Основные понятия
Смазочные материалы

Yuri Tselnik **Romeo Baum**

Смазочные материалы: задачи, состав, свойства, спецификации

Введение

Сегодня работа современных машин не мыслима без смазочных материалов. Свойства смазочных материалов специально так подбираются к определенным агрегатам, чтобы масло или смазка в промежуток времени рассматривались как важный конструктивный элемент. Интервалы между обслуживаниями всё более увеличиваются и во многих агрегатах станет со временем без необходимости замены смазочных материалов. Исходя из этого, сегодняшние нормы для защиты окружающей среды, выхлопных газов и шумов ставят дополнительные требования к используемым видам сырья для производства смазочных материалов.

Задачи

● Смазывать - это означает: уменьшать трение, уменьшать износ, уменьшать «съедание» трущихся частей

1. Полная смазка:

Идеальное состояние смазывания, так как трущиеся части разделены слоем смазочного материала. Таким образом происходит только трение жидкости и при этом не происходит износа трущихся частей

2. Частичная смазка:

В так называемой смешанной области трения соприкасаются еще отдельные шероховатости и ведут к износу. Из-за незначительной разницы скорости или слишком низкой вязкости не возникает полной гидродинамической смазочной пленки, например, перед возвратной точкой поршня всегда происходит частичное смазывание. Применение адитивирования значительно уменьшает износ.

3. Ограниченная смазка:

Если жидкий смазочный материал не может больше вызывать "всплывание" трущихся частей, то говорято сухом трении. Благодаря использованию адитивирования будут сокращаться износ и сила трения.

Оптимальный режим работы состоит, если достигнуто прямое трение жидкости. Благодаря высокой вязкости масла «эффект всплывания» более сильнее, но из-за больших затрат для перекачки в агрегате возрастают также потери. КПД ухудшается.

●**Охлаждать** - это означает: отводить тепло трения трущихся частей и отходящее тепло агрегата.

●**Защищать** - это означает: защищать внутренность агрегата от коррозии

●**Доставка/Содержание в чистоте** - это означает: уменьшающие трение активные вещества (EP-присадки) доставляют к трущимся частям и элементы истирания, частицы грязи, продукты сгорания и т. д. в подвешенном состоянии приводят к масляному фильтру и предотвращают отложение в комплектующих изделиях

●**Уплотнять** - это означает: защитить тонкие уплотнения в критических местах (например, в поршневых кольцах, переходных местах корпуса).

●**Передавать силу** например, в гидротолкателях или в рулевом приводе с сервомеханизмом.

Свойства

●Вязкость/Классы вязкости

Вязкость - это самый известный параметр смазочных масел. Она является мерой для внутреннего трения масла при течении. При холодном масле внутреннее трение велико (высокая вязкость). Чем теплее оно становится, тем меньше становится внутреннее трение (низкая вязкость). Изменение вязкости из-за изменения температуры может от масла к маслу быть различным и с помощью индекса вязкости - VI - численным значением описано. Сезонные масла имеют VI до 100, Всесезонные масла каждое согласно диапозону VI до 150.

●Классификация SAE

В настоящее время единственной признанной в мире системой классификации моторных масел является спецификация SAE J300. SAE – Society of Automotive Engineers (Общество Автомобильных инженеров), которые также отвечают нормам DIN. В данной классификации указаны классы (грейды) вязкости. В данной классификации установлено:

Температура для измерения вязкости, граничное значение вязкости и идентификация классов. Масла, для которых граничное значение вязкости в холодном состоянии установлено, имеют дополнительно букву «W» (Winter - зима). Для моторных и трансмиссионных масел в горячем состоянии вязкость определяется унифицировано для всех классов SAE при 100 °C. У моторных масел это не является удовлетворяющим на практике показателем, поэтому высокотемпературная вязкость определяется дополнительно при высоком уровне сдвига (HTHS - High Temperatur High Shear).

●Классификация SAE моторных масел

Классы стандартизованы:

0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W – зимние классы
20, 30, 40, 50, 60 – летние классы

● Классификация SAE трансмиссионных масел

Классы стандартизованы:
70W, 75W, 80W, 85W – зимние классы
80, 85, 90, 140, 250 – летние классы

● Сезонные/всесезонные масла

Соответствует масло только требованиям одного SAE-класса, тогда оно сезонное масло: например, SAE 10W, 30, 50, у моторных масел или SAE 80W, 90, 140 у трансмиссионных масел Всесезонные масла должны удовлетворять одновременно двум критериям:
-максимальным вязкостям низкотемпературной проворачиваемости и прокачиваемости со степенью зимнего ряда (W);
-максимальной и минимальной кинематическими вязкостями при 100°C, например, SAE 0W-30, 10W-40, 15W-40; SAE 75W-90, 80W-90, 85W-140.

● ISO-VG

Все смазочные масла, которые не являются автомобильными моторными и трансмиссионными маслами, описаны согласно ISO-VG (International Organisation for Standardization-Viscosity Grade). Стандартизированы 18 классов вязкости. Это так называемое среднее значение вязкости при 40°C.

● Предписания вязкости моторных масел

Предписания вязкостей производителей двигателей основываются всегда как при холодном, так и при горячем моторе на внешнюю температуру. Для холодного запуска это является по-прежнему решающим параметром

Критерии холодного запуска

низкая вязкость дает в итоге:
-незначительное сопротивление прокручиванию и при этом высокие пусковые обороты,
-короткое время смазки и при этом незначительный износ.
- низкие граничные температуры и при этом надежность смазки
-значительная экономия топлива

SAE 20W-X - неблагоприятный

SAE 0W-X - очень хороший

При горячем режиме работы температура масла в верхнем поршневом кольце может достигать 300°C. Также и при этой высокой температуре масло должно всегда создавать прочную маслянистую пленку и уплотнять поршневые кольца по движению цилиндра. Поэтому предписания вязкости в пределах высоких температур в зависимости от наружной температуры мало реалистичны.

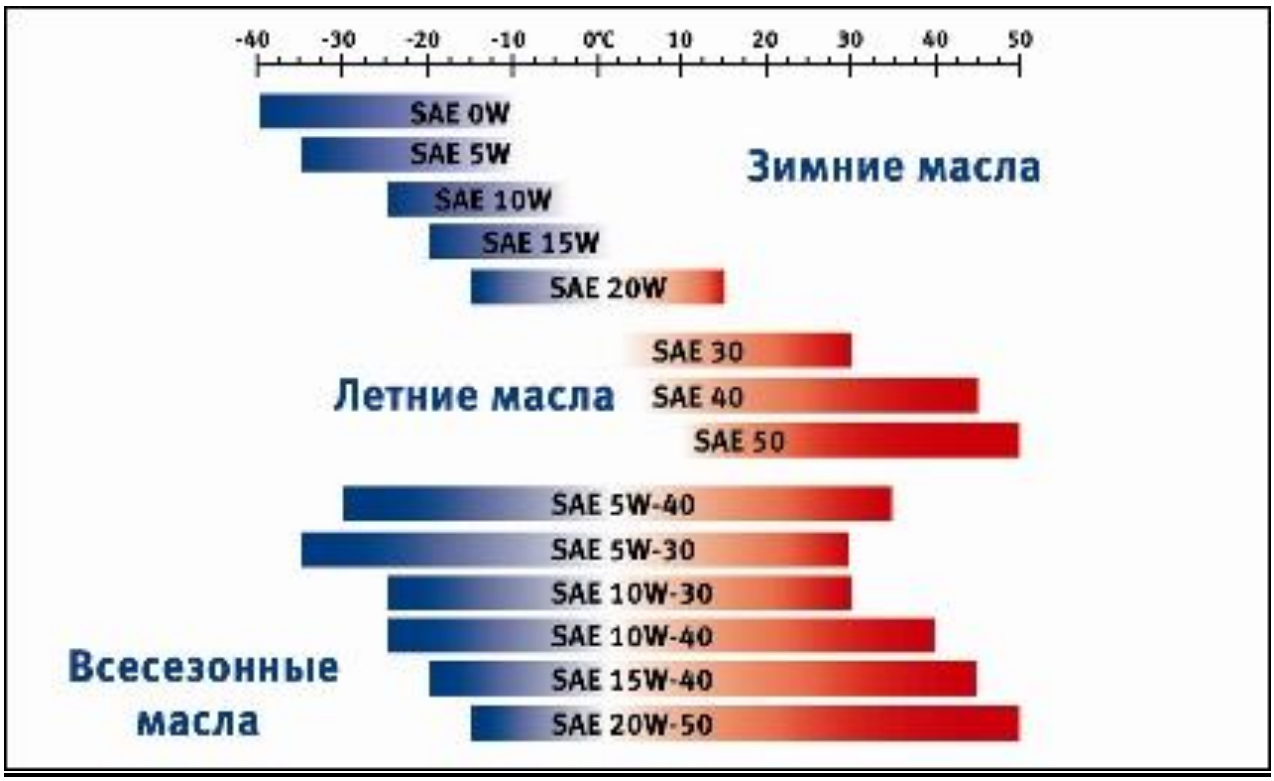
Надежность при горячем режиме работы

SAE XW-50/60	без проблем.
XW-30/40	без проблем, если HTHS ≥ 3,5 mPa.s. (High Temperature, High Shear Viscosity) обычно особый допуск.
XW-20	всегда особый допуск.

High Temperature, High Shear Viscosity

HTHS - вязкость (высокая температура - высокая вязкость сдвига) является мерой для поведения смазочных масел при высоких температурах (150 °C) в результате сдвига. С помощью данного испытания измеряется стабильность вязкости масла в экстремальных условиях при высокой температуре. Единицы измерения для HTHS-вязкости mPa.s. Большинство в настоящее время применяемых моторных масел имеют HTHS-вязкость > 3,5 mPa.s. Некоторые производители (например, VW и Ford) рекомендуют для определенных двигателей также масла с HTHS от 2,9 mPa.s. Эти масла способствуют более большей экономии топлива. Однако, конструкция мотора должна быть рассчитана на использование масел с HTHS <3,5 mPa.s, в противном случае возможны повреждения двигателя износом. Поэтому эти масла имеют особые допуски и не могут назначаться для всех моторов.

Типичные рекомендации производителей техники для разных температур



● **Индекс вязкости (VI)**

VI это эмпирический, безразмерный показатель для оценки зависимости вязкости масла от температуры. Высокий индекс вязкости указывает на сравнительно незначительное изменение вязкости с изменением температуры. Вязкостно-температурные показатели благодаря добавкам VI - улучшителям (полимеры) могут меняться.

Обычное минеральное масло	VI ≈ 95
Гидрокрекинговые масла	VI ≈ 130
XHVI-масла	VI ≈ 150
Полиофелиновые масла	VI ≈ 130 – 140
Эфирные масла	VI ≈ 140 – 210
Полиглюколь	VI ≈ 170 - 200

● **Стабильность к сдвигу**

Стабильность к сдвигу - это способность масла сохранять постоянную величину вязкости под воздействием высокой деформации сдвига при эксплуатации. Для улучшения вязкостно-температурных показателей используются улучшители индекса вязкости (маслорастворимые полимеры). Эти полимерные молекулы имеют при высокотемпературном режиме большую молекулярную структуру, которая при развитии силы сдвига изменяют свою структуру или разрушают друг друга. При этом возникает в большей или меньшей мере потери вязкости.

● **Pour point**

Температура застывания (pour point) - это самая низкая температура, при которой масло еще обладает способностью течь. Температуру застывания можно понизить с помощью так называемых присадок - pour point depressants.

● **Граничная температура**

При этом описываются границы применения для смазочных характеристик при холодном старте двигателя. До граничной всасывающей температуре поступает к масляному фильтру/масляному насосу достаточно масла**,** в том числе являющееся достаточным снабжение маслом смазочной системой больше не гарантировано, может всасываться воздух.

Максимальная граничная всасывающая температура согласно DIN 51511

Вязкость	SAE 0W	-40°C
	SAE 5W	-35°C
	SAE 10W	-30°C
	SAE 15W	-25°C
	SAE 20W	-20°C
	SAE 25W	-15°C

● **Надежность холодного старта**

Она находится примерно на 5-10°C выше граничной температуры и температуры масла при которой стартер еще может прокручивать мотор со стартовым количеством оборотов.

● **Потери испарения**

Потери испарения смазочных материалов при высоких температурах (до 350°C) сильно различаются, каждые согласно используемым базовым маслам. Высокие потери испарения ведут к повышенному расходу масла и отложению на поршнях и впускных клапанах масляного нагара. Как нормы ACEA, так и различные производители двигателей предписывают граничные значения потерь испарения.

Базовые масла и активные вещества (присадки)

• Базовые масла

Базовое масло - это компонент - основа товарного смазочного масла, изготовленного отдельным производителем. Требования современных моторных масел можно реализовать только при применении гидрокрекинговых масел, полиофелинов, эфирных масел или в комбинации их. Современные моторные масла содержат более 20% присадок и производятся в сочетании различных комбинаций с базовыми маслами.

Три типа базовых масел:
Рафинаты, гидрокрекинговые масла и синтетические углеводороды (полеофелины) применяются самостоятельно как базовое масло, а также в смесях друг с другом. Это распространяется также для определенных синтетических эфиров. На основе упомянутых понятий (рафинат, гидрокрекинговое масло), также их словарных комбинаций стандартизованы все моторные масла. Так можно у разных производителей встретить следующие названия:

synthetisch, Synthesetechnologie, fullsyn, vollsynthetisch, teilsynthetisch, halbsynthetisch, parasynthetisch, semisynthetisch, polysynthetisch, mit synthetischen Komponenten, Hydrocrackat, Moleculary-Couverted (MC-Öl), HC-Synthese

Настоящее указание на действительный состав масел не возможно таким образом определить. Эти обозначения можно рассматривать только как маркетинговые высказывания. До середины 2006 г. «синтетиками» называли базовые масла IV и V Групп и полученные на их основе финишные смазочные материалы. Сейчас производителям смазочных материалов разрешено в названии своих продуктов, полученных на основе II, III, IV и V Групп, упоминать слово «синтетика» в различных контекстах. «Минеральными» сегодня остались только материалы Группы I. Практически все синтетические масла обладают исключительно удачными вязкостно-температурными характеристиками:
-более низкая, чем у минеральных, температура застывания (от -35°C до -60°C);
-очень высокий индекс вязкости, что существенно облегчает запуск двигателя в морозную погоду;
-более высокая вязкость при рабочих температурах свыше 100°C – благодаря этому масляная пленка, разделяющая поверхности трения, не разрушается в экстремальных тепловых режимах;
-повышенная стойкость к деформациям сдвига (благодаря однородности структуры);
-высокая термоокислительная стабильность;

-небольшие по сравнению с минеральными маслами испаряемость и расход на угар.

По классификации Американского института нефти (API) базовые масла имеют пять категорий (групп):

- Первая группа – основа, созданная при помощи депарафинизации и селективной очистки.
- Вторая группа – основа, прошедшая гидрообработку, за счёт чего уменьшено количество парафинов и ароматических соединений.
- Третья группа – основа, полученная с помощью метода каталитического гидрокрекинга, таким образом, индекс вязкости был уменьшен.
- Четвёртая группа – основа создана на полиальфаолефинах (ПАО), что даёт повышенную окислительную стабильность и увеличивает индекс вязкости.
- Пятая группа – группа базовых масел для производства моторного масла, в чей список входят основы, не вошедшие в вышеперечисленные категории. Базовые масла на синтетической и натуральной основе.

Классификация API

ГРУППА	Содержание предельных углево-дородов, %	Содержание серы, %	Индекс вязкости
ГРУППА I	<90	>0.03	80-120
ГРУППА II	≥90	≤0.03	80-120
ГРУППА III	≥90	≤0.03	>120
ГРУППА IV	Полиальфаолефины		
ГРУППА V	Другие базовые масла		

Базовые масла и присадки

Обзор автомобильных смазочных материалов

Базовые масла	+	Присадки	=	Автомобильные смазочные материалы

Базовые масла (сильно упрощенно)

Базис	**Нефть**			**Растительные масла**
Базовые масла	**Первичный рафинад/ мин. масло** **Вторичный рафинад/ переработка**	**Гидрокрекинговое масло** - HC-synthese - HC-synthetic	**Синтезированные/ синтетические масла** - PAO & PIB - эфир (синтетик.) - эфир (синтетик.) - полиглюколь	**Рапсовое масло** - *Эфир натуральный*
Применение	**Моторные, трансмиссионные, автоматические, гидравлические масла**			**Гидравлические, биологически быстро разлагаемые**

Присадки	**Вязкость**	
Поверхностный эффект	**Холодный старт**	**Температура масла 100°C (150°C)**
- Детергент (очиститель)* - Дисперзант (распределитель грязи)* - Износостойкость/высокое давление - Изменение силы трения *также кислотонейтрализующее	**Классы SAE** **Моторные масла** 0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W **Трансмиссионные масла** 70W, 75W, 80W, 85W	**Моторные масла** 20, 30, 40, 50, 60 (Предел HTHS) **Трансмиссионные масла** 80, 85, 90, 140, 250
Маслоулушитель/ маслозащищающий - Улучшитель вязкости - Pour point улучшитель - Эластомер увеличитель - Защита от старения - Деактиватор металла - Противовспенивающееся средство	**Гидравличекие масла ISO VG** 5, 7, 10, 15, 22, 32, 46, 68, 100, 150, 220, 320, 460, 680 ,100, 1500 без разницы – высокая или низкая температура	

Производственные требования

Моторные масла		2-х тактные моторы (бензин)	Трансмиссионные масла	Автоматические масла (AFT)
Европа	**Во всем мире**			-DEXRON ® (GM)
-ACEA A, B, E, C	-API C … & S… -ILSAC GF1…5 -Global DHD & DND.. -JASO MA/MB… (4-T Bikes) -MIL-L (US- армия)	-API TA… TD… -JASO FA… FD… -ISO-L-EGB…EGD… -NMMA TC-W3 -TISI -OEM спецификация	-API GL1…5, MT-1… -OEM спецификация -Ford -MAN -Mercedes-Benz -Opel	-MERCON ® (Ford) -OEM спецификация -Allison -Caterpillar -MAN -Mercedes-Benz
Спецификация производителя				
Легковые автомобили	Автобусы и грузовые авто			
-BMW -Ford -Volkswagen -Mercedes-Benz -Porsche -Opel	-Caterpillar -MAN -DAF -Mercedes-Benz -Scania -Volvo	-Husquarna -Piaggo -производители цепных пил	-Scania -Volvo -Volkswagen -ZF и другие	-Voith -Renk -Volkswagen -ZF и другие

Аббревиатура

ACEA = Association des Constructeurs Europeens d'Automobiles (Ассоциация европейских автопроизводителей)

API = American Petroleum Institute (Американский институт нефти)

ILSAC = International Lubricant Standardization and Approval Committee (Международный комитет по стандартизации и одобрению смазочных материалов)

JASO = Japanese Automobile Standards Organization (Японская организация автомобильных стандартов)

GLOBAL Global = Мировая спецификация для моторных масел объединяет спецификации ACEA, JASO и API для большегрузных автомобилей с дизельными двигателями

ISO = International Organization for Standardization
(Международная организация по стандартизации)

NMMA= National Marine Manufacturers Association
(Национальная Ассоциация производителей водной техники)

ZF = Zahnradfabrik Friedrichshafen
Аббревиатура ZF означает: Zahnrad Fabrik («Фабрика зубчатых колёс»)
Friedrichshafen (город - Фридрихсхафен)
*классификация ZF TE-ML охватывает все масла, включая жидкости для гидромеханических передач.

OEM = Original equipment manufacturer
(Производитель оригинального оборудования)

TISI = Thai Industrial Standards Institute
(Тайский промышленный институт стандартов ТИЗИ)

TC-W3 = TestCycle-Watercooled 3
(Стандарт Национальной Ассоциацией Судостроителей (NMMA)

MT = Manual Transmission (Механическая коробка передач)
(Классификация качества трансмиссионных масел по API
GL = Gear Lubricant (Трансмиссионная смазка)
(Классы трансмиссионных масел по API)
ATF = Automatic Transmission Fluid
(Жидкость для автоматических трансмиссий)

● Присадки для смазочных материалов

Присадки (additives) - синтетические химические соединения, вводимые в базовое масло для улучшения свойств в периоды эксплуатации и хранения. Высокие требования к смазочным материалам автомобилей могут выполняться только маслами со специальными, маслорастворимыми присадками. Вид и количество присадок должны точно соответствовать предназначению в каждом отдельном случае. Большинство присадок многофункционально.

1. Ингибиторы окисления (износостойкие вещества)

Высокий температурный режим и кислород ведут к старению масла:
> Повышение вязкости (сгущение масла)
> Образование остатков (нагар, масляный осадок)
> Коррозионный износ через возникающие кислоты.
Благодаря добавлению антиокислителей этот эффект предотвращается или может замедляться.

2. Детергенты (моющие) и диспергенты-присадки (расщепление загрязнений)

Задание этих присадок – препятствование образованию сгустков из нерастворимых в масле остатков, а также смолы и асфальтосодержащих продуктов окисления с тем, чтобы избежать отложений осадков и сгущения масла. Кроме того, остатки растворяются (чистка) и нейтрализуются кислоты.

3. EP-присадки (добавки высокого давления)

Проблема: В определенных частях (например, зубчатый профиль, распредвал, шестеренки, качающиеся рычаги и т.д.) может при высокой нагрузке доводить до металлического соприкосновения, как итог в более или менее степени – износ.
Решение: Защита от коррозии- присадки высокого давления *(Extreme Pressure-добавки или Anti-Wear-присадки)* создают посредством химических реакций с металлической поверхностью тонкие, скользящие слои, в следствии этого контакт между металлами предотвращается.

4. VI-Improver (Улучшитель индекса вязкости)

Проблема: Легкий холодный старт и быстрое поступление масла также в отдаленные места смазки при низких температурах.
Масляный слой настолько тонок, насколько можно.
Достаточно прочная смазочная пленка также и при высоких температурах масла.
Масляный слой настолько плотен, насколько необходимо.
Решение: Улучшитель индекса вязкости делает надежным при холодном запуске с низкой вязкостью сезонное масло (например, SAE 10W), также и при высокой температуре подходящее всесезонное мало (например, SAE 10W-40).

5. Температура застывания/Pourpoint- реформатор

Проблема: Минеральные масла, в частности рафинаты, выделяют при низких температурах парафиновые кристаллы, которые соединяясь, сгущают масла. Холодный старт еще возможен, подача масла к смазочным местам больше не возможна.

Решение: Наряду с депарафинизацией базового масла на нефтеперерабатывающем заводе добавляют «Pourpoint-реформаторы». Они предотвращают слияние парафиновых кристаллов, масло при этом остается текучим при низких температурах.

6. Антипенные присадки (Antifoamants)

Проблема: Образование пены интенсивным перемешиванием с воздухом при эксплуатации ведет к выходу маслянной пены из системы (например, из проветриваемых каналов). Далее ускоряется процесс старения масла, увеличения вязкости и компрессии. Это может, в частности, негативно влиять на гидравлические процессы управления.

Решение: Антипенные присадки (например, силиконовые масла) препятствуют пенообразованию.

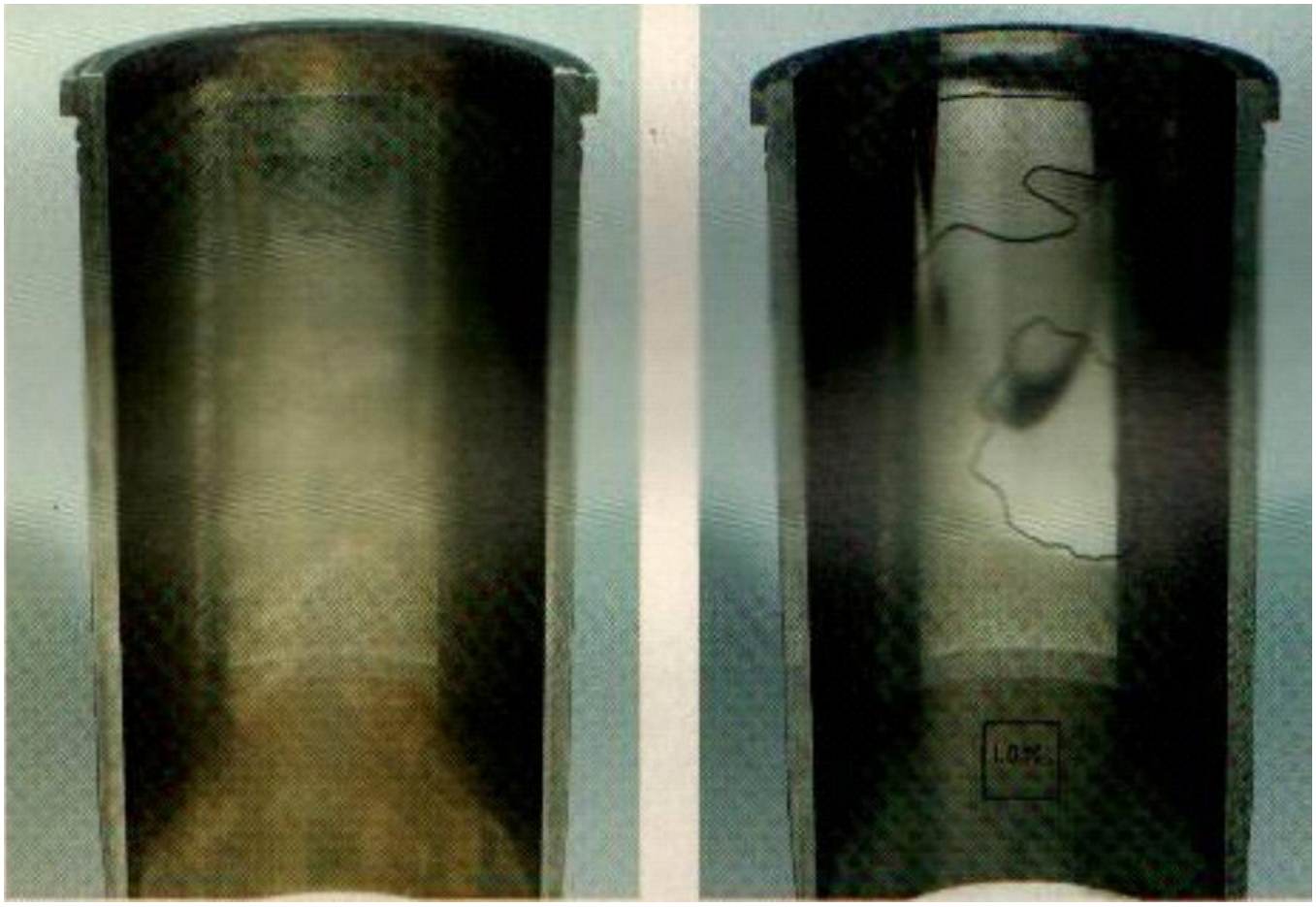
7. Реформатор коэффициента трения (Friction Modifier)

Проблема: Синхронизированные коробки передач, автоматические коробки передач, водные тормоза в тракторах требуют масла с определенным коэффициентом трения. В механических и автоматических передачах от этого зависит комфорт переключения.

Решение: приспосабливающиеся или изменяющие коэффициент трения присадки придают поверхности необходимые свойства коэффициента трения.
Побочный эффект: Понижающие трение присадки в моторных и трансмиссионных маслах имеют *уменьшающие потребление масла* (Leichtlauf-) *свойства*.

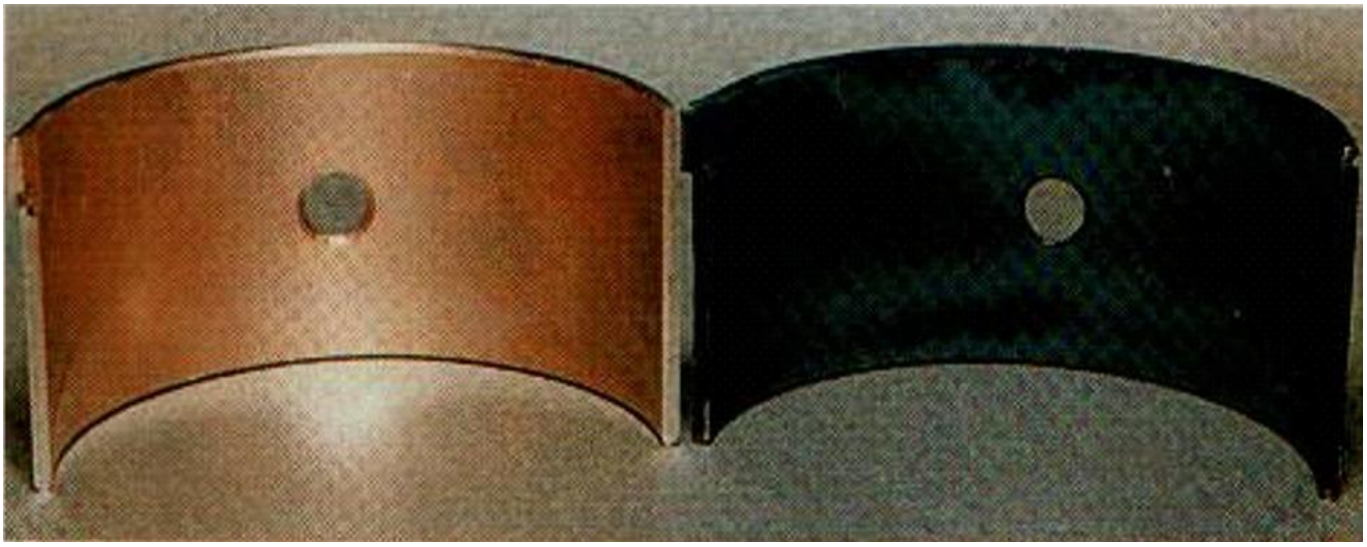
8. Особые присадки

Все автопроизводители допускают для моторов и передаточных механизмов только легированные масла. В продаже предлагаются также присадки, которые согласно рекламе должны еще лучше улучшать продукты (например, на основе тефлона).
Автопроизводители дистанцируются от таких присадок и при смешивании с ними теряют силу какие-либо рекламации. Если бы научно были доказаны их преимущества, ни один из производителей от них бы не отказался.



Гильза без образования зеркальной поверхности

Гильза с образованием зеркальной поверхности



Хорошая и плохая защита от коррозии у вкладышей

Спецификации, допуски (рекомендации), нормы

Только физические и химические свойства ещё недостаточны для правильного подбора смазочных материалов. Поэтому проводятся дорогостоящие испытания мотора и проверки на испытательном стенде для определения производительности смазочного материала и его характеристик. Эти требования попадают в указания поставок, нормы и спецификации.

1. Моторные масла

1.1 MIL-Спецификация

Спецификация американских вооруженных сил устанавливает минимальные требования для моторных масел. Она требует определенные физические и химические данные, а также несколько стандартных тестов для моторов. Раньше эта спецификация принималась и в гражданском секторе для классифицирования моторных масел. Тем не менее, для немецкого рынка в последние годы её значение сильно уменьшилось. MIL-L - спецификация принята в Соединённых Штатах одновременно со спецификацией моторных масел API. Распространяется на моторные масла для грузовых автомобилей и спецтехники. По классификации (спецификации) MIL моторные масла разделены на две основные категории: L-46152 - для бензиновых и дизельных двигателей средней мощности и L-2104 - масла для дизельных двигателей (при необходимости допускается использование в бензиновых двигателях).

Соответствие спецификаций API и MIL-L

Для бензиновых двигателей		Для дизельных двигателей	
		Класс API	**Класс MIL-L**
		CA	MIL-L-2104A
		CB	MIL-L-2104A und Zusatz l
Класс API	**Класс MIL-L**	CC	MIL-L-2104B
SE	MIL-L-46152A	CD	MIL-L-2104C
SF	MIL-L-46152B	CE	MIL-L-2104C
SG	MIL-L-46152C	CF-2	MIL-L-2104D
SH	MIL-L-46152D	CF-4	MIL-L-2104E
SJ	NATO-CODE	CG-4	NATO-CODE

1.2 API-классификация

American Petroleum Institute (API) совместно со специализированным объединением ASTM (American Society for Testing and Materials) и SAE (Society of Automotive Engineers Inc. New York) создали классификацию, в которой моторные масла подразделяются согласно требованиям на основании их различных условий эксплуатации. Испытания происходят стандартными тестированиями моторов. Система полностью изложена в стандартах ASTM D 4485 «Стандартная спецификация на качество эксплуатационных свойств моторных масел» (Standart Performance Specification for Performance of Engine Oils) и SAE J183 «Качество эксплуатационных свойств моторных масел и эксплуатационные классификации двигателей (за исключением энергосберегающих масел)».

Классификация API подразделяет моторные масла на три категории:

- S (Service) - для бензиновых двигателей легковых автомобилей, микроавтобусов и легких грузовиков.
- C (Commercial) - для дизельных двигателей автотранспортных средств (грузовиков), промышленных и сельскохозяйственных тракторов, дорожно-строительной техники.
- EC (Energy Conserving) - энергосберегающие масла. Новый ряд высококачественных масел, состоящий из маловязких масел, уменьшающих расход топлива по результатам тестов на бензиновых двигателях. С 1 августа 1997 года экономия топлива определяется по новой методике ASTM RR D02 1364. Последовательность VIA (Sequence VIA), согласно которой маслу может быть присвоена только одна степень энергосбережения API-EC.

Обозначение класса масла состоит из двух букв латинского алфавита: первая (S или C) указывает категорию масла, вторая - уровень эксплуатационных свойств. Чем дальше от начала алфавита вторая буква, тем выше уровень свойств (т.е. качество масла). Классы дизельных масел подразделяются дополнительно для двухтактных (CD-2, CF-2) и четырехтактных дизелей (CF-4, CG-4, CH-4). Большинство современных моторных масел универсальные - их применяют как в бензиновых, так и в дизельных двигателях. Такие масла имеют двойное обозначение, например: SN/CF, CI-4/SL и т.д. Основное назначение масла указывают первые буквы, т.е. SN/CF - «более бензиновое», CI-4/SL – «более дизельное». Энергосберегающие масла для бензиновых двигателей дополнительно обозначаются аббревиатурой EC (Energy Conserving) или RC (Recourse Conserving). По состоянию на май 2012 г. классификация API содержит 4 действующих класса категории «S» и 3 действующих класса категории «C». Но многие производители продолжают выпускать масла классов, исключенных из спецификации, в основном дизельные CD, CF и CF-4, поскольку автомобили со старыми двигателями продолжают эксплуатироваться.

Такие масла часто обозначаются словом «Perfomance». Например, масло с обозначением «CF Performance» официальной сертификации API CF не имеет, так класс CF сам по себе уже упразднен, но отвечает всем требованиям этого класса. Согласно рекомендаций API любой вышестоящий действующий класс категории «S» заменяет нижестоящий действующий класс. Для дизельных масел, вышестоящий действующий класс как правило, но не всегда, заменяет нижестоящий класс.

Классификация API (Gasoline-Engines)

Для бензиновых двигателей		
Класс	**Статус**	**Назначение**
SN	действующий	Для всех бензиновых двигателей автомобилей, выпускаемых в настоящее время. Введен в октябре 2010 года. Масла этого класса имеют повышенную стойкость к окислению, улучшенную защиту от износа и отложений, улучшенные низкотемпературные свойства.
SM	действующий	Для двигателей, выпускаемых с ноября 2004 года. Масла имеют улучшенную стабильность к окислению, меньше осадков, улучшенную зашиту от износа и оптимальные свойства холодного старта.
SL	действующий	Для двигателей 2001-2004 годов выпуска. Введенная спецификация в июле 2001 г.: с усиленными требованиями к потреблению масла, чистоте двигателя и характеристикам старения. Согласно указаниям производителя согласно API-SL возможен удлиненный интервал замены масел.
SJ	действующий	Действуют с октября 1996 г. Усиленные требования к потерям испарения. Для двигателей 1996-2001 годов выпуска.
SH	устаревший	Спецификация моторных масел для машин, которые изготовлены в промежуток 1993 и 1996 гг.
SG	устаревший	Для двигателей 1989-1993 годов выпуска Моторные масла для высоких требований, с специальным тестом к стабильности окисления и образования осадков. Выполняет требования американских авто-производителей для машин 1987-1993 гг. Сходные требования с MIL-L- 46 152 D.
SF	устаревший	Для двигателей 1988 и старше годов выпуска. Моторные масла для очень высоких требований и сильно нагруженных бензиновых двигателей (Stop-and go-режим), а также некоторые грузовые автомобили. Выполняет требования американских автопроизводителей для автомобилей 1980-1987 гг. Соответствует Ford SSM-2C-9011A (M2C-153-B), GM 6048-M и MIL-L 46 152 B.

Классификация API (Diesel-Engines)

Для дизельных двигателей		
Класс	**Статус**	**Назначение**
CJ-4	действующий	Введен в 2007 году. Для высокооборотистых, четырехтактных двигателей. Масла данного класса предназначены для работы на топливе, содержащем не более 0,05% серы. Разрабатывались для двигателей, оборудованных самыми современными системами снижения выбросов вредных веществ (сажевые фильтры, системы рециркуляции выхлопных газов и др.) Масла класса CJ-4 могут заменять масла классов CI-4, CH-4, CG-4 и CF-4.
CI-4	действующий	Введен в сентябре 2002 года. Для высокооборотистых, четырехтактных двигателей, удовлетворяющих нормам выброса, введенным в 2004 году. Масла этого класса разработаны для двигателей, имеющих систему рециркуляции выхлопных газов (EGR) и работающих на дизтопливе с содержанием серы до 0,5 %. Могут заменять масла классов CD, CE, CF-4, CG-4 и CH-4. API-CI-4 Plus обозначается «API-Donut» (символом) Эти масла показывают низкие изменения вязкости при накоплении сажи (повышение вязкости) или сильном сдвиге (падении вязкости).
CH-4	действующий	Введен в 1998 году. Для высокооборотистых четырехтактных двигателей. Сравнимо с ACEA E5. Низкое содержание золы. Подходит для содержания серы >0,5%. В основном для моторов американских автопроизводителей. Может использоваться также вместо API-CD, CE, CF-4 и CG-4.
CG-4	устаревший	Введен в 1995 году. Для тяжелонагруженных, высокооборотистых, четырехтактных двигателей, работающих на топливе с содержанием серы менее 0,5%. Может заменять масла классов CD, CE, CF-4. Учитывается EPA ограничения эммиссии с 1994 г. В противоположность API CF-4 улучшенны детергирующие свойства и характеристики пены.
CF-4	устаревший	Введен в 1990 году. Для высокооборотистых, четырехтактных, безнаддувных и наддувных двигателей. Может применяться вместо масел классов CD и CE, дополняет требования относительно расхода масла и чистоты поршней.
CF-2	устаревший	Только для 2-тактных дизельных моторов. Заменило с 1994 г API-CD II.
CF	устаревший	Введен в 1994 году. Для внедорожников, вихрекамерных и форкамерных дизелей, а также дизелей, работающих на топливе с высоким содержанием серы (до 0,5%). Могут применяться вместо масел класса CD.
CE	устаревший	Введен в 1987 году. Для высокооборотистых, четырехтактных, безнаддувных и наддувных двигателей. Повышенная защита от загущения масла и износа, лучшая чистота поршней. Может применяться вместо масел классов CC и CD.
CD	устаревший	Введен в 1955 году. Для некоторых безнаддувных и турбированных двигателей. Перекрывает MIL-L 45 199 B (S3), отвечает MIL-L 2104 C. Покрывает требования Caterpillar 3 -серии 3.
CC	устаревший	Введен в 1961 году. Не подходит для использования в дизельных двигателях, изготовленных после 1990 года.

CCMC-Спецификация

Т.к. тестирование классификации API и спецификации MIL только для американских моторов проходило (V8, большой объём, низкий вращающий момент...) и не отвечает полностью требованиям европейких моторов (малый объем, высокий крутящий момент...), то CEC (Coordinating European Council for the Development of Performance Tests for Lubricants and Engine Fuels) вместе с CCMC (Committee of Common Market Automobile Constructors) разработало целый ряд тестов, которые используются для тестирования моторных масел для европейских моторов. Эти тесты создали вместе с тестами API основу для развития новых моторных масел. CCMC было в 1996 г. **заменено на ACEA и больше не используется.**

1.3 Классификация моторных масел по ACEA

Ассоциация европейских производителей автомобилей (Association des Constracteuis Europeen des Automobiles) - с 1 января 1996 года ввела свою классификацию моторных масел, которая с тех пор неоднократно обновлялась. Здесь приведена классификация, введенная с 22 декабря 2008 года. Требования европейских стандартов к качеству моторных масел являются более строгими, чем американских, т.к. в Европе условия эксплуатации и конструкция двигателей отличаются от американских:

- более высокой степенью форсирования и максимальными оборотами;
- меньшей массой двигателей;
- большей удельной мощностью;
- большими допустимыми скоростями передвижения;
- более тяжелыми городскими режимами.

Ввиду этих особенностей испытания моторных масел проводятся на европейских двигателях и по методикам, отличающимся от американских. Это не позволяет напрямую сравнивать уровни требований и стандартов ACEA и API.

Классификация ACEA разделяет моторные масла на 3 класса:

- A/B - для бензиновых и дизельных двигателей легковых автомобилей и легких грузовиков;
- C - совместимые с нейтрализаторами отработавших газов;
- E - для мощных дизельных двигателей грузовых автомобилей.

Классификация ACEA (gasoline and diesel-engine oils)

Класс	Бензиновые и дизельные моторы
A1/B1	Предназначены для бензиновых двигателей и легковых дизелей, которые разработаны для использования масел с увеличенными интервалами замены, которые обеспечивают низкий коэффициент трения, маловязких при высокой температуре и высокой скорости сдвига (от 2.9 до 3.5 mPa.s.) Категория для так называемых Fuel-Economy-моторных масел. Предпочтительные классы вязкости xW-30 и xW-20.
A3/B3	Категория для обычных и легкотекучих моторных масел с повышенными требованиями
A3/B4	Предназначены для применения в высокопроизводительных бензиновых двигателях и дизелях с непосредственным впрыском топлива. Могут применяться вместо масел класса A3/B3.
A5/B5	Предназначены для высокопроизводительных бензиновых двигателей и легковых дизелей, которые разработаны для использования масел с увеличенными интервалами замены, которые обеспечивают низкий коэффициент трения, маловязких при высокой температуре и высокой скорости сдвига (от 2.9 до 3.5 mPa.s.) Категория для так называемых Fuel-Economy-моторных масел. В отличие от A1/B1 на 2% уменьшенные потери испарения (Noack ≤ 13%).
Класс	Совместимые с катализатором масла (Catalyst compatibility oils)
C1	Для автомобилей, оборудованных сажевыми фильтрами и трехкомпонентными каталитическими нейтрализаторами. Применяются в высокопроизводительных бензиновых двигателях и легковых дизелях, требующих масел, которые обеспечивают низкий коэффициент трения, с малой вязкостью, низкой сульфатной зольностью, низким содержанием серы и фосфора, имеющих минимальную вязкость при высоких температурах и высоких скоростях сдвига 2.9 mPa.s.
C2	Для автомобилей, оборудованных сажевыми фильтрами и трехкомпонентными каталитическими нейтрализаторами. Применяются в высокопроизводительных бензиновых двигателях и легковых дизелях, разработаных для использования масел, обеспечивающих низкий коэффициент трения, с малой вязкостью, имеющих минимальную вязкость при высоких температурах и высоких скоростях сдвига 2.9 mPa.s.
C3	Для автомобилей, оборудованных сажевыми фильтрами и трехкомпонентными каталитическими нейтрализаторами. Применяются в высокопроизводительных бензиновых двигателях и легковых дизелях, имеющих минимальную вязкость при высоких температурах и высоких скоростях сдвига 3.5 mPa.s.
C4	Для автомобилей, оборудованных сажевыми фильтрами DPF и трехкомпонентными каталитическими нейтрализаторами TWC. Применяются в высокопроизводительных бензиновых двигателях и легковых дизелях, требующих масел с низкой сульфатной зольностью, низким содержанием серы и фосфора, имеющих минимальную вязкость при высоких температурах и высоких скоростях сдвига 3.5mPa.s.

Классификация ACEA (Heavy duty diesel-engines)

Класс	Грузовые дизельные моторы
E4	Масла, обеспечивающие высокую чистоту поршней, защиту от износа, имеющие высокую стойкость от загрязнения сажей и стабильные свойства на протяжении всего периода эксплуатации. Рекомендованы для современных дизельных двигателей, отвечающих требованиям Евро-1, Евро-2, Евро-3, Евро-4 и Евро-5 и работающих в очень тяжелых условиях со значительно удлиненными интервалами замены (в соответствии с рекомендациями производителей). Могут применяться только в двигателях без сажевого фильтра, и в некоторых двигателях с системами рециркуляции выхлопных газов и снижения выбросов оксидов азота. Однако, рекомендации производителей могут отличаться, поэтому необходимо следовать инструкции по эксплуатации автомобиля.
E6	Масла, обеспечивающие высокую чистоту поршней, защиту от износа, имеющие высокую стойкость от загрязнения сажей и стабильные свойства на протяжении всего периода эксплуатации. Рекомендованы для современных дизельных двигателей, отвечающих требованиям Евро-1, Евро-2, Евро-3, Евро-4 и Евро-5 и работающих в очень тяжелых условиях со значительно удлиненными интервалами замены (в соответствии с рекомендациями производителей). Могут применяться в двигателях с системой рециркуляции выхлопных газов, с или без сажевого фильтра, и для двигателей с системами снижения выбросов оксидов азота. Масла данного класса настоятельно рекомендованы для двигателей, оборудованных сажевыми фильтрами и предназначенными для работы на топливе с низким содержанием серы. Однако, рекомендации производителей могут отличаться, поэтому необходимо следовать инструкции по эксплуатации автомобиля.
E7	Обеспечивают отличную защиту от износа, имеют высокую стойкость от загрязнения сажей и стабильные свойства на протяжении всего периода эксплуатации. Рекомендованы для современных дизельных двигателей, отвечающих требованиям Евро-1, Евро-2, Евро-3, Евро-4 и Евро-5 и работающих в тяжелых условиях с удлиненными интервалами замены (в соответствии с рекомендациями производителей). Рекомендованы для применения в двигателях без сажевых фильтров и для большинства двигателей, оснащенных системами рециркуляции выхлопных газов и снижения выбросов оксидов азота. Однако, рекомендации производителей могут отличаться, поэтому необходимо следовать инструкции по эксплуатации автомобиля.
E9	Обеспечивают отличную защиту от износа, имеют высокую стойкость от загрязнения сажей и стабильные свойства на протяжении всего периода эксплуатации. Рекомендованы для современных дизельных двигателей, отвечающих требованиям Евро-1, Евро-2, Евро-3, Евро-4 и Евро-5 и работающих в тяжелых условиях с удлиненными интервалами замены (в соответствии с рекомендациями производителей). Могут применяться в двигателях с или без сажевых фильтров и в большинстве двигателей, оснащенных системами рециркуляции выхлопных газов и снижения выбросов оксидов азота. Масла данного класса настоятельно рекомендованы для двигателей, оснащенных сажевыми фильтрами и предназначенными для работы на топливе с низким содержанием серы. Однако, рекомендации производителей могут отличаться, поэтому необходимо следовать инструкции по эксплуатации автомобиля.

1.4 Классификация ILSAC

Классификация ILSAC разработана Международным комитетом по одобрению и стандартизации смазочных материалов (ILSAC) совместно с JAMA (Ассоциация производителей автомобилей Японии) и AAMA (Ассоциация производителей автомобилей Америки). Для бензиновых двигателей легковых автомобилей японского производства лучше всего подходит эта классификация, для американских автомобилей равноценны как масла по ILSAC, так и по API.

Класс по ILSAC	Класс по API
GF-5 Введена 1 октября 2010 г.	Соответствует API SN
GF-4 Введена в 2004 г. Классы вязкости SAE 0W20, 5W20, 0W30, 5W30, 10W30.	Соответствует API SM
GF-3 Введена в 2001 г. Обязательно являются энергосберегающими.	Соответствует API SL
GF-2 Введена в 1996 г. Классы вязкости дополнительно к GF-1: SAE 0W20, 5W20	Соответствует API SJ
GF-1 *Устаревший	Соответствует API SH

1.5 JAMA

Japan Automotive Manufacturers Association разработала собственную спецификацию и работает в интернациональной группе. Для немецкого рынка являются эти спецификации (например, JAMA DH-1) не актуальными. Только часть определенных тестов для актуальных спецификаций применима

1.6 JASO

Japanese Automotive Standards Organisation разработала собственные предписания тестирования. В Европе такие спецификации могут иметь интерес только для мотоциклов (см. также 2-х тактных моторов и смазочных материалов для мотоциклов).

1.7 EMA

Engine Manufacturers Association – это объединение, которое учитывает мнения производителей моторов (например, Caterpillar, Cummins, John Deere, CNH...) и сотрудничает во многих корпорациях.

1.8 Global/общепризнаный

ACEA, EMA и JAMA разрабатывают процедуры тестирования для смазочных материалов. Сравнительно к API или ACEA следует назначение как самоквалифицирование производителей смазочных материалов.

Global Область применения

DHD-2 спецификация введена в 2005 году, когда на большегрузных автомобилях начали устанавливать катализаторы SCR (Selective Catalytic Redaction). Масла, отвечающие этой спецификации, должны соответствовать нормам стандартов по токсичности отработанных газов Euro-4 и Euro-5 (2008 г.).

DHD-1 Спецификация моторных масел для тяжелых грузовых моторов (Diesel Heavy duty) для продленного интервала замены масел с усиленными требованиями относительно образования нагара в камере сгорания. Для сертификации масел этой категории использованы пять методов моторных испытаний, из которых три (MACK T-8E, MACK T-9 и Cummins M-II). Уровень производительности схож с API CH-4 и ACEA E5 и японского DX-1. Свой вклад в формулирование требований к маслам по спецификации GLOBAL DHD-1 внесли и японские автопроизводители. DLD-1 Спецификация моторных масел для легких дизельных моторов (Diesel light duty).

DLD-1 описывает стандартное качество с минимальными требованиями моторных масел для применения в легких дизельных моторах. Сульфатная зольность max. 1,8%. TBN min. 10 mgKOH/g.

DLD-2 Low-Viscosity-спецификация моторных масел для легких дизельных моторов

(Diesel light duty). Вязкость 0W-20 или 0W-30, HTHS <3,5 mPa*s. Сульфатная зольность max. 1,3 %. Экономия топлива в M111E по сравнению с 15W-40 тестируемого масла ≥ 2,5‘%.

DLD-3 Спецификация моторного масла для легких дизельных моторов (Diesel light duty).

В противоположность DLD-1 усиленные требования относительно характеристик стабильности сдвига и испарения. Сульфатная зольность max. 1,6%.

1.9 Допуски и рекомендации производителей

Представленные спецификации имеют также производители, но некоторые технологические лидеры в автомобилестроении выдвигают дополнительные требования к характеристикам моторного масла и разрабатывают дополнительные собственные спецификации (допуски). При выборе смазочного материала, в первую очередь стоит ориентироваться на рекомендации производителя двигателя, указанные в инструкции по эксплуатации. Многие автопроизводители дают рекомендации по международным классификациям - стандартам качества: SAE, API, ACEA и ILSAC. Данные стандарты разрабатывают и обновляют требования, которые необходимо учитывать производителям смазочных материалов в связи с изменениями условий работы современных двигателей.

Сегодня SAE International имеет соглашения о сотрудничестве с организациями по всему миру - это Япония, Германия, Великобритания, Австралия, Индия, Бразилия, Китай, Россия и многие другие. API – классификация является результатом совместных усилий предприятий нефтехимической промышленности, Американского общества по испытаниям и материалам (ASTM), производителей автомобилей и двигателей («Форд», «Дженерал Моторс», «Крайслер»), японской Ассоциации автопроизводителей и Ассоциации заводов-изготовителей двигателей. В Европейской ассоциации автопроизводителей (ACEA) представлено 15 ведущих автопроизводителей: BMW Group, Volkswagen AG, DAF Trucks NV, Daimler AG, Toyota Motor Europe, Volvo Car Corporation, AB Volvo, Ford of Europe GmbH, General Motors Europe, Fiat S.p.A., Iveco S.p.A., Jaguar Land Rover, PSA Peugeot Citroën, Renault S.A., Hyundai Motor Europe GmbH.

Некоторые допуски производителей легковых автомобилей

BMW

BMW Longlife-01, автомасла, предназначенные для применения в некоторых бензиновых двигателях автомобилей BMW, начиная с 09/2001 года выпуска с увеличенным сервисным интервалом замены масла Longlife. Базовые требования допуска превышают требования классификации ACEA A3/B3.

BMW Longlife-04, допуск введен в 2004 году. Масла рекомендуются для всех дизельных двигателей с сажевым фильтром. Могут использоваться почти во всех других двигателях BMW. В других странах, за исключением стран Европы (ЕС плюс Швейцария, Норвегия и Лихтенштейн), использование масел Longlife-04 в бензиновых двигателях BMW запрещено.

Mercedes-Benz/Daimler AG

229.1 Моторные масла для легковых автомобилей с бензиновыми или дизельными двигателями. Эти масла отвечают требованиям ACEA A3-04/B3-04.

229.3 Моторные масла для легковых автомобилей с бензиновыми или дизельными двигателями. Имеют удлиненные интервалы смены (до 30 тыс. км). Отвечают требованиям ACEA A3-04/B3-04.

229.31 Моторные масла с пониженным содержанием серы, фосфора и золы (Low SAPS). Предписаны в обязательном порядке для применения в легковых автомобилях с дизельным двигателем независимо от наличия сажевого фильтра. Эти масла отвечают требованиям ACEA A3-04/B3-04, C3-04.

229.5 Моторные масла легкого хода для легковых автомобилей с продленными интервалами по замене масла (до 30 000 км) и пониженным выбросом выхлопных газов. Эти масла отвечают требованиям ACEA A3-04/B3-04.

229.51 Моторные масла с пониженным содержанием серы, фосфора и золы (Low SAPS). Эти масла отвечают требованиям ACEA A3-04/B3-04, C3-04.

VW/Audi/Seat/Skoda (VAG)

505.01, универсальные автомасла для применения в бензиновых и дизельных двигателях с непосредственным впрыском. Соответствуют ACEA A2.

VW 502.00, моторное масло для бензиновых двигателей с непосредственным впрыском, а также повышенной эффективной мощностью. Соответствует ACEA A3.

VW 505.00, автомасла для дизельных моторов легковых авто с турбонаддувом и без. Базовые характеристики соответствуют требованиям класса ACEA B3.

VW 504.00, автомасла для бензиновых и дизельных двигателей с увеличенным интервалом обслуживания Longlife, включая дизельные двигатели с фильтрами тонкой очистки без дополнительных присадок в топливе.

VW 507.00. автомасла для бензиновых и дизельных двигателей с увеличенным сервисным интервалом Longlife, включая дизельные двигатели с фильтрами тонкой очистки без дополнительных присадок в топливе. Двигатели, отвечающие стандарту Euro 4 с сажевым (DPF) фильтром. Альтернативно – 505.00 или 505.01. *Важно: исключение составляют двигатели V10, R5, а также двигатели грузовиков и автобусов транспорта без сажевого фильтра. Для таких двигателей применяется масло, соответствующее VW 506.01

Некоторые допуски производителей грузовых автомобилей

MAN

MAN M 270, Сезонные масла для дизельных двигателей с турбонаддувом и без него. Базовые требования соответствуют ACEA E2. Содержание сульфатной золы- не более 2%. Интервал между заменами масла 30 000-45 000 км.

MAN M 271, Всесезонные масла для дизельных двигателей с турбонаддувом и без него. Базовые требования соответствуют ACEA E2. Интервал между заменами масла 30 000-45 0000 км.

MAN M 3275, Масла класса SHPD (Super High Performance Diesel) для всех дизельных двигателей с удлиненным интервалом замены. Соответствуют ACEA E7. Содержание сульфатной золы- не более 2%. Интервал между заменами масла 45 000-60 000 км.

MAN M 3277, Масла класса UHPD (Ultra High Performance Diesel) для всех дизельных двигателей со сверхдлинным интервалом замены. Базовые требования соответствуют ACEA E4. Содержание сульфатной золы- не более 2%. Интервал между заменами масла вплоть до 100 000 км.

VOLVO

VOLVO VDS

Спецификация на удлиненные интервалы замены для моторных масел, применяемых в дизельных двигателях с турбонаддувом. SAE 15W-40 или 10W-30, API CD

VOLVO VDS-2

Спецификация на моторные масла, применяемые во всех дизельных двигателях грузовых автомобилей Volvo, произведенных до 2004 года включительно. SAE 5W-30, 5W-40, 10W-30, 10W-40 или 15W-40, ACEA E1-96

VOLVO VDS-3

Масла для дизельных двигателей, работающих в тяжелых условиях. Интервалы между заменами масла вплоть до 100000 км

VDS-4, Спецификация предназначена для двигателей после 2007 года выпуска, соответствующих новым экологическим требованиям и использующие для их обеспечения новейшие системы очистки выхлопных газов. API CJ-4.

2. Трансмиссионные масла

У многих современных легковых автомобилей не требуется более замена трансмиссионного масла. Специальные высокопроизводительные масла для «fill for life» (требования между 150.000 км и 240.000 км) разработаны в совместной работе между фирмой-производителем масел, производителем трансмиссии и производителем автомобиля. Как правило эти масла изготавливаются только одним производителем. У старых легковых машин и большинства грузовых машин масла подбираются согласно классификации API и домашних спецификаций.

Для осевых трансмиссий требуются масла с превосходными характеристиками от износа. Если блокируемые дифференциалы изношены, требуется кроме этого Limited-Slip-эффект масел, который упреждает скольжение при блокировке и при этом повышает комфорт езды. Для автоматических коробок применяются специальные масла, которые точно определяют характеристики трения. При хорошей или плохой смазке меняется качество трансмиссии (рывки) и точки переключения передач.

Спецификация ATF

GENERAL MOTORS		FORD	
Год введения	Наименование спецификации	Год введения	Наименование спецификации
1949	Type A	1959	M2C33 - B
1957	Type A Suffix A (ATF TASA)	1961	M2C33 - D
1967	Dexron B	1967	M2C33 - F (Type - F)
1973	Dexron II C	1972	SQM -2C9007A, M2C33 - G (Type - G)
1981	Dexron II D	1975	SQM -2C9010A, M2C33 - G (Type - CJ)
1991	Dexron II E	1987	EAPM - 2C166 - H (Type - H)
1994	Dexron III	1987	Mercon (дополнена в 1993)
1999	Dexron IV	1998	Mercon V

До 1981 г. применялись General Motors (DEXRON) и Ford (MERCON) масла с различными характеристиками трения. С момента приравнивания этих обоих тестов ориентируются все производители на DEXRON - спецификацию (см. General Motors)

Для безступенчатых автоматических коробок передач (CVT-трансмиссии) частично применяются ATF-масла, также в разработке специальная классификация CVT-масел. Некоторые производители рекомендуют применение в механических трансмиссиях также ATF или моторных масел.

2.1 Классификация трансмиссионных масел GL (Gear Lubricant) по SAE и API

Как и моторные, трансмиссионные масла классифицируют по вязкости и по уровню эксплуатационных свойств. Международная классификация по вязкости SAE делит масла на 7 классов: 4 - с индексом W (Winter) - зимних и 3-летних. Если масло всесезонное, у него двойная маркировка, например, SAE 80W-90, SAE 75W-90 и т. д.

Классификация по эксплуатационным свойствам API предусматривает деление масел на 6 групп в зависимости от области применения, которая определяется типом зубчатой передачи, удельными контактными нагрузками в зонах зацепления и рабочей температурой.

Классификация SAE трансмиссионных масел по вязкости

Класс вязкости	Минимальная температура достижения динамической вязкости 150 мПа • с, °С	Кинематическая вязкость при 100°С, мм2/с	
		не менее	не более
Зимние			
70W	-55	4,1	-
75W	-40	4,1	-
80W	-26	7	-
85W	-12	11	-
Летние			
90	-	13,5	24
140	-	24	41
250	-	41	-

Классификация трансмиссионных масел по API

Классификация масел для трансмиссий и ведущих мостов зависит от эксплуатационных условий и конструкции трансмиссии. Указателем класса API для трансмиссионных масел является GL (Gear Lubricant) с нумерацией от 1 до 5. На практике для автомашин различных типов рекомендуются масла классов GL-3, GL-4 и GL-5. Для легковых автомобилей в основном используются масла групп GL-4 и GL-5. Масла группы GL-4 предназначены для обычных «ручных» коробок передач и редукторов со спирально-коническими или гипоидными главными парами при умеренных условиях эксплуатации. Масла группы GL-5 пригодны как для умеренных, так и для жестких условий эксплуатации в редукторах с гипоидными и другими видами передач. Их также можно применять в обычных коробках передач.

Классы по API трансмиссионных масел по области применения

GL-1 Нелигированное трансмиссионное масло для зубчатых передач, спирально-конусных или червячных передач при легких условиях эксплуатации. Могут добавляться антиокислительные присадки, ингибиторы коррозии.

GL-2 Трансмиссионное масло для осевых передач с червячным приводом, работающее в условиях средней тяжести. Содержат противоизносные присадки.

GL-3 Мягколегированное (EP) трансмиссионное масло для механических и специальных трансмиссий, также для осевых передач при от легких до тяжелых условий эксплуатации.

GL-4 Трансмиссионные масла для конусных и гипоидных передач при нормальных условиях эксплуатации, а также для высоконагруженных механических или специальных передач. Соответствует MIL-L 2105. *С европейским участием переработана новая категория «API GL 4 Plus».

GL-5 Трансмиссионное масло для высоконагруженных гипоидных передач, имеющих значительное смещение осей, частично также для механических и специальных передач. Соответствует MIL-L 2105 B. API GL 5 трансмиссионное масло в всесезонных характеристиках соответствует MIL-L 2105 C/D.

GL-6 Трансмиссионное масло для сильно нагруженных гипоидных осевых передач (со значительным смещением шестерен более 25%). Включает в себя активные противозадирные и противоизносные присадки. API-GL 6 эквивалентно спецификации Ford M 2C-105 A. *(Эта спецификация отозвана).

В 1996 г. API ввел новую категорию MT-1, ужесточив требования по термической стабильности и высокотемпературным отложениям. Спецификация для ручных передач без синхронизаторов для тяжелых грузовых машин (Eaton и Fuller). Цель – меньше отложений и проблем с уплотнениями.

В 1998 г. API, работая в контакте с SAE и ASTM, предложил две новые категории оценки качества трансмиссионных масел: PG-1 - для грузовых автомобилей /автобусов и PG-2 - для ведущих осей грузовых автомобилей/автобусов. В обеих категориях масел особое внимание было уделено высокотемпературным свойствам. Категорию PG-2 в технической литературе иногда обозначают группой GL-7.

2.2 MIL-спецификация

Кроме классификации по API часто используется спецификация армии США MIL-L-2105 A, B, C и D и спецификации отдельных фирм - производителей автомобилей и агрегатов: Chrysler; Ford; General Motors; Mack; MAN; MercedesBenz; Volvo; ZF; Rockwell и др. При создании собственных спецификаций MIL, военное ведомство тесно сотрудничает с ASTM, API и SAE. MIL-PRF-2105E представляет высокие требования к трансмиссионным маслам и вероятно со временем всемирно освободит API GL-5.

2.3 Допуски и рекомендации производителей

У большинства легковых автомобилей трансмиссионные масла более не заменяются. В случае ремонта масло должно также как оригинальная запчасть у автопроизводителя запрашиваться. В единичных случаях наводить справки лучше всего в руководстве по эксплуатации. Многие предприятия имеют собственную спецификацию. В грузовом секторе трансмиссионные масла и масла для осевых передач еще меняются, при этом интервалы их замены также все возрастают. Автопроизводители частично стараются сами выпускать трансмиссии или передают эту задачу специалистам, например, ZF, Eaton, Voith или также Renk. Частично потом передаются допуски поставщикам, имеются также допуски их самих. В единичных случаях бывают ситуации, когда поставщиком трансмиссии даны допуски, при этом не имея допуск самого автопроизводителя.

ZF «Zahnradfabrik Friedrichshafen» (Германия, Фридрихсхафен) является одной из крупнейших и влиятельных в Европе компаний по производству передач и силовых агрегатов транспортных средств. Компания создала систему классификации всех видов автотранспортных передач. Каждый вид имеет свой список смазочных материалов. Эти списки обозначаются инициалами и цифрами от ZF TE-ML 01 до ZF TE-ML 21. В списках для каждого вида передач перечисляются:

- виды и классы качества смазочных материалов,

-классы вязкости,

-допущенные к применению продукты с указанием марки и производителя.

Европейские производители масел ориентируются на стандарты ZF. Эта система классификации в Европе становится основной.

3. Тракторные масла/Универсальные масла (STOU, TOU, UTTO)

В сельскохозяйственном секторе и в строительной индустрии уменьшается количество сортов, и чтобы избежать опасность ошибочного подбора универсальных смазочных материалов, избегаются производителями поименные названия продукции за исключением ZF (TE ML 06).

STOU Super Tractor Oil Universal - масло для моторов (турбодизелей), для механических и гидромеханических передач, включая с «мокрыми тормозами» и гидравлической системы.

UTTO Universal Tractor Transmission Oil - универсальное тракторное трансмиссионное масло для всех передач, включая с «мокрыми тормозами» и гидравлической системы. Не применимо к моторам.

TOU Tractor Oil Universal – масло для моторов (всасывающих дизелей), трансмиссии («без мокрых тормозов») и гидравлической системы. TOU-масла выполняют требования старых сельскохозяйственных машин и заменено современными STOU- и UTTO-маслами.

4. Смазочные материалы для мотоциклов

У большинства мотоциклов японского производства и некоторых европейских мотоциклов предъявляется к моторному маслу дополнительные требования. У них масло циркулирует через мотор, трансмиссию и «мокрое сцепление». Моторные масла из автомобильного сектора могут вызвать проблемы в сцеплении Кроме этого силы сдвига в трансмиссии значительно выше, чем в моторе, так что особенно устойчивые к сдвигу масла могут быть использованы. Огромный опыт по эксплуатации и производству двухтактных и четырехтактных двигателей для мотоциклов накоплен в Японии, поэтому стандарты-спецификации JASO приобретают все более широкое признание. В 1999 г. была представлена спецификация JASO T 903 (Japanese Automobile Standard Organisation), которая переработала требования спецификации API (SE, SF, SG, SH, SJ) или ACEA (A1, A2, A3) с дополнительными характеристиками для мотоциклетных 4-х тактных масел. В зависимости от характеристик трения в сцеплении следует классификация согласно JASO MA или JASO MB. JASO MA дает более высокое значение трения чем JASO MB. Моторное масло должно обеспечить хорошее сцепление и не допустить проскальзывание.

5. 2-х тактные моторные масла

2-х тактные моторы производятся для мотоциклов, мопедов, лодочных моторов, мотопил и т.д. Введение 2-х тактных масел стало возможным благодаря дозированным насосам (раздельной смазки) или добавлялось прямо в бензин (смешанная смазка). Имеется спецификация API, которая не может тестироваться, так как не производятся моторы для тестирования. API при этом должна быть заменена JASO и ISO. JASO (Japanese Automotive Standards Organisation) спецификация для простых требований для всех малых машин в Азии. Global (мировые) - спецификации перерабатываются различными организациями (ACEA, EMA, JAMA) совместно. Global-спецификации являются основой для ISO-спецификаций (International Organization for Standardization). Для наивысших требований в подвесных лодочных моторах существуют еще NMMA- классы.

API	
Спецификация	Условия эксплуатации
API-TA (TSC-1)	мопеды
API-TB (TSC-2)	мотороллеры и мотоциклы
API-TC (TSC-3)	высокооборотистые моторы
API-TD (TSC-4)	подвесные лодочные моторы соответ. NMMA TC-WII
JASO	
Спецификация	Условия эксплуатации
JASO FA	легкие
JASO FB	средние
JASO FC	средние + бездымные
Global / ISO	
Спецификация	Условия эксплуатации
Global GB/ISO-L-EGB	средние (=JASA FB)
Global GC/ISO-L-EGC	средние + бездымные (=JASO FC)
Global GD/ISO-L-EGD	тяжелые + бездымные (>JASO FC)
NMMA	
Спецификация	Условия эксплуатации
BIA TC-W	не действует более
NMMA TC-WII	не действует более
NMMA TC-W3	повышенные требования для подвесных моторов

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!