

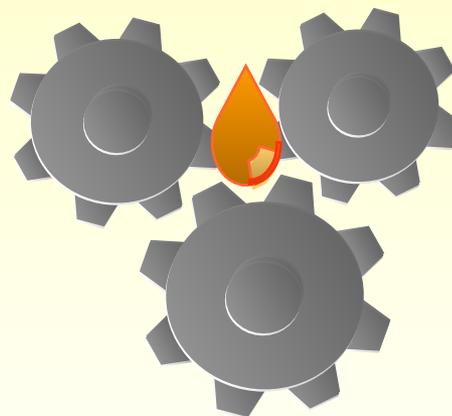


# МАСЛО И ТРАНСМИССИЯ



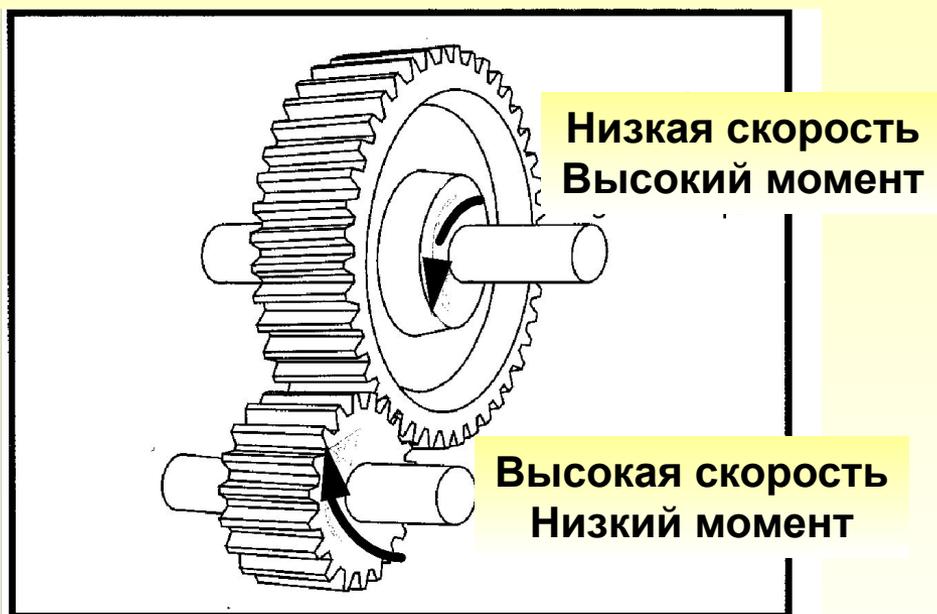
## ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

- ***Зубчатые передачи*** - пары (ведущее и ведомое) зубчатых колес, которые используются для передачи движения и мощности.
- Зубчатые передачи могут использоваться для передачи движения :
  - с одного вала на другой;
  - с изменением направления;
  - с изменением скорости;
  - с изменением момента.



## ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Основное преимущество зубчатых передач над другими способами передачи мощности (ремни, цепи, канаты) в том, что они обеспечивают плавную, без проскальзывания передачу больших сил/моментов при более высоких скоростях.

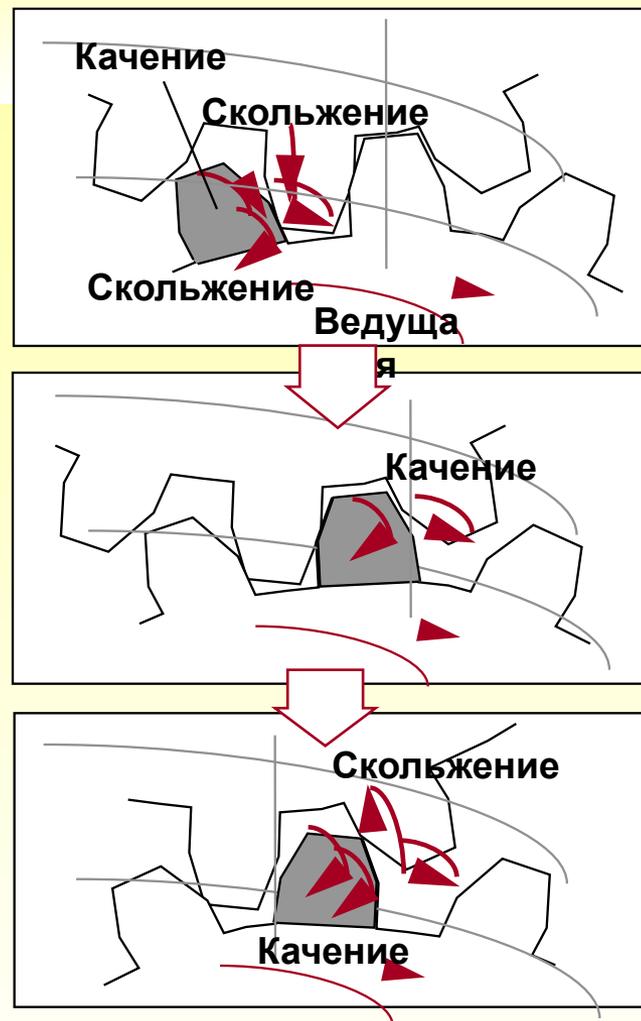


Отношение скоростей  
ведущей/ведомой шестерен =  
отношение числа зубьев  
ведомой/ведущей шестерен =  
*передаточное число.*

# ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ: КАЧЕНИЕ И СКОЛЬЖЕНИЕ

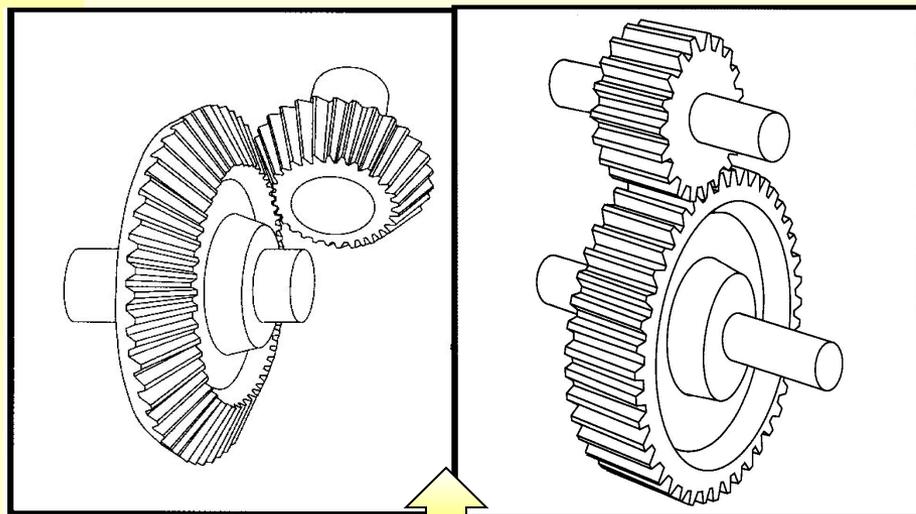
Сочетание качения и скольжения характерно для всех видов зубчатых передач. Однако соотношение качение/скольжение и направление скольжения относительно линии контакта поверхностей зубьев различно для разных типов шестерен. У прямозубых передач направление скольжения перпендикулярно линии контакта. У червячных - почти параллельно ей. Спиральные и спирально-конические передачи занимают промежуточное положение.

Скорость скольжения максимальна в начале зацепления, снижается до 0 в середине цикла, а затем снова возрастает.



# ВИДЫ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ - 1

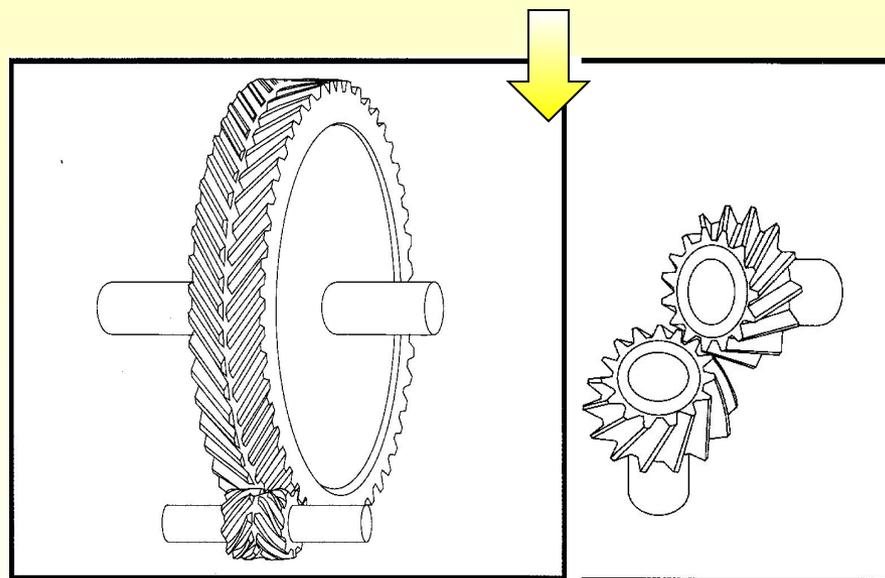
(валы параллельны или пересекаются)



**Цилиндрические и конические** передачи - направление качения и скольжения совпадают. Наиболее благоприятный (гидродинамический) режим смазывания.

В контакте находятся только 1-2 пары зубьев - шум и недостаточная надежность.

**Спиральные и спирально-конические** передачи - эффект бокового скольжения выражен более сильно. В зацеплении одновременно несколько пар зубьев - более мягкая работа на высоких скоростях.



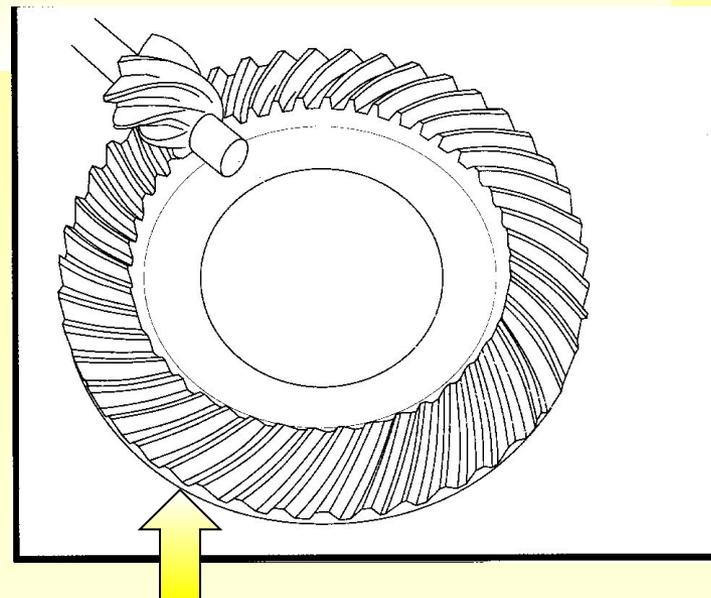
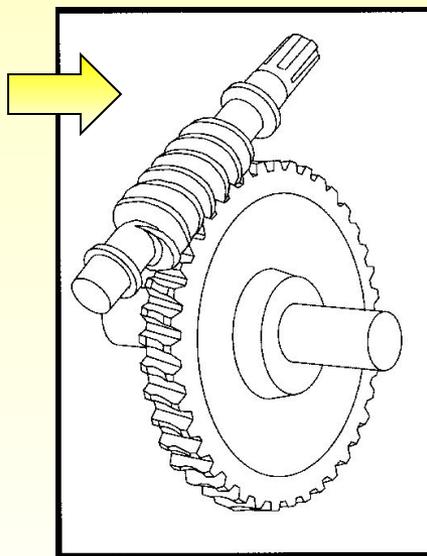
## ВИДЫ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ - 2

(валы не пересекаются)

Контактирующие поверхности не только взаимно обкатываются, но и скользят одна по другой по линии контакта (вдоль зуба). Сильно выражено напряжение сдвига. Это создает условия неблагоприятные для образования несущего масляного слоя. Большую роль играет граничное смазывание.

В **червячных** передачах скольжение происходит практически параллельно линии контакта. Пары изготавливаются из разных металлов и смазываются высоковязкими маслами.

- Могут передавать наибольший момент.



**Гипоидные** передачи требуют сильных противозадирных присадок.

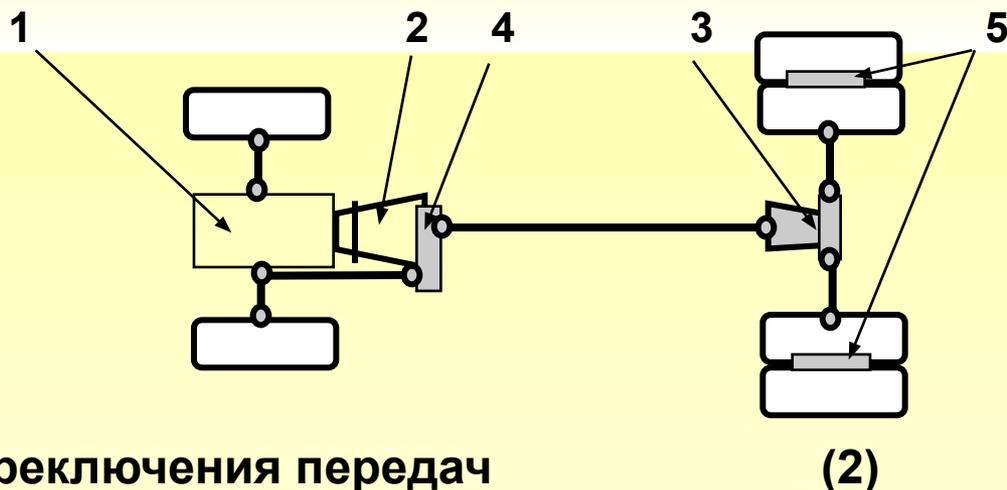
- Передают высокие скорости и нагрузки.
- Малошумны и компактны.
- Работают плавно.



## ФУНКЦИИ ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ

- **Обеспечивать надежное смазывание при минимальном трении и изнашивании в различных климатических зонах и при разных условиях эксплуатации.**
- **Охлаждать детали трансмиссии, отводя тепло, выделяющееся при вращении/скольжении шестерен относительно друг друга.**
- **Предотвращать коррозию (особенно цветных металлов).**
- **Обеспечивать чистоту .**

## АГРЕГАТЫ ТРАНСМИССИИ



- Коробка переключения передач
  - механическая
  - автоматическая
  - с силовым переключением
  - бесступенчатый вариатор
- Главная передача (с дифференциалом повышенного трения) (3)
- Раздаточная коробка (с вязкостной муфтой) (4)
- Колесный редуктор (5)



# ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ВЫБОР ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ

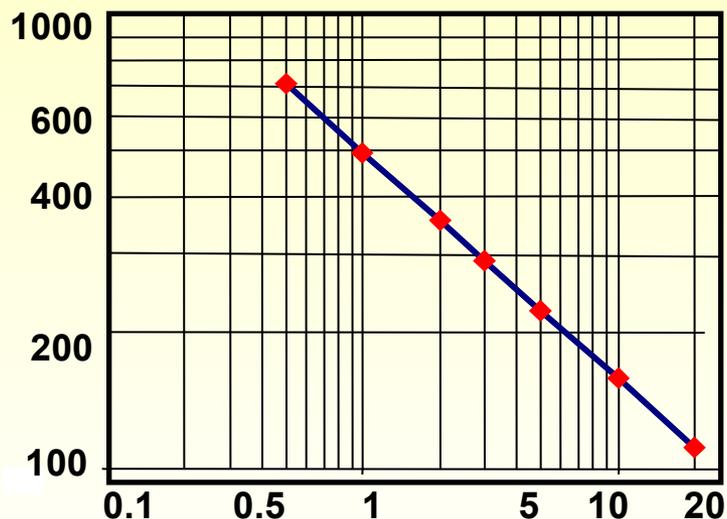
## Характеристики трансмиссии

- Тип передачи
- Передаточное число
- Материал и обработка поверхности
- Рабочие температуры
- Нагрузка
- Скорость

## Свойства масла

- Вязкостно-температурные характеристики
- Противоизносные свойства
- Термо-окислительная стабильность
- Антикоррозионные/защитные свойства (особенно в отношении цветных металлов).
- Антипенные и деэмульгирующие качества

Кинем.вязкость при 40°C, мм<sup>2</sup>/с



Линейная  
скорость, м/с



## ПРИНЦИПЫ ПОДБОРА СМАЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА

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

- конкретной рекомендацией (допуском/одобрением) изготовителя оборудования, которая дается по результатам испытаний или опыта эксплуатации (1)
- по спецификации изготовителя техники (2)  
например, Scania STO:1, Cat TO-4
- по международно признанной классификации (3)  
например, API GL-4, DIN 51517
- классом вязкости (SAE / ISO)  
может быть скорректирован с учетом диапазона температур (климатических условий), в котором эксплуатируется техника
- и ценой ...



## СПЕЦИФИКАЦИИ

- **Промышленные масла**
  - AGMA 250.04
  - ISO 6743-6
  - DIN 51517-3
  - US Steel 224
  - ГОСТ 17479.4
- **Автомобильные масла**
  - API
  - MIL-L-2105
  - ГОСТ 17479.2

Спецификации основаны на комплексах методов испытания на различных стендах и машинах трения (FZG, Falex, SAE, Timken, ЧШМ Shell, и др.), которые позволяют оценить несущую способность, противоизносные и противозадирные свойства масел.

### Вязкость:

- ISO

- SAE



## КЛАССИФИКАЦИЯ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ И РЕДУКТОРНЫХ МАСЕЛ DIN 51517

Класс	Описание	Свойства
51517-1 (C)	Минеральное масло без присадок	Дешевый продукт. Может применяться в “некритических” системах. ISO VG 7-680
51517-2 (CL)	Минеральное масло содержит антиокислительные присадки и ингибиторы коррозии	Масла с большим сроком службы, чем класса C, для систем, не требующих противоизносных свойств. ISO VG 5-460
51517-3 (CLP)	Как масло класса CL содержит также противоизносные присадки	Применяются там, где требуется более длительный срок смены и защита от изнашивания. ISO VG 46-680



# ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ РЕДУКТОРНЫЕ МАСЛА SHELL

ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ      С П Е Ц И А Л Ь Н Ы Е

## **Omala HD**

синтетическое  
с противозадирными свойствами

## **Omala**

минеральное  
с противозадирными свойствами

## **Omala F**

минеральное  
с противозадирными свойствами

## **Vitrea, Vitrea M**

минеральное  
без присадок

## **Tivela S**

синтетическое  
для червячных передач

## **Cassida GL**

синтетическое  
для пищевой промышленности

## **Delima SV**

синтетическое

## **Delima**

минеральное



## КЛАССИФИКАЦИЯ API ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА

- **GL-1** - масла для ненагруженных автомобильных спирально-конических, червячных передач. Могут содержать ингибиторы окисления и коррозии.
- **GL-2** - масла для автомобильных червячных передач. Содержат противоизносные присадки.
- **GL-3** - масла для разнообразных автотракторных трансмиссий, работающих при высоких скоростях и нагрузках. Содержат противоизносные и противозадирные присадки.
- **GL-4** - масла для передач, в том числе гипоидных, легковых и других автомобилей, тяжелой техники, работающей при высоких скоростях и крутящем моменте. Содержат сильные противозадирные присадки.
- **GL-5** - масла для гипоидных передач, работающих при высоких скоростях и ударных нагрузках. Содержат комплекс эффективных присадок различного назначения.
- **MT-1** - масла для несинхронизированных коробок передач грузовых автомобилей и автобусов

легкие условия/  
минимальное  
легирование  
масла  
присадками



тяжелые нагрузки/  
высоко-  
легированные  
масла



# КОРОБКА ПЕРЕДАЧ И ГЛАВНАЯ ПЕРЕДАЧА: ПОЧЕМУ РАЗЛИЧНЫЕ МАСЛА?

## Коробка передач:

- параллельные валы
- высокая скорость
- высокая температура
- незначительные ударные нагрузки
- синхронизаторы с покрытием из цветных металлов, чувствительны к коррозии

=> **маловязкое масло**  
**+ среднее легирование присадками**

**т.е. API GL4**

## Главные передачи:

- **непересекающиеся валы**
- **высокие ударные нагрузки**
- **радиальные движения вала**

**=> высоковязкое масло**  
**+ высокая степень легирования присадками**

**т.е. API GL5**



# УНИВЕРСАЛЬНОЕ ТРАНСМИССИОННОЕ МАСЛО?

- “Универсальное” - значит единое масло для КПП и главной передачи.
- Возможны 2 подхода к “универсальному” трансмиссионному маслу:

## С точки зрения конструкции

Некоторые производители техники разрабатывают КПП в расчете на масла GL-5 (например, Scania)

В Северной Америке распространены несинхронизированные КПП - нет проблемы синхронизаторов.

Тем не менее, условия разные, вязкость/расход топлива могут быть неоптимальны.

## С точки зрения масла

Разработаны пакеты присадок, работающих удовлетворительно в синхронизированных КПП и отвечающих требованиям GL-5.

Это “универсальные” масла, отвечающие требованиям GL-4 и GL-5.

Некоторые производители техники не удовлетворены результатами работы таких продуктов в КПП и не рекомендуют их. DaimlerChrysler недавно вновь отказался от их применения.



## ПРЕИМУЩЕСТВА «СИНТЕТИКИ»

### Срок службы масла при 80°C

- минеральное 5000 час.
- ПАО 15000 час.
- ПАГ 25000 час.

### Рабочая температура

*(стенд - червячный редуктор, смазывание разбрызгиванием, после 300 час. работы)*

- минеральное 110°C
  - ПАО 90°C
  - ПАГ 75°C
- Максимальный эффект от применения “синтетики” (снижение потерь на трение и рабочей температуры, повышение эффективности) достигается в червячных и гипоидных парах.



## ВЫБОР ТРАНСМИССИОННОГО МАСЛА

Тип передачи	Условия работы	Тип масла и присадки	Типичный продукт
<b>Цилиндрические</b>	Легкие нагрузки	Минеральное без присадок	Vitrea
	Высокие скорости/т-ры	Турбинное или гидравлическое	Turbo T/Tellus S
<b>Косозубые</b>	Нормальные или умеренно тяжелые нагрузки	Редукторное	Omala/Omala F
	Тяжелые или ударные нагрузки и хорошая защита от коррозии	Минеральное+противозадирные или Синтетическое+противозадирные (ПАО)	Omala Omala HD
<b>Спирально-конические</b>	Сверх-высокие нагрузки	Синтетическое+противозадирные (ПАО)	Omala HD
<b>Гипоидные</b>	Нормальная нагрузка	Минеральное+противозадирные	Spirax AX
	Тяжелые условия	Синтетическое+противозадирные	Spirax ASX
<b>Червячные</b>	Нормальная нагрузка	Минеральное без присадок	Vitrea
	Повышенные т-ры	Синтетическое (полигликоль)	Tivela S
<b>Спиральные с пересечением</b>	Как для червячных	Как для червячных	Как для червячных
<b>Любые</b>	Пищевая промышленность		Cassida GL



# СЕМЕЙСТВО SHELL SPIRAX

API GL-4

API GL-5

GL-5 специальные

## Высшее качество

**Spirax GSX**  
синтетическое  
энергосберегающее

**Spirax ASX**  
синтетическое  
энергосберегающее

## Основной уровень

**Spirax GX**  
минеральное

**Spirax AX**  
минеральное

**Spirax ST**  
минеральное

**Spirax LS**  
минеральное

## “Старые”

**Spirax MA**  
минеральное

**Spirax MB**  
минеральное



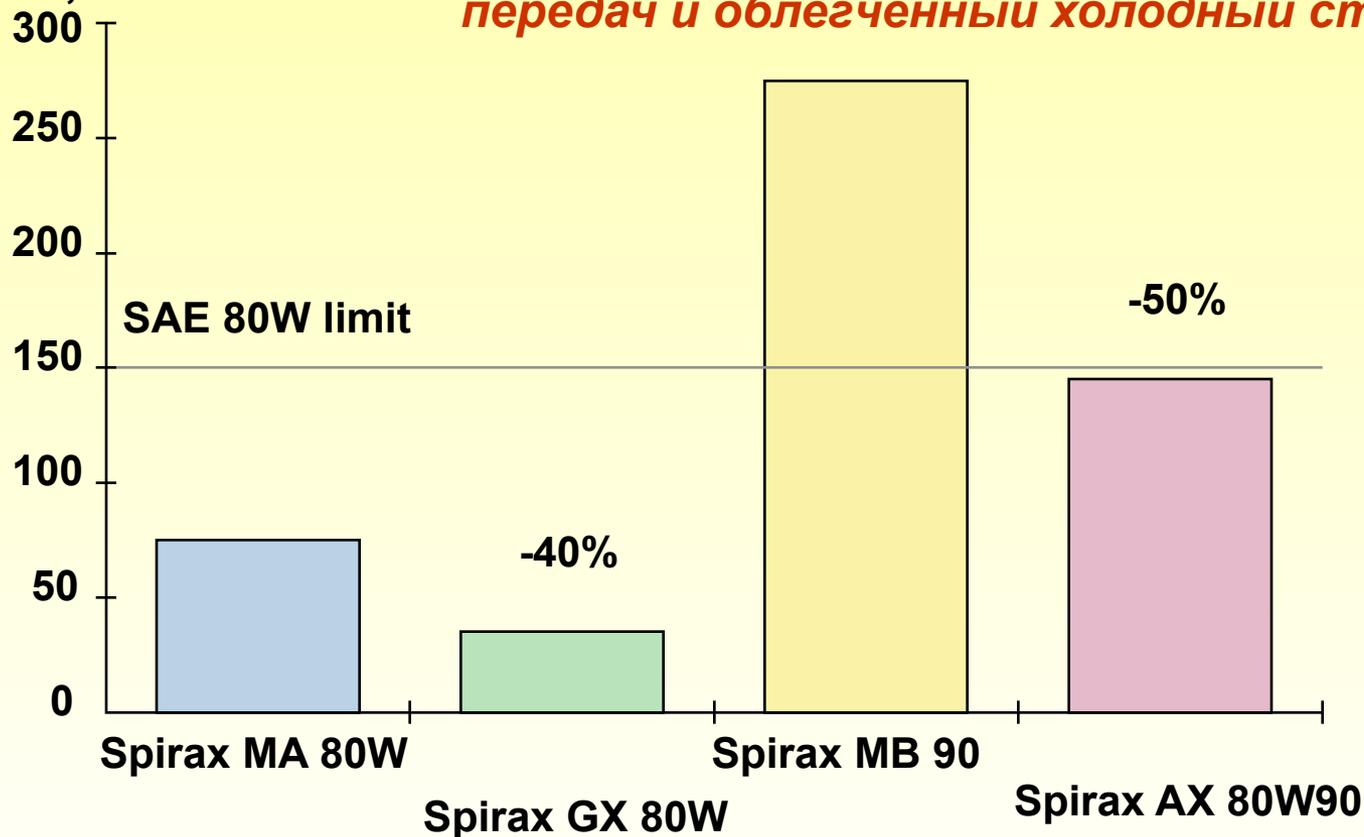
## SHELL SPIRAX - ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА

- Spirax GSX** (API GL-4) - энергосберегающее синтетическое масло нового поколения с увеличенным ресурсом для механических коробок передач. SAE 75W-80
- Spirax GX** (API GL-4) - масло нового поколения для механических коробок передач. SAE 80W
- Spirax MA** - (API GL-4) - масло для механических коробок передач. SAE 80W
- Spirax ASX** (API GL-5) - энергосберегающее синтетическое масло нового поколения с увеличенным ресурсом для гипоидных и других передач ведущих мостов автомобильной техники, работающих при высоких скоростях и ударных нагрузках. SAE 75W-90
- Spirax AX** (API GL-5) - масло нового поколения для гипоидных и других передач ведущих мостов автомобильной техники, работающих при высоких скоростях и ударных нагрузках. SAE 80W-90, 85W-140
- Spirax MB** (API GL-5) - масло для гипоидных и других передач ведущих мостов автомобильной техники, работающих при высоких скоростях и ударных нагрузках. SAE 90
- Spirax ST** (API GL-5) - масло с повышенным сроком службы для самых современных тяжело нагруженных гипоидных главных передач. SAE 80W-90, 80W-140
- Spirax A 90 LS** (API GL-5) - минеральное масло для дифференциалов повышенного трения/самоблокирующихся. SAE 80W-90



## SPIRAX AX & GX: оптимизированные низкотемпературные свойства

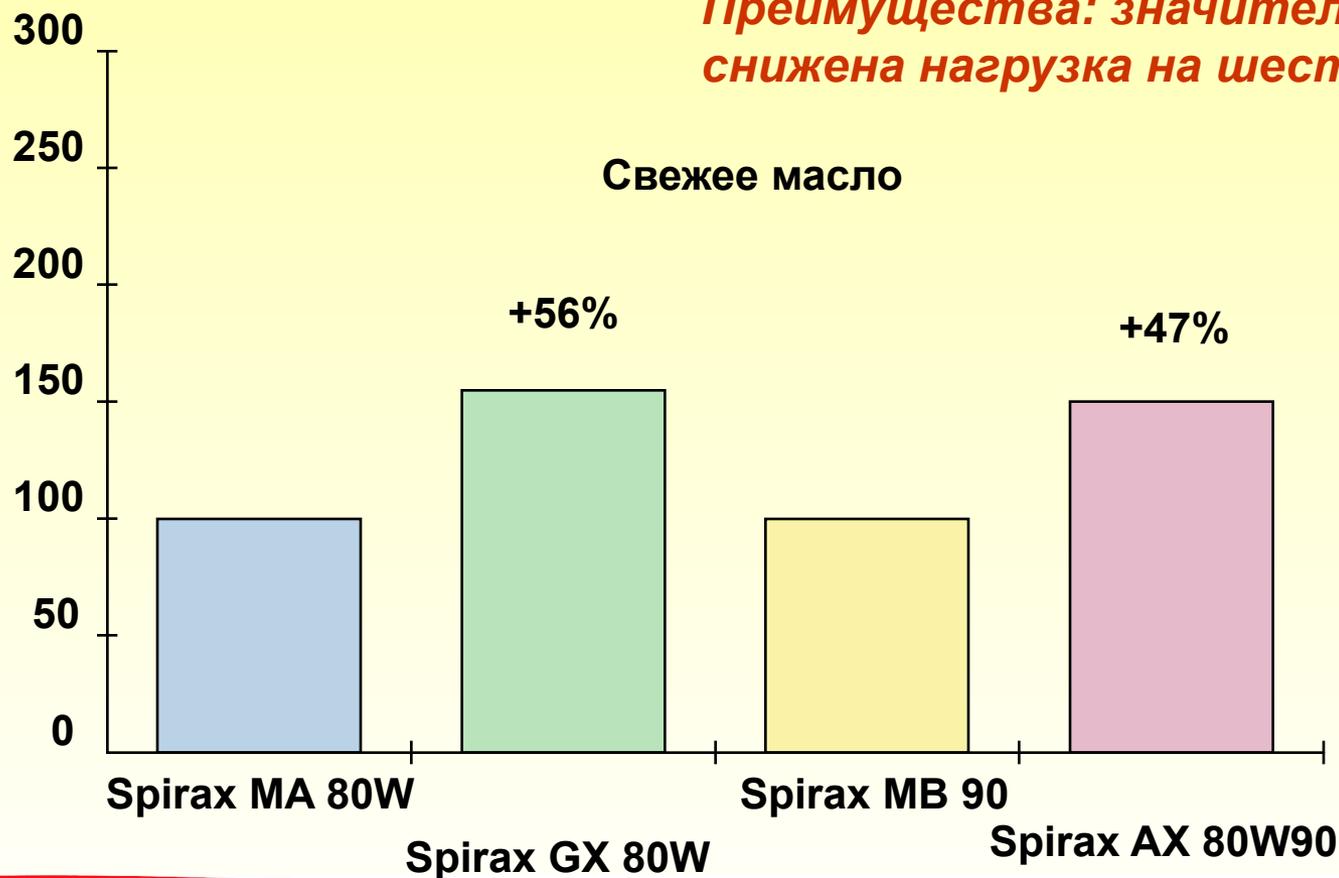
Динамическая вязкость  
при  $-26^{\circ}\text{C}$ , Па·с





## SPIRAX AX & GX: усиленные противоизносные свойства

Относительный срок службе шестерни  
(стенд Мерседес Бенц)

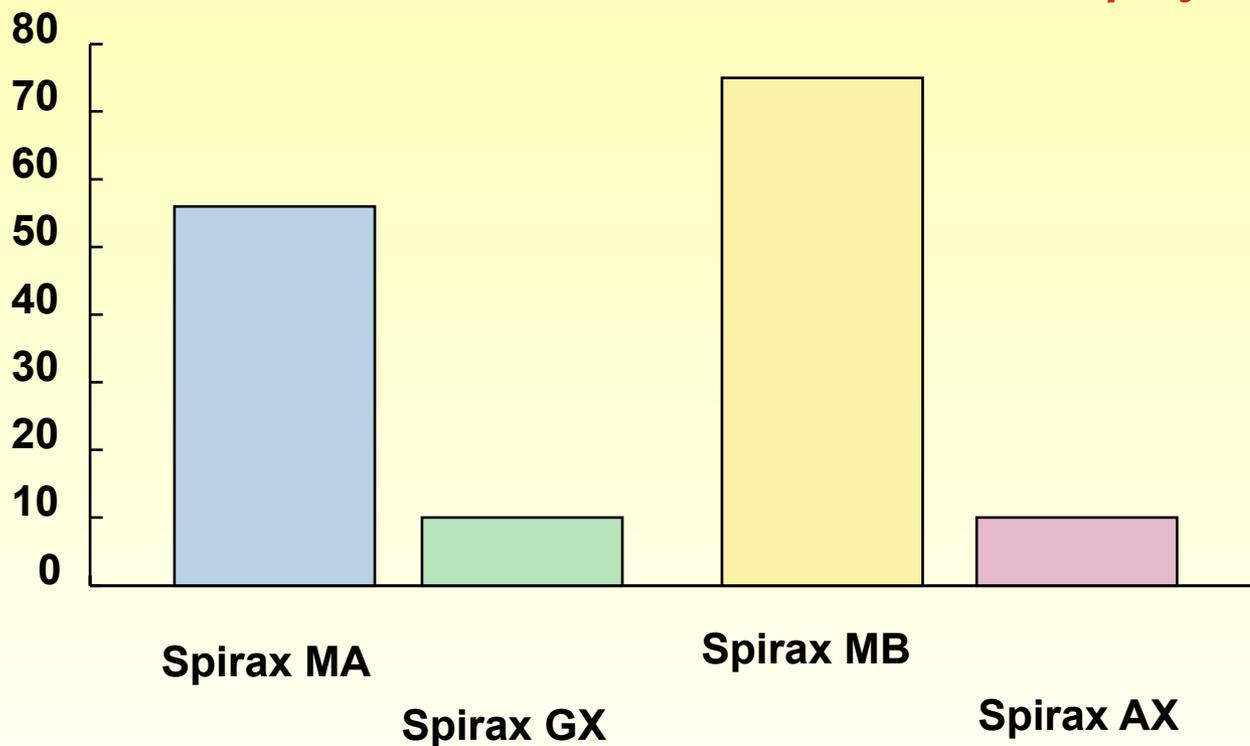




## SPIRAX AX & GX : экологический аспект

Содержание хлора, мг/кг

*Преимущества: продукт безопаснее при утилизации*





## ДРУГИЕ ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА

**Hypoid Oil HD (API GL-5)** - синтетическое масло с улучшенными низко- и высокотемпературными свойствами для механических коробок передач. SAE 75W-140

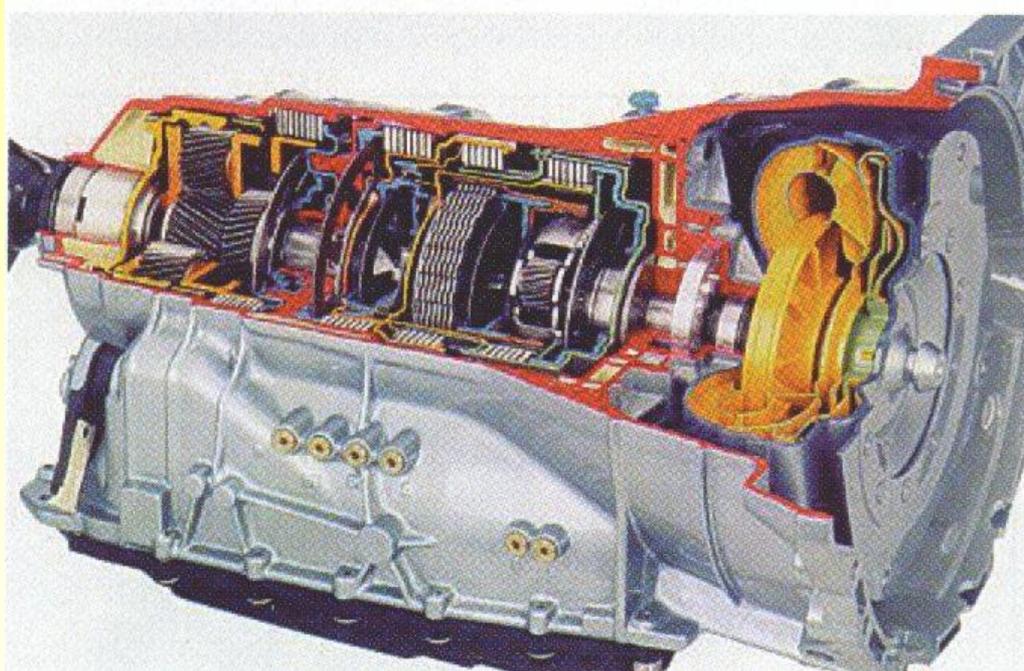
**Transaxle (API GL-5)** - синтетическое масло с улучшенными низкотемпературными свойствами для некоторых моделей механических коробок передач, совмещенных с главной передачей. Одобрено Komatsu. SAE 75W-90

**Getriebeoel EP (API GL-4)** - синтетическое масло с улучшенными низкотемпературными свойствами для синхронизированных механических коробок передач. SAE 75W-90

**Dentax G (API GL-3)** - минеральное масло для коробок передач Volvo SAE 80W-90

**Omala HD (Hyperia S)** - синтетические масла экстра-класса для промышленных трансмиссий. ISO 68, 100, 150, 220, 320

# РАБОЧИЕ ЖИДКОСТИ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МУФТ, ГИДРОТРАНСФОРМАТОРОВ И АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ





## ФУНКЦИИ РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ

- передают энергию/момент в гидротрансформаторе ;
- смазывают зубчатые передачи;
- переносят тепло;
- обеспечивают фрикционные свойства (в сцеплении);
- работоспособны в диапазоне температур от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+170^{\circ}\text{C}$ .





# СВОЙСТВА И СОСТАВ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ

- **требования:**
  - текучесть при низких температурах;
  - термо-окислительная стабильность;
  - совместимость с уплотнительными материалами;
  - низкая вспениваемость и аэрация;
  - фрикционные качества (anti-shudder);
  - защита от изнашивания.
- **присадки**
  - ингибиторы окисления;
  - пассиваторы металла;
  - ингибиторы коррозии;
  - противоизносные присадки ;
  - вязкостные присадки;
  - дисперсанты;
  - модификаторы трения;
  - seal swell agents.

## Спецификации:

- General Motors Dexron/
- Ford Mercon
- ZF



## **SHELL DONAX - ЖИДКОСТИ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ**

**Donax TX** - синтетическая жидкость экстра-класса  
(GM Dexron III, Ford Mercon, MB 236.9/236.12, GM  
Allison C-4, ZF TE-ML 03D-04D-14B-16C-17C, Voith  
G607/G1363)

### **Donax TA**

(GM Dexron IID, Ford Mercon, GM Allison C-4, MAN 339  
type D, MB 236.6, ZF TE-ML 03D-04D-11A-14A-17C, Voith  
G607)

### **Donax TM**

(GM Type A Suffix A, MAN 339 type A, MB 236.2)

### **ATF 3403 M-115**

(MB 236.10)



## ТРАНСМИССИИ С СИЛОВЫМ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ

- Основное применение - внедорожная техника (погрузчики, грейдеры, тракторы, путевые машины, бульдозеры и др.)
- Рассчитаны на частое переключение передач, которое совершается при полной нагрузке двигателя вне зависимости от направления движения. Переключение может выполняться вручную или автоматически (гидравлическое или электронное).
- Смазочные материалы:
  - ✓ дизельные моторные масла
  - ✓ тракторные жидкости
  - ✓ жидкости для автоматических коробок передач
  - ✓ специальные жидкости



## НЕОБХОДИМ СПЕЦИАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ

- **Высокие нагрузки**
- **Иной механизм изнашивания (контактные скорости, нагрузки, эффект проскальзывания)**
- **Разнообразиие фрикционных материалов.**
- **Некоторые присадки моторных масел могут быть агрессивны к материалам трансмиссий, изменять коэффициенты трения, вызывать вибрации и шум.**
- **Необходимы более стабильные вязкостные присадки, иные противоизносные.**

**=> Спецификация Caterpillar CAT TO-4**



# DONAX TC - ЖИДКОСТЬ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ТРАНСМИССИЙ С СИЛОВЫМ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ

- Надежные фрикционные свойства с современными металлическими и неметаллическими материалами.
- Отличная защита от изнашивания и коррозии тяжело нагруженных зубчатых передач и фрикционных дисков.
- Стабильная вязкость и высокая окислительная стабильность

## Применение:

- 👍 системы трансмиссии с силовым переключением
- 👍 [главные передачи]
- 👍 тормоза в масляной ванне.
- 👍 гидравлические системы.

☐ *CATERPILLAR* *TO-4*

☐ *GENERAL MOTORS ALLISON* *C-4*

☐ *KOMATSU* *KES 07 868-1*

☐ *ZF* *TE-ML-03C*



# DONAX CFD - МАСЛО ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ТРАНСМИССИЙ CATERPILLAR

внедорожной техники, в конструкции которых не используются фрикционные материалы.

Обеспечивает надежное смазывание и позволяет повысить срок замены по сравнению с маслами категории TO-4.

## Применение:

-  бортовые редукторы
-  конические дифференциалы
-  мосты

***□ CATERPILLAR***

***TO-4, FD-1***



## ТРАНСМИССИОННЫЕ ЖИДКОСТИ SHELL ДЛЯ ВНЕДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

Продукт	С п е ц и ф и к а ц и я					
	General Motors		ZF	Komatsu	Caterpillar	API
	Dexron	Allison				
Spirax GSX						MT-1, GL-4
Spirax GX			TE-ML 02B-16A-17A			GL-4
Spirax ASX			TE-ML 05B-07A-12B-16F			MT-1, GL-5
Spirax AX			TE-ML 05A-07A-12A-16C/D-17B			GL-5
Rimula X		C-4 (30, 40)		KES 07 851	TO-2	CF
Donax TC		C-4 03C (10W, 30)	TE-ML 03C (10W, 30)	KES 07.868-1	TO-4	
Donax CFD					TO-4/FD-1	
Donax TX	IIЕ, III	C-4	TE-ML 03D-04D-14B-16C-17C			