**СОДЕРЖАНИЕ**

**Введение**

1. **Производство базовых минеральных масел**

**1.1общая схема производства базовых минеральных масел**

* 1. **Состав нефти базовых масел**
  2. **Методы очистки**

1. **Присадки**

**2.1 пакеты присадок**

**2.2 основные типы присадок к смазочным маслам**

1. **Классификация моторных масел по API**

**3.1 предназначение**

**3.2 влияние систем по контролю эмиссии**

**вредных веществ ОГ**

**3.3 требования к дизтопливу**

**3.4 знаки API**

**Заключение**

**Список литературы**

**ВВЕДЕНИЕ**

Масла, применяемые для смазывания поршневых двигателей внутреннего сгорания, называют моторными.

В зависимости от назначения моторные масла подразделяют на масла для дизелей, масла для бензиновых двигателей и универсальные моторные масла, которые предназначены для смазывания двигателей обоих типов. Все современные моторные масла состоят из базовых масел и улучшающих их свойства присадок.

По температурным пределам работоспособности моторные масла подразделяют на летние, зимние и всесезонные. В качестве базовых масел используют дистиллятные компоненты различной вязкости, остаточные компоненты, смеси остаточного и дистиллятных компонентов, а также синтетические продукты (поли-альфа-олефины, алкилбензолы, эфиры). Большинство всесезонных масел получают путем загущения маловязкой основы макрополимерными присадками.

По составу базового масла моторные масла подразделяют на синтетические, минеральные и частично синтетические (смеси минерального и синтетических компонентов).

Моторное масло - это важный элемент конструкции двигателя. Оно может длительно и надежно выполнять свои функции, обеспечивая заданный ресурс двигателя, только при точном соответствии его свойств тем термическим, механическим и химическим воздействиям, которым масло подвергается в смазочной системе двигателя и на поверхностях смазываемых и охлаждаемых деталей. Взаимное соответствие конструкции двигателя, условий его эксплуатации и свойств масла - одно из важнейших условий достижения высокой надежности двигателей. Современные моторные масла должны отвечать многим требованиям, главные из которых перечислены ниже:

высокие моющая, диспергирующе-стабилизирующая, пептизирующая и солюбилизирующая способности по отношению к различным нерастворимым загрязнениям, обеспечивающие чистоту деталей двигателя;

высокие термическая и термоокислительная стабильности позволяют использовать масла для охлаждения поршней, повышать предельный нагрев масла в картере, увеличивать срок замены;

достаточные противоизносные свойства, обеспечиваемые прочностью масляной пленки, нужной вязкостью при высокой температуре и высоком градиенте скорости сдвига, способностью химически модифицировать поверхность металла при граничном трении и нейтрализовать кислоты, образующиеся при окислении масла и из продуктов сгорания топлива,

отсутствие коррозионного воздействия на материалы деталей двигателя как в процессе работы, так и при длительных перерывах;

стойкость к старению, способность противостоять внешним воздействиям с минимальным ухудшением свойств;

пологость вязкостно-температурной характеристики, обеспечение холодного пуска, прокачиваемости при холодном пуске и надежного смазывания в экстремальных условиях при высоких нагрузках и температуре окружающей среды;

совместимость с материалами уплотнений, совместимость с катализаторами системы нейтрализации отработавших газов;

высокая стабильность при транспортировании и хранении в регламентированных условиях;

малая вспениваемость при высокой и низкой температурах;

малая летучесть, низкий расход на угар (экологичность).

К некоторым маслам предъявляют особые, дополнительные требования. Так, масла, загущенные макрополимерными присадками, должны обладать требуемой стойкостью к механической термической деструкции; для судовых дизельных масел особенно важна влагостойкость присадок и малая эмульгируемость с водой; для энергосберегающих - антифрикционность, благоприятные реологические свойства.

Cогласно ГОСТ 17479.1-85 моторные масла подразделяются на классы по вязкости и группы по назначению и уровням эксплуатационных свойства.

**1. ПРОИЗВОДСТВО БАЗОВЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЕЛ**

Желательно для каждого конкретного случая применения иметь масло с оптимальными эксплуатационными свойствами. Это обуславливает большой ассортимент мaсел. Производство большого количества разновидностей мaсел технически и экономически нецелесообразно. Во избежание этого, нефтеперерабатывающая промышленность выпускает ограниченное количество бaзовых мaсел, которые смешиваются между собой и с присадками на мaслосмесительных заводах для получения товарных мaсел (commercial oils, service oils) с необходимыми эксплуатационными свойствами. Производство товарных мaсел состоит из двух стадий - производства бaзовых мaсел и смешения компонентов (компaундирования) (blending, compounding, formulation).

Бaзовые минерaльные мaсла производятся нефтeперерабатывающими заводами, чаще всего принадлежащими крупным нефтекомпаниям, так как для управления производством и его совершенствования требуется крупный капитал и научный потенциал.

Бaзовые мaсла различаются между собой вязкостью, химическим составом и некоторыми другими свойствами. Бaзовое мaсло - это основа товарного мaсла, готовая к смешению, но ещё без присадок. Сырьем для смазочных мaсел могут быть минeральные и синтeтические бaзовые мaсла. Химический сoстав минeральных мaсел зависит от нефти, из которой произведено мaсло. Химический состав синтeтических мaсел зависит от исходного сырья (мономеров) и метода синтеза.

Крупные нефтекомпании имеют несколько нефтеперерабатывающих заводов. Для конкретной товарной марки на все мaслосмесительные заводы они поставляют бaзовое мaсло и присадки строго определенного состава и свoйств. Поэтому в документах на продукцию обычно не указывается завод-изготовитель, а только название нефтекомпании.

Качество товарного мaсла зависит от типа исходной нефти, способа получения бaзового мaсла, глубины химического превращения и очистки. В описаниях продукта часто указываются особенности производства и состава для убеждения потребителя о высоком качестве исходного бaзового мaсла.

Компаундирование мaсел является относительно несложным технологическим процессом и может быть осуществлен на сравнительно небольших мaслосмесительных заводах (blending plants). Эту задачу способны выполнить и небольшие самостоятельные фирмы. Они покупают базовые масла и присадки, смешивают их, расфасовывают и поставляют масло на рынок под своим фирменным названием, например Kroon-Oil, Teboil и др.

Крупные нефтекомпании разрабатывают новые технологии и составы и выполняют все процессы по производству мaсел от переработки нефти и до расфасовки конечного продукта. В целях конкуренции они должны постоянно совершенствовать технологию и поддерживать качество своей продукции на самом высоком уровне. Потребителю полезно быть знакомым со структурой и возможностями производителей и поставщиков нефтепродуктов.

Присадки и их наборы (пакеты) поставляются на рынок компаниями и заводами химической промышленности в большом ассортименте. Часто это пакеты, полностью готовые для получения масла определенного класса (уровня качества). Мaслосмесительные заводы по компaундированию мaсел имеют достаточно большой выбор и могут в некоторой степени конкурировать с крупными нефтекомпаниями быстрым реагированием на изменения потребностей рынка. Крупные нефтяные и химические компании ("Exxon-Paramins", "Shell Additives" и др.) разрабатывают оригинальные присадки и наборы, применяют их для компаундирования своих продуктов и тем самым имеют больше возможностей по усовершенствованию качества, чем мелкие фирмы.

Каждая крупная нефтекомпания старается создать процессы производства, очистки и модификации бaзовых масел и подбор компонентов товарных мaсел, которые были бы не только оригинальными, но и наиболее эффективными в экономическом плане и обеспечивали бы наилучшее качество. Поэтому каждое новшество, которое улучшает качество продукта, обязательно указывается в описании мaсла, как ценное преимущество данного продукта. Для правильного понимания любых предписаний производителей, нужны определенные знания по технологии производства, модификациям мaсел и специфической терминологии. Кроме того, в мировой практике приняты отдельные выражения, характеризующие свойства и качество мaсел, которые могут быть неоднозначно истолкованы потребителями, например "энергосберегающее масло" ("energy conserving oil", "EC oil"), "мaсло удлиненного интервала замены" ("long distance oil" "LDO"), "мaсло со стабильными свойствами" ("stay-in-grade oil"), "мaсло, поддерживающее чистоту двигателя" ("keep clean effect oil") и др.

**1.1 Общая схема производства базовых минеральных масел**:

атмосферная перегонка (рис. 1.1), при которой отделяются легкокипящие фракции (светлые продукты) и атмосферный остаток (atmosferic residue) или мазут, который служит сырьем для вакуумной перегонки при производстве масел;

вакуумная перегонка атмосферного остатка (мазута) (рис. 1.1) осуществляется при гораздо более низкой температуре в вакууме, что позволяет перегонять вязкие продукты; получаемые фракции масел - вакуумные дистилляты (vacuum distillate) с разной вязкостью и вакуумный остаток (vacuum residue), из которых получают высоковязкие базовые масла;

очистка фракций вакуумной перегонки методом экстракции, при помощи которой растворителями отделяются нежелательные соединения;

депарафинизация фракций, при которой отделяются парафины;

другие технологические процессы улучшения качества базовых масел: гидрирование, каталитический гидрокрекинг, очистка отбеливающей глиной или кристаллическим алюмосиликатом (например, цеолитом) и др.

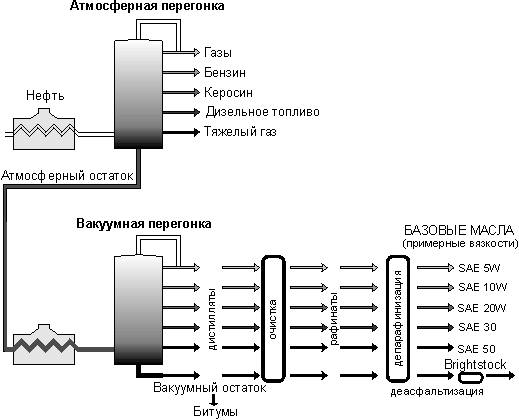


Рис. 1.1 Общая схема производства базовых минеральных масел.

Основные фракции вакуумной перегонки атмосферного остатка (мазута):

легкое вакуумное масло (light vacuum gas oil) (температура кипения 300-400°C), тяжелое вакуумное масло (heavy vacuum gas oil) (температура кипения 350-420°C), остаточное масло (residuel oil) (температура кипения 420-490°C).

Остаток после отделения дистиллятов называют гудроном или вакуумным остатком (температура кипения >500°C). Он составляет около 20 - 30% сырья. Иногда остаточное масло не выделяется в отдельную фракцию, а производится из вакуумного остатка. Такое масло бывает вязким и после хорошей очистки называется осветленным остаточным маслом (brightstock).

По фракционному составу базовые масла делятся на дистиллятные, компаундированные и остаточные. Дистиллятными маслами являются отдельные фракции или их смеси. Компаундированные масла получаются смешением дистиллятов и остаточных масел.

Остаточные масла обладают хорошими эксплуатационными смазывающими свойствами. Их липкость, стойкость к окислению лучше, чем у дистиллятных масел. Из легких дистиллятов получают легкие индустриальные и трансформаторные масла, из средних и тяжёлых дистиллятов - индустриальные и моторные, из компаундированных и остаточных - трансмиссионные, тяжёлые индустриальные, цилиндровые и др. масла.

**1.2 Состав нефти базового масла**.

Химический состав базового масла зависит от химического состава нефти. Существующие разновидности базовых масел:

парафиновые (paraffinic oil) (содержание парафинов >75%),

нафтеновые (naphthenic oil) (содержание нафтеновых соединений >75%),

ароматические (aromatic oil) (содержание ароматических соединений >50%),

смешанные (mixed base oil, intermediate) - если нет доминирующих соединений.

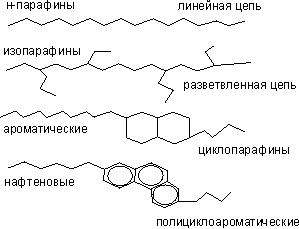


Рис. 1.2 Возможные варианты строения молекул нефти и смазочных масел.

Для производства смазочных масел наибольшее значение имеют парафиновые базовые масла, которые отличаются хорошими вязкостно-температурными свойствами (высоким индексом вязкости). После традиционных процессов очистки парафиновое базовое масло обладает хорошими эксплуатационными свойствами.

Некоторые компоненты нефти, которые обычно считаются вредными, в некоторых областях назначения могут быть весьма ценными. Например, смолы, жирные и нафтеновые кислоты улучшают липкость и стойкость адсорбционной пленки масла и тем самым улучшают смазывающую способность масла. Некоторые соединения серы и азота обладают антиокислительными свойствами. Таким образом, при глубокой очистке масла, некоторые его смазывающие, антиокислительные и антикоррозионные свойства могут ухудшиться.

Совершенствование базовых масел проводится по двум основным направлениям. Первое, при котором масло очищается только до такой степени, чтобы в нем осталось оптимальное содержание смол, кислот, соединений серы, азота и, дополнительно, вводятся присадки для улучшения некоторых функциональных свойств. Такой метод не позволяет получить масла достаточно высокого уровня качества. Второе направление, при котором базовое масло полностью очищается от всех примесей и проводится молекулярная модификация методом гидрообработки (гидрокрекинга, гидроочистки и др.). В результате получается масло, обладающее ценными свойствами для тяжелых режимов работы (высокая стойкость к деформациям сдвига при высоких скоростях, нагрузках и температурах, высокий индекс вязкости и стабильность параметров).

При очистке масел (finishing) - удаляются следующие основные примеси:

соединения серы (sulfur, sulfur compounds) и органические кислоты (organic acids), вызывающие коррозию металлов;

непредельные углеводороды (unsaturated hydrocarbons), понижающие антиокислительную стойкость масла;

смолистые и асфальтеновые соединения (resins, bitumen), которые образуют лаковые отложения и нагар на горячих поверхностях деталей, ухудшают низкотемпературные свойства, подавляют эффективность

антиокислительных и антикоррозионных присадок;

растворенные в масле твердые углеводороды - парафины (wax), которые повышают температуру застывания масла и ухудшают его низкотемпературную фильтруемость;

полициклические соединения (polycyclic aromatics, PCA), ухудшающие низкотемпературные свойства масла и способствующие образованию смолистых отложений и нагара.

**1.3 Методы очистки*:*** селективная очистка (solvent refining) или экстракция растворителями (solvent extraction) - метод удаления нежелательных соединений, основанный на образовании двухфазной системы, в которой примеси с растворителем и чистое масло разделяются на два слоя. После отделения слоя экстракта получается чистое масло. Таким образом, из масла удаляются асфальтеновые (битумные) вещества, смолы и ароматические соединения с короткими цепями в молекулах, твердые углеводороды и полициклические ароматические соединения, которые усиливают коксование и зависимость вязкости от температуры. Экстракция растворителями обычно проводится сразу после вакуумной дистилляции. Дистилляты после экстракции имеют более высокий индекс вязкости и лучшую стойкость к окислению. В настоящее время для экстракции в основном применяются фурфурол или н-метилпирролидин, а экстракция фенолом встречается редко. В ходе экстракции основной химический состав дистиллятов меняется незначительно, поэтому еще сохраняется влияние химического состава сырой нефти;

депарафинизация растворителем (solvent dewaxing) - метод удаления парафинов, которые повышают температуру застывания масел. Масло смешивается со смесью двух растворителей - метилэтилкетона и толуола или другими. Полученный раствор масла охлаждается до - 6: -12°C. При такой температуре кристаллы парафина выпадают в осадок и отделяются фильтрованием, а растворитель отгоняется от масла и получается депарафинизированное масло (dewaxed oil) с улучшенными свойствами: с более низкой температурой застывания, повышенным индексом вязкости, улучшенной текучестью при низкой температуре. Побочный продукт, парафиновый осадок (slack wax), служит сырьем для каталитического гидрокрекинга, при котором могут быть получены высококачественные базовые масла; очистка адсорбентами. В качестве адсорбентов применяются отбеливающая глина или кристаллические алюмосиликаты - цеолиты, имеющие однородную пористость. Подбором цеолитов с порами определенного размера, можно проводить селективную адсорбцию некоторых соединений: смолистых и асфальтовых веществ, алкенов, полициклических аренов. От такой очистки масло становится светлее, поэтому этот процесс иногда называют осветлением масла. В основном очистка адсорбентами проводится после других процессов химической очистки и экстракции растворителями; гидрообработка и каталитический гидрокрекинг - реакция с водородом при повышенной температуре и давлении, в присутствии различных катализаторов.

Для получения масел применяются следующие процессы обработки водородом:

гидрообработка (hydrogen processing) - проводится отдельно или одновременно с обработкой растворителями. Гидрообработка базовых масел может быть проведена до разной глубины - от гидроочистки (hydrogen treating, hydrotreating) до гидрокрекинга (hydrogen cracking). Как гидроочищенное базовое масло (hydrotreated base stocks), так и базовое масло гидрокрекинга (hydrocracked base stock) имеют больше предельных связей (saturates) и меньше серы (reduced sulfur content) по сравнению с базовым маслом, экстрагированным растворителем;

гидроочистка (hydrotreating) - осуществляется действием водорода на нефтяные фракции в присутствии катализатора. Ненасыщенные и ароматические молекулы базового масла превращаются в предельные. Одновременно протекает процесс обессеривания (desulfurization) и удаления азотсодержащих соединений (denitrogenation). Умеренная гидроочистка (mild hydrotreating, hydrofinishing, hydrofining), обычно используется и для снижения окраски и запаха масла;

гидроизомеризация (hydroisomеrisation) - изомеризация парафинов или высокопарафиновых фракций. Линейные молекулы парафинов превращаются в разветвленные изопарафины, одновременно может иметь место и гидрокрекинг молекул. Сырьем для этого процесса служат продукты депарафинизации масел или производства парафинов. После гидроизомеризации проводится депарафинизация растворителем для снижения температуры застывания;

гидродепарафинизация (hydrodewaxing) - каталитическая депарафинизация (catalytic hydrodewaxing) является альтернативным процессом депарафинизации растворителем. Молекулы парафинов каталитически разрываются и изомеризуются до изопарафинов. Эта стадия обработки непосредственно следует либо после гидрокрекинга, либо после экстракции растворителем;

каталитический гидрокрекинг (hydrocracking) - получение базовых масел с высоким индексом вязкости, противоокислительной стойкостью и стойкостью к деформациям сдвига. Масла гидрокрекинга защищают от износа, иногда лучше, чем синтетические масла. Гидрокрекинг является одним из самых перспективных методов улучшения свойств масла. В ходе гидрообработки одновременно или последовательно протекает ряд химических реакций, в результате которых удаляются соединения серы, азота, другие гетероатомные соединения, одновременно протекает гидрирование полициклических ароматических соединений, расщепление нафтеновых колец, деструкция длинных парафиновых цепей и изомеризация продуктов (рис. 1.3). Эти процессы обеспечивают улучшение молекулярной структуры масла, усиливают стойкость к механическим, термическим и химическим воздействиям и стабильность свойств в интервале периода эксплуатации. Скорость и направление отдельных химических реакций, а тем самым и возможность получения желаемых продуктов, может регулироваться изменением параметров обработки (температуры, давления, соотношения реагентов, применением различных катализаторов и др.). Поэтому разные компании при выполнении процесса глубокой переработки масла, могут получить отличающиеся по свойствам продукты. Производители, как правило, держат в тайне свои оригинальные процессы переработки.

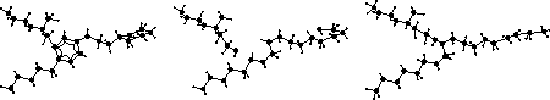


Рис. 1.3 Стадии гидрокрекинга молекул масла: а - исходная молекула масла; б - расщепление ароматических и нафтеновых колец; в - выпрямление цепи.

**2. ПРИСАДКИ**

До начала 30-х годов в узлах и агрегатах машин и механизмов использовались масла без присадок. При этом, например, пробег моторных масел составлял около 800 км, а примерно через каждые 1600 км двигатель подлежал разборке для очистки деталей от нагара, шламов и других загрязнений. Бурное развитие машиностроения и ужесточение требований к качеству масел привели к не менее стремительному развитию работ по созданию и применению в маслах присадок различного функционального назначения. Начатые в период между первой и второй мировыми войнами работы по разработке и исследованию присадок с возрастающей интенсивностью продолжились в последующие годы. Поиск эффективных присадок к маслам проводится и в наше время.

Следует заметить, что далеко не всякое химическое соединение, обладающее определенными функциональными свойствами, может быть использовано в качестве присадки к смазочным маслам. Присадки во вводимой концентрации должны обладать растворимостью или способностью к созданию устойчивых систем в маслах во всем диапазоне рабочих температур транспортирования, хранения и эксплуатации, не отлагаться на фильтрах, не вымываться водой, обеспечивать надежную стабилизацию масел против окисления, не ухудшать других эксплуатационных свойств масел, предотвращать разрушение металлических, резиновых и полимерных деталей, обеспечивать стабильность свойств масел в течение гарантированного срока хранения, быть совместимыми с другими присадками, вводимыми в масла и, наконец, вырабатываться доступными процессами химической технологии из доступного сырья, обеспечивая экономическую эффективность масел в процессе эксплуатации. Все это создает серьезные ограничения при выборе соединений, используемых в качестве присадок к маслам. Именно поэтому среди многих десятков тысяч исследованных соединений в качестве присадок используется достаточно ограниченное количество продуктов.

**2.1 Пакеты присадок**

Современные пакеты присадок представляют собой сбалансированные смеси присадок различного функционального назначения и могут содержать до 15 компонентов.

Использование таких пакетов при производстве смазочных масел позволяет упростить дозировку компонентов, дает возможность сократить число технологических операций, создает благоприятные условия для автоматизации производства и обеспечения стабильного качества товарной продукции с минимальными затратами.

В настоящее время около 70% присадок, выпускаемых ведущими зарубежными фирмами, реализуется в форме пакетов.

В последние годы этот принцип создания смазочных композиций получил дальнейшее развитие за счет применения т.н. каскадных пакетов присадок. Реализация принципа каскадности предусматривает использование в композициях базового пакета присадок, содержащего определенный набор присадок в оптимальном соотношении, и ряда усиливающих присадок - бустеров. Их использование в определенных концентрациях в базовых маслах позволяет получать композиции масел с заданным уровнем свойств.



До 2005-го года присадки составляли до 25% объема смазочных масел. После 2005 года их содержание в некоторых видах масел превышает 35%. При этом, например, станет реальным вопрос создания моторных масел, не сменяемых в течение всего срока эксплуатации двигателя.

С помощью только высококачественных базовых масел невозможно достичь всех тех свойств, которые современное оборудование и механизмы требуют от смазочных масел. В связи с этим к ним добавляют специальные присадки, которые улучшают свойства базовых масел. Однако необходимо помнить, что даже самые хорошие присадки не способны превратить низкокачественные базовые масла в высококачественные смазочные материалы.

**2.2 Основные типы присадок к смазочным маслам.**

Тип присадки Функциональное назначение

Антикоррозионные Предотвращение коррозии деталей машин, изготовленных из сплавов цветных металлов

Антиокислительные. Процесс окисления носит характер цепной реакции, при которой начавшееся окисление и посторонние включения, имеющиеся в масле, ускоряют процесс дальнейшего окисления. При этом металлические части смазываемой конструкции выступают в роли катализатора. Антиокислительные присадки прекращают процесс окисления и блокируют каталитический эффект металлических поверхностей.

Определяют стойкость масла к потере его свойств — старению. Для замедления этого процесса вводят антиокислительные присадки. Они защищают основу масла от действия кислорода воздуха, препятствуя процессу окисления.

Условия работы масла в двигателе настолько жестки, что полностью предотвратить его окисление пока не представляется возможным. После выработки антиокислительных присадок начинается рост вязкости масла, коррозионной активности, склонности к образованию отложений и т. д.

Антипенные - Предотвращают образование стойкой пены за счет снижения поверхностного напряжения масла.

Противокоррозионные - Обеспечивают образование на металлических поверхностях пленки, предотвращающей коррозию.

Характеризуют способность масла предотвращать коррозию деталей двигателя, изготовленных из цветных металлов (бронзовые втулки, антифрикционное покрытие подшипников коленвала и т. д.). Антикоррозионные присадки образуют на их поверхности прочные защитные пленки, препятствующие прямому контакту с моторным маслом, которое при высокой температуре является агрессивной средой для цветных металлов.

Антифрикционные - Снижение потерь на трение в узлах механизмов и машин

Вязкостные (полимерные загущающие)

Улучшение вязкостно-температурных характеристик смазочных масел.

Полимерные загущающие присадки вместе с модификаторами трения позволяют создавать энергосберегающие масла на маловязких основах, обеспечивающие экономию топлива. В зависимости от класса масла и режима эксплуатации автомобиля экономия топлива может составлять от 1,5-2 до 5,5-6%.

Модификаторы трения используют двух типов — твердые (например, дисульфит молибдена — Мо2S) и жидкие. Первые представляют собой твердые смазывающие вещества, тонко диспергированные (измельченные) в масле. За счет адгезии (сцепления) они связываются с поверхностями трения и уменьшают его величину при граничном режиме смазки. Жидкие модификаторы трения — соединения, обладающие высокой адсорбцией (поглощение поверхностным слоем твердого тела жидкостей или газов) к металлу и образующие на его поверхности “мягкий ворс”, снижающий силы трения.

Депрессорные Снижение температуры застывания масел и обеспечение их текучести при низких температурах)

Диспергирующие Предохраняют поверхности деталей двигателя от отложений и поддерживают нерастворимые загрязнения в диспергированными в масле.

Диспергирующие свойства (от лат. dispersio — рассеяние) удерживают нерастворимые в масле вещества (частицы нагара, продукты неполного сгорания топлива и т. д.) во взвешенном состоянии и не дают им выпасть в осадок. Для придания маслу этих свойств в него вводят присадки-дисперсанты, создающие оболочку вокруг частиц загрязнений. Она не позволяет им прилипать к поверхностям двигателя и слипаться друг с другом.

Моющие Моющие свойства характеризуют способность масла очищать детали двигателя от различных лакообразных отложений, нагара и т. д. Эти свойства обеспечивают введением моющих присадок, содержащих поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые “отрывают” частички отложений от деталей и переносят их в масло.

Приработочные - Ускорение процессов приработки пар трения

Противозадирные

(EP-extreme pressure) Снижение интенсивности поверхностного разрушения при повреждаемости металлов схватывнием (задир).

Образуют вместе со смазываемыми металлическими поверхностями химическую пленку, которая эффективно предотвращает задиры. Противоизносные и противозадирные присадки снижают трение и износ.

Противоизносные Образуют на смазываемых поверхностях пленку, предотвращающую непосредственное соприкосновение металлических поверхностей.

Противоизносные свойства моторного масла определяются его способностью предотвращать механический износ деталей двигателя и коррозионный износ цилиндров, поршней, их колец.

Механическому износу подвержены пары трения — сопряженные детали, двигающиеся относительно друг друга. При небольшой скорости перемещения и больших нагрузках (например, деталей газораспределительного механизма) масло не полностью разделяет детали, и они контактируют друг с другом (граничный режим смазки). Во время перемещения выступы микрорельефа поверхности сталкиваются, что приводит к их разрушению. Оно может проявляться в виде “обламывания” выступов или образования “борозды” в металле — задире. Для предотвращения разрушения микрорельефа (износа) в моторное масло вводят противоизносные присадки. Они химически преобразуют (модифицируют) поверхность металла, образуя на ней тонкую пленку, по которой и происходит скольжение.

Коррозионный износ поршней, цилиндров и их колец возникает из-за воздействия кислот, образующихся при окислении масла (см. ниже) и сгорании топлива. Для их нейтрализации в масло вводят щелочные присадки.

Противоскачковые Предотвращение скачкообразного движения направляющих скольжения

Присадки, снижающие температуру застывания Обеспечивают текучесть масла при низкой температуре, предотвращая слипание парафиновых и др. кристаллов.

Присадки, улучшающие индекс вязкости Замедляют изменение вязкости масла с изменением температуры за счет изменения объема высокомолекулярных полимеров, из которых они состоят. При повышении температуры их объем увеличивается, а при снижении температуры - уменьшается.

**3.** **КЛЛАСИФИКАЦИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ПО API**

Обозначения эксплуатационных свойств моторных масел по классификации API - Американского Нефтяного Института.

API система классификации моторных масел (API Engine Service Classification System) развивалась с 1969 года в результате совместной работы API, ASTM и SAE. 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 APR96 "Качество эксплуатационных свойств моторных масел и эксплуатационные классификации двигателей (за исключением энергосберегающих масел)" (Engine Oil Performance and Engine Service Classifications (Other than "Energy Conserving").

Новый качественный шаг в развитии качества и классификации моторных масел был сделан в 1983-1992 годах, когда под руководством API и участии представителей производителей автомобилей (ААМА), двигателей (ЕМА) и технических союзов (ASTM и SAE) была создана и развита "Система лицензирования и сертификации моторных масел EOLCS" (Engine Oil Licensing and Certification System, API Publication No. 1509). Эта система постоянно совершенствуется. В настоящее время аттестация моторных масел проводится согласно требованиям EOLCS и "Свода правил СМА" (СМА Code of Practice).

По системе API (ASTM D 4485, SAE J183 APR96) установлены три эксплуатационные категории (три ряда) назначения и качества моторных масел:

**S (Service)** - состоит из категорий качества моторных масел для бензиновых двигателей, идущих в хронологическом порядке. Для каждой новой генерации присваивается дополнительная буква по алфавиту:

API SA, API SB, API SC, API SD, API SE, API SF, API SG, API SH и API SJ (категория SI - намеренно пропущена API, для исключения путаницы с Международной системой мер).

Категории API SA, API SB, API SC, API SD, API SE, API SF, API SG на сегодняшний день признаны недействительными, как устаревшие, однако в некоторых странах масла этих категорий еще выпускаются, категория API SH является "условно действующей" и может использоваться только как дополнительная, например API CG-4/SH.

Класс SL введен только в 2001 г. и отличается от SJ существенно лучшими антиокислительными, противоизносными, противопенными свойствами, а также меньшей испаряемостью;

**C (Commercial**) - состоит из категорий качества и назначения масел для дизельных двигателей, идущих в хронологическом порядке. Для каждой новой генерации присваивается дополнительная буква по алфавиту:

API СA, API СB, API СC, API СD, API СD-II, API CE, API CF, API CF-2, API CF-4, API CG-4 и API CH-4.

Категории API СA, API СB, API СC, API СD, API СD-II на сегодняшний день признаны недействительными, как устаревшие, однако в некоторых странах масла этих категорий еще выпускаются;

**EC (Energy Conserving)** - энергосберегающие масла - Новый ряд высококачественных масел, состоящий из маловязких, легкотекущих масел, уменьшающих расход топлива по результатам тестов на бензиновых двигателях.

Моторные масла, отличающиеся низкой вязкостью как при низкой, так и при высокой температуре могут быть сертифицированы на соответствие категории API EC "энергосберегающее" масло ("Energy Conserving" Oil). Ранее энергосбережение определялось по методике Последовательности VI (Sequence VI, ASTM RR D02 1204). Данная методика использовалась для сертификации масел категории API SH на уровни (степени) энергосбережения: API SH/EC - 1,5% экономии топлива и API SH/ECII - 2,7% экономии топлива, по сравнению с эталонным маслом SAE 20w-30.

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 (ЕС). Пример: API SJ/EС.

**Класс CJ-4**

Тенденции развития техники направлены на повышение их экологической безопасности, увеличение интервалов техобслуживания при сохранении надежности работы. Естественно, это вносит свои коррективы в процесс совершенствования двигателей, отображаясь и на качествах смазывающих материалов. Следуя данным тенденциям, в ноябре 2004 года в классификации API появился класс на моторные масла для бензиновых двигателей - SM, предполагающий, по сравнению с SL, повышенные требования к смазывающим материалам относительно стойкости к окислению, защите от отложений, износа и т.д. С октября 2006 года пополнилась категория и для дизельных масел классом CJ-4. Какие требования выдвигаются к моторным маслам, отвечающим данному классу, а также при каких условиях их можно применять, рассмотрим в данном материале.

Совершенствование классификаций моторных масел идет по мере развития автомобильной техники, а также с учетом доработок и нововведений в будущем. Улучшение технологий двигателей, применение усовершенствованных материалов для изготовления деталей, увеличение эксплуатационных нагрузок и, естественно, ужесточение экологических требований, повлекших внедрения автопроизводителями специальных систем, позволяющих уменьшить эмиссию вредных веществ с выхлопными газами в окружающую среду, вызывает необходимость изменения состава и показателей моторных масел.

**3.1 Предназначение**

Класс по API CJ-4 специально разрабатывался для масел, предназначенных для высокопроизводительных четырехтактных дизельных двигателей, проектируемых для удовлетворения требований американских экологических норм 2007 года (ЕРА07) и последующих их редакций. Масла CJ-4 могут работать в двигателях с системами, способствующими уменьшению выбросов вредных веществ с выхлопными газами. Например, с дизельными сажевыми фильтрами DPF (Diesel Particulate Filter), системами рециркуляции отработавших газов EGR (Exhaust Gas Recirculati-оп) и др. Моторные масла класса CJ-4 разрабатывались для обеспечения работоспособности систем контроля эмиссии вредных веществ и выполнения экологических стандартов. Помимо этого, для масел CJ-4 предполагаются улучшенные защитные свойства, повышенная окислительная, низко- и высокотемпературная стабильность и т.д., а также возможность достижения удлиненных интервалов техобслуживания, указываемых производителями техники, при соблюдении определенных условий.

**3.2 Влияние систем по контролю эмиссии вредных веществ ОГ**

Помимо высоких эксплуатационных характеристик, таких как увеличенный интервал замены, хорошие противоизносные свойства и др., требования к моторным маслам включают и совместимость с системами контроля выхлопных газов. Это повлекло ограничение содержания в составе масел некоторых компонентов, таких как сульфатная зола, сера и фосфор, во многом определяющих рабочие показатели моторных масел. Сульфатная зольность масла определяется количеством металлсодержащих присадок (в том числе содержащих кальций, цинк, магний и др.). В основном зольность придают детерегенты - моющие присадки, призванные обеспечить чистоту деталей двигателя и нейтрализацию образующихся при работе кислот. При сгорании зольные присадки образуют золу, которая забивает сажевый фильтр, нарушая работу и уменьшая срок его службы. Сера, как правило, входит в состав присадок, а также небольшое ее количество может содержаться в базовом масле. Наличие фосфора в моторных маслах обусловлено присутствием дитиофосфата цинка - эффективной антиокислительной, противоизносной и антикоррозионной присадки. Наличие серы в составе смазывающего материала нарушает работу нейтрализатора NOx, а фосфор негативно влияет на катализатор дожига СО и СН. Достигается это использованием беззольных присадок, высокой степенью очистки минеральных базовых масел от серы, использованием новых, но в то же время высокоэффективных добавок. Поскольку масла со спецификацией API CJ-4 рекомендованы для двигателей, оборудованных сажевыми фильтрами, а также другими системами, способствующими сокращению эмиссии вредных веществ с выхлопными газами, в их составе ограничивается содержание сульфатной золы (Sulphated Ash) до уровня 1,0%, фосфора (Phosphorus) - 0,12% и серы (Sulphur) - 0,4%.

**3.3 Требования к дизтопливу**

Масла класса API CJ-4 допускают работу на топливе, содержащем серы вплоть до 500 ррт (0,05%). Однако для выполнения экологических требований по эмиссии вредных веществ, надежной работы систем очистки ОГ и достижения удлиненных интервалов замены масла, необходимо использовать низкосернистое дизтопливо, содержание серы в котором не должно превышать 15 ррт - (0,0015%).

Взаимозаменяемость классов и применение в двигателях предыдущих разработок.

Моторные масла CJ-4 превышают рабочие критерии API CI-4, CI-4 Plus, CH-4, CG-4, CF-4 и фактически могут использоваться в двигателях, для которых рекомендуется применение смазывающих материалов перечисленных классов. Для масел CJ-4 предусмотрено несколько новых испытаний в двигателях, более строгих, чем, например, для CI-4 и CI-4 Plus. Поэтому они обладают большей рабочей "прочностью", чем масла данных классов. При этом масла класса CJ-4 могут быть использованы в моделях двигателей предыдущих разработок, эксплуатирующихся на топливе с содержанием серы как 15 ррт, так и 500 ррт, так как классификационные испытания включают исследования на этих двух "видах" дизтоплив. Но еще раз напомним, что новые двигатели, оборудованные прогрессивными системами эмиссии, должны эксплуатироваться на крайне низкосернистом дизтопливе, содержащем 15 ррт серы и меньше. Это условие нужно соблюдать и для достижения удлиненных интервалов замены масла. В то же время масла CJ-4 разрабатывались с тем учетом, что даже работая в более "старых" двигателях, работающих на топливе с содержанием серы 500 ррт, обладают лучшими защитными свойствами чем CI-4 и CI-4 Plus. Естественно, что перед применением масел по API класса CJ-4 нужно соблюдать все рекомендации производителя техники или двигателя. Ведь, например, периодичность замены масла зависит от типа двигателя, режима работы техники, используемого топлива и других факторов. Поэтому в первую очередь нужно следовать требованиям автопроизводителя.

**Действующие классы для "дизельных" масел**

Таким образом, на сегодняшний день классификация API включает семь действующих классов для "дизельных" масел (устаревшие классы не учитываем): CJ-4, CI-4, CH-4, CG-4, CF-4, CF-2 и CF. Более подробная информация - в таблице.

Классификация масел, а также их качество и маркировка регламентируются документами:

- API выпуск No. 1509 "Система лицензирования и сертификации моторных масел" (API Publication No. 1509 - Engine Oil Licensing and Certification System);

- ASTM D-2 предложение Р205 "Классификация энергосберегающих моторных масел" (ASTM D-2 Proposal 205 - Classification for Energy-Conserving Engine Oils);

- стандарт "SAE J1423 AUG94 "Классификация энергосберегающих моторных масел для легковых автомобилей и грузовых автомобилей особо малой и малой грузоподъемности" (SAE J1423 AUG94 - Classification of Energy-Conserving Engine Oil for Passenger Cars, Vans and Light-Duty Trucks);

Уменьшение вязкости масла может обеспечить экономию топлива в прогретом двигателе 0,6-5,5% (при снижении высокотемпературной вязкости), а в холодном - 1,0-6,5% (при снижении низкотемпературной вязкости). При оптимальной комбинации моторного и трансмиссионного масла можно достичь экономии топлива в размере 2,7-10,9%.

Универсальные масла для бензиновых и для дизельных двигателей обозначаются двумя символами соответствующих категорий: первый символ является основным, а второй указывает на возможность применения этого масла для двигателя другого типа. Например, API CG-4/SH - масло, оптимизированное для применения в дизельных двигателях, но его можно применять и в бензиновых двигателях, для которых предписывается масло категории API SH и ниже (SG, SF, SE и т.д.).

**Для бензиновых двигателей - классы масел по шкале S**

Группа масел Рекомендуемая область Года выпуска Качественные

применения автомобилей показатели

SM Введена в ноябре 2004. с 2004 -

SL (Действующая). API планировал разрабатывать проект PS-06 как следующую категорию API SK, но один из поставщиков моторных масел в Корее использует сокращение "SK" как часть своего корпоративного имени. Для исключения возможной путаницы буква "К" будет пропущена для следующей категории "S".

- стабильность энергосберегающих свойств;

- пониженная летучесть;

- удлиненные интервалы замены; с 2001 -

SJ (Действующая). Категория утверждена 06.11.1995, лицензии стали выдаваться с 15.10.1996. Автомобильные масла данной категории предназначены для всех используемых в настоящее время бензиновых двигателей и полностью заменяют масла всех существовавших ранее категорий в более старых моделях двигателей. Максимальных уровень эксплуатационных свойств. Возможность сертификации по категории энергосбережения API SJ/EC. с 1996 -

SH (Условно действующая). Лицензированная категория, утвержденная в 1992 году. На сегодняшний день категория является условно действующей и может быть сертифицирована только как дополнительная к категориям API C (например API AF-4/SH). По требованиям соответствует категории ILSAC GF-1, но без обязательного энергосбережения. Автомобильные масла данной категории предназначены для бензиновых двигателей моделей 1996 года и старше. При проведении сертификации на энергосбережение, в зависимости от степени экономии топлива присваивались категории API SH/EC и API SH/ECII. c 1993 высшее для моделей с 1995 г.в.

SG Лицензированная категория, утвержденная в 1988 году. Выдача лицензий прекращена в конце 1995 года. Автомобильные масла предназначены для двигателей моделей 1993 года и старше. Топливо - неэтилированный бензин с оксигенатами. Удовлетворяют требованиям, выдвигаемым к автомобильным маслам для дизельных двигателей категории API CC и API CD. Имеют более высокую термическую и противоокислительную стабильность, улучшенные противоизносные свойства, уменьшенную склонность к образованию отложений и шлама.

Автомобильные масла API SG заменяют масла категорий API SF, SE, API SF/CC и API SE/CC. /td> 1989-1993 высшее для четырехтактных моторов

SF Автомобильные масла данной категории предназначены для двигателей моделей 1988 года и старше. Топливо - этилированный бензин. Они имеют более эффективные, чем предыдущие категории, противоокислительные, противоизносные, антикоррозийные свойства и обладают меньшей склонностью к образованию высоко- и низкотемпературных отложений и шлака.

Автомобильные масла API SF заменяют масла API SC, API SD и API SE в более старых двигателях. 1981-1988 высшее для двухтактных моторов

SE Высокофорсированные двигатели, работающие в тяжелых условиях 1972-1980 высшее

SD Среднефорсированные двигатели, работающие в тяжелых условиях 1968-1971 среднее

SC Двигатели, работающие с повышенными нагрузками 1964-1967 -

SB Двигатели, работающие при умеренных нагрузках, используется только по требованию производителя - -

SA Двигатели, работающие в легких условиях, используется только по требованию производителя - -

**Для дизельных двигателей - классы масел по шкале C**

Группа масел Рекомендуемая область Года выпуска Качественные

применения автомобилей показатели

CJ-4 Введена в 2006. Для быстроходных четырёхтактных двигателей, проектируемых для удовлетворения норм по токсичности отработавших газов 2007 года на магистральных дорогах. Масла CJ-4 допускают использование топлива с содержанием серы вплоть до 500 ррт (0,05% от массы). Однако работа с топливом, в котором содержание серы превышает 15 ррт (0,0015% от массы), может сказаться на работоспособности систем очистки выхлопных газов и/или интервалах замены масла.

Масла CJ-4 рекомендованы для двигателей, оборудованных дизельными сажевыми фильтрами и другими системами обработки выхлопных газов.

Масла со спецификацией CJ-4 превышают рабочие свойства CI-4, CI-4 Plus, CH-4, CG-4, CF-4 и могут применяться в двигателях, которым рекомендуются масла этих классов. с 2006 -

СI-4 Введена в 2002 году. Для быстроходных четырёхтактных двигателей, проектируемых для удовлетворения нормам по токсичности отработавших газов, осуществляемым в 2002 году. Масла СI-4 допускают использование топлива с содержание серы вплоть до 0,5% от массы, а также применяются в двигателях с системой рециркуляции отработанных газов (EGR). Заменяет CD, СЕ, CF-4, CG 4 и СН-4 масла.

В 2004 году была введена дополнительная категория API CI-4 PLUS. Ужесточены требования к сажеобразованию, отложениям, вязкостным показателям, ограничение значения TBN. с 2002 -

СH-4 Введена в 1998 году. Для быстроходных четырёхтактных двигателей, удовлетворяющих требования по токсичности выхлопных газов, введенных в США с 1998 года. Масла СН-4 позволяют использовать топливо с содержанием серы вплоть до 0,5% от массы. Можно использовать вместо CD, СЕ, CF-4 и CG-4 масел. с 1998 -

СG-4 Введена в 1995 году. Для двигателей быстроходной дизельной техники, работающей на топливе с содержанием серы менее чем 0,5%. Масла CG-4 для двигателей, выполняющих требования по токсичности отработанных газов, введенные в США с 1994 года. Заменяет масла CD, СЕ и CF-4 категорий. с 1995 высшее для моделей с 1995 г

СF-4 Введена в 1990 году. Для быстроходных четырехтактных дизельных двигателей с турбонаддувом и без него. Можно применять вместо CD и СЕ масел. с 1990 высшее для четырехтактных моторов

СF-2 Введена в 1994 году. Улучшенные характеристики, используется вместо CD-II для двухтактных двигателей с 1994 высшее для двухтактных моторов

СF Введена в 1994 году. Масла для внедорожной техники, двигателей с разделительным впрыском, в том числе работающих на топливе с содержанием серы 0,5% от массы и выше. Заменяет масла CD. с 1994 -

СE Высокофорсированные перспективные двигатели с высоким турбонаддувом, работающие в тяжелых условиях, может использоваться вместо масел классов CC и CD с 1987 высшее

СD Класс масел для скоростных дизельных двигателей с турбонаддувом и высокой удельной мощностью, работающих на больших скоростях и при высоких давлениях и требующих повышенных противоиносных свойств и предотвращения образования нагара с 1955 среднее

СC Высокофорсированные двигатели (в том числе с умеренным наддувом), работающие в тяжелых условиях с 1961 низкие

СB Среднефорсированные двигатели без наддува, работающие при повышенных нагрузках на сернистом топливе 1949-1960 -

СA Двигатели, работающие при умеренных нагрузках на малосернистом топливе 1940-1950 -



**Универсальные масла** для бензиновых двигателей и дизелей имеют обозначения обеих категорий, например API SG/CD, API SJ/CF.

**Классы дизельных масел** подразделяются дополнительно для двухтактных (CD-2, CF-2) и четырехтактных дизелей (CF-4, CG-4, СН-4).

В настоящее время API сертифицирует моторные масла классов SJ, SL, CF, CF-2, CF-4, CG-4, СН-4. Масла остальных классов по API, отмененных в США, следует использовать, если они допущены производителями автомобилей.

Энергосберегающие масла обозначаются аббревиатурой ЕС (Energy Conserving), стоящей после обозначения класса API. Например, API SJ/CF-4 ЕС. Энергосберегающие масла различных классов вязкости должны обеспечивать экономию топлива от 0,5 до 2,5% и даже более (в зависимости от категории масла и метода оценки экономичности).

Римские цифры после букв ЕС указывают уровень получаемой экономии топлива (ЕС II - 2,5%).

**Сравнение требований к американским категориям моторных масел для бензиновых двигателей**

Испытание SF SG SH SJ

Моторное испытание CRC-L 38 + + ++ ++

Коррозия подшипников, чистота поршня

Последовательность IID + + ++ ++

Коррозия двигателя

Последовательность IIIE

Высокотемпературное окисление, износ и загущение автомобильного масла + ++ +++ +++

Высокотемпературные отложения TEOST - - - ++

Последовательность VE + ++ +++ ++++

Низкотемпературный шлам и износ

Прокачиваемость + + ++ +++

Фильтруемость - - ++ ++

Индекс желатинизации - - - ++

Испаряемость при 371 C - ++ ++ +++

Содержание фосфора - ++ ++ +++

Примечание: уровень требований: - нет требований; + низкий; ++ средний; +++ повышенный; ++++ высокий.

Моторное масло API SJ по сравнению с API SH испытывается в более жестких условиях.

**Примерный состав присадок в американских моторных маслах для бензиновых двигателей, в % (масс.)**

Присадки SC SD SE SF SG SH

Дисперсант беззольный 1,8 4,0 5,0 5,0 5,5 6,0

Сульфонаты металлов 0,6 1,0 1,8 1,2 0,8 1,7

Тиофосфонат 1,0 1,0 - - - -

Фенат кальция - - 1,8 1,0 1,2 0,5

Другие антиоксиданты - - - 0,2 0,5 1,3

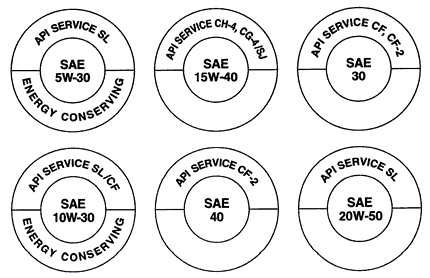
Антикоррозионные - 0,2 0,1 - - -

ZDDP 0,6 0,8 1,0 1,3 1,3 1,4

Всего 4,0 7,0 9,7 8,7 9,3 10,9

**3.4 Знаки API**

Масла, соответствующие требованиям действующих категорий качества и прошедшие официальные испытания API - SAE, имеют на своих этикетках графический круглый знак (donut mark) - "API символ обслуживания" (API Service Symbol), в котором указаны степень вязкости по SAE, категория качества и назначения по API и возможная степень энергосбережения.



Новейшие категории масел сертифицированные API, в случае соответствия требованиям ILSAC, обозначаются "Символом Свидетельства сертификации API" (API Certification Mark), так называемым знаком "Звездного взрыва" ("Starburst"). Этот знак может присваиваться только энергосберегающим, легкотекучим маслам наивысшего уровня качества, с вязкостями SAE 0W-..., 5W-... и 10W-... . Система требований к маслам серии ILSAC GF является составной частью системы API Обеспечения Качества Американских Масел (EOLCS).

Системы API - ILSAC предназначены для удовлетворения требований к маслам, используемым в двигателях американских и японских автомобилей. Требования европейских автопроизводителей несколько отличаются по причине конструктивных особенностей европейских двигателей. Несмотря на это, большинство моторных масел, поступающих на европейский рынок, маркируются знаками соответствия категориям качества API и, в редких случаях, даже "Символом Обслуживания API" (API Service Symbol).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Моторное масло, его качество, регулярность замены, соответствие сорта данному двигателю и конкретным условиям его эксплуатации играют большую роль в обеспечении надежной и долговечной работы двигателя. Масло способствует созданию стабильной поверхности трения, снижению износа и уменьшению механических потерь.

Выбор моторных масел сейчас едва ли не самый широкий среди товаров для автомобилей. Времена единственной, на все случаи «жигулевской всесезонки» миновали, надеюсь, навсегда. Сегодня рядовому автомобилисту доступны такие марки масел, о которых он знал только из редких телевизионных сюжетов о всемирно известных автогонках. Причем цены на отдельные масла уже почти сравнялись с ценами отечественных масел, что вызывает, впрочем еще больше сомнений. Попробую развеять некоторые распространенные заблуждения.