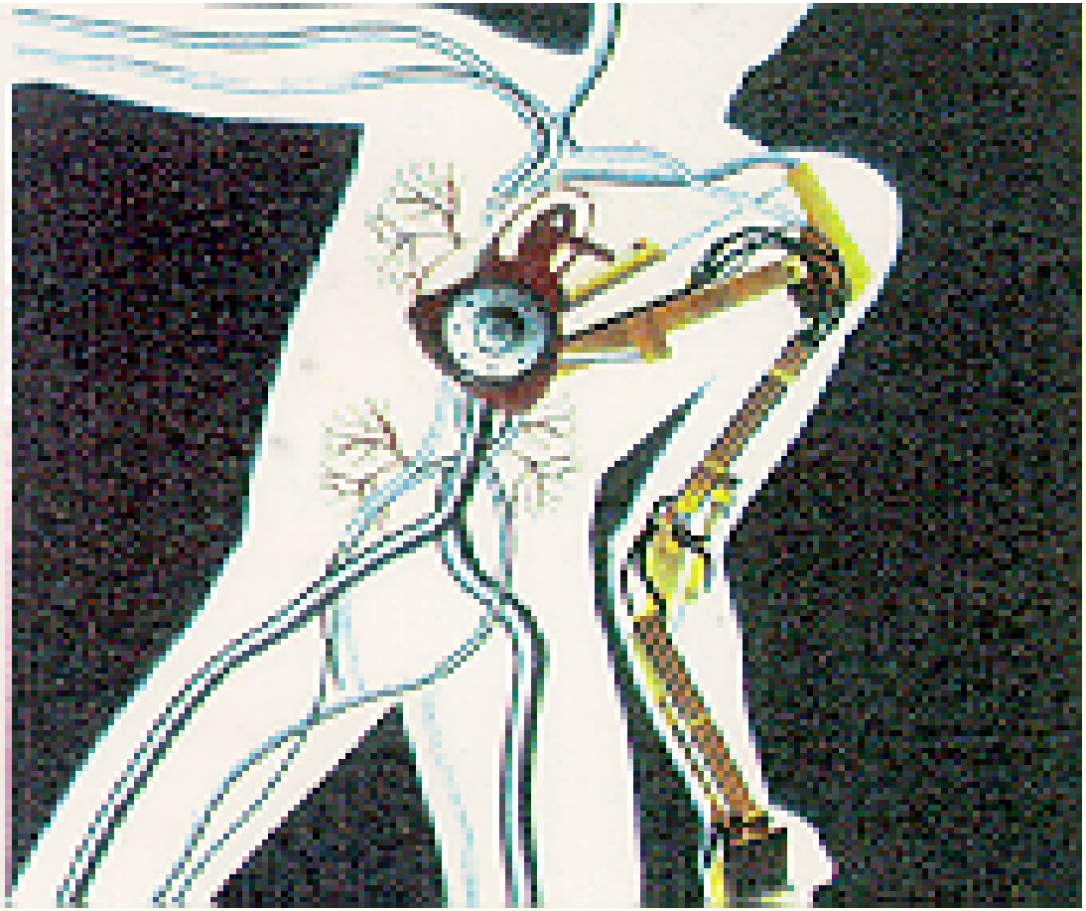
РАБОЧИЕ ЖИДКОСТИ ДЛЯ ГИДРОСИСТЕМ
(гидравлические масла)



ГИДРАВЛИКА - ЧТО ЭТО?

- **Гидравлическая передача - совокупность механизмов для передачи энергии (крутящего момента/усилия) от одного элемента к другому с помощью *рабочей жидкости*.**
- **Работа гидросистем может быть основана на 2 принципах:**
  - **в *гидрокинетических* системах энергия передается движущейся жидкостью;**
  - **в *гидростатических* системах энергию передает давление жидкости, при этом сама она остается более или менее статичной.**

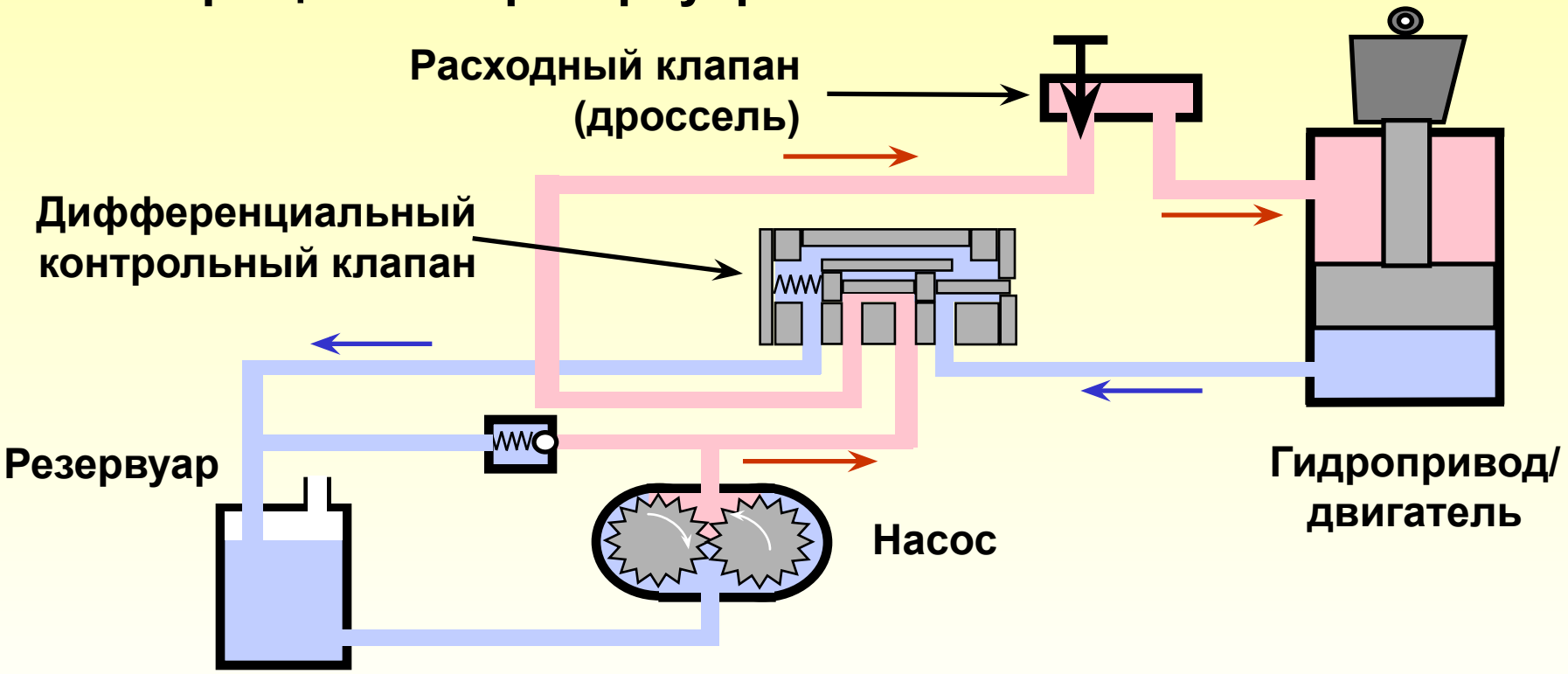
ПРИНЦИПЫ ГИДРАВЛИКИ

Жидкости практически несжимаемы и в закрытых системах они без потерь передают давление во всех направлениях, действуя с одинаковой силой на равные поверхности.

- Сила 10 Н, действуя на поверхность 1 см^2, создает давление 10 бар
- Давление 10 бар, приложенное на поверхность 100 см^2, способно выдержать груз 1000 кг

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

- ***Насос* подает *рабочую жидкость* из *резервуара.***
- **Рабочая жидкость поступает под давлением по *трубопроводам* к *гидравлическому приводу/двигателю.***
- **Вытесненная из двигателя рабочая жидкость возвращается в резервуар.**



ФУНКЦИИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

- Передача энергии от насоса к исполнительным органам.
- Надежное смазывание при минимальном трении и изнашивании в различных климатических зонах и при разных условиях эксплуатации.
- Охлаждение деталей гидросистемы.
- Защита от коррозии.
- Уплотнение зазоров между движущимися деталями.

СВОЙСТВА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МАСЕЛ

- Сжимаемость
- Деаэрация
- Антипенные свойства
- Вязкость
- Индекс вязкости
- Противоизносные свойства
- Противоскачковые характеристики
- Деэмульгируемость
- Термическая стабильность
- Антиокислительная стабильность
- Противокоррозионные свойства
- Фильтруемость
- Чистота

КОМПОНЕНТЫ РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

- Базовое масло (>95%)
- Антиокислительная присадка
- Ингибитор коррозии
- Пассиватор металла
- Антипенная присадка
- Депрессорная присадка
- Противоизносная присадка
- Противозадирная присадка
- Моюще-диспергирующая присадка
- Вязкостная присадка

ПРИНЦИПЫ ПОДБОРА СМАЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА
на примере гидравлических масел

Соответствие смазочного материала условиям эксплуатации в той или иной технике / оборудовании / узле определяется:

- **конкретной рекомендацией изготовителя оборудования, которая дается по результатам полевых испытаний или опыта эксплуатации (1)**

  например, Ingersol Rand
- **по спецификации изготовителя техники (2)**

  например, Vickers I-286-S, Denison HF-1
- **по международно признанной классификации (3)**

  например, DIN 51524 ч.2, SAE 10W+API CD+

- **классом вязкости (ISO) - может быть скорректирован с учетом диапазона температур (климатических условий), в котором эксплуатируется техника**

СПЕЦИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

- **Vickers M-2950-S, I-286-S**
  - **одобрение на основании результатов испытаний, представленных производителем масла**
- **Mannesmann Rexroth**
  - **включает масла, отвечающие требованиям DIN 51524-2, 3**
- **Denison HF-0, HF-1, HF-2**
  - **одобрение на основании результатов испытаний, представленных производителем масла**

ДРУГИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ

- DIN 51524-1, 2, 3
- Cincinnati Milacron P-68, P-69, P-70
- Pall

КЛАССИФИКАЦИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Класс	Описание	Свойства
HH (H)	Минеральное масло без присадок	Дешевый продукт. Может применяться в “некритических” системах.
HL (HL) 51524-1	Минеральное масло, содержит антиокислительные присадки и ингибиторы коррозии	Масло большим сроком службы, чем HH, для систем, не требующих противоизносных свойств. ISO VG 10-100
HM (HLP) 51524-2	Как масло класса HL, содержит также противоизносные присадки	Применяется там, где требуется более длительный срок смены и защита от изнашивания. ISO VG 10-100
HV (HLP-V) 51524-2 51524-3	Как масло класса HM, содержит загуститель (>130) ИВ	Для применения там, где возможны перепады температур или где допускаются незначительные изменения вязкости при изменении температуры. ISO VG 15-100
- (HLP-D) 51524-2 51525	Как масло класса HL, содержит также моющие присадки	Применяется там, где требуется более длительный срок смены и защита от изнашивания. ISO VG 46

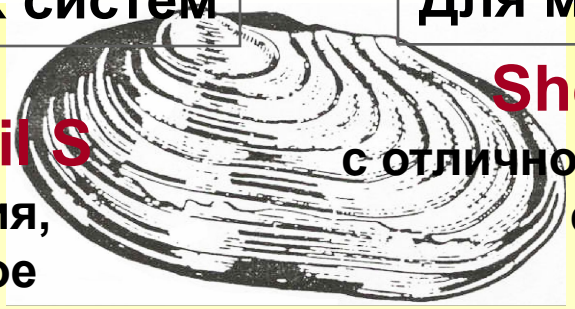
ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАСЛА SHELL TELLUS : СВЫШЕ 50 ЛЕТ НА РЫНКЕ

Для промышленных систем

Shell Tellus Oil S
без-Zn технология,
термостабильное
для тяжелых условий
ISO HM / DIN HLP

Shell Tellus Oil
термостабильное
ISO HM / DIN HLP

Shell Tellus Oil DO
с моющими свойствами
ISO L-HM / DIN HLP-D



Для мобильной техники

Shell Tellus Oil TX
с отличной термо- и механической стабильностью
ISO HV / DIN HLP-V

Shell Tellus Oil T
всесезонное
ISO HV / DIN HLP-V

Shell Tellus Oil TD
всесезонное
с моющими свойствами
ISO L-HV / DIN HVLP-D

Shell Tellus Arctic
всесезонное
ИВ 365

ВЫБОР ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ

- **Базовое масло - должно обладать надежными деаэрационными, деэмульгирующими, антипенными свойствами и окислительной стабильностью.**

- **Присадки - наиболее распространенными являются противоизносные Zn-содержащие присадки =>Tellus.**
- **Однако там, где система работает при высоких нагрузках или в относительно низкотемпературных режимах, требуются более эффективные серу-фосфорсодержащие присадки =>Tellus S.**

Системы, эксплуатируемые в условиях повышенного загрязнения, влажности/риска обводнения масла (например, металлообрабатывающие станки), требуют масел с моющими/эмульгирующими своствами => Tellus DO / TD

ВЯЗКОСТЬ

Вязкость

как можно ниже для оптимальной работы, но не слишком низкой (необходимое смазывание и предотвращение утечек) :

- **не выше 800 сСт при минимальной рабочей температуре;**
- **не ниже 20 сСт при максимальной рабочей температуре (25 сСт для систем, работающих при высоких давлениях)**

Мобильная техника, работающая в условиях перепадов температуры воздуха (пуск при отрицательных температурах) требует всесезонных масел с хорошими пусковыми характеристиками, высоким индексом вязкости=>Tellus T / TX / TD / Arctic

ВЯЗКОСТЬ РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

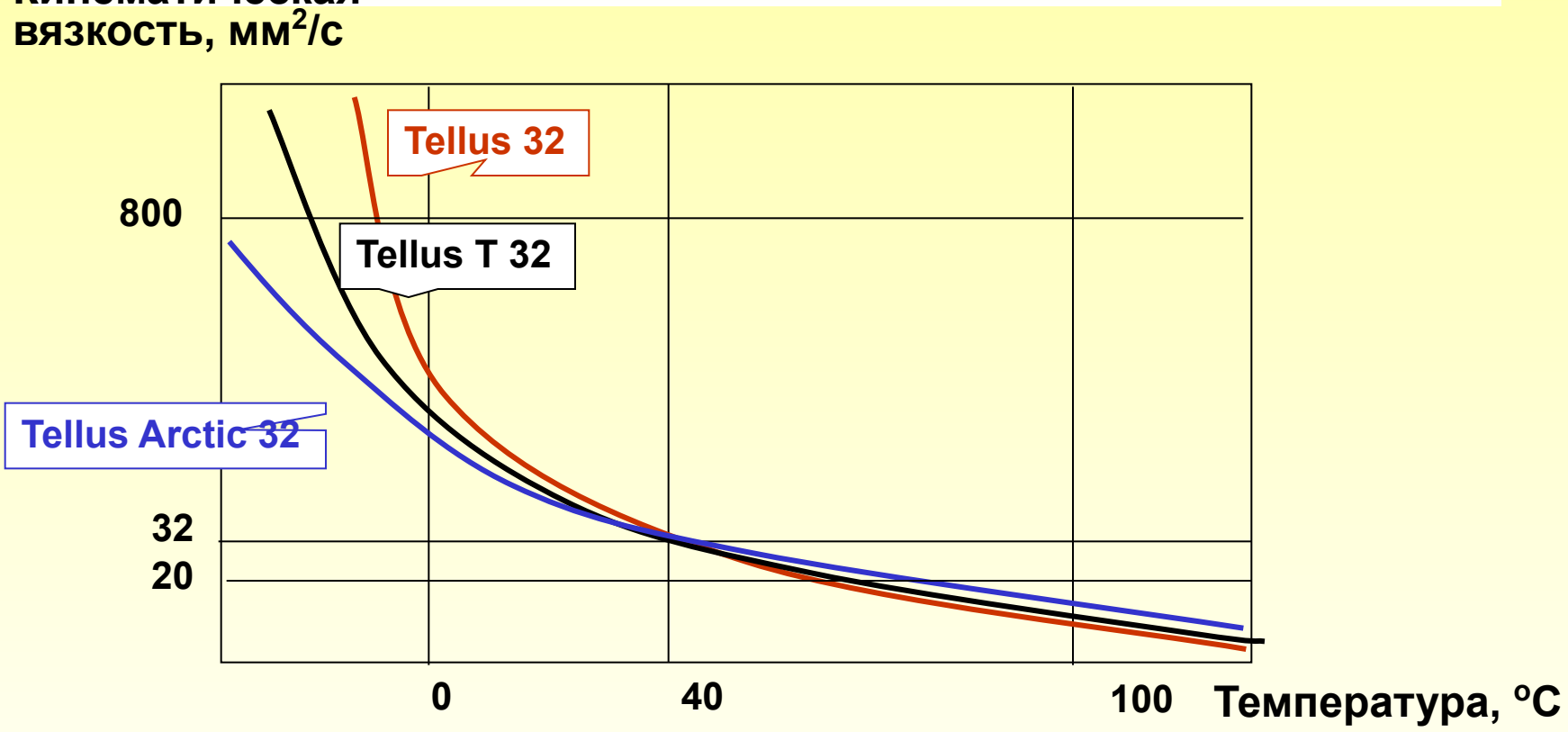
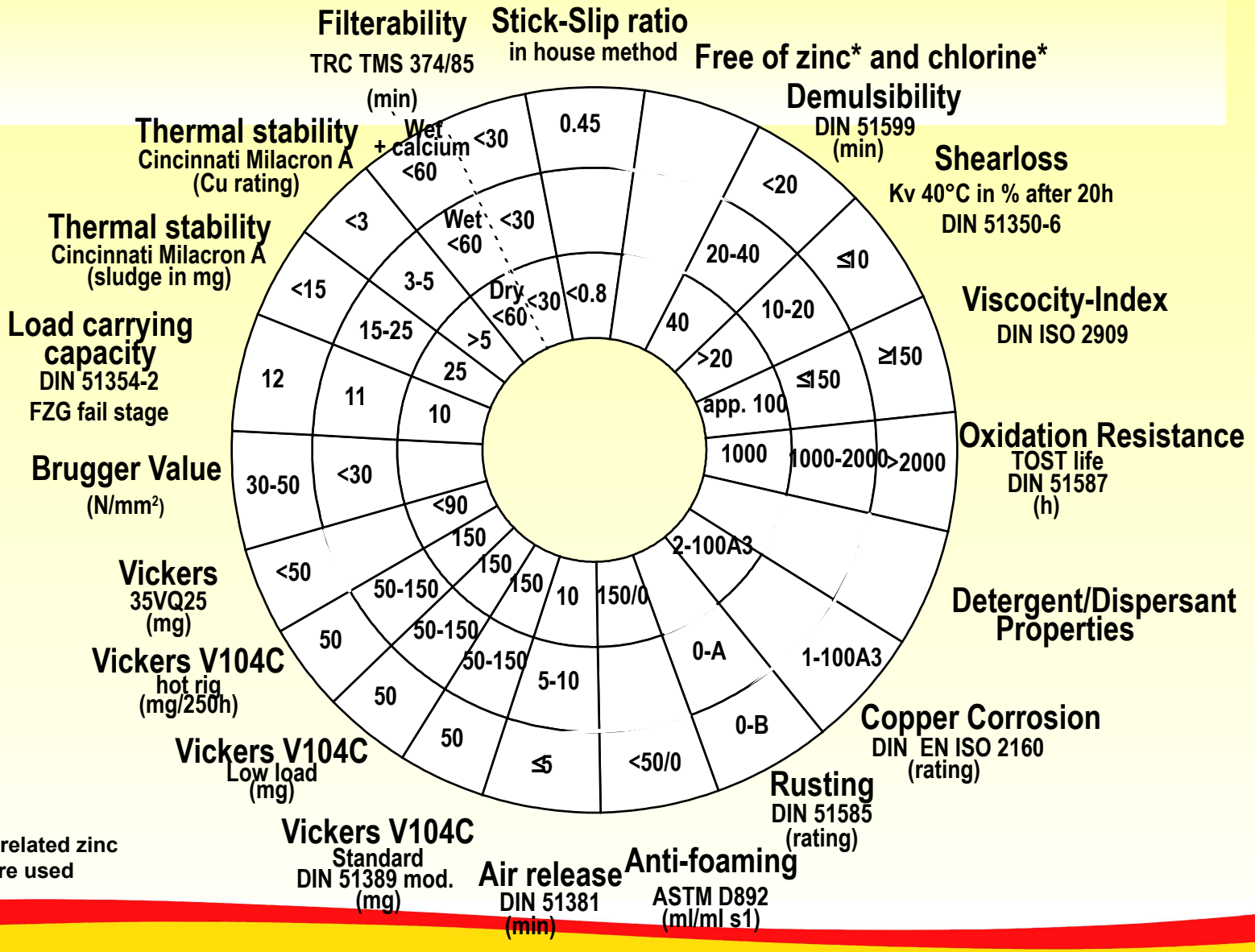
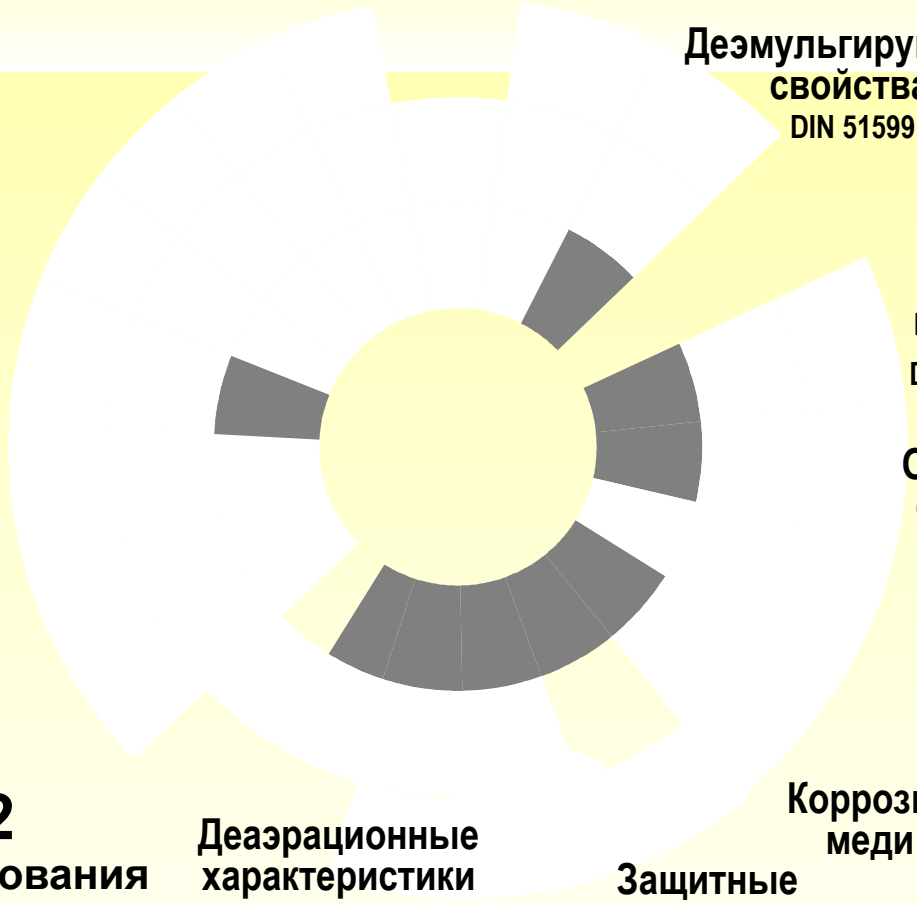


ДИАГРАММА КАЧЕСТВА РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ



* no production related zinc and chlorine were used

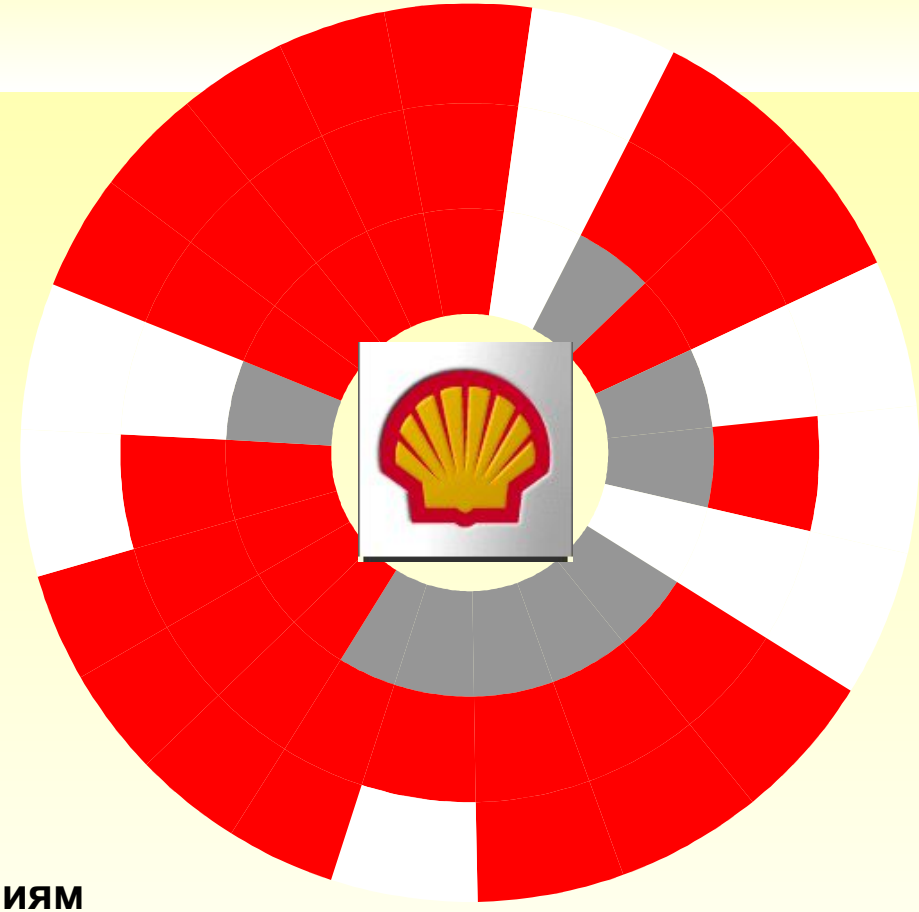
ДИАГРАММА КАЧЕСТВА РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ



HLP DIN 51524-2

- Минимальные требования

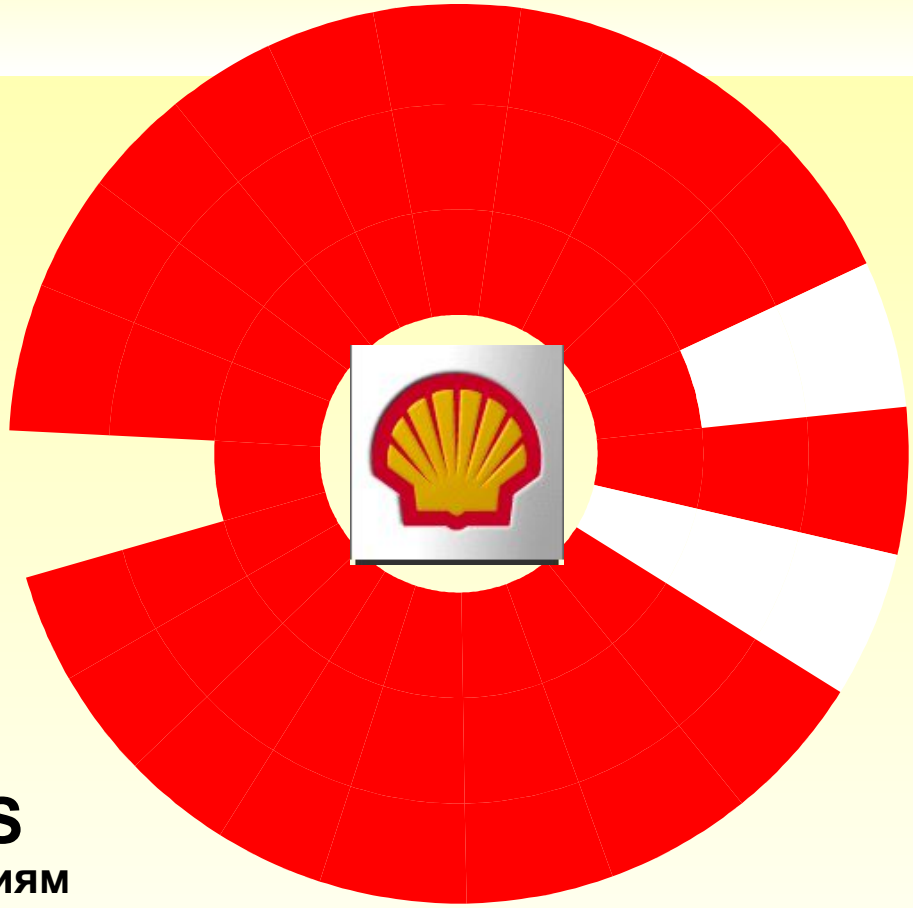
ЧТО ЗА СПЕЦИФИКАЦИЕЙ?



Shell Tellus Oil

- Отвечает требованиям
- Отвечает требованиям HLP DIN 51524-2

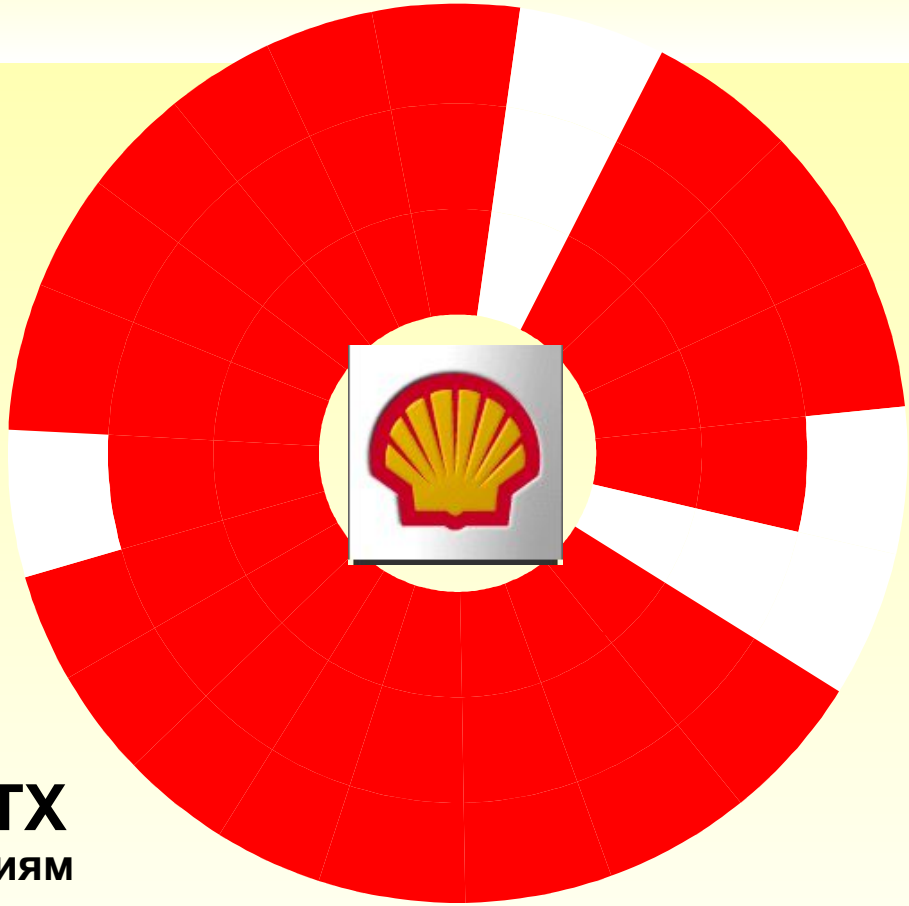
ЧТО ЗА СПЕЦИФИКАЦИЕЙ?



Shell Tellus Oil S

- **Отвечает требованиям**

ЧТО ЗА СПЕЦИФИКАЦИЕЙ?



Shell Tellus Oil TX

- **Отвечает требованиям**

SHELL TELLUS S : ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ

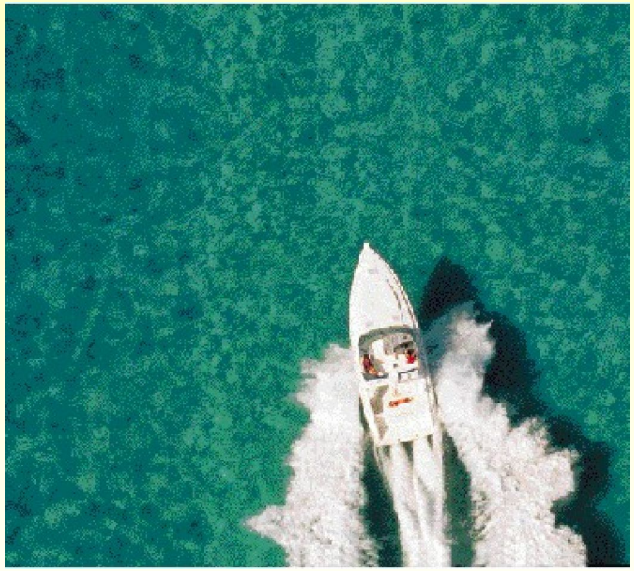
- **Гидравлический экскаватор Demag-Komatsu H65**
  - условия эксплуатации: до 310 бар, -20 +35 ^{0}C, 8ч./сутки, ~2.5 года
  - рекомендованный срок замены : до 2000 час.
  - результат после 3000 час. : масло может работать дальше

- **Пресс для литья под давлением Kraus Maffei 800**
  - условия эксплуатации: до 230 бар, 24ч./сутки, ~2.5 года
  - результат после 6000 час. : масло может работать дальше, срок службы насосов вырос минимум вдвое.

- **Центрифуга-симулятор полетов CAE Electronics**
  - условия эксплуатации: до 100 бар,
  - результат после 11000 час. : масло может работать дальше

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ: БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- **В наиболее “чувствительных” секторах все шире используются продукты, применение которых снижает ущерб, наносимый окружающей среде при утечке смазочных материалов.**



БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ: ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

- Масла для бензопил
- Масла для 2-тактных двигателей (лодочных моторов)
- Смазочные материалы для шасси тяжелой техники (в т. ч. централизованные системы)
- Гидравлические жидкости внедорожной самоходной техники (строительной, сельскохозяйственной, лесной)
- Железнодорожные смазочные материалы
- Смазки для открытых зубчатых передач
- Канатные смазки
- Смазочные материалы для пневмоинструмента
- Масла/смазки для опалубки в производстве ЖБИ
- Защитные (антикоррозионные) жидкости

СЫРЬЕВЫЕ КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Свойство	Минераль-ное масло	Раститель-ное масло	Поли-гликоль	Сложный эфир
Индекс вязкости	100	100-250	100-200	120-220
Низкотемпературные св-ва	+	-	++	++
Стойкость к деструкции	+	+	+	+
Устойчивость к старению				
• окислению	+	+	+	+
• температуре	+	+	+	+
• гидролизу	+	-	+	-
Биоразлагаемость, %	10-35	70-100	10-100	10-100
Растворимость в воде	-	-	+	-
Смешиваемость с минеральным маслом	+	+	-	+
Класс опасности по отношению к воде	2	0/1	0/1	0/1
Цена	1	2-3	2-4	4-20

Готов ли российский потребитель платить за “экологию”?

SHELL NATURELLE HF-E

- Синтетическая биоразлагаемая жидкость высшего качества на основе сложных эфиров (второе поколение биоразлагаемых смазочных материалов)
- Классы вязкости 15, 32, 46, 68
- Диапазон рабочих температур: от -35 до + 90^{0}C (оптимально +55^{0}C)
- Срок службы: от 2000 час.
- Спецификации: HLP/HVLP DIN 51524-2/3
- Одобрено/отвечает требованиям: Caterpillar (BF-1), Eaton/Vickers (M-2950A) , Hitachi, Komatsu (BO46 G3)

- Эксплуатационные испытания:

  Швеция, колесный погрузчик Caterpillar 970F свыше 2500 м.-час. - масло в отличном состоянии. Испытания продолжаются.

ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ

Класс	Состав	Продукт Шелл
HFA	- 2-5% эмульсии	- Irus Fluid A ‘масло в воде’- Dromus B
HFB	- 40% эмульсии ‘вода в масле’	- Irus Fluid BLT *
HFC	- водо-гликолевые жидкости	- Irus Fluid C
HFD	- синтетические жидкости (не водные)	- Irus Fluid DR (эфир фосфорной кислоты) - Irus Fluid DU (эфир полиоля)

* Irus BLT 68 допущен к применению Госгортехнадзором.

ПРОБЛЕМЫ ГИДРОСИСТЕМ

Причины:

- **10% - неверная диагностика неполадок или отсутствие опыта**
- **10% - механические отказы агрегатов, ошибки при монтаже, дефекты уплотнений, etc.**
- **5% - ошибки при эксплуатации**
- **5% - прочие**
- **70% - состояние ГИДРАВЛИЧЕСКОГО МАСЛА**

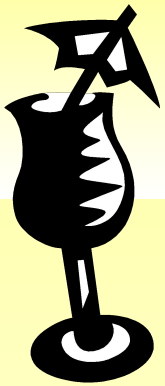
  - **<u>загрязнения</u>**
    - **твердые частицы (пыль, частички металла)**
    - **воздух**
    - **вода**
    - **химикаты (например, промывки, др. смазочные материалы)**
    - **микроорганизмы**
  - **<u>тяжелые условия эксплуатации</u>**
    - **высокие температуры (окисление/термическое разложение)**
    - **чрезмерное давление**

ПРОМЫВКА СИСТЕМЫ

- **Как :**
  - **турбулентным потоком жидкости (скорость ~ втрое выше нормальной**

    объемная скорость (л/мин) > 0.189 ^{x} вязкость (сСт) ^{x} диаметр (мм)
  - **горячим маслом (минеральное масло - 60-80 ^{0}C)**
  - **вибрация/перемешивание**
  - **эффективная фильтрация + анализ масла**
- **Чем :**
  - **тем же самым маслом Shell, на котором система будет работать. Если его вязкость слишком высока, следует использовать масло той же марки, но более низкого класса вязкости.**
- **Соблюдать требования инструкций, регламентов и стандартов. (например, ASTM D 4174 “Standard Practice for Cleaning, Flushing … Hydraulic Systems”, ASTM D 4378 “Standard Practice for Cleaning, Flushing … Gas Turbines”, ASTM D 6439 “Standard Guide for Cleaning, Flushing … Turbine Lubrication Systems” и др.)**

ЕСЛИ СМЕШАТЬ ...

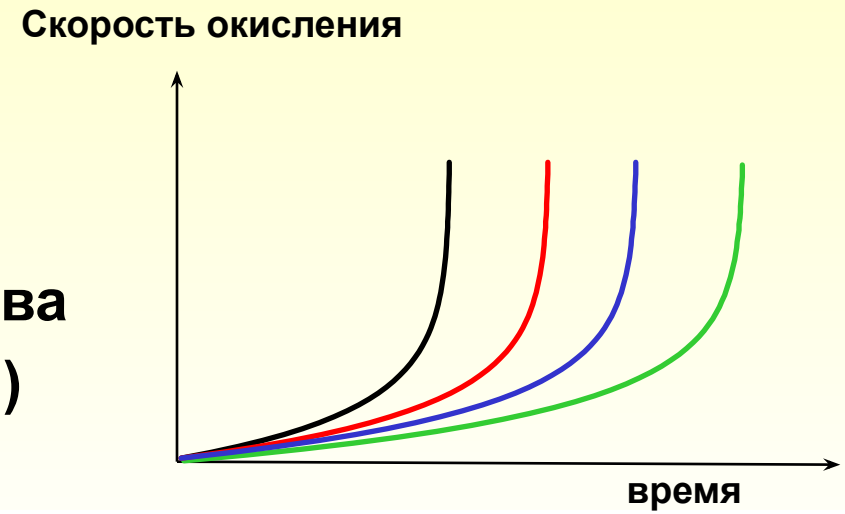


- **С точки зрения химии**
  - **базовые масла *(синтетика!)***
  - **присадки**

Совместимость

(т.е. расслоится или нет, выпадет осадок или нет, ...)

проверить несложно, но

- **Что со свойствами ?**
  - **класс вязкости**
  - **эксплуатационные свойства**

(синергизм или антагонизм?)