
Содержание

Введение	4
Терминологический словарь	8
Глава 1. Присадки и добавки к смазочным материалам . . .	23
1.1. Присадки и добавки к моторным маслам	43
1.1.1. Прирабочные препараты	47
1.1.2. Ремонтно-восстановительные препараты . . .	51
1.1.3. Очистители масляной системы и антигели . . .	126
1.2. Трансмиссионные присадки и добавки	129
Глава 2. Топливные препараты	137
2.1. Присадки к бензинам	146
2.1.1. Октан-корректоры (бустеры)	146
2.1.2. Очистители бензиновых двигателей	160
2.2. Присадки к дизельному топливу	168
2.2.1. Очистители дизельного двигателя	170
2.2.2. Депрессорные присадки к дизельному топливу (антигели)	175
2.2.3. Цетан-корректоры	180
Глава 3. Антидымные препараты	184
Глава 4. Бактерицидные препараты и антиобледенители . . .	193
Глава 5. Биотопливо как топливная присадка	200
Глава 6. Препараты для охлаждающих жидкостей	207
Глава 7. Препараты для стеклоомывающих жидкостей . . .	218
Глава 8. Добавки и присадки к электролитам	228
Заключение	238
Список литературы	240

Введение

И сказал Бог-Отец Ною: ...Сделай себе ковчег из дерева гофер; отделения сделай в ковчеге и осмоли его смолою внутри и снаружи.

*Ветхий Завет, Книга Бытие,
Глава 6, Втор. 14*

В 1899 году в Англии сэр Ч. Вейкфилд основал маленькую компанию по выпуску автомобильных масел. После десятилетних исследований он предложил потребителям уникальный смазочный материал, состоящий из смеси минерального и касторового масел, названный им *Castrol* и давший впоследствии имя всей фирме. Во многом эти эксперименты были вызваны тем, что уже в то время обыкновенные нефтяные масла перестали удовлетворять возросшим функциональным требованиям к ним. Поэтому с 1910 года к смазочным материалам начали добавлять различные химические соединения и вещества, или аддитивы (от лат. *additio* — прибавление), например серу и графит. С 1920 года производители смазочных материалов занялись разработкой специальных присадок к маслам. В 1935 году при производстве моторных масел фирма *Castrol* одной из первых в мире применила запатентованные присадки на основе органических соединений хрома, что обеспечило повышение ресурса двигателя. В 1949 году эта же фирма выпустила на свет моторные масла, содержащие уже антикоррозионные и антиокислительные присадки. Стремительное развитие науки и техники, рост нагрузок и скоростей при эксплуатации автомобильного и других видов транспорта выявили необходимость дальнейшего повышения качества применяемых смазочных материалов.

Любительская автохимия как отрасль химической промышленности зародилась в США в середине прошлого столетия, когда в 1942 году в Чикаго в розничную продажу впервые поступила банка с присадкой к моторному маслу, разработанная и изготовленная компанией CD-2 по заказу автомобильного концерна General Motors. Однако не стоит думать, что развитие автохимической промышленности было бурным и безоблачным.

В свое время Генри Форд заявил: «Мы производим автомобили, чтобы потом продавать для них запасные части». Именно поэтому долгое время ведущие производители автомобильной техники, а также смазочных материалов крайне негативно отзывались о применении дополнительных присадок, что экономически было вполне обосновано. Доходы от изготовления запасных частей в несколько раз превышали прибыль от выпуска самих автомобилей, поэтому производителей не очень интересовала «безызыщность» автомобилей. Почти через сто лет после заявления Генри Форда руководитель Исследовательской лаборатории автомобильного концерна Ford С. Корчак в дискуссии за круглым столом в рамках трибологической конференции «Интертрибо-2002» в Словакии, развивая ту же тему, заявил: «Если автомобиль стал стареть, отправьте его в утиль и купите новый».

Только в конце XX столетия, с приходом в автохимическую промышленность ученых и практиков из фирм-разработчиков и производителей препаратов класса Ni-Tech, которые раньше применялись только в военной и космической промышленности, ситуация стала кардинально меняться. В настоящее время все мировые производители смазочных материалов сами выпускают широкий спектр специальных препаратов практически на все случаи автомобильной «жизни».

Благодаря работам многих ученых и практиков всего мира в России возникло и успешно развивается самостоятельное научно-техническое направление — безразборный технический сервис машин и механизмов. Под ним

подразумевается комплекс технических и технологических мероприятий с применением передовых разработок автохимической промышленности, направленных на проведение технического обслуживания и ремонта узлов и механизмов без проведения разборочно-сборочных операций. К таким разработкам относятся не только сами присадки и добавки к различным автомобильным технологическим средам, но и самостоятельные препараты и технологии по их применению. Безразборный сервис может включать операции обкатки, диагностики, профилактики (сезонной подготовки), автохимического тюнинга, очистки и восстановления как отдельных соединений, агрегатов и механизмов, так и автомобиля в целом.

В настоящее время, когда многие автовладельцы нашей страны из-за недостатка финансовых средств испытывают трудности с поддержанием автомобилей в работоспособном состоянии, решить проблему эффективной эксплуатации практически всей подержанной техники могло бы применение препаратов для безразборного сервиса.

В зависимости от состояния и растворимости в маслах эти препараты получили разные названия. Органические маслорастворимые вещества называют *присадками* — они составляют самую распространенную группу. К присадкам следует отнести и появившиеся недавно на рынке автохимии *кондиционеры поверхности*. Твердые нерастворимые соединения, как правило, неорганического происхождения, называют *антифрикционными добавками*. Полимерсодержащие и некоторые другие композиции, например, на основе серпентина, часто именуют *модификаторами*, которые фактически также являются добавками.

Наличие огромного ассортимента предлагаемых рынком препаратов, часто взаимоисключающих, но подкрепленных агрессивными рекламными акциями, часто приводит в замешательство не только простых автомобилистов, но и ученых. При этом известно, что присадки и добавки, вследствие особенностей их применения и функционирования, в одних условиях могут проявлять свои макси-

мальные качества, в других быть менее эффективными, а в третьих — бесполезными, иногда даже вредными.

Множество разрозненных публикаций и несколько тематических книг о различных автомобильных присадках и добавках выявили высокий интерес автомобилистов и вообще всей научно-технической общественности страны к данной проблеме. В связи с этим возникла необходимость обобщения и систематизации всего накопленного материала.

В этой книге не ставилась цель оценить и сравнить те или иные препараты автохимии разных производителей, мы лишь хотели информировать читателей об имеющихся разработках, их свойствах и особенностях применения.

В начале книги приведен краткий терминологический словарь. В каждом разделе даются характеристики группы препаратов, анализ их активных составляющих, механизм функционирования, а также некоторые рекомендации и особенности применения. Заканчивается книга списком использованной и рекомендуемой литературы по данной тематике.

Автор выражает признательность заведующему кафедрой «Тракторы и автомобили» Московского государственного агроинженерного университета имени В. П. Горячкина, доктору технических наук, профессору С. Н. Девянину за оказанную помощь при подготовке раздела, посвященного биотопливам.

Терминологический словарь

Автохимия — препараты нефтехимической промышленности для обслуживания и ремонта систем транспортного средства, прежде всего двигателя, трансмиссии и кузова.

Адгезия (от лат. *adhaesio* — прилипание) — соединение поверхностей двух разнородных твердых или жидких тел, связанное с межмолекулярным взаимодействием (вандерваальсовым, полярным, частично химическим или взаимной диффузией) в поверхностном слое.

Активность коррозионная — показатель нефтепродукта, оцениваемый по образованию коррозии на поверхности металлического образца в результате воздействия на него данного нефтепродукта. Коррозия медных образцов оценивается изменением цвета, чугунных и стальных — количеством очагов коррозии (пятен, точек и потускнения), свинцовых — потерей массы.

Антигель (от англ. *antigel*) — депрессорная присадка к дизельному топливу, препятствующая образованию кристаллов парафина и обеспечивающая работоспособность дизельного двигателя при отрицательных температурах.

Антидетонатор (бустер, октан-корректор) — присадка к бензину на основе металлоорганических соединений для повышения его антидетонационных свойств.

Антифризы — охлаждающие низкотемпературные жидкости, применяемые в системах охлаждения двигателей с водяным охлаждением. Используются водные растворы этиленгликоля с добавлением присадок. В зависимости от содержания этиленгликоля получают жидкости с различной температурой замерзания.

Ареометр (от греч. «арео» — неплотный и «метрон» — мера) — прибор для определения плотности, а следовательно, и удельного веса жидкостей. Основан на гидростатическом законе (Архимеда), согласно которому на тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, численно равная весу жидкости, вытесненной этим телом.

Бустер (от англ. *booster*) — присадка к бензину (см. антидетонатор, октан-корректор), повышающая полноту сгорания топлива и обеспечивающая повышение октанового числа.

Восстановление (детали, соединения, машины) — комплекс технических и технологических мероприятий, направленных на изменение либо геометрических размеров до номинальных или ремонтных, либо работоспособности до нормативных показателей.

Вязкость динамическая — внутреннее трение, или свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению ее частиц под влиянием действующих на них внешних сил. Характеризует несущую способность и прокачиваемость жидкости. Измеряется вискозиметрами. Измеряется в Па·с или пуазах (П), $1 \text{ П} = 0,1 \text{ Па} \cdot \text{с}$.

Вязкость кинематическая показывает зависимость между динамической вязкостью и плотностью жидкости. Основной показатель смазочных масел. Определяется капиллярным вискозиметром путем измерения времени протекания известного объема жидкости через небольшое калиброванное отверстие при заданной температуре. Измеряется в $\text{м}^2/\text{с}$ или (внесистемно) в сантистоксах (сСт), $1 \text{ сСт} = 1 \text{ мм}^2/\text{с}$.

Геомодификатор (PBC-технология) — специальная добавка в смазочные материалы и технологические среды на базе минералов геологического (реже искусственного) происхождения, которые могут вступать во взаимодействие с контактируемыми (трущимися) участками деталей и формировать на них металлокерамический слой, частично восстанавливающий дефекты поверхностей трения.

Денсиметр (от лат. *densus* — густой и греч. «метрон» — мера) — прибор для измерения относительной плотности жидкостей и твердых тел (ареометр постоянного веса, у которого в отличие от ареометра постоянного объема глубина погружения обратно пропорциональна плотности жидкости). Шкала денсиметра градуируется в единицах плотности.

Детергент — химическое вещество, понижающее поверхностное натяжение воды, используемое в качестве моющего средства.

Детонация — происходящий в двигателях внутреннего сгорания неуправляемый процесс взрывного сгорания топлива в результате самовоспламенения части рабочей смеси с образованием ударных волн, распространяющихся со сверхзвуковой скоростью (1500–2000 м/с).

Диаметр пятна износа — усредненный диаметр пятен износа на четырех шариках, полученных за часовые испытания при эталонной нагрузке на четырехшариковой машине трения (ЧШМ).

Дисперсант — присадка, способствующая поддержанию твердых загрязнений в картерном масле в состоянии коллоидной суспензии для предотвращения образования шламов и лаков на деталях двигателя. Обычно это беззольные соединения, не содержащие металла, которые используются в сочетании с детергентами.

Задир — катастрофический износ, наблюдаемый в парах трения из-за местного сваривания и разрушения мест сварки. Его можно предотвратить использованием противоизносных, противозадириных присадок и модификаторов трения.

Зажигание калильное — преждевременное воспламенение топливоздушной смеси в двигателях внутреннего сгорания с искровым зажиганием до возникновения искры на свече. Часто вызывается образовавшимися в камере сгорания отложениями топлива или масла, снижает мощность и может привести к отказу двигателя.

Изнашивание — процесс разрушения и отделения материала с поверхности твердого тела и (или) накопления его остаточной деформации при трении, что проявляется в постепенном изменении размеров и (или) формы тела.

Износ — результат изнашивания, определяемый в установленных единицах длины, объема, массы и т. д.

Износостойкость — свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию при определенных условиях трения. Оценивается величиной, обратной скорости или интенсивности изнашивания.

Индекс вязкости — эмпирическое число, которое указывает на степень изменения вязкости масла при изменении температуры. Масла с высоким индексом вязкости проявляют меньшую зависимость вязкости от температуры, чем масла с низким индексом вязкости. Для повышения индекса вязкости проводят глубокую гидроочистку базовых масел или используют вязкостные присадки (маслорастворимые полимеры) или синтетические (полимерные) масла.

Индекс задира — вычисленный по формуле показатель, указывающий, насколько быстро от начала задира развивается катастрофический задир, который вызывает заклинивание пары трения.

Интенсивность изнашивания — отношение величины износа поверхностей трения (в принятых единицах) к пути трения или объему выполненной работы. Различают линейную, весовую и энергетическую интенсивность изнашивания.

Кавитация (кавитационная эрозия — от лат. *cavitas* — полость, каверна) — процесс взрывного образования и

разрушения газовых пузырьков в жидкости. Явление предсказал английский физик О. Рейнольдс, а сам термин был введен в 1894 году инженером Р. Фрудом.

Качество техники — комплексное свойство объекта, которое формируется за счет таких составляющих, как качество создания (изготовления) объекта, эксплуатации, ремонта и др. Различают десять показателей качества: назначение, надежность, технологичность, транспортабельность, стандартизацию и унификацию, безопасность, эргономические, экологические, эстетические, патентно-правовые.

Компрессия (от лат. *compressio* — сжатие) — максимальное давление газов в цилиндре двигателя в конце такта сжатия (измеряется в МПа). Характеризует техническое состояние цилиндропоршневой группы и двигателя в целом.

Компрессометр — автомобильный прибор для замера компрессии в цилиндрах двигателя.

Кондиционер (рекондиционер) металла (поверхности) (от англ. *air-condition* — кондиционировать) — вещество и механизм воздействия на металл (поверхность), позволяющие восстанавливать структуру и состав металла (поверхности) посредством доставки необходимых компонентов (среды и энергии) от внешних источников (препаратов), а также придавать трущимся поверхностям высокие антифрикционные и противоизносные свойства.

Коррозия (от лат. *corrodo* — грызу) — процесс разрушения поверхности металла в результате химического или электрохимического воздействия внешней среды.

Коэффициент избытка воздуха — отношение действительного количества воздуха (по массе) в горючей смеси к теоретически необходимому для ее полного сгорания.

Коэффициент сцепления — отношение наибольшей силы трения покоя двух тел к нормальной относительно поверхностей трения силе, прижимающей тела друг к другу.

Коэффициент трения — отношение силы трения между двумя телами к нормальной силе, прижимающей эти тела друг к другу.

Масло базовое нефтеное — тип углеводородной жидкости, выработанной из нефтяной нефти с высоким процентом циклических метиленовых углеводородов.

Масло синтетическое — смазочная жидкость, состоящая из эфиров или полиальфаолефинов, полученных синтезом химических соединений, а не очисткой нефти. Синтез с использованием определенных химических соединений позволяет получать продукты с заданными свойствами.

Материал абразивный — минерал естественного или искусственного происхождения, частицы которого имеют высокую твердость и обладают способностью микрорезания (царапания, скобления и т. д.). Разрушение поверхности детали в результате ее взаимодействия с такими частицами называют *абразивным изнашиванием*.

Материал смазочный — вещество, подаваемое на поверхности трения для уменьшения силы трения и (или) интенсивности изнашивания.

Нагар — отложения на поверхности камеры сгорания, состоящие из карбонов и карбонидов и способные вызывать интенсивное изнашивание деталей цилиндропоршневой группы.

Надежность — свойство объекта (прибора, инструмента, машины, агрегата, детали и т. д.) сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования. Надежность является комплексным свойством, которое (в зависимости от назначения объекта и условий его применения) включает безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Нанотехнология (от греч. «нанос» — карлик, «нано» — приставка для обозначения одной миллиардной доли единицы) — процесс разделения, сборки и изменения свойств материалов путем воздействия на них одним атомом или одной молекулой вещества.

Наработка на отказ — отношение наработки объекта к числу его отказов в течение этой наработки.

Нейтрализатор каталитический — часть автомобильной системы выпуска, предназначенная для снижения токсичности отработавших газов. Окислительные нейтрализаторы удаляют из отработавших газов углеводороды (C_nH_m) и оксид углерода (СО). Понижающие нейтрализаторы воздействуют на содержание в отработавших газах оксидов азота (NO_x). В нейтрализаторах используются катализаторы, содержащие благородные металлы (платину, палладий или родий), которые теряют свои каталитические свойства, если в топливе или масле содержится свинец.

Обкатка (приработка) — заключительная технологическая операция изготовления или ремонта двигателя, агрегата или автомобиля в целом, качественное проведение которой позволяет уменьшить отказы в период эксплуатации и повысить ресурс.

Отказ — переход из работоспособного состояния в неработоспособное. Происходит после наступления события (на техническом сленге — «выход из строя»). Отказы могут быть *очевидными* (безусловными), например заклинивание двигателя, потеря работоспособности шины хотя бы одного колеса автомобиля, утечка топлива или смазочного материала; и *параметрическими* — падает мощность двигателя, увеличивается расход топлива и моторного масла, снижается давление в системе смазки и т. п. Отказ деталей и рабочих органов машин при нормальных условиях эксплуатации происходит вследствие различных видов физического износа: усталостных разрушений, деформации материалов, механического износа, коррозии, эрозии, кавитации, старения материала и т. д.

Пара трения — совокупность двух подвижно сопрягающихся поверхностей (образцов) в реальных условиях эксплуатации или при испытаниях.

Пленка сервовитная (от лат. *servo vitte* — спасти жизнь) — особая структура на поверхностях трения, характерная для «эффекта безызносности». В ней реализуется особый механизм деформации, протекающий без накопления дефектов, свойственных усталостным процессам. Термин введен Д. Н. Гаркуновым и И. В. Крагельским.

Полировка (лапингование, притирка) — процесс изнашивания, вызываемый мелкими абразивными частицами окалины, песка, корунда и прочих материалов, переносимых маслом. Эти частицы являются причиной выработки беговых дорожек и тел качения подшипников. Дефектный подшипник может иметь значительный люфт, но работать плавно.

Прокачиваемость — характеристика вязкости масла при низких температуре, скорости и напряжении сдвига, определяющая способность масла поступать в насос и подаваться им для смазывания движущихся деталей.

Ревитализант (от лат. *vitte* — жизнь) — препарат автотехники на основе геомодификаторов для безразборного восстановления трущихся соединений в процессе непрерывной эксплуатации.

Реметализант (металлолакирующая присадка) — от франц. *plaquer* — покрывать) — порошковая или ионная добавка на основе пластичных металлов к топливно-смазочным материалам, технологическим и другим средам, реализующая эффект избирательного переноса при трении («эффект безызносности»). Термин введен Д. Н. Гаркуновым, В. Г. Шимановским и В. Н. Лозовским в 1962 году в связи с изобретением ими металлолакирующего смазочного материала.

Ремонтпригодность — параметр, определяемый вероятностью восстановления работоспособного состояния изделия за заданное время и средним временем восстановления работоспособного состояния.

Ресурс — наработка (продолжительность или объем работ) объекта от начала эксплуатации или ее возобновления после капитального ремонта до наступления предельного состояния.

Свойства смазочные — показывают возможность масел улучшать работоспособность трущихся поверхностей путем максимального уменьшения износа и трения. Так, сопротивляемость смазочного материала критическим нагрузкам оценивается на четырехшариковой машине трения. Во время десятисекундного теста верхний шарик вращается со скоростью 1500 мин^{-1} , при этом нагрузка повышается до тех пор, пока на шариках не появится задира (критическая нагрузка), а затем — до состояния, когда шарики свариваются между собой (нагрузка сваривания). Кроме критической нагрузки индекса задира и показателя износа по ГОСТ 9490 определяются сила и коэффициент трения.

Сервис безразборный (от англ. *service* — производить осмотр и текущий ремонт) — комплекс технических и технологических мероприятий, направленных на проведение операций технического обслуживания и ремонта узлов и механизмов без проведения разборочно-сборочных операций. Безразборный сервис может включать операции обкатки, диагностики, профилактики, химмотологического тюнинга, очистки и восстановления как отдельных трущихся соединений, так машин и механизмов в целом. Термин впервые введен в 1993 году автором данной книги совместно с Г. К. Потаповым, а затем широко использовался в дальнейших публикациях.

Сила трения — сила сопротивления при относительном перемещении одного тела по поверхности другого под действием внешней силы, направленной по касательной к общей границе между этими телами.

Состав фракционный — количественное содержание фракций, выкипающих в определенных температурных пределах, остаток и потери при перегонке в заданных условиях.

Состояние работоспособное — состояние изделия, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической документации. Работоспособность машины (объекта), которая чаще всего нарушается вследствие физического контакта и износа деталей, восстанавливают путем ремонта или замены.

Состояние неработоспособное — состояние, при котором хотя бы один из параметров объекта не соответствует требованиям нормативно-технической документации.

Состояние предельное — состояние, при котором дальнейшее применение изделия по назначению недопустимо или нецелесообразно. После наступления предельного состояния изделие нужно списать или направить в капитальный ремонт. Предельное состояние может наступить в результате изнашивания.

Скорость скольжения — разность скоростей тел в точках их касания при скольжении.

Смазка — действие смазочного материала, в результате которого между двумя поверхностями уменьшаются сила трения и (или) интенсивность изнашивания.

Смазка граничная — смазка двух трущихся поверхностей без образования непрерывной смазочной пленки между ними. Такая смазка имеет место при высоких нагрузках и требует использования противоизносных и (или) противозадирных присадок для предотвращения непосредственного контакта металлов.

Смазка эластогидродинамическая — режим смазки, характеризующийся высокой удельной нагрузкой и скоростью в элементах качения, где имеет место эластичная деформация контактирующих поверхностей при очень высоком давлении, связанная с несжимаемостью смазочной пленки, находящейся между этими поверхностями.

Смазывание — подведение смазочного материала к поверхности трения и управление трением и износом путем введения снижающей трение пленки между находящими-

ся в контакте движущимися поверхностями. Пленка может представлять собой жидкое, твердое или пластичное вещество.

Смолы фактические (промытые) — нерастворимая в гептане часть остатка, полученного при выпаривании автомобильного бензина.

Смолы непромытые — остаток от выпаривания автомобильного бензина, состоящий из фактических смол и трудноиспаряющихся компонентов присадок.

Содержание воды в нефтепродукте определяется путем нагревания пробы нефтепродукта с обезвоженным бензином в дистилляционном аппарате Дина-Старка, снабженном холодильником и градуированным приемником. После конденсации растворитель и вода непрерывно разделяются. Вода остается в градуированной части ловушки, а нефтепродукт возвращается в дистилляционный сосуд. Норма содержания воды в нефтепродукте («следы») — не более 0,03% воды по массе.

Содержание механических примесей определяется путем фильтрования 100 г нефтепродукта, разбавленного в бензине, через высушенный и взвешенный бумажный фильтр. Осадок на фильтре промывается бензином. Затем фильтр опять высушивается и взвешивается.

Срок службы — календарная продолжительность эксплуатации изделия до наступления разрушения или другого предельного состояния. Предельное состояние устанавливается в соответствии с изменениями параметров, условий безопасности, экономических показателей, необходимости первого капитального ремонта и т. п.

Стабильность противоокислительная — сопротивляемость нефтепродукта окислению и, соответственно, мера его потенциального срока службы или срока хранения.

Степень сжатия — в двигателях внутреннего сгорания — отношение объемов над поршнем при его положениях в нижней и верхней мертвых точках.

Стокс (Ст) — кинематическая единица, обозначающая сопротивление жидкости течению. Определяется отношением динамической вязкости жидкости к ее плотности.

Сульфатация пластин аккумуляторной батареи — отложение на них плотного крупнокристаллического налета сернокислого свинца (сульфида). Сернокислый свинец практически не растворяется при зарядке аккумуляторной батареи, плохо проводит электрический ток и затрудняет доступ электролита к активной массе.

Температура вспышки — минимальная температура, при которой жидкость поддерживает мгновенное сгорание (вспышка), но меньшая той, при которой наблюдается продолжительное горение (температура воспламенения). Температура вспышки является важным показателем пожаро- и взрывоопасности нефтепродуктов.

Температура застывания — показатель способности масла или дистиллятного топлива оставаться текучим при низких температурах. Это наименьшая температура, при которой жидкость остается текучей после охлаждения в определенных условиях.

Температура каплепадения — температура падения первой капли смазки, нагреваемой в стандартной чашечке небольшого объема. По температуре каплепадения ориентировочно определяется верхний температурный предел работоспособности смазки. Применять смазку рекомендуется до температур, которые на 20–50 °С ниже температуры каплепадения.

Температура помутнения — температура, при которой в охлаждаемом в стандартных условиях масле или дистиллятном топливе появляется «облако» кристаллов парафина. Характеризует тенденцию вещества забивать фильтры или небольшие отверстия в холодную погоду.

Температура фильтруемости (предельная) — температура, при достижении которой дизельное топливо «забивает» топливный фильтр, то есть престаёт проходить через него.

Трение — механическое сопротивление, возникающее в плоскости касания двух прижатых друг к другу тел при их относительном перемещении.

Трибология (от греч. «трибос» — трение, «логос» — разум) — наука о контактном взаимодействии твердых тел при их относительном движении, охватывающая весь комплекс вопросов трения, изнашивания, смазки и самоорганизации в машинах.

Триботехника изучает вопросы практического использования физико-химических превращений при процессах трения, изнашивания и смазки машин в технике.

Тюнинг автохимический — специальная обработка двигателя препаратами автохимии в целях снижения механических потерь на трение и повышения мощности двигателя.

Узел трения — часть машины, содержащая одну или несколько пар трения.

Уровень качества продукции — подразумевается относительная характеристика качества продукции, основанная на сравнении значений имеющихся показателей качества с базовыми (эталонными) значениями соответствующих показателей.

Химмотология — наука о рациональном использовании топлив, масел и автохимии в технике.

Цвет нефтепродукта оценивается в единицах ЦНТ на колориметре визуальным путем — в сравнении с цветными светофильтрами, каждый из которых имеет номер, соответствующий единице цветности. Если цвет нефтепродукта более 8,0 единиц ЦНТ, готовится раствор 15 мл нефтепродукта в 85 мл растворителя.

Число кислотное — число, соответствующее количеству едкого калия (KOH), необходимого для нейтрализации всех типов кислот в нефтяном продукте.

Число октановое (ОЧ) — условная единица измерения детонационной стойкости бензинов, определяемая процентным содержанием изооктана в смеси с н-гептаном. Октановое число по исследовательскому методу оп-

ределяется по формуле: $ОЧ_{и} = 120 - 2 [(t_{ср} - 58) / (5 p_{20})]$, где $t_{ср}$ — средняя температура разгонки топлива ($^{\circ}\text{C}$), а p_{20} — плотность топлива при температуре $+20^{\circ}\text{C}$.

Число цетановое (ЦЧ) — показатель воспламеняемости дизельного топлива, численно равный объемному процентному содержанию цетана в эталонной смеси, состоящей из смеси цетана и α -метилнафталина. Определяется по формуле: $ЦЧ = 1,5879 [(v_{20} + 17,8) / p_{20}]$, где v_{20} — кинематическая вязкость при $+20^{\circ}\text{C}$, а p_{20} — плотность топлива при температуре $+20^{\circ}\text{C}$.

Число щелочное — количество кислоты (перхлорной или соляной), необходимое для нейтрализации всех компонентов основы масла. Выражено в эквивалентах едкого калия (КОН). Характеризует количество оснований щелочных элементов, которые могут нейтрализовать свободные кислоты в масле, например кислые продукты окисления масла или продукты горения сернистых топлив, попадающие в моторные масла. Для моторных масел щелочное число — основной показатель, характеризующий запас качества или уровень эксплуатационных свойств. Измеряется в мг КОН на 1 г продукта.

Шлам — темный осадок, по консистенции подобный гелю, который накапливается на неподвижных внутренних поверхностях двигателя. Обычно легко удаляется, если не превратился под действием нагрева в углеродистые отложения. Его образование связывают с перегрузкой масла нерастворимыми загрязнениями.

Электролит — вещество, расплав или раствор которого проводит электрический ток вследствие диссоциации на ионы. Примерами электролитов могут служить кислоты, соли и основания. Электролиты — проводники второго рода; вещества, которые в растворе (или расплаве) состоят из ионов и обладают вследствие этого ионной проводимостью.

Экстракция растворителями — процесс очистки, используемый для отделения реакционно-способных компонентов (ненасыщенных углеводородов) от масляных

дистиллятов с целью улучшения их противоокислительной стабильности, индекса вязкости и совместимости с присадками.

Эмульгатор — присадка, способствующая образованию стабильной смеси или эмульсии масла и воды.

Эстеры — сложные эфиры, получаемые нейтрализацией спиртами карбоновых кислот рапсового масла, смолы хвойных деревьев и кокосовой копры. Применяются в качестве присадок к моторным маслам. Молекулы эстеров обладают электрическим зарядом (полярны), притягивающим их к поверхности трения в зоне контакта.

Эффект безызносности Гаркунова (избирательный перенос при трении) возникает в результате протекания на поверхности контактирующих тел химических и физических процессов, приводящих к образованию самоорганизующихся систем автокомпенсации износа и снижению коэффициента трения. Открыт российскими учеными Д. Н. Гаркуновым и И. В. Крагельским.

Глава 1

ПРИСАДКИ И ДОБАВКИ К СМАЗОЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ

Проблема снижения трения и изнашивания трущихся поверхностей возникла много раньше появления колеса. Решалась она по-разному, в основном повышением твердости контактирующих поверхностей или их разъединением специальными средами — смазочными материалами.

В Египте примерно в 2400 году до н. э. при транспортировке египетского каменного колосса с использованием деревянных салазков между полозьями салазков и деревянными болванами применялся особый смазочный материал, предположительно содержащий воду и ил из реки Нил, в который добавляли немного оливкового масла (рис. 1).

Имеются сведения о дошедших до нас опорах колодезных воротов времен бронзового века (V век до н. э.) с обнаруженными остатками оливкового масла, которое наши предки применяли для снижения трения и избавления от неприятного скрипа при подъеме воды.

Видно, и им было известно, что достаточно ввести в зону контакта совсем небольшое количество смазочного материала, как сила трения в этом месте может снизиться в 10 раз, а износ поверхностей трения уменьшится до 1000 раз. Не следует забывать, что все это должно было приводить к уменьшению работ по ремонту почти во столько же раз.

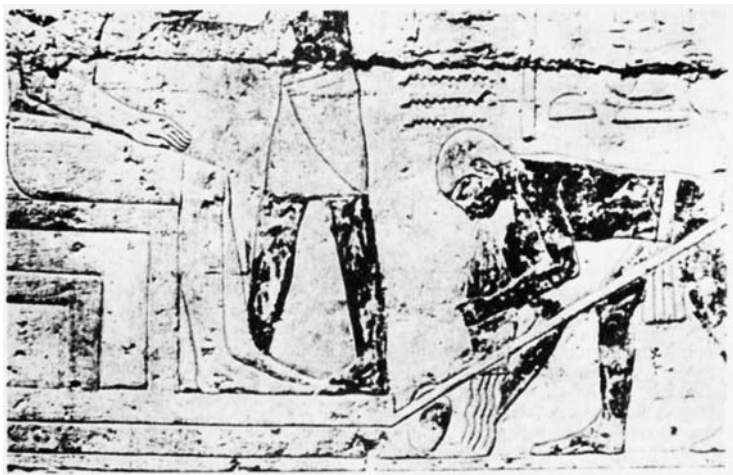


Рис. 1. Транспортировка египетского каменного колосса с применением смазочного материала

Плиний Старший еще в 23–79 годах н. э. составил список некоторых растительных и животных масел, применяемых в качестве смазочных материалов.

Русский ученый Н. П. Петров в своей работе, вышедшей в 1883 году и удостоенной Ломоносовской премии Российской академии наук, писал: «Расходы на топливо для машин, считающихся у нас в России десятками миллионов, заслуживают самого серьезного внимания. Увеличение расхода на топливо на 5–10% может оказаться следствием неудовлетворительных условий смазывания, а это выразится в народном хозяйстве потерями миллионов рублей. Таковы теперь причины, заставляющие наших техников обратить свое внимание на правильный выбор смазочных материалов».

В настоящее время различают следующие группы смазочных масел (по назначению): моторные, промышленные, трансмиссионные, турбинные, компрессорные, приборные и некоторые другие масла более узкого специального назначения. Наиболее масштабной по объему производства и ассортименту является группа моторных

масел: для бензиновых двигателей, дизелей и моторов, работающих на газовом топливе. К этой же группе относятся универсальные масла, применяемые в двигателях разной конструкции. В группу индустриальных масел для промышленного оборудования входят масла для гидравлических систем (гидравлические жидкости), направляющих скольжения, шпинделей, зубчатых передач и др. Трансмиссионные масла подразделяются на масла, используемые для смазывания механических, гидромеханических и гидростатических передач.

В настоящее время все чаще используются специальные смазочные материалы, свойства которых обусловлены особенностями эксплуатации. При этом повышаются характеристики основных свойств, зависящих от увеличения температур эксплуатации масел, нагрузок на механизмы и т. п.

Товарные масла состоят из базовых масел (основ) нефтяного или синтетического происхождения (иногда их смесей), в которые вводятся специальные присадки, улучшающие те или иные свойства основы. Для этих же целей используют и твердые порошкообразные добавки, улучшающие антифрикционные свойства масел.

Ранее функциональные свойства многих масел оценивали в основном по их вязкостно-температурным характеристикам и смазочной способности. В настоящее время требования к эксплуатационным свойствам масел значительно расширились и ужесточились, что и сделало необходимым введение большого количества разных показателей свойств масел. В общем случае смазочные масла должны обладать целым комплексом характеристик:

- оптимальными вязкостно-температурными свойствами, обеспечивающими подвижность масла при низких температурах и важными для создания прочной смазочной пленки на рабочих поверхностях узла трения в широком диапазоне температур;
- смазывающими свойствами, обеспечивающими минимизацию трения и различных видов изнашивания;

- высокой устойчивостью к окислению, предотвращающей значительное изменение химического состава смазочных масел в процессе их работы;

- моющими свойствами, влияющими на снижение склонности масел к образованию различного состава смолистых отложений на рабочих поверхностях и в смазочной системе;

- низкой коррозионной активностью;

- удовлетворительными защитными свойствами, позволяющими маслу предохранять металл от атмосферной коррозии.

Смазочные масла также должны обладать высокими теплоотводящими свойствами, низкой испаряемостью, пенообразующей способностью, не вступать в соединение с водой (эмульгироваться), не оказывать отрицательного влияния на уплотнительные материалы, не быть токсичными, не подвергаться биоповреждениям, не изменять своих свойств при хранении и регенерации, легко транспортироваться, не вызывать загрязнения окружающей среды и т. д.

Несомненно, немаловажный фактор длительного и эффективного срока службы автомобильной техники — не только высокое качество ее эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, но и качество применяемых топливно-смазочных материалов (ТСМ) и таких препаратов автохимии, как присадки и добавки.

Так, смазочные материалы передовых нефтяных компаний, например ChevronTexaco, позволяют эксплуатировать двигатели без ремонта до 1,6 млн км пробега (1 млн миль): в 1989 году был зарегистрирован такой безремонтный пробег у двигателя Caterpillar 3405B, работающего на маслах ChevronTexaco, а в 1996 году — у моторов Cummins и Detroit Diesel. Другая известная корпорация, ExxonMobil, для демонстрации возможностей своих синтетических моторных масел Mobil 1 в течение четырех с половиной лет испытывала на форсированных режимах автомобиль BMW-325i, меняя масло через каждые 10 тыс. км пробега, в соответствии с требованиями завода-изготови-

теля. После наработки в 1 млн миль разборка и микрометраж деталей двигателя показали, что износ всех деталей оказался в допусках, установленных заводом-изготовителем при выпуске новых автомобилей.

Оптимальные сроки замены моторного масла традиционно вызывают достаточно острые дискуссии. Так, например, в Извещении лаборатории ТСМ Волжского автомобильного завода № 46708 от 21 января 2002 года рекомендуется осуществлять замену масла группы «Стандарт» на автомобилях ВАЗ, выпущенных до 1 октября 2000 года и эксплуатирующихся в зимнее время преимущественно в городе, через 5–7 тыс. км пробега. При этом автолюбители, как правило, меняют моторное масло на своих «Жигулях» и «Ладах» гораздо реже: в одном из номеров журнала «За рулем» описывался случай, когда моторное масло без последствий проработало на «Жигулях» 50 тыс. км. В 2002 году в Московском автомобильно-дорожном институте защищалась докторская диссертация, в которой доказывалась возможность эксплуатации отечественной автомобильной техники без полной замены моторного масла до 70 тыс. км пробега. В качестве профилактической меры предлагалось доливать в смазочную систему композицию из используемого в двигателе моторного масла и металлоплакирующих присадок. К слову сказать, защита диссертации оказалась неудачной — диссертационный совет не оценил столь «революционных» взглядов.

Следует отметить, что приведенные выше результаты по пробегу двигателей на моторных маслах производства ChevronTexaco и ExxonMobil получены на одних из лучших по качеству двигателей в мире, которые с самого начала эксплуатировались только на высококачественных смазочных материалах. В этих случаях нет необходимости говорить об использовании каких-либо дополнительных присадок и добавок к маслам. А если говорить о российской технике или сильно изношенной импортной, представленной на нашем рынке, простая замена моторного