

Международные классификации

3.1. Классификация по вязкости

Стандарт SAE J306

Для классификации трансмиссионных масел по вязкости наибольшее распространение и признание в мире получила система, разработанная Американским Обществом Инженеров - SAE. Она описывается стандартом SAE J306 "Классификация вязкости трансмиссионных масел для ведущих мостов и механических коробок передач" (*Axle and Manual Transmission Lubricant Viscosity Classification*). Вязкость масла выражается в условных единицах - степенях вязкости по SAE.

Спецификация SAE J306 (таблица 1.2) используется производителями автомобильных трансмиссий при определении и рекомендации трансмиссионных масел для ведущих мостов и механических коробок передач, а также производителями масел при разработке новых составов, производстве и маркировке готовых продуктов.

Таблица 1.2

Степени вязкости масел для механических трансмиссий (SAE J306 JUL98)

Степень вязкости по SAE	Максимальная температура при вязкости 150 000 сП, °C (a), (e)	Вязкость при 100°C, мм ² /с (b)	
		min (c)	max
70W	-55 (d)	4.1	-
75W	-40	4.1	-
80W	-26	7.0	-
85W	-12	11.0	-
80	-	7.0	<11.0
85	-	11.0	<13.5
90	-	13.5	<24.0
140	-	24.0	<41.0
250	-	41.0	-

Примечания: (a) По методике ASTM D2983.

(b) По методике ASTM D445.

(c) Лимит должен выдерживаться после 20-ти часов испытания CEC L-45-T-93, Method C.

(d) Метод ASTM D2983 не обеспечивает необходимой точности при измерениях ниже -40°C. Этот факт должен быть учтен в любых отношениях потребитель-производитель.

(e) Дополнительные требования к низкотемпературной вязкости могут быть предъявлены к жидкостям, предназначенным для использования в легконагруженных синхронизированных МКПП (легковые автомобили, микроавтобусы и т.п.)

Информация о рекомендованных к применению вязкостях автомобильных масел

вносится в руководство по обслуживанию автомобиля, на основании которого пользователь выбирает соответствующий продукт в ассортименте смазочных материалов.

Вязкость трансмиссионного масла должна выбираться с учетом наибольшей и наименьшей температур окружающей среды, при которых планируется эксплуатация автомобиля. Исходя из этих соображений, классификация SAE J306 основана на показателях низкотемпературной и высокотемпературной вязкостей.

Показатель низкотемпературной вязкости оценивается путем определения температуры, при которой вязкость масла по Брукфильду достигает значения 150000 сР. Вязкость определяется по методу ASTM D2983-87 (1993) "Стандартный метод определения низкотемпературной вязкости автомобильных масел путем измерения на вискозиметре Брукфильда" (*Standart Test Method for Low-Temperature Viscosity of Automotive Fluid Lubricants Measured by Brookfield Viscometer*).

Значение вязкости 150000 сР, используемое для определения низкотемпературных свойств трансмиссионных масел, выбрано по результатам серии реальных испытаний на мостах различной конструкции. Эти тесты показали, что при вязкости трансмиссионных масел более 150000 сР наблюдались разрушения подшипников вала-шестерни. Следует отметить, что подобные разрушения могут наблюдаться и при меньших вязкостях, в зависимости от конструкции мостов. Именно по этой причине следует четко соблюдать рекомендации производителей автомобиля или трансмиссии по низкотемпературным границам применения, занесенные в "Руководство пользователя" (*Owners manual*). При отсутствии данной информации, можно обратиться к обобщенным рекомендациям, приведенным в приложении В

Требования к низкотемпературной вязкости масла, обеспечивающей бесперебойное переключение передач в механических КПП значительно выше. В стандарте J306 редакции OCT91 (октябрь 91-го года), действовавшем до середины 1998 года были приведены данные о том, что большинство механических КПП требуют для исправной работы вязкость масла, не превышающую 20000сР.

В стандарте J306 JUL98 была введена рекомендация по дополнительному тестированию трансмиссионных масел, предназначенных для использования в легконагруженных синхронизированных механических коробках переключения передач (легковые автомобили и микроавтобусы). В качестве теста рекомендуется использовать метод ASTM D5293-99а "Стандартный метод тестирования кажущейся вязкости моторных масел с использованием имитатора запуска холодного двигателя в интервале от -5 до -35°C" (*Standart Test Method for Apparent Viscosity of Engine Oils Between -5 and -35°C Using the Cold-Cranking Simulator*). Рекомендован лимит в 5000 сР при температуре -30°C. Практически, это может означать рекомендацию по применению в механических КПП синтетических, полусинтетических или гидрокрекингových трансмиссионных масел SAE 75W-XX (для регионов с зимними температурами до -30°C).

Показатель высокотемпературной вязкости оценивается на основе значения кинематической вязкости масла при температуре 100°C. Определяется по методу ASTM D445-97 "Стандартный метод определения кинематической вязкости прозрачных и непрозрачных жидкостей" (*Standart Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids*).

Значение кинематической вязкости при высокой температуре позволяет косвенно судить о величине нагрузочной способности защитной масляной пленки и ее достаточности для защиты передач в режиме высоких рабочих температур и нагрузок.

Степени вязкости SAE являются условными символами, которые до последней редакции стандарта классифицировали трансмиссионные масла только на основе значений вязкости. С июля 1998 года в стандарте J308 впервые было введено требование по стабильности высокотемпературных вязкостных характеристик (см. Приложение (с) к табл. 1.2). Минимальное значение кинематической вязкости при 100°C не должно опускаться ниже указанного предела даже после 20-ти часового воздействия деформации

сдвига. Условия деформации сдвига обеспечиваются оборудованием в рамках испытания СЕС L-45-T-93 "Тест по определению стабильности вязкости трансмиссионных масел и напряжению сдвига" (*Viscosity shear stability of transmission lubricants*). Данное требование позволяет выявить трансмиссионные масла, производители которых максимально близко приближались к граничным лимитам вязкости, либо использовали в составах недостаточно стабильные к напряжениям сдвига загустители.

Требования маркировки по вязкости

По аналогии с классификацией моторных масел, степени вязкости трансмиссионных масел можно разделить на условные ряды:

- зимний ряд: SAE 70W, 75W, 80W, 85W
- летний ряд: SAE 80, 85, 90, 140, 250

Условность такого деления объясняется конструктивными особенностями агрегатов трансмиссий различных производителей. В зависимости от рабочих температур масла и нагрузок существуют агрегаты (механические коробки передач легковых автомобилей) для которых масла зимнего ряда будут обеспечивать достаточную степень защиты в широком диапазоне внешних температур. Нередки случаи рекомендации всесезонного использования масел зимнего ряда.

Последняя редакция стандарта SAE J306 включает раздел с требованиями по маркировке. Согласно данным требованиям, трансмиссионные масла должны маркироваться по следующим принципам:

- одна степень зимнего ряда W (например, SAE 75W), или
- одна степень летнего ряда (например, SAE 85), или
- комбинация из двух степеней, зимнего W и летнего ряда (SAE 75W-85)

Маркировка с двумя зимними степенями исключается (например, ранее были допустимы следующие обозначения: SAE 75W-80W, SAE 75W-85W, SAE 80W-85W и т.п.). Степени вязкости SAE 80 и SAE 85 являются новыми и впервые введены в классификацию.

Дополнительные степени вязкости и новые требования по маркировке вынуждают поставщиков смазочных материалов более четко определять уровень вязкостных свойств, а производитель трансмиссии получает возможность более четко сформулировать свои рекомендации. Например:

- SAE 80W (для эксплуатации в зимнее время)
- SAE 80 (для эксплуатации в летнее время)
- SAE80W-80 (для всесезонной эксплуатации)

После издания новой редакции стандарта некоторые поставщики смазочных масел (*oil marketers*) вынуждены пересмотреть практику маркировки и, возможно, формулы составов (рецептуры) масел для соответствия новым требованиям отредактированной спецификации SAE.

Учитывая диапазон условных значений, используемых для обозначения вязкости моторных масел (от 0 до 60), для обозначения степеней вязкости трансмиссионных масел выбраны значения из диапазона от 70 до 250. Это сделано во избежание возможных ошибок при выборе масла на основе вязкости. Моторные и трансмиссионные масла, имеющие одинаковое значение вязкости, будут значительно различаться в обозначениях по SAE (см. табл. 1.3-1.4)

Таблица 1.3

Примерное сопоставление степеней вязкости SAE моторных и трансмиссионных масел на основе высокотемпературных показателей кинематической вязкости при 100°C

Степени вязкости по SAE	
Моторные масла	Трансмиссионные масла
0W 5W 10W	70W 75W
15W 20W 20	80W 80
25W 30	85W 85
40	
50	90
60	
	140
	250

Таблица 1.4

Примерное сопоставление зимних степеней вязкости SAE моторных и трансмиссионных масел на основе показателей низкотемпературной вязкости по Брукфильду

Степени вязкости по SAE	
Моторные масла	Трансмиссионные масла
0W	70W
5W	75W
10W	80W
15W	
20W	85W
25W	

3.2. Классификация по назначению

Единой системы классификации трансмиссионных масел по эксплуатационным свойствам, качеству и назначению нет. Общепризнанной во всем мире является система классификации API, масел для механических трансмиссий. По этой системе масла обозначаются знаком класса API GL. Имеются пять классов от API GL-1 до API GL-5 и несколько проектных. В Европе применяется классификация ZF TE-ML ("Zahnradfabrik Friedrichshafen"), которая охватывает все масла, включая жидкости для гидромеханических передач.

Система классификации API

По системе API GL масла подразделяются на классы качеств. Основными признаками классификации являются конструкция и условия работы передачи, дополнительными признаками - содержание противоизносных и противозадирных присадок.

Классификация описана в документе API "Обозначение эксплуатационных смазочных масел для коробок передач ручного управления и для мостов. Публикация API 1560, февраль 1976 г." (API Publication 1560, Lubricant Service Designation for Automotive Manual Transmissions and Axles, February 1976). Классы качества по API:

API GL-1

- Масла для передач, работающих в легких условиях.
- Состоят из базовых масел без присадок. Иногда добавляются в небольшом количестве антиокислительные присадки, ингибиторы коррозии, легкие депрессорные и противопенные присадки.
- Предназначены для спирально-конусных, червячных передач и механических коробок передач (без синхронизаторов) грузовых автомобилей и сельскохозяйственных машин.

API GL-2

- Масла для передач, работающих в условиях средней тяжести.
- Содержат противоизносные присадки.

- Предназначены для червячных передач транспортных средств
- Обычно применяются для смазывания трансмиссии тракторов и сельскохозяйственных машин.

API GL-3

- Масла для передач, работающих в условиях средней тяжести.
- Содержат до 2.7% противоизносных присадок.
- Предназначены для смазывания конусных и других передач грузовых автомобилей.
- Не предназначены для гипоидных передач.

API GL-4

- Масла для передач, работающих в условиях разной тяжести - от легких, до тяжелых.
- Содержат 4,0% эффективных противозадирных присадок.
- Предназначены для конусных и гипоидных передач, имеющих малое смещение осей, для коробок передач грузовых автомобилей, для агрегатов ведущего моста.
- Масла API GL-4 предназначены для несинхронизированных коробок передач Североамериканских грузовых автомобилей, тягачей и автобусов (коммерческих автомобилей), для главных и других передач всех автотранспортных средств. В настоящее время эти масла являются основными и для синхронизированных передач, особенно в Европе. В таком случае на этикетке или в листе данных масла должны быть надписи о таком предназначении и подтверждение о соответствии требованиям производителей машин.

API GL-5

- Масла для наиболее нагруженных передач, работающих в суровых условиях.
- Содержат до 6,5% эффективных противозадирных и других многофункциональных присадок.
- Основное предназначение - для гипоидных передач, имеющих значительное смещение осей.
- Применяются как универсальные масла для всех других агрегатов механической трансмиссии (кроме коробки передач).
- Для синхронизированной механической коробки передач применяются только масла, имеющие специальное подтверждение о соответствии требованиям производителей машин.
- Могут применяться для дифференциала повышенного трения, если соответствуют требованиям спецификаций MIL-L-2105D (в США) или ZF TE-ML-05 (в Европе). Тогда обозначение класса имеет дополнительные знаки, например, API GL-5+ или API GL-5 SL.
- Масла для наиболее нагруженных передач, работающих в очень тяжелых условиях (большие скорости скольжения и значительные ударные нагрузки).
- Содержат до 10% высокоэффективных противозадирных присадок.
- Предназначены для гипоидных передач со значительным смещением осей.
- Соответствуют наивысшему уровню эксплуатационных свойств.
- В настоящее время класс GL-6 больше не применяется, так как считается, что класс API GL-5 достаточно хорошо удовлетворяет наиболее строгие требования.

Новые классы API API MT-1

- Масла для высоконагруженных агрегатов.
- Предназначены для несинхронизированных механических коробок передач мощных коммерческих автомобилей (тягачей и автобусов).
- Эквивалентны маслам API GL-5, но обладают повышенной термической стабильностью.

API PG-2 (проект):

- Масла для передач ведущих мостов мощных коммерческих автомобилей (тягачей и автобусов) и мобильной техники.
- Эквивалентны маслам API GL-5, но обладают повышенной термической стабильностью и улучшенной совместимостью с эластомерами.

Для механических коробок передач (кроме гипоидных), в основном применяются масла API GL-3 и API GL-4; для гипоидной главной передачи: API GL-4 - для средне нагруженных передач и API GL-5 - для сильно нагруженных передач, в том числе гипоидных со значительным смещением осей. Нефтекомпании выпускают универсальные масла, предназначенные одновременно как для коробки передач с синхронизаторами, так и для сильнонагруженных гипоидных передач.

Система классификации ZF

"Zahnradfabrik Friedrichshafen" (Германия, Фридрихсхафен, далее - ZF) 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 14. 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 стараются получить апробацию ZF. Эта система классификации в Европе становится основной.

Таблица 1.5

Классификация трансмиссионных масел, применяемых в агрегатах ZF

Список смазочных материалов ZF	Назначение (узлы и агрегаты)
ZF TE-ML 01	Механические несинхронизированные коробки передач с шестернями постоянного зацепления (коммерческие автомобили)
ZF TE-ML 02	Механические и автоматические трансмиссии грузовых автомобилей и автобусов

ZF TE-ML 03	Коробки передач с гидротрансформаторами для внедорожной мобильной техники (строительная и спец. техника, автопогрузчики и т.п.)
ZF TE-ML 04	Судовые трансмиссии
ZF TE-ML 05	Ведущие мосты внедорожной мобильной техники
ZF TE-ML 06	Трансмиссия и гидравлические навесные системы тракторов
ZF TE-ML 07	Передачи с гидростатическим и механическим приводом, системы с электроприводом
ZF TE-ML 08	Системы рулевого управления (без гидроусилителя) легковых и грузовых автомобилей, автобусов и внедорожной мобильной техники
ZF TE-ML 09	Системы рулевого управления (с гидроусилителем и масляным насосом) легковых и грузовых автомобилей, автобусов и внедорожной мобильной техники
ZF TE-ML 10	Коробки передач типа Transmatic для легковых и коммерческих транспортных средств
ZF TE-ML 11	Механические и автоматические трансмиссии легковых автомобилей
ZF TE-ML 12	Ведущие мосты легковых автомобилей, коммерческих транспортных средств и автобусов
ZF TE-ML 13	Агрегаты ZF в транспортных средствах специального назначения
ZF TE-ML 14	Автоматические трансмиссии коммерческих транспортных средств
ZF TE-ML 15	Тормозные системы транспортных средств спецназначения

ZF TE-ML 01:

Назначение: механические несинхронизированные коробки передач коммерческих автомобилей с включением всех передач при помощи зубчатых муфт.

При использовании многофункциональных трансмиссионных масел, базовое масло должно содержать не более чем 2% растворимых присадок (модификатора индекса вязкости, депрессанта температуры застывания и др.) помимо противозадирных (EP) присадок.

ZF TE-ML 02:

Назначение: Механические и автоматические трансмиссии грузовых автомобилей и автобусов: Ecolite, Ecomid, Ecosplit, Transmatic, AC TRONIC.

Апробированные классы ZF TE-ML 02:

- ZF TE-ML 02A - Масла для передач, классы API GL-4, MIL-L-2105; вязкость SAE 80W / 80W-85 / 80W-90;
- ZF TE-ML 02B - масла для передач, соответствующие требованиям стандарта Концерна ZFN 13019; вязкость SAE 80W / 80W-85 / 80W-90 / 75W-80 / 75W-85 / 75W-90;
- ZF TE-ML 02C - сезонные моторные масла, соответствующие требованиям стандарта концерна ZFN 13020; вязкость SAE 30 / 40;
- ZF TE-ML 02D - масла для передач, соответствующие требованиям стандарта Концерна ZFN 13010 (базовое масло полусинтетические или синтетическое); вязкость SAE 75W-80 / 75W-85 / 75W-90;

- ZF TE-ML 02F - жидкости для автоматической коробки передачи (АТF), соответствующие требованиям стандарта Концерна ZFN 13015 и специальным требованиям;

ZF TE-ML 102 "Long Drain" (проект):

Назначение: как и ZF TE-ML 102, только масло дополнительно проверяется на продленный интервал замены до 300 000 км.

ZF TE-ML 03:

Назначение: гидротрансформаторы (англ. *torque converter*, нем. *Wandlergetriebe*) мобильных рабочих машин

ZF TE-ML 04:

Назначение: Судовые трансмиссии.

ZF TE-ML 05:

Назначение: Ведущие мосты внедорожной мобильной техники.

Апробированные классы ZF TE-ML 05:

- ZF TE-ML 05A - масла для передач, соответствующие требованиям стандарта Концерна ZFN 13011 (базовое масло минеральное или полусинтетическое); вязкость SAE 75W-90 / 75W-140 / 80W-90 / 80W-140 / 85W-90 / 85W140 / 90;
- ZF TE-ML 05B - масла для передач, соответствующие требованиям стандарта Концерна ZFN 13011 (базовое масло синтетическое); вязкость SAE 75W-90 / 75W-140;
- ZF TE-ML 05C - масла для передач, соответствующие требованиям стандарта Концерна ЯАТ 13011, с присадками ограниченного скольжения (базовое масло минеральное); вязкость SAE 75W-90 / 75W-140 / 80W-90 / 80W-140 / 85W-90 / 85W-140 / 90;
- ZF TE-ML 05D - масла для передач, соответствующие требованиям стандарта Концерна ZFN 13011, с присадками ограниченного скольжения, (базовое масло синтетическое); вязкость SAE 75W-90 / 75W-140;

ZF TE-ML 06:

Назначение: Трансмиссия и гидравлические навесные системы тракторов.

Апробированные классы ZF TE-ML 06:

- ZF TE-ML 06A - моторные масла (API CD/CE/CF-4/CF/CG-4/SF/SG/SH/SJ или ACEA категории A/B/E);
- ZF TE-ML 06B - "суперуниверсальные" тракторные масла (STOU), соответствующие требованиям стандарта Концерна ZFN 13022 (тест тормозов); вязкость SAE 10W-30 / 10W-40 / 15w-30 / 15w-40 / 20w-40;
- ZF TE-ML 06C - "суперуниверсальные" тракторные масла (STOU), соответствующие требованиям стандарта Концерна ZFN 13022 (тест тормозов); вязкость SAE 10W-30 / 10W-40 / 15W-30 / 15W-40 / 20W-40.

ZF TE-ML 07:

Назначение: гидрообъемный или механический приводы, системы электрических приводов: передачи, переключаемые под нагрузкой, привод мобильной мешалки (*mobile mixer drivers*), передачи подъемных механизмов, приводы поворотных механизмов.

Апробированные классы ZF TE-ML 07

- ZF TE-ML 07A - масла для передач, соответствующие требованиям стандарта Концерна ZFN13016; вязкость SAE 80W-85 / 80W-90 / 80W-140 / 85W-90 / 85W-140 / 90; наряду с этими маслами, допускаются к применению масла по спецификациям API GL-5 и MIL-L-2105D или MIL-PRF-2105E, вязкость SAE 80W-85 / 80W-90 / 80W-140 / 85W-90 / 85W-140 / 90;
- ZF TE-ML 07B - "суперуниверсальные" тракторные масла (STOU), соответствующие требованиям стандарта Концерна ZFN 13022; вязкость SAE 10W-30 / 10W-40 / 15W-30 / 15W-40 / 20W-40;
- ZF TE-ML 07C - моторные масла, соответствующие требованиям стандарта Концерна ZFN 13012; вязкость SAE 10W-30 / 10W-40 / 15W-30 / 15W-40;
- ZF TE-ML 07D - моторные масла API CD/CE/CF/-4/CF/CG-4/SF/SG/SH/SJ или ACEA категории A/B/E;

ZF TE-ML 08:

Назначение: Системы рулевого управления ZF (без гидроусилителя) легковых и грузовых автомобилей, автобусов и внедорожной техники.

ZF TE-ML 09:

Назначение: Системы рулевого управления ZF (с гидроусилителем и маслонасосом) легковых и грузовых автомобилей, автобусов и внедорожной мобильной техники.

Апробированные классы ZF TE-ML 09:

- ZF TE-ML 09A - жидкости для автоматической коробки передач (ATF);
- ZF TE-ML 09B - жидкости для автоматической коробки передач (ATF);

ZF TE-ML 10:

Назначение: механизмы типа "Transmatic" легковых и коммерческих автомобилей (с гидротрансформатором с блокирующей фрикционной муфтой WSK (англ. *torque converter lock-up clutch*, нем. *Wandlerschlupplung*)).

ZF TE-ML 11:

Назначение: коробки передач легковых автомобилей ручного управления и автоматические.

Апробированные классы ZF TE-ML 11:

- ZF TE-ML 11A - жидкости для автоматической коробки передач (ATF);
- ZF TE-ML 11B - жидкости для автоматической коробки передач (ATF).

ZF TE-ML 12:

Назначение: мосты легковых и коммерческих автомобилей и автобусов.

Апробированные классы ZF TE-ML 12:

- ZF TE-ML 12A - минеральные или полусинтетические масла для передач, соответствующие требованиям стандарта Концерна ZFN 13016; вязкость SAE 75W-90 / 75W-140 / 80W-90 / 80W-140 / 85W-90 / 85W-140 / 90;
- ZF TE-ML 12B - синтетические масла для передач, соответствующие требованиям стандарта Концерна ZFN 13016; вязкость SAE 75W-90 / 75W-140;
- ZF TE-ML 12C - минеральные масла для передач, соответствующие требованиям стандарта Концерна ЯАТ 13016 с присадками ограниченного скольжения; вязкость SAE 75W-90 / 75W-140 / 80W-90 / 80W-140 / 85W-90 / 85W-140 / 90;
- ZF TE-ML 12D - синтетические масла для передач, соответствующие требованиям стандарта Концерна ZFN 13016 с присадками ограниченного скольжения; вязкость SAE 75W-90 / 75W140;

ZF TE-ML 13:

Назначение: агрегаты ZF в специальных транспортных средствах НАТО (колесные и гусеничные машины).

ZF TE-ML 14:

Назначение: автоматические коробки передач коммерческих автомобилей (Ecomat)
Апробированные классы ZF TE-ML 14:

- ZF TE-ML 14A - жидкости для автоматической коробки передач (АТФ) на основе минерального базового масла, соответствующие требованиям стандарта Концерна ZFN 13015;
- ZF TE-ML 14B - жидкости для автоматической коробки передач (АТФ) на основе полусинтетического базового масла, соответствующие требованиям стандарта Концерна ZFN 13015;
- ZF TE-ML 14C - жидкости для автоматической коробки передач (АТФ) на основе синтетического базового масла, соответствующие требованиям стандарта Концерна ZFN 13015;

Рекомендованные альтернативные масла из ассортимента масел для легковых автомобилей:

- ZF TE-ML 14D - жидкости для автоматической коробки передач (АТФ) на основе минерального базового масла, соответствующие требованиям стандарта Концерна ZFN 13015

ZF TE-ML 15:

Назначение: тормозные системы специальных транспортных средств НАТО.