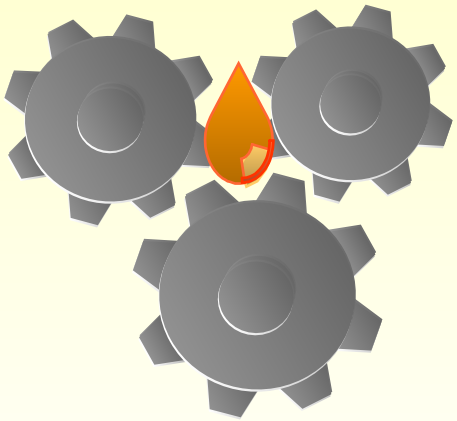
МАСЛО И ТРАНСМИССИЯ

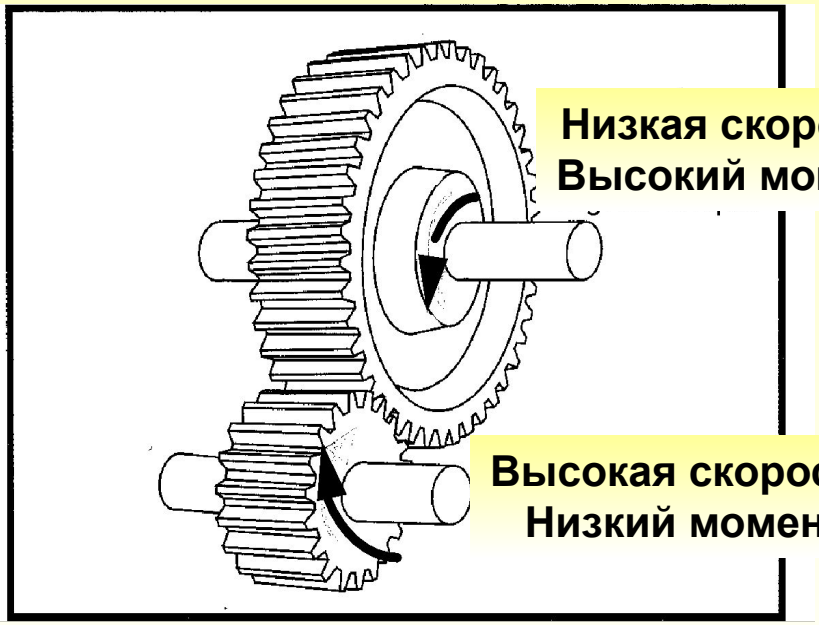
ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

- ***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.

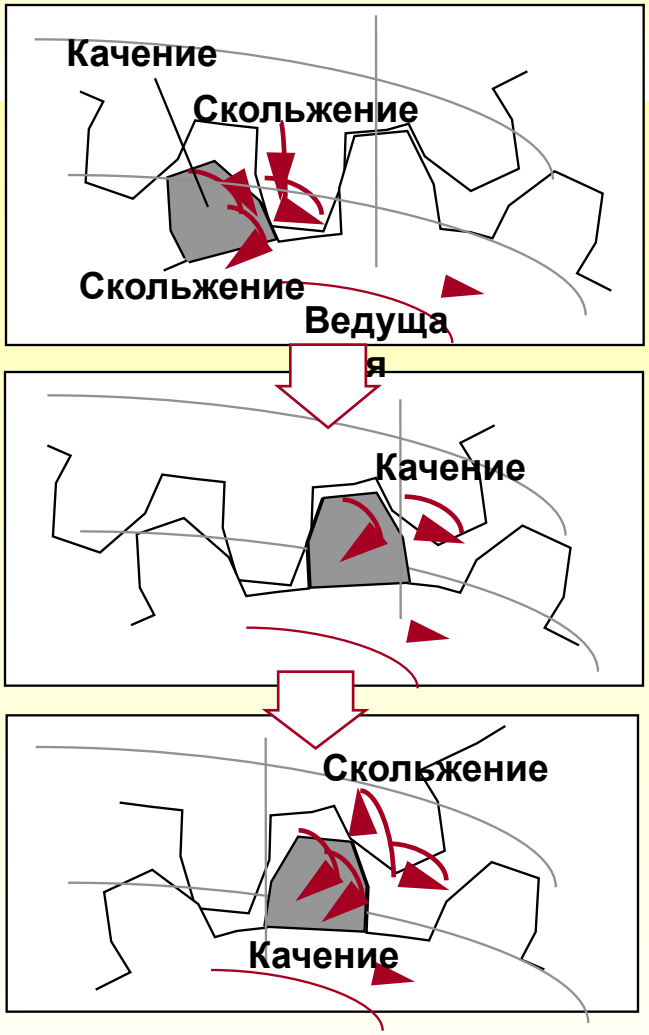


Отношение скоростей ведущей/ведомой шестерен = отношение числа зубьев ведомой/ведущей шестерен = *передаточное число*.

ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ: КАЧЕНИЕ И СКОЛЬЖЕНИЕ

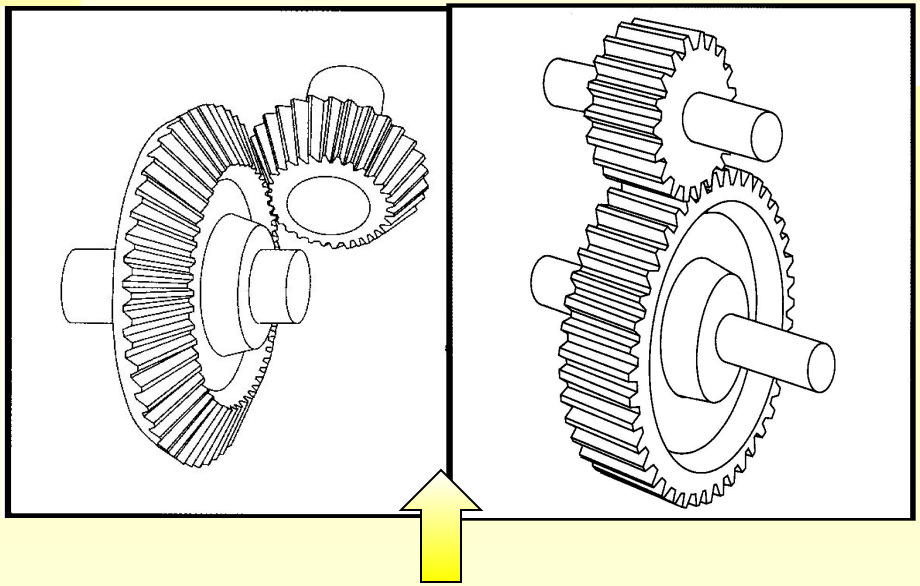
Сочетание качения и скольжения характерно для всех видов зубчатых передач. Однако соотношение качение/скольжение и направление скольжения относительно линии контакта поверхностей зубьев различно для разных типов шестерен. У прямозубых передач направление скольжения перпендикулярно линии контакта. У червячных - 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

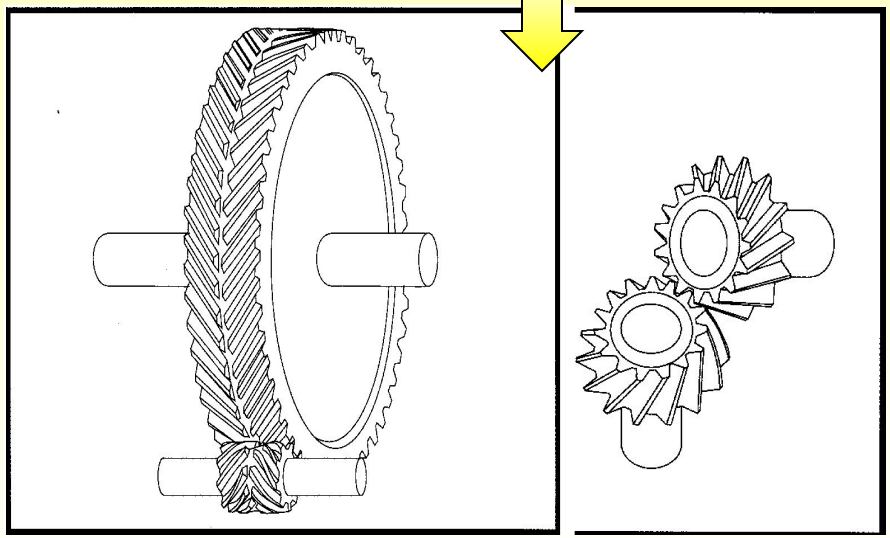
(валы параллельны или пересекаются)



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

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

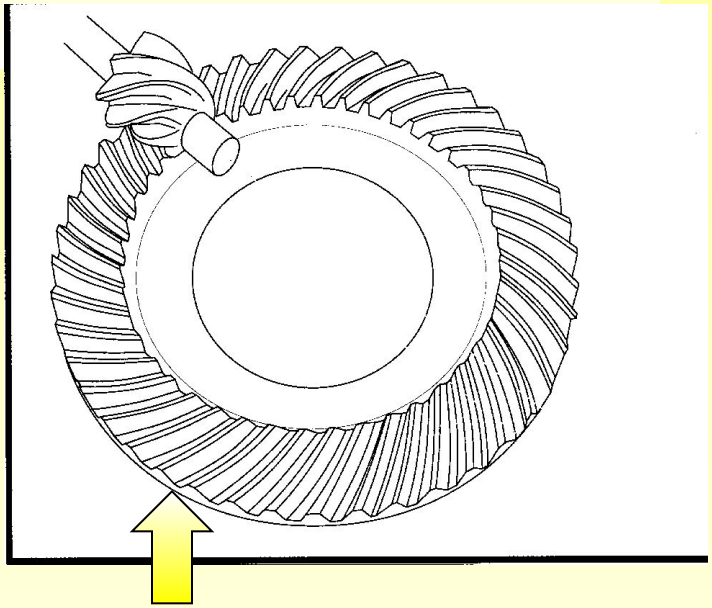
В контакте находятся только 1-2 пары зубьев - шум и недостаточная надежность.



ВИДЫ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ - 2

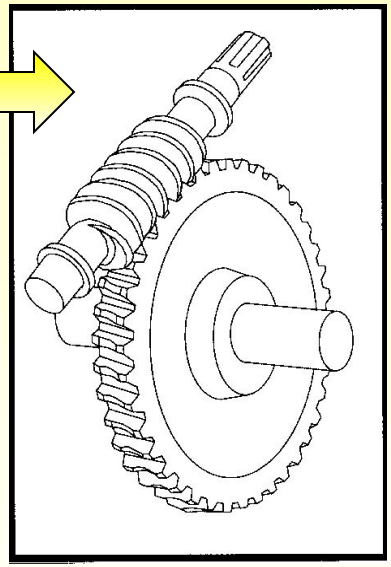
(валы не пересекаются)

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.**



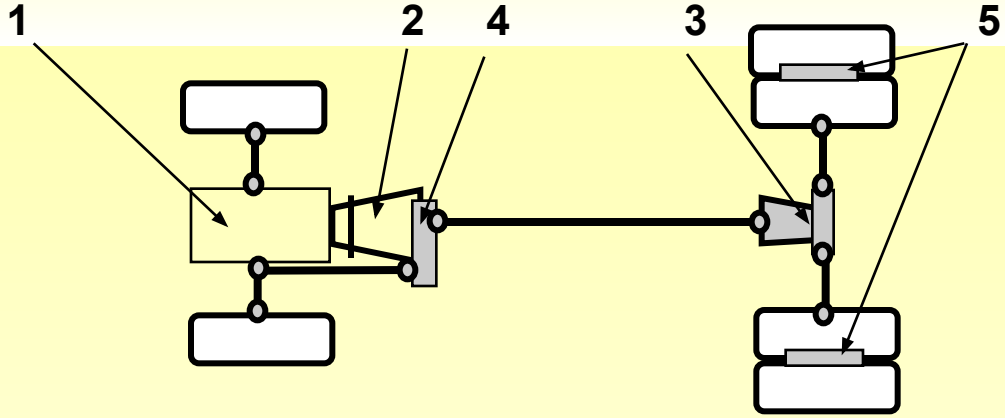
***Гипоидные* передачи требуют сильных противозадирных присадок.**

- **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

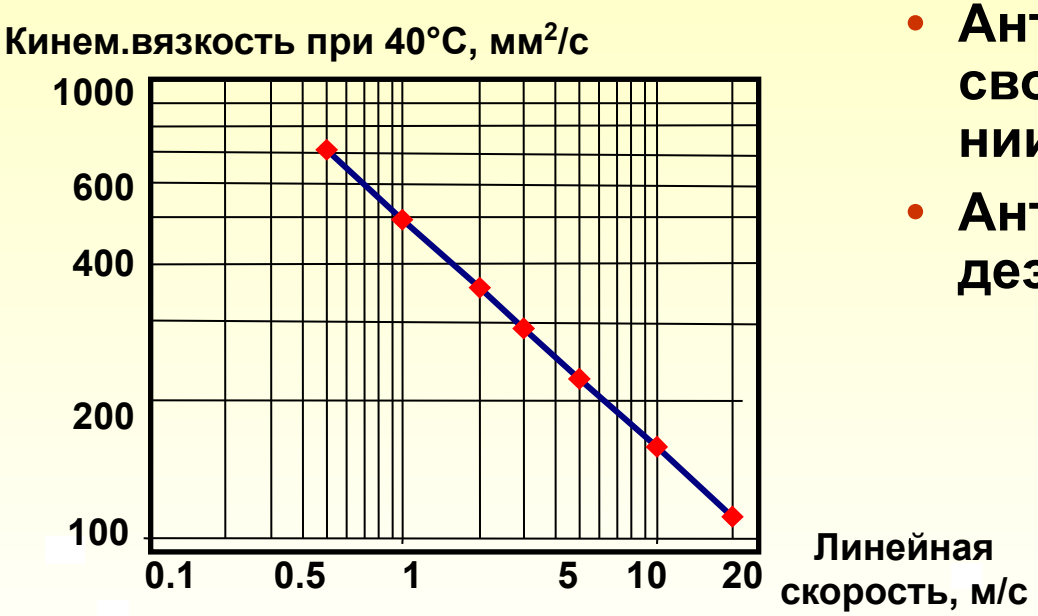


- **Коробка переключения передач (2)**
  - **механическая**
  - **автоматическая**
  - **с силовым переключением**
  - **бесступенчатый вариатор**
- **Главная передача (с дифференциалом повышенного трения) (3)**
- **Раздаточная коробка (с вязкостной муфтой) (4)**
- **Колесный редуктор (5)**

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

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 испытании на различных стендах и машинах трения (FZG, Falex, SAE, Timken, ЧШМ Shell, и др.), которые позволяют оценить несущую способ-ность, противоизносные и противозадирные свойства масел.

<u>Вязкость</u>:

- 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

Omala HD
синтетическое
с противозадирными свойствами

Omala
минеральное
с противозадирными свойствами

Omala F
минеральное
с противозадирными свойствами

Vitrea, Vitrea M
минеральное
без присадок

С П Е Ц И А Л Ь Н Ы Е

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°С

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

Рабочая температура

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

- **минеральное 110°С**
- **ПАО 90°С**
- **ПАГ 75°С**

- **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
Цилинд-рические	Легкие нагрузки	Минеральное без присадок	Vitrea
	Высокие скорости/т-ры	Турбинное или гидравлическое	Turbo T/Tellus S
Косозубые	Нормальные или умерен-но тяжелые нагрузки	Редукторное	Omala/Omala F
Конические	Тяжелые или ударные нагрузки и хорошая защита от коррозии	Минеральное+противозадирные или Синтетическое+противозадирные (ПАО)	Omala Omala HD
Спирально-конические	Сверх-высокие нагрузки	Синтетическое+противозадирные (ПАО)	Omala HD
Гипоидные	Нормальная нагрузка	Минеральное+противозадирные	Spirax AX
	Тяжелые условия	Синтетическое+противозадирные	Spirax ASX
Червячные	Нормальная нагрузка	Минеральное без присадок	Vitrea
	Повышенные т-ры	Синтетическое (полигликоль)	Tivela S
Спиральные с пересечением	Как для червячных	Как для червячных	Как для червячных
Любые	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

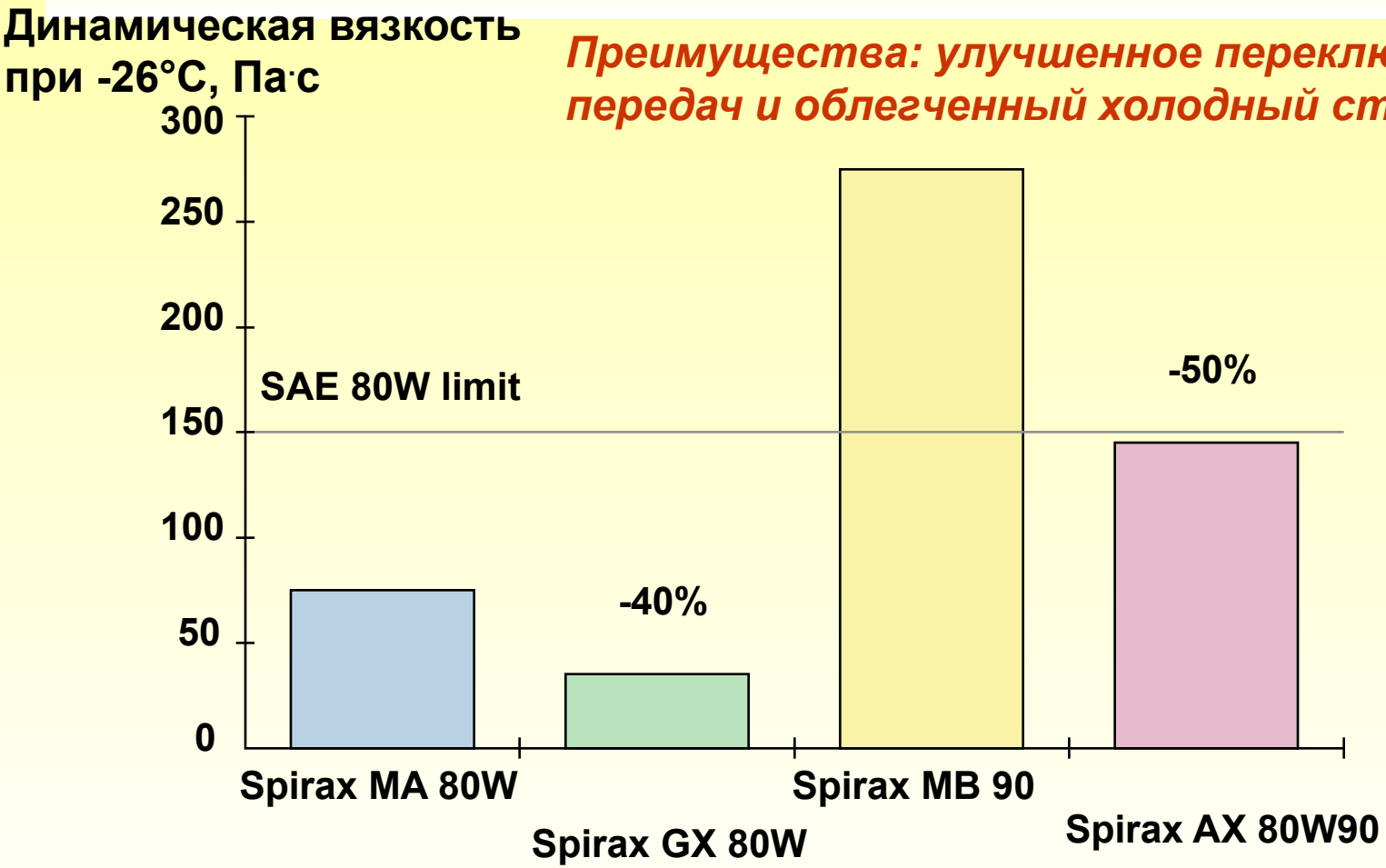
Spirax MB (API GL-5) - масло для гипоидных и других передач ведущих мостов автомобильной техники, работающих при высоких скоростях и ударных нагрузках. SAE 90

Spirax ST (API GL-5) - масло с повышенным сроком службы для самых современных тяжелонагруженных гипоидных главных передач. SAE 80W-90, 80W-140

Spirax A 90 LS (API GL-5) - минеральное масло для дифферециалов повышенного трения/самоблокирующихся. SAE 80W-90

SPIRAX AX & GX: оптимизированные низкотемпературные свойства

Преимущества: улучшенное переключение передач и облегченный холодный старт

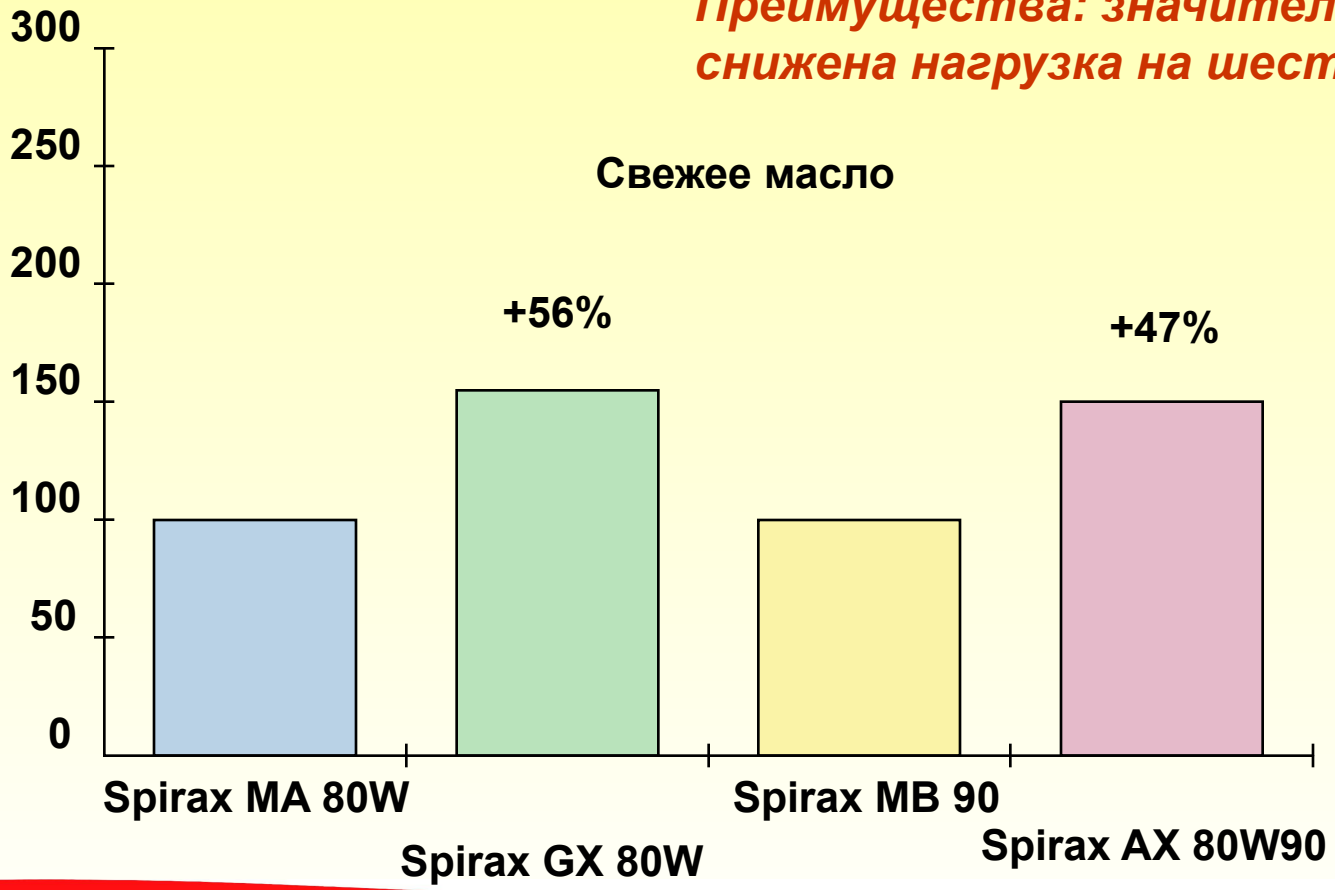


SPIRAX AX & GX: усиленные противоизносные свойства

Относительный срок службе шестерни

(стенд Мерседес Бенц)

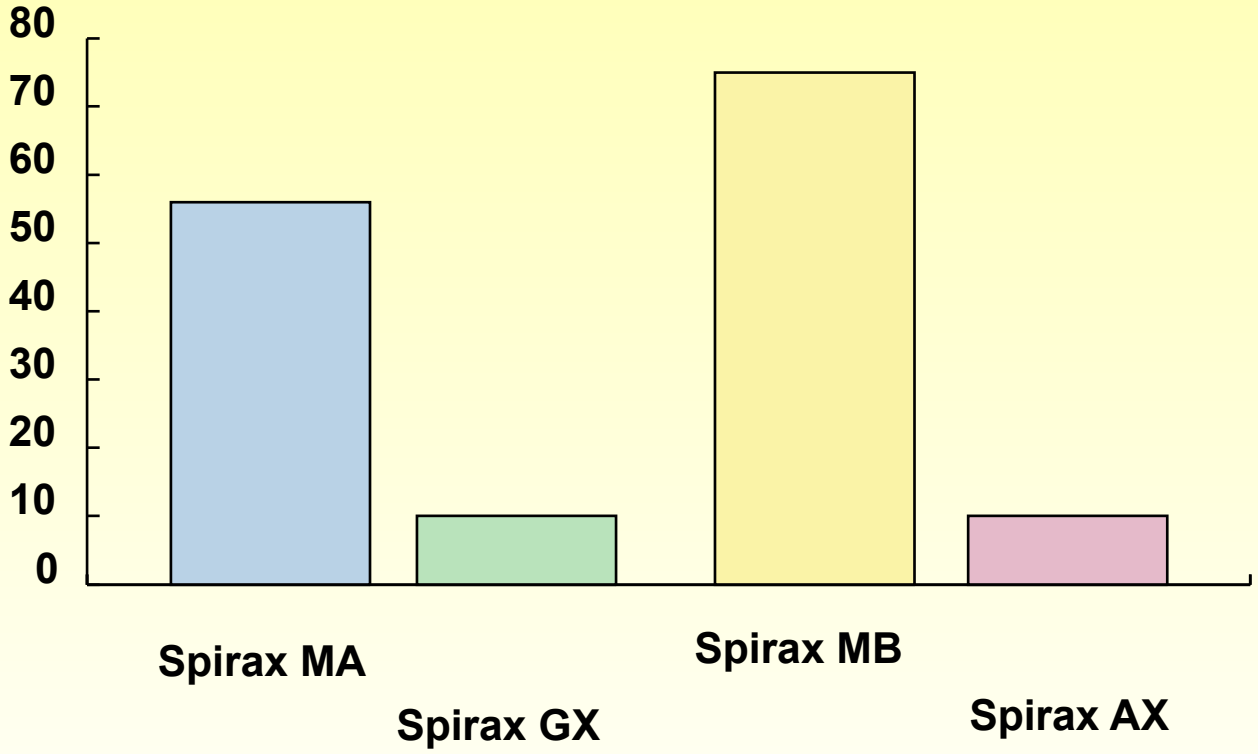
Преимущества: значительно снижена нагрузка на шестерни



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

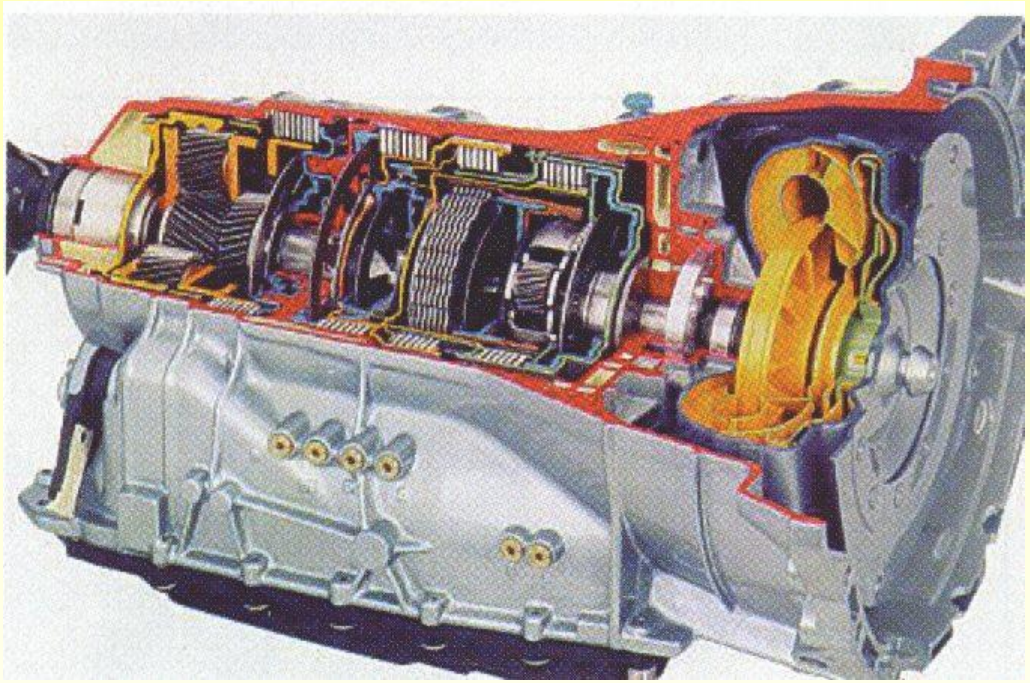
Transaxle (API GL-5) - синтетическое масло с улучшенными низкотемпературными свойствами для некоторых моделей механических коробок передач, совмещенных с главной передачей. Одобрено Komatsu. SAE 75W-90

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

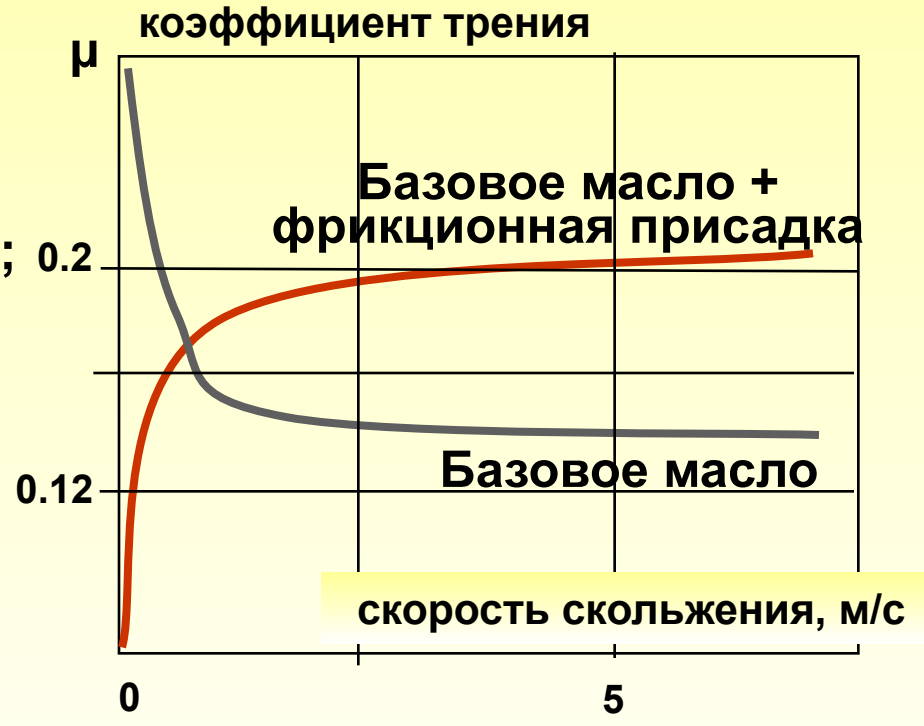
Omala HD (Hyperia S) - синтетические масла экстра-класса для промышленных трансмиссий. ISO 68, 100, 150, 220, 320

РАБОЧИЕ ЖИДКОСТИ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МУФТ, ГИДРОТРАНСФОРМАТОРОВ И АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ



ФУНКЦИИИ 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°С до +170°С.



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.**

<u>Спецификации</u>:

- **General Motors Dexron/**
- **Ford Mercon**
- **ZF**

- **присадки**
  - **ингибиторы окисления;**
  - **пассиваторы металла;**
  - **ингибиторы коррозии;**
  - **противоизносные присадки ;**
  - **вязкостные присадки;**
  - **дисперсанты;**
  - **модификаторы трения;**
  - **seal swell agents.**

SHELL DONAX - ЖИДКОСТИ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ

Donax TX - синтетическая жидкость экстра-класса

(GM Dexron III, Ford Mercon, MB 236.9/236.12, GM AllisonC-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)**
- **Разнообразие фрикционных материалов.**
- **Некоторые присадки моторных масел могут быть аггрессивны 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 ПЕРКЛЮЧЕНИЕМ

- **Надежные фрикционные свойства с современными металлическими и неметаллическими материалами.**
- **Отличная защита от изнашивания и коррозии тяжелонагруженных зубчатых предач 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 ТО-4.

Применение:

- **бортовые редукторы**
- **конические дифференциалы**
- **мосты**

CATERPILLAR ***ТО-4, FD-1***

ТРАНСМИССИОННЫЕ ЖИДКОСТИ SHELL ДЛЯ ВНЕДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

Продукт	Спецификация					
	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	IIE, III	C-4	TE-ML 03D-04D-14B-16C-17C			