

## Лекция 2. Эксплуатационные материалы

# МАСЛА И СМАЗКИ

### Моторные масла

Моторные масла обеспечивают:

- снижение трения и износа трущихся деталей двигателя за счет создания на их поверхностях прочной масляной пленки;
- уплотнение зазоров в сопряжениях и, в первую очередь, деталей цилиндро-поршневой группы (ЦПГ);
- отвод тепла от трущихся деталей, удаление продуктов износа из зон трения;
- защиту рабочих поверхностей трущихся деталей от коррозии продуктами окисления масла и сгорания топлива;
- предотвращение всех видов отложений (нагары, лаки, зольные отложения).

Эксплуатационные требования к моторным маслам:

- оптимальная вязкость, определяющая надежную и экономичную работу агрегатов на всех режимах;
- хорошая смазывающая способность;
- устойчивость к испарению, вспениванию, выпадению присадок;
- отсутствие коррозии и коррозионных износов;
- малый расход масла при работе двигателя;
- большой срок службы масла до замены без ущерба для надежности двигателя;
- сохранение качества при хранении и транспортировке. Для выполнения этих требований моторные масла обладают рядом свойств, к важнейшим из которых относятся вязкостные и низкотемпературные.

От *вязкости* зависят режим смазки, отвод тепла от рабочих поверхностей, уплотнение зазоров, энергетические потери в двигателе, быстрота запуска двигателя и т.д.

Вязкость моторных масел измеряют в следующих единицах:

- кинематическая вязкость  $\nu$  -  $1 \text{ мм}^2/\text{с} = 1 \text{ сСт}$  (сантистокс);
- динамическая вязкость  $\tau$  -  $1 \text{ Па}\cdot\text{с} = 10 \text{ П}$  (Пуаз);  $1 \text{ МПа}\cdot\text{с} = 1 \text{ сП}$  (сантипуаз).

На вязкость моторных масел существенно влияет температура. При ее снижении вязкость резко увеличивается. Так, в интервале температур от 100 до 0 °С вязкость различных масел может возрасти в 300 раз и более (табл. 18.1).

Таблица 2.1 Классы вязкости моторных масел по ГОСТ 17479.1-85

Класс вязкости	Упри 100°MNг/с		VM;X при -18°С, MM'/C	Класс вязкости	Упри 100 °С, мм^с		^мах при -18°С, MM/C
	не менее	не более			не менее	не более	
3з	3,8	-	1250	3,8/7,0		9,5	1250
4.з	4,1	-	2600	4,3/6	5,6	7,0	2600
5з	5,6	-	6000	4,8	7,0	9,5	2600
6з	5,6	-	10400	4,10	9,5	11,5	2600
6	5,6	7,0	-	5.3/10	9,5	11,5	6000
8	7,0	9,5	-	5,12	11,5	13,0	6000
10	9,5	11,5	-	5.з/14	13,0	15,0	6000
12	11,5	13,0	-	6,Ю	9,5	11,5	10400
14	13,0	15,0	-	6,14	13,0	15,0	10400
16	15,0	18,0	-	6/16	15,0	18,0	10400
20	18,0	23,0	-				

Степень изменения вязкости в зависимости от температуры характеризуется *индексом вязкости (ИВ)*, определяемым по значениям вязкости масла при 50 и 100 °С. Чем меньше изменение вязкости масла в заданном интервале температур, тем лучше его вязкостно-температурные свойства и тем больше индекс вязкости этого масла. Для летних масел индекс вязкости, как правило, не превышает 90, а для зимних и всесезонных (загущенных) он составляет 95-125 и выше. При определенной температуре масло вообще теряет подвижность. Эта температура называется *температурой застывания* масла. Для моторных масел температура застывания, как правило, составляет: -15 °С - для летних, —25...—30 С - для зимних, —35...-45 °С - для загущенных.

Вязкостно-температурные свойства в первую очередь определяют выбор моторного масла для конкретного типа двигателя и условий его эксплуатации. При предельно высоких рабочих температурах в двигателе вязкость масла должна быть достаточной, чтобы обеспечить надежную смазку и работу узлов трения, низкий износ деталей, эффективное уплотнение сопряжении, малый прорыв картерных газов и расход масла на угар. При отрицательных температурах масло должно иметь относительно низкую вязкость, обеспечивающую эффективный пуск двигателя, своевременную подачу масла к парам трения и т.д.

Однако для обычных (незагущенных) минеральных масел - это трудносочетаемые требования. Поэтому масла с вязкостью б... 8 мм<sup>2</sup>/с при 100 °С применяют в зимний период, а более вязкие (10...14 мм^с при 100 °С) - в летний.

В настоящее время находят широкое применение всесезонные моторные масла, для которых при высоких температурах характерны значения вязкости летних образцов, а при отрицательных температурах - зимних.

*Классификация (обозначение) масел.* Для правильного подбора моторного масла по вязкости к конкретному типу двигателя и условиям его эксплуатации следует руководствоваться ГОСТ 17479.1-85 "Масла моторные, трансмиссионные и жидкости гидравлические. Система обозначений". По этому ГОСТу моторные масла разделяют на различные классы по вязкости (табл. 18.1) и различают по сезонности применения, т.е.

они дифференцируются на зимние (вязкость 6...8 мм<sup>2</sup>/с при 100 °С), летние (10...20 мм<sup>2</sup>/с при 100 С) и всесезонные.

Для сезонных (незагущенных) масел нормируются значения вязкости при 100 °С. Для всесезонных (загущенных) масел в знаменателе дробного обозначения указывается вязкость при 100 С, цифра в числителе характеризует предельно допустимую вязкость при -18 °С.

При подборе масла для конкретного типа двигателя наряду с установлением требуемых вязкостных показателей определяют также необходимый для этого двигателя уровень качества масла, т.е. группу масла по эксплуатационным свойствам.

До 1974 г. в нашей стране деление масел по уровню качества не производилось. Масла выпускались, с буквенным обозначением, характеризующим область их применения, - А, Д, М и МТ (А - для смазки карбюраторных двигателей, Д - автотракторных и судовых дизелей, М -поршневых авиационных двигателей, МТ - транспортных дизелей;

особенности технологии получения масел указывались буквами: К -кислотная, С - селективная очистка, П - масло с присадками, З -загущенное масло). Например, автомобильное масло селективной очистки АС-8, авиационное масло МС-20, загущенные масла с присадками АКЗп-6 и АСЗп-10, масло для транспортных дизелей МТ-16п и т.д. Цифры в обозначении масел характеризовали их вязкость в сСт (мм<sup>2</sup>/с) при температуре 100 °С.

Обеспечение надежной и экономичной работы современных двигателей возможно только при условии применения в них моторных масел с определенными свойствами, отвечающих необходимым требованиям.

Моторные масла по ГОСТ 17479.1-85 подразделяются на группы по эксплуатационным свойствам, характеризующие условия работы масла в двигателях конкретного уровня форсирования (табл. 18.2).

Таблица 2.2

Группы моторных масел в зависимости от уровня эксплуатационных свойств и области их применения

Группа	Рекомендуемая область применения
А	Нефорсированные карбюраторные двигатели и дизели
Б,	Малофорсированные карбюраторные двигатели, работающие в условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений и коррозии подшипников
Б2	Малофорсированные дизели
В,	Среднефорсированные карбюраторные двигатели, работающие в неблагоприятных условиях, способствующих окислению масла и образованию всех видов отложений
Вз	Среднефорсированные дизели, предъявляющие повышенные требования к антикоррозионным, противоизносным свойствам масел и их склонности к образованию высокотемпературных отложений

Г,	Высокофорсированные карбюраторные двигатели, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях, способствующих окислению масла, образованию всех видов отложений, коррозии и ржавлению
Г2	Высокофорсированные дизели .без надува или с умеренным наддувом, работающие в неблагоприятных эксплуатационных условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений
Д	Высокофорсированные дизели с наддувом, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях или когда применяемое топливо требует использования масел с высокой нейтрализующей способностью, антикоррозионными и противоизносными свойствами, малой склонностью к образованию всех видов отложений
Е	Лубрикаторные системы смазки цилиндров дизелей, работающих на топливе с высоким содержанием серы

Зная уровень форсирования двигателя и условия его эксплуатации по табл. 18.2 производят выбор моторного масла требуемой группы качества. Одновременно, исходя из предполагаемого температурного диапазона работы масла, по табл. 18.1 устанавливают требуемый класс вязкости.

В зависимости от вязкости и эксплуатационных свойств ГОСТ 17479.1-85 устанавливает марки моторных масел (М-8Вi, М-6з/12Г1, М-ЮГз, М-10Д и т.д.), в условном обозначении которых заложены необходимые данные для правильного подбора масел для конкретного типа двигателя.

Например, масло М-8В]: буква "М" обозначает моторное масло, цифра 8 характеризует его вязкость при 100 °С в  $мм^2/с$ , буква "В" с индексом "1" указывает, что масло по эксплуатационным свойствам относится к группе В и предназначено для среднефорсированных карбюраторных двигателей.

Масло М-6;/12Г[: буква "М" ,- моторное масло, цифра 6 свидетельствует, что это масло относится к классу, у которого вязкость при —18 С не должна превышать 10400  $мм^2/с$ , индекс "з" обозначает, что масло содержит загущающие (вязкостные) присадки, цифра "12" после знака дроби показывает, что вязкость масла при температуре 100 °С равна 12  $мм^2/с$ , а буква "Г" с индексом "1" обозначает принадлежность масла по эксплуатационным свойствам к группе "Г" и указывает на возможность его использования для высокофорсированных карбюраторных двигателей.

Индекс "2" при буквенном обозначении группы указывает на то, что масло предназначено для дизелей, например М-8Гз.

Отсутствие цифрового индекса у масел группы Б, В, Г свидетельствует об универсальности масел и возможности их применения как в карбюраторных, так и дизельных двигателях (например, масло М-6з/ЮВ).

Отнесение масла к соответствующей группе свидетельствует об определенном уровне его эксплуатационных свойств (антиокислительных, моюще-диспергирующих, противокоррозионных, защитных и т.д.), характеризующем качество масел данной группы. Этот уровень в основном зависит от вида и концентрации вводимых присадок. Поэтому переход от масел низших групп (А, Б) к высшим (В, Г), как правило, достигается путем расширения ассортимента и количественного увеличения присадок в

маслах.

Принадлежность масел к той или иной группе устанавливают на основании результатов моторных испытаний на специальных одноцилиндровых или полноразмерных двигателях. Для масел различных групп установлены нормы на оценочные показатели, предусмотренные методами испытаний на двигателях. Сопоставляя результаты моторных испытаний масла с нормами, устанавливают его принадлежность к соответствующей группе по эксплуатационным свойствам.

За рубежом подбор масел в зависимости от типа двигателя и условий его эксплуатации осуществляется также на основании соответствующих классификаций. Градацию масел по вязкости производят по классификации SAE (Общество американских инженеров-автомобилистов), а по условиям и областям применения - согласно классификации API (Американский нефтяной институт).

По классификации SAE J300e масла разделяют на зимние (обозначаются буквой W), летние и всесезонные. Примерное соответствие классов вязкости моторных масел по ГОСТ 17479.1-85 и SAE J300e показано в табл. 18.3.

Таблица 2.3

Соответствие классов вязкости моторных масел по ГОСТ 17479.1-85 и классификация SAE J300e

ГОСТ 17479.1-85 SAE J300e	ГОСТ 17479.1-85 SAE J300e
3з 5W 4,з 10W 5з 15W 6.з 20W 6 20 8 20 10 30 12 30 14 40 16 40	20 50 3.з/8 5W-20 4,/6 10W-20 4з/8 10W-20 4,3/10 10W-30 5з/10 15W-30 5,з/12 15W-30 5,з/14 15W-40 6.з/10 20W-30 ' 6з/14 20W-40

Классификация API подразделяет масла на две категории: S - категория "сервис" и C - коммерческая категория. Масла категории S предназначены для двигателей легких транспортных средств, применяемых в сфере обслуживания, т.е. преимущественно для бензиновых двигателей. Масла категории C предназначены для двигателей автомобилей, осуществляющих коммерческие перевозки, тягачей, строительного-дорожного машин и других, т.е. преимущественно для дизельных двигателей.

В каждой категории масла в зависимости от условий работы подразделяются на классы, также имеющие буквенную маркировку. Поэтому обозначение масел в соответствии с классификацией производится двумя буквами латинского алфавита, указывающими категорию и класс масел, например SE (для карбюраторных двигателей) или CD (для дизелей). Универсальные масла, относящиеся к обеим категориям классификации API, имеют маркировку двух разных категорий, например, SE/CD.

Соответствие уровней эксплуатационных свойств масел по ГОСТ 17479.1-85 и классификации API показано в табл. 18.4.

Таблица 2.4

Ориентировочное соответствие классов моторных масел по группам эксплуатационных свойств по ГОСТ 17479.1-85 и классификации API

ГОСТ 17479.1-85 API	ГОСТ 17479.1-85 API
A SB Б SC/CA Б, SC Б2 CA В SD/CB В, SD	Вз СВ Г SE/CC Г, SE, SF Гг CC Д CD E

*Синтетические моторные масла.* Одним из путей удовлетворения все возрастающих требований к качеству моторных масел является разработка и применение синтетических моторных масел. Синтетические масла представляют собой индивидуальные соединения или смеси нескольких соединений близкой химической структуры (поли-ос-олефины и др.).

Синтетические масла имеют высокий индекс вязкости (150...170). Температура потери подвижности синтетических масел ниже (до —65 С), чем у минеральных. Следовательно, пуск двигателей при отрицательных температурах при применении синтетических масел легче, чем на минеральных, и возможен при более низких температурах воздуха.

Вязкость синтетических масел при температурах 250...300 °С, выше (до 2...3 раз), чем у равновязких им при 100 °С минеральных. Они имеют лучшую термическую стабильность, низкую испаряемость и малую склонность к образованию высокотемпературных отложений. Поэтому синтетические масла могут с успехом применяться в высокофорсированных теплонапряженных двигателях,

Синтетические масла, как правило, превосходят минеральные по антиокислительным свойствам, диспергирующей и механической стабильности, обладают равными или лучшими противоизносными и противозадирными свойствами. В связи с этим синтетические масла имеют срок службы более 20 тыс. км пробега автомобиля, а отдельные образцы служат 80... 100 тыс. км без смены.

Расход синтетических масел на угар на 30...40% ниже, чем минеральных. За счет лучших вязкостно-температурных характеристик во всем интервале встречающихся в практике температур расход топлива при использовании синтетических масел снижается на 4...5%.

Стоимость синтетических масел в 2...3 раза выше, чем минеральных. Однако высокие эксплуатационные свойства, большой срок службы в двигателях до замены, низкий расход на угар и вследствие этого меньший общий расход масла делают применение их целесообразным.

## 2.2. Трансмиссионные масла

К трансмиссионным относятся масла, применяемые для смазки зубчатых передач агрегатов трансмиссии, а также в гидротрансмиссиях.

В современных автомобилях применяют зубчатые передачи различных типов.

Особенно широко распространены винтовые (гипоидные) передачи. Их преимущество перед передачами с прямыми зубьями состоит в большей прочности зубьев шестерен при равных габаритах, плавной и бесшумной работе. Но к маслам для винтовых шестерен предъявляют более высокие требования, чем к маслам для шестерен с прямыми зубьями, поскольку скорости скольжения в таких передачах больше.

В агрегатах трансмиссии трансмиссионные масла выполняют следующие функции:

- снижают износ деталей;
- уменьшают потери энергии на трение;
- увеличивают теплоотвод от трущихся поверхностей;
- снижают вибрацию и шум шестерен, а также защищают их от ударных нагрузок;
- защищают детали механизмов от коррозии;
- масла для гидромеханических передач, кроме того, выполняют функцию рабочего тела в гидротурбине, передающей мощность. Важнейшие свойства ТМ:
  - вязкостно-температурные;
  - противоизносные, противозадирные, противопиттинговые;
  - термическая и термоокислительная стабильность;
  - стойкость к образованию эмульсий с водой;
  - минимальное воздействие на резино-технические изделия, лаки, краски и пластмассы;

• химическая и физическая стабильность при хранении и транспортировании.

В зависимости от конструктивных особенностей и назначения шестеренчатых передач к маслам могут предъявляться специфические требования. Так, масла для ведущих мостов с фрикционной блокировкой дифференциала должны обладать хорошими фрикционными свойствами, масла для трансмиссии автомобилей с периодической эксплуатацией - хорошими защитными свойствами и т.д.

Условия, в которых работает масло, определяются следующими факторами: температурным режимом, частотой вращения шестерен (скорость относительного скольжения трущихся поверхностей зубьев), удельным давлением в зоне контакта.

Рабочая температура масла в агрегатах трансмиссии меняется в широких пределах - от температуры окружающего воздуха в начале работы до 120...130 °С и даже 150 °С в процессе работы.

В температурном режиме работы зубчатых передач различают три наиболее характерные температуры: минимальную - в момент начала работы передачи, равную наиболее низкой температуре окружающего воздуха; максимальную - соответствующую экстремальным условиям работы; среднеэксплуатационную - наиболее вероятную во время эксплуатации.

Минимальная температура масла в агрегатах трансмиссии автомобилей в холодной климатической зоне может достигать —60 °С. Максимальная и среднеэксплуатационная температуры масла зависят от температуры воздуха, условий эксплуатации, вязкости масла и от других факторов. Среднеэксплуатационная температура в агрегатах трансмиссии автомобилей обычно составляет 60...90 °С. Фактическая температура масла в зоне контакта зубьев шестерен на 150...200 °С выше температуры масла в объеме. Заметное влияние на температуру оказывает скорость скольжения на поверхности зубьев в зоне их контакта. Скорости скольжения в цилиндрических и конических передачах составляют на входе в зацепление 1.5...3 м/с; в некоторых агрегатах они достигают 9...12 м/с; для гипоидных передач скорости

скольжения составляют 15 м/с и более.

В цилиндрических и конических передачах удельные нагрузки в полюсе зацепления составляют обычно 0,5...1,5 ГПа, достигая в некоторых случаях 2 ГПа. В гипоидных передачах они в два раза выше. Под действием таких нагрузок условия для гидродинамической смазки ухудшаются.

Трансмиссионные масла представляют собой сложную коллоидную систему, включающую две группы компонентов: первая - основа масла, вторая - функциональные присадки для улучшения эксплуатационных свойств масел.

К числу перспективных следует отнести синтетические масла, которые характеризуются очень пологой вязкостно-температурной кривой.

*Классификация и ассортимент.* В агрегатах трансмиссии автомобилей применяется широкий ассортимент масел. Согласно ГОСТ 17479.2-85 "Масла моторные, трансмиссионные и жидкости гидравлические. Система обозначений" масла классифицированы по классам и группам в зависимости от них вязкости и эксплуатационных свойств (табл. 18.5 и 18.6).

Таблица 2.1 Классы вязкости трансмиссионных масел

Класс вязкости	Кинематическая вязкость при 100 <sup>o</sup> C.ММ <sup>^</sup> с	Максимальная температура, при которой $\tau < 150\text{Па}\cdot\text{с}$ , °C
9	7,0 ...10,9	-45
12	11,0... 13,9	-35
18	14,0 ...24,9	-18
34	25,0 ...41,0	

С учетом деления на классы и группы трансмиссионные масла имеют условные обозначения. Например, обозначение ТМ5-12 расшифровывается следующим образом: «ТМ» - трансмиссионное масло, цифра «5» - группа по эксплуатационным свойствам, цифра «12» - класс вязкости.

Таблица 2.2

Классификация трансмиссионных масел по эксплуатационным свойствам

Группа	Состав	Рекомендуемая область применения
ТМ-1	Минеральные масла без присадок	Прямозубые, спирально-конические и червячные передачи, работающие при контактных напряжениях до 600 МПа и температуре в объеме до 90 °C
ТМ-2	Минеральные масла с противоизносными присадками	Прямозубые, спирально-конические и червячные передачи, работающие при контактных напряжениях до 1200 МПа и температуре в объеме до 90 C

ТМ-3	Минеральные масла с противозадирными присадками умеренной эффективности	Прямозубые, спирально-конические и червячные передачи, работающие при контактных напряжениях до 2000 МПа и температуре в объеме до 90 °С
ТМ-4	Минеральные масла с противозадирными	Прямозубые, спирально-конические и червячные передачи, работающие при контактных напряжениях свыше 2000

	присадками высокой эффективности	МПа. Гипоидные передачи, работающие при высокой скорости и низком крутящем моменте или низкой скорости и высоком крутящем моменте с объемной температурой до 130 °С
ТМ-5	Минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности полифункционального действия	Гипоидные передачи, работающие при высокой скорости, ударных нагрузках, высоком крутящем моменте и объемной температуре 130 °С и выше

Представителями группы **ТМ-1** являются **нигролы** зимний и летний (ТУ 38-101529-75), применявшиеся в старых моделях автомобилей. Нигролы - это неочищенные остатки от прямой перегонки нефти, характеризуются неудовлетворительными противоизносными, антиокислительными и низкотемпературными свойствами. На современных автомобилях не применяются. К этой же группе могут быть отнесены базовые масла (ТБ-20, ТС-14,5), служащие основой для изготовления автомобильных трансмиссионных масел.

К группе **ТМ-2** относится масло для коробок передач и рулевого управления - **ТС** (ОСТ 38.01260-82, прежнее обозначение ГОСТ 4002-53), класс 18. Это масло имеет низкие эксплуатационные свойства, применяется в ограниченных масштабах только на старых моделях легковых автомобилей.

В группу ТМ-3 входят масла Теп-10, ТАп-15В, ТСП-15К, выпускаемые по ГОСТ 23652-79.

**ТСП-10** применяют для смазывания тяжело нагруженных цилиндрических, конических и спирально-конических передач грузовых автомобилей. Служит в качестве зимнего для умеренной климатической зоны и всесезонного для северных районов страны.

**ТАп-15В** служит для смазывания тяжело нагруженных цилиндрических, конических и спирально-конических передач грузовых автомобилей.

**ТСП-15К** имеет улучшенные по сравнению с маслом ТАп-15В противоизносные, антиокислительные и низкотемпературные свойства. Служит в качестве всесезонного для умеренной климатической зоны. Предназначено для тяжело нагруженных цилиндрических и спирально-конических передач, в том числе большегрузных автомобилей КамАЗ, КраЗ, УралАЗ.

К группе ТМ-4 относятся масла Тсп-Нгип (ГОСТ 23652-79), Тсз-9гип (ОСТ 38-101158-78), Тсгип (ОСТ 38-01260-82, прежнее название -масло по ГОСТ 4003-53).

**ТСП-14гип** (класс 18) применяется для гипоидных передач грузовых автомобилей всесезонно в умеренной и жаркой климатической зоне. Обладает высокими противозадирными, но недостаточными антиокислительными и антикоррозионными свойствами. Показатели масла резко ухудшаются при попадании в него воды; в этом случае масло следует немедленно заменить.

**ТСз-9гип** (класс 9) предназначено для применения в агрегатах трансмиссии грузовых автомобилей в районах Крайнего Севера при температуре воздуха до -50...-55

"С. Ввиду малой вязкости и ухудшения противоизносных свойств при высокой температуре это масло применяется только в зимний период.

**ТСгип** предназначено для гипоидных передач старых моделей легковых автомобилей. Ввиду недостаточных низкотемпературных, противоизносных и антиокислительных свойств для новых моделей автомобилей не рекомендуется.

В группу ТМ-5 входят масла ТАД-17И (ГОСТ 236532-79) и ТМ5-12рк (ТУ 38.101844-80).

**ТАД-17И** (класс 18) получают смешением остаточного и дистиллятного масел с введением многофункциональной и депрессорной присадок. Масло обладает высокими эксплуатационными свойствами, является универсальным и может применяться в тяжело нагруженных цилиндрических, спирально-конических и гипоидных передачах грузовых и легковых автомобилей в умеренной и жаркой климатических зонах.

**ТМ5-12рк** (класс 12) получают из низкозастывающего масла селективной очистки, загущенного полимерной присадкой, с введением многофункциональной присадки. Масло относится к числу универсальных для эксплуатации и консервации цилиндрических, спирально-конических и гипоидных передач грузовых автомобилей. Предназначено для применения в качестве всесезонного, в первую очередь для эксплуатации в северных районах.

Основным сортом, применяемых для *автомобильных гидромеханических коробок передач*, является масло **марки А** (ТУ 38.101179-79). Оно имеет температуру застывания  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , его применяют всесезонно в умеренной климатической зоне. Для автомобилей, эксплуатирующихся в северных районах страны, разработано масло **МГТ** (ТУ 38-401-494-84), которое по эксплуатационным свойствам соответствует маслу марки А, но имеет лучшие низкотемпературные показатели - работоспособно до  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

В *гидрообъемных передачах* автомобилей, в частности в гидроусилителях рулей, используют масло **марки Р**. Его применяют в качестве всесезонного в умеренной климатической зоне.

Из масел зарубежного производства в *автоматических коробках передач* используются только минеральные масла серии ATF, обычно марки "Дексрон" (Dexron) с различными числовыми индексами. Все они красного цвета и допускают смешение в различных пропорциях. Их ресурс до замены составляет 50...70 тыс. км. в коробку легкового автомобиля заливают 6...9 л (для полноприводного "Форд-Бронко" - 18 л). В последнее время используют масла желтого и зеленого цвета. Смешивать их с Дексроном недопустимо.

Таблица 2.3 Рекомендации по применению трансмиссионных масел

Масло	Тип передачи	Срок смены масла, тыс. км	Минимальная температура применения, $^{\circ}\text{C}$
ТСгип	Ведущие мосты старых моделей легковых автомобилей	24...30	-20
ТАД-17И	Коробки передач и ведущие • мосты легковых и грузовых автомобилей	60...80	-30
ТАп-15В	Коробки передач грузовых автомобилей с карбюраторными двигателями; ведущие мосты с пегипоидными передачами легковых и грузовых автомобилей	24...72	-25

ТСп-15К	Коробки передач, ведущие , мосты грузовых автомобилей с негипоидными передачами	36...72	-30
ТСп-14гип	Ведущие мосты грузовых автомобилей с гипоидными передачами	36	-30
ТСп-10	Коробки передач грузовых автомобилей с карбюраторными двигателями; ведущие мосты грузовых автомобилей с негипоидными передачами	35...50	-45
ТСз-9гип	Коробки передач и ведущие мосты автомобилей при эксплуатации на Севере	Зимний период	-50
ТМ5-12рк	Коробки передач и ведущие мосты грузовых автомобилей	50	-50

За рубежом для маркировки трансмиссионных масел используют классификации SAE и API.

По классификации SAE масла подразделяются на летние (например, SAE140), зимние (75W) и всесезонные (75W90). Соответствие классов вязкости по ГОСТУ и SAE приведено в табл. 18.8.

Таблица 18.8

Примерное соответствие классов вязкости трансмиссионных масел по ГОСТУ и SAE

Класс вязкости масел по SAE	Вязкость при 99 °С, мм <sup>2</sup> /с	Соответствие классу вязкости по ГОСТу	
		не менее	не более
75W	4.2	1	-
80 W	7	-	9
85 W	11	-	-
90	14	25	18
140	25	43	34

По классификации API трансмиссионные масла подразделяются по уровню противоизносных и противозадирных свойств:

GL-1 - применяются в зубчатых зацеплениях при невысоких давлениях и скоростях скольжения (не содержат присадок);

GL-2 - содержат противоизносные присадки;

GL-3 - содержат противозадирные присадки, могут быть использованы для спирально-конических передач, в том числе гипоидных.

Всего 5 классов, которые соответствуют группам, обозначенным по ГОСТу ТМ-1,-2,-3,-4,-5.