

Масло в моторе.

Часть 1

ЮРИЙ БУЦКИЙ

Необходимое предисловие

Мы решили поговорить о моторных маслах как минимум по трем причинам.

Причина первая. На рынок регулярно выходят новые продукты — как зарубежные, так и отечественные. Естественно, они сопровождаются рекламой, в которой говорится о базах, присадках, классах, категориях и допусках производителей автомобилей. И тут же — о легкости пуска, повышении мощности, экономии топлива, снижении токсичности выхлопа, увеличении межсервисного пробега и прочих прелестях эксплуатации. А вот мостик между «теорией» и «практикой» зачастую не перебарывается. Попробуем его выстроить.

Причина вторая. Некоторые издания, не ночи будь помянуты, под видом редакционных статей тиражируют малопонятные заклинания, запутывая потребителя. И он, бедолага, должен верить, что «сверхновое суперинновационное масло полностью устраняет трение в двигателе» и тем самым экономит ему, потребителю, цистерну бензина на каждую тысячу километров пробега. А почему не две? Попытаемся отделить желаемое от действительного, а науку — от мистификации.

И, наконец, **причина третья.** Нынче у нас весна, а масло меняют, как правило, весной или осенью. Значит, наша публикация будет к делу.

Кстати, планируется не одна статья, а три. Соответственно, они разместятся в трех номерах: мартовском, апрельском и майском. В подготовке цикла принимают участие эксперты: специалисты по маслам и ремонту двигателей, представители компаний, выпускающих масла, и менеджеры торгующих организаций. Словом, общество подбирается солидное, квалифицированное и вообще приятное во всех отношениях.

Честно предупреждаем: читатель встретится с повторами. Это обусловлено двумя причинами: во-первых, логикой изложения; во-вторых — желанием автора предоставить читателю законченные разделы с минимальным числом ссылок «см. страницу такую-то». И еще: мы будем использовать фрагменты из

материалов, уже публиковавшихся в «АБС-авто». Разумеется, если они не утратили актуальность. Но чего у нас не будет точно — это недостоверной информации и плагиата.

Автор выражает огромную благодарность научному редактору цикла, одному из ведущих специалистов по маслам, канд. техн. наук **В. Д. Резникову**.

Ключевые слова сегодняшней статьи (если угодно — тэги): *режимы смазки, базовые масла, полиальфаолефины, гидрокрекинг, композиция присадок, конструирование масел, low SAPS*.

Анонс очередной публикации — в конце текста.

Вязкотекучая деталь

С точки зрения смазывания двигатель — невероятно сложный агрегат. По мнению специалистов, моторное масло — это не просто смазочный материал, а полноправная деталь, элемент конструкции мотора. Этой детали приходится решать множество противоречивых задач.

Судите сами: пары трения в двигателе работают в широчайших диапазонах скоростей, давлений и температур. Одни узлы смазываются под давлением, другие — разбрызгиванием. Кроме того, моторное масло должно охлаждать поршни и служить рабочим телом в некоторых системах.

То же масло должно одновременно (!) обеспечивать несколько режимов смазки. Режимов, весьма далеких друг от друга, как по нагрузкам, так и по физико-химическим характеристикам. А вот и примеры.

Пары «подшипник-шейка» коленчатого вала работают в условиях жидкостной (гидродинамической) смазки, когда поверхности разделяются прочной и надежной масляной пленкой. Трение здесь происходит только между слоями масла, иначе жди беды: разрушения вкладышей, задиров, «прихватывания» шеек.

В механизме газораспределения картина иная. Так, работа пары «кулачок-толкатель» сопровождается очень высокими контактными давлениями. Это приводит к упругим деформациям металла, резкому уменьшению толщины



масляной пленки и значительному росту вязкости масла в зоне контакта. Такой режим смазки называется смешанным (эластогидродинамическим).

Смазывание деталей цилиндропоршневой группы вблизи верхней и нижней мертвых точек происходит в граничном режиме смазки. Он зависит как от свойств самого масла, так и от трибологических характеристик смазываемых поверхностей.

А еще нужно смазывать подшипники турбокомпрессора, цепные и зубчатые передачи и многие другие узлы. И все это возлагается на моторное масло. Поэтому его необходимо правильно сконструировать.

Человеку, далекому от техники, словосочетание «конструирование масла» режет уши. Он полагает, что конструировать можно лишь космические корабли, автомобили или, в крайнем случае, стиральные машины.

Однако ничего противоестественного в термине «конструирование масла» нет. Вспомните детские конструкторы, когда из набора элементов собирается и кран, и самолет, и вообще все, что душе угодно.

Так и с маслом. Существуют химические вещества и элементы, этикие «кирпичики», из которых можно собрать любую «конструкцию». Об этом — в следующих разделах.



Базовые знания о базовых маслах

Масло, которое мы заливаем в двигатель, называется товарным. Оно является тщательно выверенной смесью базового масла и присадок. Иными словами, существует формула:

Товарное масло = база + присадки

Соответственно и эксплуатационные свойства конечного продукта зависят от качества этих составляющих.

Традиционно базовые масла подразделяют на минеральные, синтетические и частично синтетические. Последние в быту называют полусинтетическими маслами или просто «полусинтетикой». Точно так же классифицируются и товарные масла.

А вот за рубежом базовые масла разделяют на четыре группы:

– *Conventional* — традиционные минеральные масла, полученные вакуумной дистилляцией с последующей многостадийной очисткой.

– *Unconventional* — нетрадиционные минеральные масла, подвергнутые особой обработке, чаще всего — гидрокрекингу. Иногда в группу *unconventional* зачисляют и частично синтетические масла.

– *Synthetic* — синтетические масла в нашем российском понимании.

– *Semisynthetic* — масла, содержащие не менее 25% синтетического или гидрокрекингового компонента.

Что представляет собой традиционное минеральное базовое масло? Это субстанция, полученная из нефти и содержащая в основном длинные молекулы углеводородов различной структуры с размером цепи от 20 до 60 атомов углерода. В хорошо прогретом двигателе молекулы с длиной цепи менее 30–35 атомов испаряются из пленки масла на стенках цилиндров. Это один из путей расходования масла на угар.

Синтетические масла — продукты более сложные, можно сказать, рукотворные. Их конструируют (синтезируют) таким образом, чтобы попасть в нужный диапазон 30–50 атомов углерода в цепи. В результате синтеза получают полиальфаолефины с короткими разветвленными молекулами. Благодаря такой структуре синтетические масла значительно меньше испаряются и менее склонны к образованию отложений.

Полусинтетические масла (вне зависимости от качества синтетических компонентов) обладают многими недостатками минеральных, — ведь они на 70–75% состоят из схожих компонентов. Но все же помогают достичь некоторого компромисса между минеральными и синтетическими маслами.

А теперь несколько слов о гидрокрекинговых маслах. Для их получения используют минеральные базовые масла, подвергая их жесткой обработке в присутствии катализатора в водородной среде. Причем под большим давлением и при высокой температуре.

В результате происходит глубокая реконструкция молекул минерального масла. Нафтены и ароматические углеводороды превращаются в парафины. А те по своей структуре близки к полиальфаолефинам, получаемым при создании синтетических масел. Поэтому свойства гидрокрекингового масла приближаются к свойствам синтетического.

Интересно, что в тематических публикациях гидрокрекинговые минеральные масла обсуждаются редко. На наш взгляд, совершенно напрасно — ведь многие зарубежные производители выпускают обширную гамму этих продуктов.

Присадки: счастливы вместе

Канули в Лету времена, когда неприхотливые низкооборотные двигатели с малой степенью сжатия могли «переваривать» незатейливые минеральные масла, присадок практически не содержащие. Канули вместе с теми моторами.

И хорошо, что канули, поскольку особенно-сти эксплуатации современных двигателей, а именно пробки и режимы «stop and go», влекут усиленное образование нагара и шлама. При работе на маслах «давно забытых дней» высокофорсированный двигатель выйдет из строя через несколько десятков часов. Моторист, взявшийся его реанимировать, ужаснется: поршневые кольца закоксованы, шейки коленчатого вала задраны, кулачки изношены сверх всякой меры, толкатели истерзаны питтингом...

Да, базовое масло может многое, но не все. Например, оно не может нейтрализовать кислоты. Оно не умеет мыть двигатель. И еще много чего не умеет. К счастью, на помощь приходят «пристязные лошади» — присадки.

Именно присадки не допустят скорой и бесславной кончины современного двигателя. Но они девушки капризные. И поэтому не всегда правильно взаимодействуют с компонентами базового масла и друг с другом. Специалисты выделяют три случая такого взаимодействия:

1. Антагонизм (разумеется, он недопустим).
2. Нейтральное отношение.
3. Синергетика. В этом случае совместный эффект действия пакета превосходит сумму эффектов отдельно взятых присадок.

Ясно, что при создании пакета или (что более правильно) композиции присадок, производители масел стремятся к синергетическому

Мнение эксперта



Виктор Резников, канд. техн. наук

Современные двигатели оснащены системой рециркуляции отработавших газов, катализаторами дожигания оксида углерода CO и углеводородов CH, нейтрализаторами и поглотителями оксидов азота NOx, а дизели еще и сажевыми фильтрами.

При использовании масла низкого качества эти узлы и агрегаты подвергаются смертельной опасности. Зольные частицы быстро забивают сажевый фильтр, а фосфор и сера отравляют катализаторы, выводя их из строя. Обеспечить ресурс дорогих систем можно лишь снижением сульфатной зольности и малым количеством фосфора и серы.

Знакомясь с тем или иным моторным маслом, мы часто встречаем фразу, что оно изготовлено по технологии low SAPS. Напомним расшифровку этой аббревиатуры: low — низкий; SA — сульфатная зольность (от sulphate — сульфат и ash — зола); P — фосфор (phosphorus); S — сера (sulphur). Технология low SAPS как раз то, что требуется современному мотору.

варианту. Поговорим о составе современной композиции присадок.

Чем мельче, тем лучше

Моторное масло загрязняется непрерывно. Во-первых, в него попадают посторонние частицы извне. Во-вторых, оно подвергается глубокому окислению, в результате чего образуются нерастворимые продукты. Поэтому начнем с присадок, имя которым — беззольные дисперсанты. «Беззольные» означает «соединения, не содержащие металлов». А слово «дисперсанты» говорит о способности диспергировать загрязнения.

Главная задача дисперсантов — удерживать загрязнения масла в мелкодисперсном состоянии. Не дать им выпасть в осадок! Иначе сетка маслоприемника будет забита, в картере появятся отложения, масляные каналы окажутся закупоренными сгустками, напоминающими по консистенции майонез.

Но дисперсанты не только поддерживают частицы во взвешенном состоянии — они способствуют их измельчению. И не допускают коагуляции, слипания, благодаря чему масляный фильтр долгое время остается работоспособным. Масло сможет гонять мельчайшие частицы грязи «по кругу» чуть ли не бес-

конечно — они не слипаются, не оседают, не пригорают. Что сказать на это? Правильно, пусть себе гоняет. И если двигатели современных грузовых автомобилей способны работать 80–100 тыс. км без замены масла и фильтра, в этом немалая заслуга беззольных дисперсантов. Если же в масле их не будет, внутренности двигателя быстро покроются низкотемпературными отложениями (шламами).

А мойщик кто?

Итак, дисперсанты борются с низкотемпературными отложениями. И в этом смысле способствуют чистоте мотора. Однако настоящими мощными присадками являются зольные детергенты. Это вещества, содержащие соли металлов, — сульфонаты, салицилаты, феноляты кальция, магния, бария и другие соединения.

Фактически это мыла, но растворимые не в воде, а в масле. Их задача — предотвращение образования нагара и лаковых отложений на наиболее нагретых участках деталей. В первую очередь назовем верхнюю часть поршня — твердый нагар на ней способствует полировке цилиндра при перекладке. А рядом — поршневые канавки. Образование нагара в них вызовет закоксовывание поршневых колец.



Мнение эксперта



Александр Перушин, канд. техн. наук

Тема моторных масел — бесконечна, так как постоянно ужесточаются экологические требования к автомобилям, что определяет их конструктивные решения и технологическое исполнение, требования к качеству топлива. Нельзя забывать об усложняющихся условиях эксплуатации, росте интенсивности движения и расширяющихся климатических зонах интенсивной эксплуатации автомобилей. Все это отражается на требованиях к маслам.

Это общие слова, а каждому авто владельцу необходимо систематически решать более прозаическую задачу — обслуживание автомобиля, включающее замену масла. Если автомобиль обслуживается на станции, то проблема в большинстве случаев решается автоматически, хотя не всегда наилучшим способом. Если владелец сам обслуживает автомобиль, то и сам принимает решения о марке, качестве масла, сроке его службы до замены.

В инструкции, приложенной к автомобилю, обязательно указаны оптимальные классы вязкости моторных масел в зависимости от температуры окружающей среды и уровня эксплуатационных свойств масел, ГАРАНТИРОВАННО обеспечивающих эффективную эксплуатацию вашего автомобиля. Там же даны и сроки службы масел до замены. Некоторые производители приводят марки одобренных им смазочных материалов. Данная информация вбирает наибольший доступный объем информации об эксплуатации данной техники. На нее и нужно базироваться при принятии решений.

Но кто в России слушает профессионалов!

Тем не менее уровень эксплуатационных свойств используемого вами масла должен быть НЕ ниже указанного производителем автомобиля. Использование масел самых последних эксплуатационных групп в автомобилях, на них не рассчитанных, не приведет к каким-либо эффектам, кроме увеличения расходов. Это справедливо и относительно срока службы масла, который существенно зависит от условий эксплуатации автомобиля (трасса, пригород, город), качества топлива и даже манеры вождения. В документах на автомобиль указываются сроки смены масел при наиболее легких (шоссе, лето) условиях эксплуатации. При доминировании эксплуатации в режиме город — пригород срок смены масла должен быть на 10–15% меньше; преимущественно городской эксплуатации, особенно в больших перегруженных городах, пробег до замены масла целесообразно снизить на 25–30%. Зимняя городская эксплуатация еще более увеличивает нагрузки на масло.

Масло в эксплуатационных расходах составляет не самую большую долю и экономить не нем невозможно, зато, используя низкачественные масла, увеличенные пробеги до замены можно организовать себе дополнительные расходы (и заботы) по ремонту.

Но кто в России слушает профессионалов...

Внутренняя поверхность днища вблизи поршневого пальца просто обязана быть чистой, иначе отвод теплоты от поршня резко ухудшится. А ведь эта область непрерывно омывается маслом — в некоторых двигателях разбрызгиванием, а в некоторых принудительно, под давлением. Известен принцип омовения днища поршня, называемый «коктейль шейкер» — по аналогии с действиями бармена, готовящего коктейль. Масла здесь бывает много, а вот отложений быть не должно.

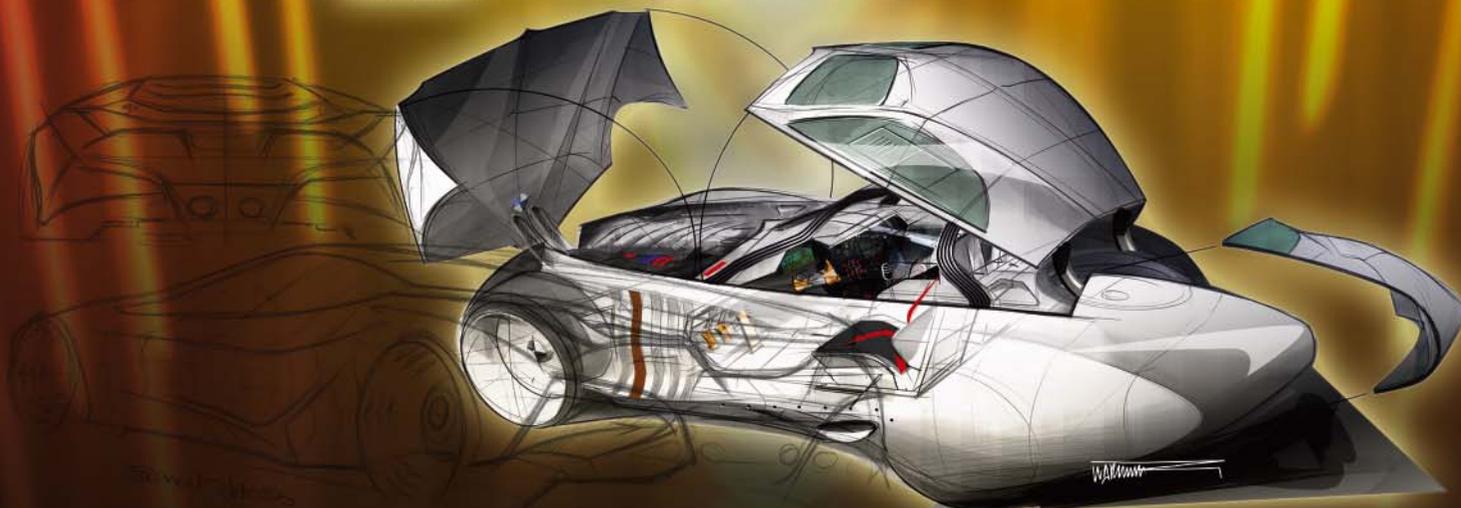
Обычно в масло вводят не один детергент, а их комбинацию. Большинство детергентов обладает щелочными свойствами, поэтому они нейтрализуют кислоты, образующиеся при сгорании топлива и окислении масла. Но скорости нейтрализации у детергентов различные. Так, магниевые детергенты срабатываются «лениво», кальциевые — активно, бариевые — еще более активно. Правда, бариевые детергенты сегодня применяются редко, поскольку барий — тяжелый металл, и его использование противоречит экологическим требованиям.

На холостом ходу и при работе в режиме «stop and go» в двигателе конденсируются кислоты. Чугунные и стальные детали подвергаются массивной коррозионной атаке. И



☆☆☆☆☆
JB GERMAN OIL®

Моторные масла



Генеральный дистрибьютор JB German oil
в России ООО "Авто-Партнер"
Адрес: 109202, г.Москва, Перовское шоссе д.9
Тел./факс: +7 (495) 223-07-94
E-mail: jb@avto-partner.ru www.avto-partner.ru

тут детергенты берут на себя еще одну важную функцию: они предохраняют детали двигателя от ржавления. Лидер здесь — высокощелочной сульфонат магния. Наличие в масле всего 1% этой присадки позволяет со спокойным сердцем эксплуатировать автомобиль в городском режиме.

Кальциевые сульфонаты тоже обладают защитными свойствами, но в меньшей степени. А феноляты и салицилаты защищают двигатель от ржавления весьма слабо.

У детергентов есть еще одна интересная особенность. При эксплуатации автомобиля в тропических странах возможно бактериальное поражение моторного масла и топлива. Причина проста: парафины служат питательной средой для грибов и бактерий. Но если масло содержит салицилаты, бактерий в нем не будет.

Быстрое потемнение масла после замены не должно настораживать владельца автомобиля. Потемнение означает, что дисперсанты и детергенты хорошо выполняют свои задачи. И напротив: если масло долго остается светлым, внутренности двигателя обрастают высоко- и низкотемпературными отложениями.

И краткий итог этого раздела. Если в масле не будет моющих присадок, то уже через десяток-другой часов работы двига-

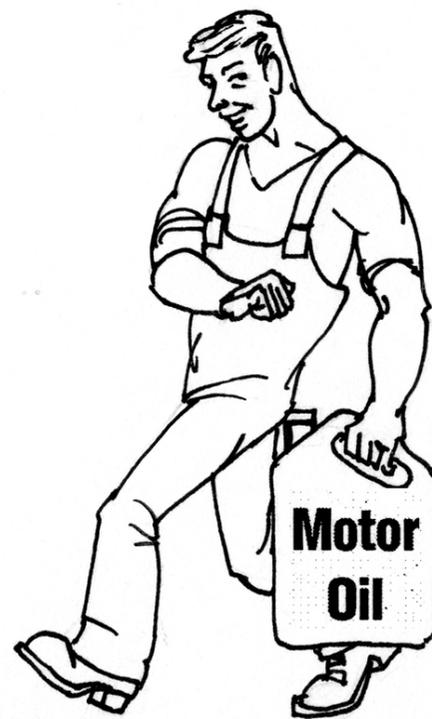
теля поршневые кольца прочно залегнут в канавках — извлечь их оттуда удастся, лишь сломав. Торцевой зазор окажется выбранным за счет грязи, компрессия будет потеряна. Словом, двигатель просто-напросто перестанет работать.

К окислению стойкое

Нам часто говорят: данное масло обладает повышенным сроком службы благодаря хорошей антиокислительной стойкости. Что стоит за этой фразой? А вот что.

Масло в двигателе работает в виде тонких пленок либо, вырвавшись из-под гнета давления, интенсивно перемешивается с воздухом. Значит, поводов для контакта с кислородом у него более чем достаточно. А чем чреват такой контакт, да еще в условиях высоких температур? Правильно, окислением. Но кислород воздуха не единственная причина такого окисления. Свою лепту (и немалую) вносят продукты сгорания топлива и ранее окисленное масло.

Для замедления этого губительного процесса в пакет включают антиокислительные присадки. Другое их название — антиоксиданты или антиокислители. Задача антиокислителей — разложение первичных продуктов окисления углеводородов (гидропероксидов) и перевод свободных радикалов в стабильное состояние.



Что ж, вполне логично: поскольку гидропероксиды выступают инициаторами дальнейшего окисления масла, их «обезоруживание» на начальном этапе чрезвычайно важно.

Раньше в качестве антиокислителей применяли дитиофосфаты цинка. Однако сейчас производители масел от них отказываются, и вот почему. Дитиофосфаты, являясь производными фосфорной кислоты, содержат фосфор — а он не сочетается с материалами каталитических нейтрализаторов отработавших газов. Поэтому дитиофосфаты заменяют карбоматами цинка, карбоматами молибдена и другими присадками — например, беззольными фенолами и ароматическими аминами.

Антиокислители имеют разные механизмы действия. Если в композицию вводят несколько антиокислительных присадок, их подбирают в определенных сочетаниях, дабы достичь наилучшего эффекта.

Если в масло не вводить антиокислительные присадки, его вязкость по мере окисления будет возрастать, что приведет к повышенному расходу топлива из-за роста потерь на трение. А еще масло потеряет работоспособность, его пусковые свойства станут совершенно неудовлетворительными, а коррозионная агрессивность возрастет. Кроме того, чрезмерное увеличение вязкости может вызвать разрушение подшипников, особенно при холодном пуске. Не исключаются поломки деталей привода масляного насоса. Но и это еще не все: окисленное масло оказывает коррозионное воздействие на антифрикционный слой вкладышей из свинцовой бронзы. Результат очевиден: несущая

Мнение эксперта



Александр Хрулев, канд. техн. наук

На взгляд моториста...

Моторное масло является важнейшим материалом, от качества которого напрямую зависит ресурс и надежность современных двигателей. При этом практика ремонта показывает, что экономия на масле, как и слепое следование рекомендациям по его применению, без учета реальных условий эксплуатации двигателя, способны вызвать ускоренный износ и даже поломки.

Свойства применяемого масла, определяемые его базой и пакетом присадок, могут иметь решающее значение для оценки причин износа в двигателе. Например, читаем на банке: отличные моющие свойства. Это означает, что и через много тысяч километров двигатель внутри будет чист — что может быть лучше? Однако такое масло часто имеет невысокую способность противостоять износу и задирам, поскольку моющие присадки конфликтуют с противоизносными. В результате даже при небольшом пробеге в парах трения, работающих в режиме граничной смазки (это в первую очередь детали газораспределительного механизма), появится заметный износ.

Известно, что синтетическая база обеспечивает высокую стабильность свойств масла в широком диапазоне температуры и по пробегу автомобиля. Однако это не должно вводить в заблуждение в части сроков его замены. Например, городская эксплуатация с низкой средней скоростью автомобиля вызывает не менее, а иногда даже более быстрое старение масла и ухудшение его свойств, чем работа на высоких оборотах и нагрузках. Фактически длительное стояние в пробках равноценно пробегу в тысячи километров, и сроки замены масла в таких реально тяжелых условиях эксплуатации должны быть существенно снижены, даже несмотря на рекомендацию производителя автомобиля менять масло раз в 15 или даже 20 тысяч километров.

Особое удивление вызывает стремление некоторых мотористов к экономии на масле. Выполнив дорогостоящий ремонт двигателя, многие предпочитают залить в двигатель как можно более дешевое масло — на обкатку, объясняя это тем, что все равно скоро его менять. В результате двигатель в самый ответственный момент, когда происходит приработка новых деталей, неизбежно получает различные дефекты, которые затем самым негативным образом сказываются на его ресурсе.

Очевидно, все эти проблемы часто возникают от непонимания реальных процессов, происходящих в двигателе, слепого следования рекламе и различным рекомендациям, оторванным от конкретных условий. Поэтому можно без преувеличения сказать, что правильное и аккуратное обращение с моторным маслом — главное условие долгой работы двигателя без дефектов и поломок.



способность подшипников снижается, и двигатель приходится отправлять в ремонт.

Вот и получается, что присадки, именуемые антиоксидантами, «не зря едят свой хлеб». Если исключить их из композиции, пробеги между заменами масла станут ничтожными. А ведь сегодня ведущие автомобильные компании допускают замену масла через 30–50 тыс. км. Это два-три года эксплуатации для европейского автовладельца.

Пена и антипена

Масло в двигателе циркулирует с завидной кратностью — каждый элементарный объем прокачивается через систему смазки множество раз. При этом, как уже говорилось, масло интенсивно перемешивается с воздухом (достаточно вспомнить истечение под давлением из зазоров подшипников и смазку некоторых узлов методом разбрызгивания). Понятно, что все это приводит к образованию пены.

Кроме того, в современных дизелях применяются насос-форсунки с гидравлическим приводом. Масло в таких узлах работает под очень высоким давлением. Как только давление становится равным атмосферному, происходит эффект «откупоривания бутылки шампанского». Вспомним: если открыть теплую бутылку, да еще предварительно потрясти ее, раствори-

мость газов в вине уменьшается, шампанское «вскипает», образует пену.

Пена в масле не только снижает несущую способность масляного клина в подшипниках, но и способствует окислению самого масла. Пенообразование особенно опасно для двигателей с гидротолкателями клапанов и гидронатяжителями цепей ГРМ, что понятно — работоспособность этих узлов в присутствии пены резко снижается.

Для борьбы с пенообразованием в масло добавляют тысячные доли процента силиконов (кремнийорганических полимеров). В масле они не растворяются, однако настолько тонко диспергируются, что в каждом элементарном объеме масла непременно оказывается некоторое количество постороннего нерастворенного вещества.

Пузырек воздуха «прокалывается» этим инородным телом и... перестает существовать. Таким образом, введение антипенных присадок позволяет подавить пенообразование. А если оно все же продолжается, пена очень быстро разрушается, не успевая сыграть отрицательную роль.

И если масло пришло к нам из спорта, можно быть уверенным: оно отлично борется с пеной. Ведь спортивные двигатели развивают очень высокие обороты, с сумасшедшей скоростью гоняя масло по системе.

Износ минимальный

«Надежная защита от износа и задилов» — читаем мы на этикетке канистры. За этой фразой тоже стоят современные присадки — противоизносные.

Их вводят в современные масла в обязательном порядке. Эти присадки особенно важны для пар трения, работающих в эластогидродинамическом режиме смазки, когда на поверхностях деталей возникают высокие удельные давления. Выход здесь только один — химическая модификация поверхностей трения. Тогда в паре начинают взаимодействовать не металл с металлом, а модифицированные слои. Тангенциальные усилия и коэффициент трения при этом снижаются.

Кто же способен на такие подвиги? Например, хорошо знакомые нам дитиофосфаты металлов, в том числе цинка. Таким образом, дитиофосфаты — это многофункциональные присадки, в том числе защищающие механизм газораспределения от повышенного износа и задира.

Впрочем, об этом стоит поговорить подробнее. Вообразим картину, до боли знакомую всем мотористам: двигатель «раскидан», на толкателях обнаружен питтинг — усталостное выкрашивание. Какова его природа?

Еще в прошлом веке ученый П.А. Ребиндер установил, что поверхностно-активные вещества (ПАВ) способствуют разрушению кристаллической структуры металла на поверхностях трения. Как только в металле появляется микротрещина, ПАВы внедряются туда и «расклинивают» ее со всеми вытекающими печальными последствиями. Это явление получило название «эффект Ребиндера».

Позвольте, но ведь хорошо знакомые нам детергенты не что иное, как ПАВы! Значит, они способствуют питтингу в эластогидродинамическом режиме смазки? Увы, да. Однако не все так страшно — противоизносные присадки способны предотвратить питтинг и задиры трущихся поверхностей. А коли питтинг все же появился, значит, в данном масле дитиофосфаты цинка уже выработаны, а детергенты — еще нет. А вот при эксплуатации двигателя на высококачественных маслах (уточним — со своевременной заменой!) питтинг не появится никогда.

Однако, как ни парадоксально это звучит, детергенты тоже выполняют противоизносные функции, и польза от них весьма и весьма ощутимая. Они нейтрализуют кислоты, уменьшая коррозионный износ цилиндров, поршневых колец и подшипников.

Боремся с трением

Разработчики масел вводят в свои продукты модификаторы трения, называемые также антифрикционными присадками. Их задача — снижение коэффициентов трения в условиях граничной и эластогидродинамической смазок. Не следует путать модификаторы трения с противоизносными присадками, хотя известны модификаторы, совмещающие функции и тех, и других продуктов.

Что такое модификатор трения? Это соединение, образующее на поверхности детали мономолекулярный слой с очень длинными радикалами, обращенными в объем масла. Причем эти радикалы обладают свойством легко деформироваться в направлении действия силы трения.

Проиллюстрировать сказанное можно на следующем примере. Перед нами... чистильщик обуви, вооруженный двумя сапожными щетками. Прежде чем приступить к полировке туфлей, он легко трет одну щетку о другую, и смотрите — на туфлю ложится ворс, ориентированный в нужном направлении!

А одежные щетки тереть друг о друга бессмысленно — они будут отскакивать, упираться, сопротивляться, и правильно — задача у жесткой щетины совсем другая, нежели у мягкого ворса.

Так вот, «мягкий ворс» мономолекулярных слоев модификатора уменьшает трение —

Слово производителю

Компания Mobil – один из мировых лидеров в производстве смазочных материалов. Бренд очень популярен на российском рынке. Сегодня мы представим два продукта, предназначенных для легковых автомобилей и микроавтобусов.

Продукт первый – синтетическое масло Mobil 1 ESP Formula SAE 5W-30.

Рекомендуется для всех типов двигателей современных автомобилей, внедорожников и микроавтобусов. Особенно подходит для экстремальных условий эксплуатации. Специально разработано для продления срока службы и поддержания эффективности новейших систем снижения токсичности выхлопных газов бензиновых и дизельных двигателей.

Производится с использованием запатентованной системы высокотехнологичных компонентов, разработанной для полной совместимости с фильтрами сажевых частиц (DPF) и каталитическими нейтрализаторами (CAT). Обладает низким содержанием серы и фосфора, активными моющими веществами, малозольной композицией, высокой термоокислительной стабильностью, низким расходом на угар, улучшенными антифрикционными и отличными низкотемпературными свойствами.

Эксплуатационные свойства подтверждены следующими классификациями и спецификациями (допусками) автопроизводителей: API SM, SL/CF; ACEA A3, B3, B4, C2, C3 BMW LL-01, -04; Daimler Chrysler 229.31/229.51; VW 504.00/507.00.

Второй продукт – синтетическое моторное масло Mobil 1 Fuel Economy SAE OW-30

Рекомендуется для всех типов современных двигателей, особенно для мощных, с механическим турбонаддувом, многоклапанных, с впрыском топлива бензиновых и дизельных двигателей легковых, спортивных и внедорожных автомобилей, легких грузовиков и микроавтобусов. Особенно подходит для экстремальных условий эксплуатации. Производится на основе синтетических базовых масел с высокими характеристиками, дополнительно усиленных пакетом присадок противозносной технологии Supersup. Способствует снижению расхода топлива, уменьшению выбросов CO₂ и обеспечивает высокий уровень моющей способности и защиты от износа.

Масло Mobil 1 Fuel Economy аттестовано по следующим категориям, классам и спецификациям автопроизводителей: API SL, SJ/CF EC; ACEA A1, A5, B1, B5 ILSAC GF3; Ford WSS M2C913-A/B; General Motors GM 4718M.

В следующий раз мы продолжим знакомство с линейкой масел Mobil.

Информация предоставлена компанией ExxonMobil



гентов и дисперсантов. А вывод простой: если в масле не будет антикоррозионных присадок, подшипники коленчатого вала, изготовленные из цветных сплавов, попросту разрушатся.

Нельзя ли погуще?

Для получения всесезонного товарного продукта в масло вводят вязкостные присадки, или загустители. Внимание! В композицию они не входят, производители товарных масел добавляют их в базу автономно. Это маслорастворимые органические полимеры, а механизм их действия основан на изменении формы макромолекул в зависимости от температуры.

Загустители способны существенно увеличивать вязкость продукта при положительных температурах и в меньшей мере — при отрицательных. Чем это хорошо для двигателя, понятно: во-первых, обеспечивают хорошие пусковые свойства при низких температурах; во-вторых — гарантируется достаточная несущая способность масляного слоя даже при экстремальных тепловых нагрузках.

Часто приходится читать или слышать, что всесезонное моторное масло, загущенное макрополимерными присадками, способствует экономии топлива. Почему так? Специалисты дают на этот вопрос исчерпывающий ответ. Вязкость загущенных масел зависит как от температуры, так и от градиента скорости сдвига, определяемого как функция величины зазора между парами и скорости движения одной смазываемой поверхности относительно другой.

Опуская сложные выкладки, остановимся на образном толковании явления: загущенное масло способно как бы «подстраивать» свою вязкость под скорость относительного перемещения деталей и изменения тепловых зазоров в парах трения. Именно этим объясняется уменьшение расхода топлива в коротких городских поездках, когда двигатель не прогревается до оптимальной температуры — разумеется, в сравнении с незагущенным сезонным моторным маслом.

Остановить рост сетки

В холода масло застывает, теряет текучесть. Чтобы этого не произошло, в масло вводят присадки, называемые депрессорными. Как и загустители, в композицию они не входят, их добавляют в базу автономно.

Как загустевает масло? Этой «болезни» подвержены не все составляющие, текучести препятствует парафиновая «сетка», которая разрастается в объеме масла по мере снижения температуры. А депрессорные присадки воздействуют на кристаллы парафина, не давая им вырасти.

например, в зоне верхней мертвой точки поршня, где нарушается гидродинамический и возникает граничный режим смазки.

Модификаторы трения добавляют к энергосберегающим маслам, поскольку они способны обеспечить экономию топлива в несколько процентов.

В качестве антифрикционных присадок используют предельные кислоты, спирты и амины, графит, дисульфид молибдена и некоторые другие вещества. Кстати, графит и дисульфид молибдена можно назвать присадками лишь условно — они нерастворимы в масле и при длительном хранении могут выпасть в осадок.

Не ржаветь!

Речь в данном разделе пойдет о присадках, защищающих детали двигателя от коррозии. Полагаем, об актуальности этой задачи говорить излишне. Но сначала небольшое терминологическое уточнение, чтобы все было понятно.

Разработчики масел различают антикоррозионные и антиржавейные присадки. Первые призваны защищать цветные металлы и сплавы, (например, свинцовистую бронзу вкладышей), а вторые — сталь и чугун. Понятно, что эти присадки различны по составу.

Для предотвращения нежелательных процессов, ускоряющих коррозионно-механическое изнашивание, в масло вводят специальные ингибиторы. Механизмы их действия таковы: они либо нейтрализуют коррозионно-активные вещества, либо образуют на деталях защитную пленку, закрепляясь на поверхности металла за счет физической адсорбции или химического взаимодействия. В обоих случаях скорости коррозионных процессов, — а следовательно, износа и разрушения поверхностей, — существенно снижаются.

Некоторые антикоррозионные присадки образуют на поверхности детали защитный слой из соединений свинца и меди, который должен быть стойким к воздействию детер-

Содержание в масле нормальных парафинов ограничивают специальной технологией — депарафинизацией базового масла в процессе производства. И тут возникает вопрос: а нельзя ли дополнительно уменьшить долю нормальных парафинов в масле — может, и не понадобятся тогда депрессорные присадки?

Нет, делать этого не следует, поскольку парафиновые углеводороды обладают хорошими смазывающими свойствами и успешно противостоят окислению. Лучше уж ввести депрессорную присадку в количестве десятых долей процента (максимум — одного процента) и сохранить тем самым текучесть масла и нормальную несущую способность масляного клина.

Конструируем!

Что движет автомобильной компанией в стремлении обзавестись новым маслом? Никакого секрета: научно-технический прогресс, экологические требования и, естественно, собственные коммерческие интересы, тесно связанные с первыми двумя факторами.

Вот примеры, красной нитью проходящие через историю мирового автомобилестроения и подстегнувшие прогресс масел:

- различные виды форсирования моторов, включая резкое увеличение удельной мощности;
- введение турбонаддува;
- создание каталитического нейтрализатора и системы рециркуляции отработавших газов.

Автомобильная компания оформляет свои требования и направляет их производителю моторных масел. В документации указывается класс вязкости продукта, уровень эксплуатационных свойств по известным классификациям и ряд иных, зачастую специфических требований.

Процесс начинается с выбора базового масла. Заданный класс вязкости, особенно если речь идет о всесезонном продукте, позволяет сделать первый шаг. Так, масла классов

вязкости SAE 0W-XX или SAE 5W-XX (здесь XX — условный летний класс) потребуют синтетической или гидрокрекинговой базы. Более вязкие при низкой температуре масла могут быть частично синтетическими или же минеральными, если это не противоречит каким-то особым требованиям.

Не забудем также, что полусинтетическая или минеральная база позволит сделать новый продукт относительно недорогим. Так рождаются бюджетные минеральные масла — например, для массовых российских автомобилей.

После выбора базы конструкторы масел выбирают загущающие присадки или их комбинации. Эти ингредиенты меньше повышают вязкость базы при низких температурах, чем при высоких. Поэтому загущенные масла при отрицательных температурах ведут себя как зимние, а в области высоких температур — как летние.

Затем маслу придается гамма требуемых эксплуатационных свойств, которые зависят от присадок, в частности, — их концентрации и эффективности. Моющие, диспергирующие, противоизносные, антиокислительные, антикоррозионные, противоржавейные, противопенные и другие присадки — все они нам уже известны.

Температура застывания масла регулируется депрессорными присадками, которые сегодня все чаще становятся многофункциональными. Так, депрессоры класса полиметакрилатов являются загустителями, а в последнее время им придают и диспергирующие свойства. Получается, образно говоря, «три в одном».

Как уже говорилось, важно добиваться дружелюбности присадок, «взаимной вежливости». Иными словами, присадки не должны быть антагонистами. Допускается нейтральное отношение друг к другу, но лучше, если оно будет синергетическим, когда действие композиции эффективнее простого суммирования действий отдельных присадок.

Но вот синергетический пакет готов. Как он будет сочетаться с базой? Это тоже не простой вопрос. Например, полиальфаолефины, входящие в состав синтетической базы, плохо растворяют некоторые присадки. И тогда для повышения растворяющей способности в базу вводят сложные эфиры карбоновых кислот, диалкилбензолы и прочие вещества, имеющие полярные молекулы. Эти масла называют «эстеровыми» (от англ. ester — сложный эфир). Другой путь — создание пакета присадок, растворимых в полиальфаолефинах.

Как уже говорилось, современные моторные масла напрямую зависят от совершенствования двигателей. На автомобили сейчас устанавливают каталитические нейтрализаторы и сажевые фильтры. Моторные масла должны быть совместимы с этими системами и агрегатами, поэтому в композициях присадок все более ограничивают содержание фосфора и серы. Снижают сульфатную зольность масла, которая связана с моющими присадками — детергентами.

Понимаете, к чему это мы? Требования к маслам стали противоречивыми! С одной стороны, надо повышать антиокислительные свойства, а с другой — изгонять из рецептуры фосфор. Улучшать моющие свойства, и тут же — снижать зольность....

Но все задачи, так или иначе, решаются. Ведущие разработчики присадок создают новые эффективные композиции, в которые вместо одной специальной присадки вводят две или три, заставляя их работать в уже упоминавшемся синергетическом взаимодействии. Так родилась технология low SAPS, гарантирующая низкую величину сульфатной зольности, фосфора и серы.

И если мы читаем в документации, что такое-то масло пригодно для двигателей, снабженных каталитическим конвертером, можно продолжить: значит, антиокислительные присадки в нем содержат минимум фосфора.

После создания масла, что называется, «в первом чтении», конструкторы переходят к моторным испытаниям. Если все в порядке и требуемые показатели укладываются в допуски, новое масло отправляют на комплексные испытания эксплуатационных свойств по всем оговоренным в задании методикам.

Недешево обходятся разработчикам эти испытания. Например, подтверждение катего-



Слово производителю



Виктор Переверзев
директор по развитию
ООО «Волгаресурс»

Готовь сани летом, а машину – весной!

Наступил март, а значит, не за горами традиционная весенняя смена моторных масел. Несмотря на то, что многие сейчас меняют масло не по сезонности, а по пробегу или сроку ТО, традиционные весенний и осенний пики замены масла сохраняются. Что это: дань традиции, уходящей в прошлое, когда зимой использовали «зимние» моторные масла – «пожиже», а летом «летние» – «погуще», или в этом есть своя логика? Логика есть и имеет довольно весомые аргументы. Зимой масло работает в очень жестких условиях и, даже если по спидометру его срок не наступил, лучше его поменять, скорее всего, его ресурс уже выработан или близок к этому.

Что полезно знать при выборе моторного масла сегодня – попробуем говорить языком обычного потребителя.

Автомобильный парк в России молодеет. На смену традиционным «жигулям», «москвичам», «волгам» и секонд-хенду со всех стран мира пришли современные автомобили, оснащенные новыми двигателями. Для этих двигателей не подходят «обычные полусинтетические» масла SAE 10W-40 и тем более минеральные масла SAE 15W-40 и SAE 20W-50. Все более востребованными становятся синтетические моторные масла SAE 5W-40, SAE 0W-40, а также энергосберегающие масла SAE 5W-30, SAE 0W-30. Начали «набирать обороты» еще менее вязкие масла SAE 5W-20 и SAE 0W-20. В том числе и для круглогодичной эксплуатации.

Технологии в производстве смазочных материалов постоянно совершенствуются: используются все более современные базовые масла и пакеты присадок. На российский рынок ежегодно выходят «новые игроки» со своей продукцией, соответствующей растущим требованиям мировых автопроизводителей.

Перед российским потребителем, в связи со всеми этими новшествами на рынке, встают вопросы: какое масло использовать? Какую марку масел выбрать? Как часто проводить смену моторного масла?

Требуемое моторное масло

В инструкции по эксплуатации на автомобиль (в «мануале») указано, какая именно вязкость по SAE рекомендована автопроизводителем. Указаны также классы по API или ACEA. На некоторые марки двигателей указаны требуемые допуски самих автопроизводителей. Отдельные автопроизводители, в том числе АвтоВАЗ, указывают в своих «мануалах» допущенные соответствующими заводами торговые марки.

Торговая марка моторного масла. Какую выбрать?

Известная – «проверенная историей», раскрученная, разрекламированная и, как следствие – дорогая? Или аналогичная по качеству, но доступнее в цене? Не секрет, что при покупке брендового товара покупатель оплачивает стоимость не только самого товара, но и часть стоимости его рекламных затрат.

Если автомобиль гарантийный, то особого выбора у потребителя нет. В дилерском техцентре заливают в двигатель то моторное масло, с дистрибьюторами (с представительством) которого заключен договор. Можно, конечно же, попробовать настоять на заливке своего моторного масла, но на этом может «закончиться» гарантия на двигатель. А на это вряд ли пойдет потребитель: ремонт двигателя намного дороже самого дорогого моторного масла.

Если гарантия закончилась, то выбор моторного масла – дело потребителя, его предпочтений, иногда факторов престижа и состояния кошелька.

Каким бы это решение не было, потребитель должен помнить, что формула «чем дороже – тем лучше» здесь далеко не всегда работает. Любой специалист вам скажет, что можно купить высококачественное моторное масло значительно дешевле цены «раскрученного», при этом идеально подходящее по характеристикам и допускам автопроизводителя к конкретному автомобилю. Конечно, речь идет о натуральных – неподдельных маслах, приобретенных в магазинах или на СТО.

Частота смены моторного масла

Этот показатель определяется не производителями моторных масел, а только автопроизводителями! Об этом владельцы автомобилей должны помнить всегда.

Особо следует обратить внимание на изменения сроков замены моторных масел, в зависимости от условий эксплуатации автомобиля и качества применяемого топлива. К примеру, эксплуатация для двигателей является более напряженной в зимний период, нежели в весенне-летний.

Это связано с запусками двигателей при морозе, большими перепадами температур в двигателях, от рабочих – до минусовых температур окружающего воздуха. Эксплуатация автомобилей в мегаполисах, по мнению авторитетных специалистов, относится к «тяжелым» и «особо тяжелым» условиям. В этих условиях автопроизводители рекомендуют сокращать межсервисные интервалы в два раза. Это же относится и к интервалам замены моторных масел. Внимательный читатель может найти эту информацию в руководстве пользователя автомобиля большинства производителей.

Что касается автомобилей с дизельными двигателями, то ни для кого не секрет, что качество дизельного топлива в нашей стране «оставляет желать лучшего» по многим параметрам, в том числе и по содержанию серы. Это тоже отрицательно влияет на срок службы моторного масла и приводит к его преждевременному «старению». В этой связи, речи об увеличении срока службы моторного масла в несколько раз, в российских условиях, увы, быть не может.

Важно помнить, что моторное масло – это не добавка в двигателе, а неотъемлемый его элемент, напрямую влияющий на состояние и срок бесперебойной эксплуатации наряду с другими деталями. Поэтому, своевременно и правильно проводя замену масла, вы продлеваете срок жизни своего «любимца»!



риям по API стоит... Впрочем, это уже выходит за рамки темы. Отметим лишь, что экзамены на соответствие спецификациям автомобильных концернов еще дороже. Но зато, получив допуски и одобрения, можно существенно расширить сбыт.

Но вернемся к конструированию. Люди, искусные в компьютерных технологиях, вправе задать вопросы: а имеется ли в распоряжении конструкторов масел достаточный набор количественных характеристик и формализованных данных? Можно ли создавать масла с помощью компьютера?

Да, можно. Создана обширная база данных, позволяющая вести предварительные расчеты состава масел. Не за горами появление мощной CAD-system для моторных масел наподобие пакета Autocad, применяемого в машиностроении. Это наполнит понятие «конструирование масел» новым современным содержанием. **АБС**

Продолжение следует

Тэги апрельской статьи: *классы вязкости SAE, всесезонные масла, классификации API, ACEA и др., «бензиновые» и «дизельные» масла, спецификации (допуски) автопроизводителей.*

Найди в этом номере

Кузовной ремонт — это деньги

