

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГОУ ВПО «ВЯТСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»
КАФЕДРА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

В. А. ЛИХАНОВ, Р. Р. ДЕВЕТЬЯРОВ

**П Л А С Т И Ч Н Ы Е
С М А З К И**

КИРОВ 2006

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГОУ ВПО «ВЯТСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»
КАФЕДРА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

В. А. ЛИХАНОВ, Р. Р. ДЕВЕТЬЯРОВ

**П Л А С Т И Ч Н Ы Е
С М А З К И**

Учебное пособие

КИРОВ 2006

УДК 631.372

Лиханов В.А., Деветьяров Р.Р. Пластичные смазки: Учебное пособие. – Киров: Вятская ГСХА, 2006. - 68 с.

Рецензенты: доктор технических наук, профессор Санкт-Петербургского института ГПС МЧС России **В.Н. Ложкин** (ФГОУ ВПО Санкт-Петербургский институт ГПС МЧС России);
доктор технических наук, профессор кафедры гидравлики Санкт-Петербургского государственного политехнического университета **М.Р. Петриченко** (ФГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет).

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к печати учебно-методической комиссией инженерного факультета Вятской ГСХА (протокол № 7 от 15 июля 2005 г.).

Учебное пособие «Пластичные смазки» предназначено для лабораторных занятий студентов инженерного факультета по специальностям:

190601 - Автомобили и автомобильное хозяйство;

190603 - Сервис и техническая эксплуатация;

110301 - Механизация сельского хозяйства;

110304 - Технология обслуживания и ремонта машин в АПК всех форм обучения. Пособие разработано академиком Российской Академии транспорта, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой двигателей внутреннего сгорания **Лихановым В.А.** и старшим преподавателем кафедры двигателей внутреннего сгорания кандидатом технических наук **Деветьяровым Р.Р.**

© Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2006

© В.А. Лиханов, Р.Р. Деветьяров, 2006

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение	4
1. Состав и его влияние на свойства	5
1.1. Базовые масла	5
1.2. Типы загустителей и смазки на их основе	7
1.3. Присадки и наполнители	13
1.4. Влияние состава смазок на их свойства	14
2. Свойства и методы их оценки	17
2.1. Внешний вид и текстура	17
2.2. Механические свойства	18
2.3. Термические свойства	22
2.4. Смазывающие свойства	23
2.5. Водостойкость и защитные свойства	26
2.6. Химическая стойкость	27
2.7. Совместимость смазок	28
3. Классификация смазок	31
3.1. Система классификации NLGI	32
3.2. Система классификации ISO	34
3.3. Система классификации DIN	36
3.4. Система классификации ГОСТ	38
4. Эксплуатационные группы автомобильных смазок	43
4.1. Зарубежные смазки	43
4.2. Автомобильные смазки стран СНГ	46
Литература	57
Приложение	58

ВВЕДЕНИЕ

Для людей, не связанных с вопросом производства, реализации и применения пластичных смазок, развитие данного направления может показаться не достаточно динамичным. Однако требования к смазкам все более и более ужесточаются. Немалое внимание отводится вопросам долговечности (сохранения свойств в процессе эксплуатации) и охраны окружающей среды. Все большее применение находят специализированные пластичные смазки, отвечающие конкретному назначению. Например, долговечные пластичные смазки для узлов ходовой части автомобилей и другой мобильной наземной техники.

Несмотря на отсутствие европейской классификации для автомобильных пластичных смазок, основное внимание авторами уделено вопросам смазки различных узлов автомобильной техники. Состав смазок оказывает существенное влияние на их свойства, поэтому рекомендации по использованию универсальных смазок могут основываться только на информации о компонентах, использованных при их производстве.

Пластичные смазки представляют собой пастообразные смазочные материалы. Основной причиной применения пластичных смазок являются условия, при которых смазывание обычными жидкими маслами невозможно либо нецелесообразно.

Суть смазывания пластичными смазками заключается в том, что благодаря своей структуре они обладают прекрасными адгезионными свойствами, постепенно выделяют для смазывания трущихся поверхностей масло и длительное время удерживаются в узлах, в которых обычные жидкие масла не способны удерживаться.

1. СОСТАВ СМАЗОК И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА

В зависимости от основного назначения смазки разделяют:

- на антифрикционные;
- консервационные (защитные);
- уплотнительные.

Кроме классификации по назначению пластичные смазки классифицируют:

- по составу (в зависимости от применяемых загустителей);
- по деформируемости (консистенции);
- по температурному диапазону применения (высокотемпературные, низкотемпературные);
- по диапазону применения (обычные, специальные, многофункциональные).

Смазки представляют собой трехкомпонентную коллоидную систему, состоящую из базового масла (дисперсионной среды), загустителя (дисперсной фазы) и модификаторов: маслорастворимых присадок, наполнителей и др. Загуститель образует дисперсию в жидком масле, которая чаще всего бывает волокнистой структуры и образует пространственный каркас смазки, содержащий в себе масло, самовыделяющееся для смазывания поверхности. Каждая составная часть смазки выполняет специфическую функцию: загуститель придает смазке густоту; масло смазывает поверхности трения; присадки улучшают функциональные свойства смазок.

1.1. Базовые масла

Это основная составная часть (70...96 %) смазки, образующая дисперсионную среду. В большинстве случаев применяются минеральные, синтетические и растительные масла. Свойства смазок зависят от свойств масла. Именно поэтому для получения смазок с необходимыми свойствами используют различные масла.

Минеральные. Вязкое масло повышает нагрузочную способность, липкость, лучше защищает от коррозии, повышает во-

достойность, лучше подавляет вибрацию, шум, но имеет плохие низкотемпературные свойства. Вязкое масло применяется для смазок, работающих в сильно нагруженных, но тихоходных механизмах. Маловязкие масла применяются для смазок быстроходных узлов, например, в подшипниках качения. Чаще всего в производстве смазок используются нефтеновые масла, реже - парафиновые и ароматические. Масла с низким индексом вязкости быстрее загущаются и требуют меньше загустителя. Парафиновые масла с высоким индексом вязкости характеризуются широким интервалом рабочей температуры.

Синтетические. Из-за высокой стоимости синтетические масла используются только в тех случаях, когда смазки на основе минеральных масел не удовлетворяют эксплуатационным требованиям. Смазки на основе синтетических масел обладают лучшей окислительной стабильностью, высокотемпературными и низкотемпературными свойствами, повышенной стойкостью к загрязнениям и агрессивным веществам. На свойства смазок влияет природа синтетического масла. Чаще всего для их производства применяются эфирные и силиконовые синтетические масла.

Эфирные (диэфирные) масла. Смазки на основе эфирных масел производятся для использования при высоких скоростях, низких температурах и в тех случаях, когда требуется стойкость к органическим растворителям и нефтепродуктам.

Силиконовые масла. Смазки на силиконовых маслах обладают хорошими свойствами при низкой температуре. Основным недостатком - плохие смазывающие свойства. Силиконовые смазки непригодны для смазывания поверхностей трения скольжения сталь - сталь.

Растительные. Масла растительного происхождения (например, касторовое масло) в настоящее время все шире применяются при производстве смазок. Это обусловлено экологическими проблемами. При смазке открытых частей машин смазки могут попадать в окружающую среду. Желательно, чтобы смазки разлагались в природе с образованием нетоксичных веществ. Натуральные растительные масла хорошо усваиваются микроорганизмами и насекомыми. Синтетические эфирные и полигликолевые масла разлагаются микрогрибками. Минеральные масла разлагаются труднее всех. Поэтому для производства экологически

безвредных смазок применяются растительные масла.

1.2. Типы загустителей и смазки на их основе

Загустители (thickeners) - это мягкие, мылообразные органические вещества, которые смешиваются с маслом для повышения его густоты до необходимого в конкретном применении уровня. В качестве загустителей чаще всего применяют соли металлов и жирных органических кислот, которые называются мылами (soaps).

Загустители определяют свойства смазок и являются основой для их характеристики. Волокнистая структура загустителя обуславливает густоту, консистенцию и механическую стабильность смазки, а химическая структура - стойкость к высокой температуре и другие химические свойства. Доля загустителя в смазках составляет 4...20 %.

В качестве загустителей применяют **простые, смешанные и комплексные мыла** металлов Ca, Li, Na, Ba, Al, а также **твердые углеводороды, силикагели, полимеры** и другие вещества. При определении сорта смазки указывается тип загустителя. Для получения высококачественных смазок в последние годы стали применять модифицированные загустители. Модифицируют мыла жирных кислот и неорганические загустители. Кальциевые и литиевые мыла изготавливаются чаще всего на основе гидрокси-стеариновой кислоты.

1. Мыла металлов.

Простые мыла металлов (metal soap) получают из натуральных или синтетических жирных кислот. Смазки на мылах синтетических жирных кислот составляют около 65 % от общего производства. Больше всего производится смазок, в состав которых входят загустители на простых мылах - около 85 % всех смазок.

Смешанные мыла металлов (mixed metal soap) производят путем смешения двух, реже - трех мыл разных металлов. Ими бывают смешанные мыла Na-Ca, Li-Ca и Na-Li-Ca, на основе которых изготавливают смазки с соответствующими названиями. Эти

смазки обладают некоторыми улучшенными свойствами, например, смазки Na-Ca работоспособны при более низкой температуре, чем смазки Ca. Смазки Li-Ca более водостойкие, чем смазки Li, а их температура каплепадения выше по сравнению со смазками Ca.

Комплексные мыла металлов (complex metal soap) получают из нескольких солей одного металла. Обычно одной солью является жирное мыло (например, стеарат), а другой - соль более простой органической кислоты (например, ацетат) или неорганической (например, карбонат). Текстура комплексных загустителей разнообразна. Чаще проявляется волокнистая структура каркаса загустителя. При производстве подбираются такие комплексные мыла, которые способствуют улучшению механических и термических свойств смазок. Смазки на основе комплексных мыл составляют около 10 % всех смазок и их доля постоянно увеличивается.

Особенности смазок на основе металлических мыл.

Литиевые (Li) мыла (lithium soap). В Западной Европе доля смазок на их основе достигает 60 %. Смазки обладают хорошим комплексом свойств и пригодны для смазывания большинства узлов трения автомобиля - высокоскоростных и сильно нагруженных подшипников, а также узлов шасси, которые нагреваются до + 120...130 °С. Температура каплепадения литиевых смазок достигает + 180 °С. Благодаря сохранению работоспособности при низких температурах (до минус 30 °С) они считаются многоцелевыми и универсальными. Литиевые смазки водостойки и не твердеют при продолжительном нагревании. Это достаточно долговечные смазки, обладающие хорошей стабильностью эксплуатационных свойств. В качестве примера можно привести смазки российского производства - Литол-24, ФИОЛ, Северол и др.

Комплексные литиевые мыла (complex lithium soap). Смазки на их основе отличаются большей окислительной и термической стабильностью, температура их каплепадения превышает 220 °С. На основе комплексных литиевых мыл и синтетических эфирных масел производятся всесезонные смазки, характеризующиеся широким интервалом рабочей температуры. Комплексные литиевые смазки долговечны, стабильны, поэтому час-

то ими заполняют подшипники и узлы трения на весь период эксплуатации.

Кальциевые (Са) мыла (calcium soap). Смазки на их основе самые дешевые. Их структура гомогенная, маслоподобная. Основным преимуществом этих смазок является высокая водостойкость и хорошая адгезия (прилипание), поэтому они хорошо предохраняют металлические поверхности от коррозии. Обладают относительно хорошими низкотемпературными свойствами. Термостойкость невысокая, смазка пригодна до температуры + 70 °С. Кальциевые смазки не являются стабильными. В ходе работы они разжижаются, а при хранении твердеют. Используются для смазывания подшипников водяных насосов, подшипников качения или скольжения, когда отсутствуют высокие скорости и не требуется особая окислительная стабильность. Производство кальциевых смазок снижается. Их доля в Западной Европе составляет около 8 %. Несмотря на это, кальциевые смазки широко распространены в странах СНГ, где они составляют около 50 % всех смазок.

Кальциевые смазки, изготовленные на мылах синтетических жирных кислот, выдерживают температуру до + 120 °С и могут использоваться в скоростных механизмах.

Универсальные смазки на основе мыла сульфата кальция характеризуются хорошей водостойкостью, работоспособностью до + 180 °С и рядом других ценных эксплуатационных свойств.

В российской технической литературе кальциевые смазки называются солидолами. На основе синтетических жирных кислот изготавливают «Солидол С», а на основе натуральных жирных кислот – «Солидол Ж».

Комплексные кальциевые мыла (calcium complex soap). Смазки на их основе обладают лучшими свойствами, чем смазки на основе обыкновенного кальциевого мыла. Им характерна хорошая водостойкость и высокая температура каплепадения, до + 250 °С, а иногда до + 300 °С. Однако рабочая температура не должна превышать + 160 °С, так как при более высокой температуре начинается химическое разложение мыла. Са - комплексные мыла обладают хорошими защитными, антикоррозионными, противоизносными и противозадирными свойствами и используются для изготовления низкотемпературных, уплотнительных и EP

(Extreme Pressure) смазок.

В России комплексные кальциевые смазки распространены меньше, чем в западных странах, а основным пример смазки такого типа - УНИОЛ.

Натриевые (Na) мыла (sodium soap). Основной недостаток Na смазок - высокая растворимость в воде. Небольшое количество влаги в смазке не вызывает коррозии и не ухудшает смазочных свойств. Значительное количество воды в смазке вредно. Натриевые смазки хорошо адгезируют к поверхностям, обладают высокой механической стабильностью, мало изменяются при интенсивном перемешивании и пригодны для длительного применения. Они работоспособны до температур + 110...120 °С, но некоторые из них довольно чувствительны к температуре и твердеют при высокой рабочей температуре.

Натриевые смазки составляют небольшую часть от общего количества - около 6 %. В России они называются консталинами. Их термостойкость выше, чем у солидолов (до + 120 °С).

Натриевые комплексные мыла (sodium complex soap). Смазки на их основе более термостойкие (до + 160 °С) и водостойкие до + 50 °С. Они пригодны для долговременного смазывания.

Натриевые-кальциевые смешанные мыла (sodium-calcium soap). Смазки на их основе близки по свойствам к консталину. Применяются для смазывания подшипников колес автомобилей.

Алюминиевые (Al) мыла (aluminum soap). Смазки на их основе характеризуются прозрачностью, ровностью, хорошей адгезией и водостойкостью, даже при воздействии соленой морской воды. Основные недостатки - низкая механическая стабильность, сравнительно низкая температура каплепадения (около + 110 °С). Максимальная температура применения + 60...100 °С. Чаще всего применяются для смазывания механизмов морских кораблей. В настоящее время все чаще заменяются литиевыми смазками.

Алюминиевые комплексные мыла (aluminum complex soap). Смазки на их основе являются термостойкими, водостойкими, температура их применения достигает + 140 °С, а температура каплепадения в некоторых случаях превышает + 250 °С. Работоспособны в широком диапазоне температур, минимальная

температура применения может достигать минус 30 °С. Обладают хорошими эксплуатационными свойствами: они термостойки, водостойки и имеют высокую механическую стабильность, необходимую для долговечной работы.

Алюминиевые-бариевые мыла (aluminum-barium soap). Смазки на их основе используются в качестве антифрикционных и защитных. Они могут работать при контакте с морской водой.

Бариевые (Ba) и бариевые комплексные мыла (barium soap, barium complex soap). Смазки на их основе обладают высокой водостойкостью, инертностью к парам нефтепродуктов, способны выдержать значительные нагрузки, характеризуются химической и механической стабильностью. Температура каплепадения бариевых смазок около + 150 °С, а бариевых комплексных смазок - может превышать + 220 °С. Эти смазки дороги и вредны для здоровья, поэтому используются редко.

Бариевая комплексная смазка ШРБ-4 российского производства обладает очень хорошими противозадирными свойствами и используется для смазывания рулевого механизма автомобилей ВАЗ.

2. Углеводородные загустители.

Углеводородные смазки в химической промышленности получают путем сплавления жидкого масла с твердыми углеводородами - парафином или церезином. Масло можно загущать петролатумом - продуктом депарафинизации масел. Углеводородные смазки не растворяются в воде и почти не проницаемы для водяных паров. Они имеют хорошие защитные свойства, высокую химическую и коллоидную стабильность. Температура плавления низкая (+ 32...60 °С), а после перехода в твердое состояние опять приобретают первоначальные свойства. Вследствие этого, углеводородные смазки подходят для защиты машин от коррозии. Для смазывания не используются из-за низкой температуры плавления. Смазки этого типа относительно дешевы, а их доля составляет около 14 % от общего количества смазок.

3. Неорганические загустители.

Смазки на основе неорганических загустителей - силикагеля (silica gel), бентонита (bentonite), сажи (carbon) и др. - обладают

специфическими свойствами и составляют около 1,0...1,5 % всех смазок. Они химически инертны, термо- и водостойки. Неорганические загустители состоят из мелких твердых частиц, пористая поверхность которых поглощает масло и превращает его в гель. Эти смазки не имеют четко выраженных точек каплепадения и плавления. Смазки, загущенные сажей и графитом, обладают очень высокой термостойкостью, особенно смазки на силиконовых маслах. Антикоррозионные и защитные свойства невысокие. Смазки данного типа используются для смазывания узлов трения при больших скоростях и значительных нагрузках.

4. Полимерные загустители.

Полимоочевинные смазки (поликарбамидные). Для производства смазок используют воскообразные олигомеры полимоочевины (polyurea). Полимоочевинные смазки отличаются механической стабильностью, водостойкостью, термостойкостью. Точка плавления может превышать + 220 °С, рабочая температура - до + 150 °С. Обладают хорошими смазочными свойствами в парах трения металл - полимер. Отличаются долговечностью и пригодны для эксплуатации в условиях высоких скоростей и нагрузок. Применяются для смазывания роликовых шарниров равных угловых скоростей переднего ведущего моста.

Фторполимерные смазки (политетрафторэтиленовые - ПТФЭ, тефлоновые) (fluoropolymer grease). Использование полимеров в качестве синтетических органических загустителей открыло новый этап в разработке смазок. ПТФЭ является одним из наиболее термически стойких загустителей, используемых при изготовлении высокотемпературных и долговечных смазок, у которых отсутствуют определенные точки плавления и каплепадения. ПТФЭ обладает низким коэффициентом трения, высокой химической инертностью, стойкостью к воздействию воды и других жидкостей.

С целью сохранения всех достоинств ПТФЭ смешивается с хорошими синтетическими маслами, например, с перфторалкиловым эфирным маслом.

Смазки, загущенные полиэтиленом, из-за сравнительно низкой температуры плавления используются редко. Для полиэтилена характерны химическая стойкость и низкий коэффициент тре-

ния.

5. Модификация загустителей.

Это один из путей улучшения качества смазок за счет дополнительной обработки существующих компонентов. В настоящее время хорошие результаты получают при модификации сульфата кальция, мыл жирных кислот, неорганических загустителей.

В случаях значительного улучшения эксплуатационных параметров новые достижения отражаются в описаниях смазок.

1.3. Присадки и наполнители

Присадки могут быть растворенными (функциональные присадки) или находиться в смазке в виде мелких частиц - взвеси (наполнители). Присадки улучшают антифрикционные, противоизносные, противозадирные свойства смазок, способствуют их адгезии к смазываемым поверхностям, повышают термическую и коллоидную стабильность, уменьшают коррозию и ржавление.

Функциональные присадки.

Функциональные присадки улучшают химическую стабильность, термостойкость, защитные и смазочные свойства. Особо важны противоизносные, разделяющие, антикоррозионные и противозадирные (EP) присадки.

Подбор присадок при изготовлении смазок осуществляется с учетом назначения. Например, присадки, повышающие липкость, необходимые для смазывания шарниров, вредны в случае смазывания быстроходных подшипников.

Наполнители.

Графит, сажа, дисульфид молибдена, сульфид цинка, тальк, медь и другие металлы вводятся в смазки в виде порошка в качестве сухой смазки (dry lubricant). Их действие больше всего проявляется в зонах интенсивного трения. Большинство твердых присадок работоспособны до температуры + 300...400 °С.

Порошки металлов. Порошок меди в определенных условиях улучшает смазочные свойства смазок. Порошки цинка и свинца улучшают уплотнительные свойства смазок для резьбовых со-

единений.

Политетрафторэтилен используется в качестве твердой смазки и характеризуется наименьшим коэффициентом трения по сравнению с другими веществами, кроме того, сохраняет мягкость до минус 20 °С, а прочность и химические свойства - до + 300 °С. Твердые смазки придают смазкам запасные свойства. Этот термин применяется для характеристики работы твердой смазки в зонах предельного и смешанного трения. Они защищают поверхности от выкрашивания при недостаточном смазывании. Твердые смазки чаще всего применяются в узлах трения при малых скоростях и высоких нагрузках. При высоких скоростях они не эффективны.

Полимерные присадки.

Полимерные присадки улучшают индекс вязкости, адгезию, уменьшают износ и трение. Агенты липкости (tackiness agent), например, полиизобутилен, применяются для смазывания ходовой части. Для смазывания подшипников присадки прилипания должны применяться осторожно. Слишком липкая смазка выдавливается с трудом и может привести к перегреву подшипника.

1.4. Влияние состава смазок на их свойства

Влияние состава на основные свойства смазок и их пригодность для подшипников качения и других узлов автомобиля показаны в табл. 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1

Особенности и назначение смазок на основе разных загустителей

Загуститель	Масло	Особенности и назначение
1	2	3
Li мыло	Минеральное	Типичная смазка для подшипников качения. Универсальная
Li мыло	Эфирное	Как и Li-минер. Для высоких скоростей. Низкотемпературная
Li мыло	Силиконовое	Высокотемпературная. Низкотемпературная

Продолжение табл. 1.1

1	2	3
Li комплекс	Минеральное	Универсальная. Долговечная
Ca мыло	Минеральное	Уплотнительная
Ca комплекс	Минеральное	Универсальная. Для больших нагрузок. Низкотемпературная. Уплотнительная
Al мыло	Минеральное	Для механизмов морских кораблей
Al комплекс	Минеральное	Высокотемпературная. Негорючая

Таблица 1.2

Влияние состава на свойства смазок

Загуститель	Базовое масло	Диапазон рабочих температур, °С	Стойкость к воде	Антикоррозионные свойства	Противозадирные свойства	Пригодность для подшипников качения
1	2	3	4	5	6	7
Li мыло	Минер.	-30...+120	+	0/3	+	+++
Li мыло	Эфирн.	-60...+130	+	0/3	+	+++
Li мыло	Силикон.	-40...+170	++	0/3	--	
Li компл.	Минер.	-30...+150	+		+	
Ca мыло	Минер.	-20...+70	++	0/2	++	--
Ca компл.	Минер.	-30...+150	++	0/1	+++	+++
Ca компл.	Эфирн.	-40...+120	+	0/1	+++	+++
Al мыло	Минер.	-20...+70	+	0/1		
Al компл.	Минер.	-40...+150	+	0/3	++	+++
Va мыло	Минер.	-20...+150				
Va мыло	Эфирн.	-60...+100				
Va компл.	Минер.	-30...+120	+	0/1	+++	+++
Va компл.	Эфирн.	-40...+120	+	0/1	+++	+++
Na мыло	Минер.	-30...+110	-	2/5	+	++
Na компл.	Минер.	-30...+160	+/-	0/1	++	+++
Бентонит	Минер.	-30...+150	+	0/5	++	+++

Продолжение табл. 1.2

1	2	3	4	5	6	7
Полимочев.	Минер.	-20...+150	+	0/1	-	++
Полимочев.	Эфирн.	-40...+180	+	0/1	-	++
Полимер	Минер.	-40...+100		0/3	++	++

Примечание:

- стойкость к воде: ++ очень хорошая, + хорошая, +- удовлетворительная, - плохая;
- антикоррозионные свойства: от 0 (очень хорошие), до 5 (очень плохие);
- противозадирные свойства: +++ очень хорошие, ++ хорошие, + удовлетворительные, - достаточные, недостаточные;
- пригодность для подшипников качения: +++ очень хорошая, ++ хорошая, + удовлетворительная, - достаточная, недостаточная.

2. СВОЙСТВА И МЕТОДЫ ИХ ОЦЕНКИ

Не все свойства смазок одинаково понимаются в мире. Американцы первыми выделили автомобильные смазки из общего ассортимента и зафиксировали требования к их качеству в нормативных документах NLGI, ASTM и SAE. Американская система обозначения автомобильных смазок NLGI широко применяется только в Америке. Аналогичная ситуация сложилась и с методами оценки качества смазок. В Европе установились и практически применяются методы испытаний, разработанные крупнейшими производителями подшипников - SKF и FAG. «SKF AB» (сокращенно SKF) – другая крупная международная компания с центром в Швеции, а «FAG Kugelfischer Georg Schaefer KG» (сокращенно FAG) - крупная международная компания с центром в Германии. Эти испытания достаточно информативны и хорошо определяют уровень качества и пригодность смазок относительно использования в подшипниках качения. Результаты этих испытаний обычно указываются в описаниях качества смазок европейских компаний. В США описания смазок основаны на данных испытаний на четырехшариковой машине трения.

2.1. Внешний вид и текстура

Внешний вид (appearance, bulk appearance) смазки оценивается визуально и показывает ее состояние. Поверхность смазки, особенно вновь образованная, может быть: ровная и однородная (smooth); шероховатая (rough); гранулированная (grainy); изломанная (cracked); с выделившимся маслом (bleeding); липкая (tacky); определенного цвета и флуоресцирует в отраженном свете (color, bloom); блестящая или тусклая (bright or dull).

Текстура смазки (texture) оценивается на ощупь и характеризует ее структуру.

Текстура может быть: мягкая и пластичная (soft); хрупкая и ломкая (brittle, cracked); маслоподобная (buttery); волокнистая (fibrous); в форме длинных или коротких волокон (long- or short fibered); эластичная и упругая (resilient); тягучая, но не образующая нитей (stringy).

Текстура зависит от загустителя, вязкости жидкой фазы, соотношения компонентов, присадок и способа изготовления смазки. Стандартные методы оценки текстуры отсутствуют. Приблизительная оценка проводится визуально, при наблюдении отрыва друг от друга двух пластинок, склеенных смазкой. Упрощенно можно проводить подобное наблюдение, разъединяя пальцы, склеенные смазкой. Наблюдается, вытягивается ли смазка длинными или короткими волокнами, ровная или шероховатая разорванная поверхность и т. д.

Загуститель образует отдельную волокнистую дисперсную фазу. Волокна переплетаются между собой и, соединяясь структурными связями, создают определенную пространственную структуру каркаса, впитавшую в себя масло. Волокна могут быть короткими или длинными и с разной степенью переплетения. От структуры каркаса и длины волокон зависят механические свойства: густота, структурная и рабочая стабильность, вытекание масла. Если длина волокон или частиц мыла меньше длины световой волны, свет не рассеивается и смазка прозрачная. Например, алюминиевая смазка, состоящая из сферических частиц алюминиевого мыла. Неорганические загустители, особенно бентониты, могут иметь пластинчатую структуру, которая образует каркас, напоминающий карточный домик.

2.2. Механические свойства

Основные характеристики механических свойств:

- консистенция смазки;
- тиксотропия;
- предел текучести и давление течения;
- динамическая стабильность;
- механическая стабильность;
- стабильность качения;
- структурная стабильность.

Консистенция смазки - условная мера механической прочности, твердости. Выражается в номерах или степенях консистенции по системе NLGI (NLGI consistency numbers), которые устанавливаются по пенетрации.

Пенетрация (лат. penetratio - проникать) - мера проникновения конусного тела в смазку, употребляемая для характеристики консистенции (густоты) смазок.

Обычно пенетрация выражается в числах пенетрации по глубине погружения конуса в смазку и выражается в десятых долях миллиметра. Число пенетрации определяется при температуре смазки + 25 °С после определенного механического воздействия на нее (перемешивания). Номера консистенции смазок NLGI в зависимости от диапазона пенетрации показаны в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Номера консистенции по NLGI

NLGI №	Пенетрация, 0,1 мм	Состояние смазки	Применение смазки
000	445...475	Как вязкое масло	Для централизованного смазывания; для смазывания передач и шестерен
00	400...430	Полужидкая	Для смазывания подшипников скольжения и качения
0	355...385	Очень мягкая	
1	310...340	Очень мягкая	
2	265...295	Мягкая смазка	Для создания герметичности
3	220...250	Густоватая	
4	175...205	Густая	
5	130...160	Очень густая	
6	85...115	Очень густая, как мыло	

В густую смазку конус проникает меньше (число пенетрации меньше). Пенетрация не отражает химмотологических свойств смазок в конкретных условиях работы.

Применяемость по номеру консистенции:

- NLGI № 1 используются зимой;
- NLGI № 2 являются универсальными;
- NLGI № 3 используются летом;
- NLGI № 00 и 000- полужидкие смазки для централизованных систем смазывания.

Тиксотропия (thixotropy)- это способность коллоидной дисперсной системы восстанавливать структурные связи, разрушенные механическим воздействием. Смазка начинает течь под

действием силы растяжения и сдвига, которая обрывает структурные связи. Когда сила перестает действовать, коллоидные структурные связи восстанавливаются. Это основной признак смазки. Тиксотропия проявляется в момент смазывания. В движении смазка разжижается и смазывает поверхности, после прекращения движения - густеет и остается в зонах трения. Тиксотропия проявляется в коллоидных системах. Механическая стабильность смазки связана со способностью сохранять возможность восстановления структурных связей.

Предел текучести (yield point) и давление течения (flow press) оценивает способность смазок сохранять свою форму, практически - сохраняться в открытых соединениях, на вращающихся валах и на вертикальных поверхностях. Внешняя сила сдвига, под действием которой смазка начинает течь и переходить из твердого состояния в пластичное, называется пределом текучести. При повышении температуры предел текучести смазки уменьшается. Если предел текучести мал, смазка плохо сохраняется в подшипниках, если большой - затрудняется доставка смазки к зоне трения. Предел текучести смазок при температуре + 20 °С бывает от 10 до 150 ГПа, а при низкой температуре (- 20 °С) 600...1000 ГПа. Максимальный предел текучести, при котором еще возможно смазывание, считается 1400 ГПа. Температура, при которой предел текучести смазки увеличивается до 1400 ГПа, считается минимальной рабочей температурой. Давление течения устанавливается методом Кестерниха (DIN 51 805), при двух температурах: + 20° и - 20 °С.

Динамическая вязкость смазки (apparent viscosity)- это соотношение между напряжением сдвига и скоростью деформации при установленной температуре и постоянной скорости деформации. Динамическая вязкость зависит от вязкости базового масла и уменьшается при увеличении температуры и скорости деформации. Динамическая вязкость влияет на подвижность и распределение смазки, а также на потери трения во время работы. Температура, при которой динамическая вязкость равна 2 кПа·с, считается минимальной рабочей температурой смазки.

Динамическая вязкость смазки определяется стандартным методом по ASTM D 1092 (в интервале температур от - 54 до + 38 °С) или ротационным конусным вискозиметром Хааке при

температуре + 25 °С и скорости сдвига 300 с⁻¹.

Механическая стабильность (mechanical stability). Это способность смазки сохранять консистенцию и механические свойства при долговременном воздействии деформации сдвига.

Количественно механическая стабильность выражается изменением пенетрации после механического утомления, интенсивного перемешивания, которое может осуществляться двумя способами:

- при многократном продавливании смазки через перфорированную пластинку - оценивается рабочая стабильность (worked stability);

- при перетирке смазки роликом - оценивается стабильность качения (roll stability).

Рабочая стабильность определяется для неработавшей смазки (UW - unworked) после 60 (W60), 10000 (W10000) и 100000 (W100000) циклов продавливания. Стандартное число пенетрации определяется после 60 циклов. При оценке механической стабильности смазки определяется разница пенетрации после 60 и 100000 циклов. Она выражается через абсолютную величину ΔP_w или в % (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Оценка механической стабильности смазки по изменению числа пенетрации

ΔP_w 0,1 мм	Характеристика механической стабильности	Отличительный признак смазки
< 30	Очень хорошая	Li- и Ca- комплексные смазки
30...60	Хорошая	Li- и Ca- смазки
61...100	Удовлетворительная	Na- и Na- комплексные смазки
> 100	Неудовлетворительная	Смеси несовместимых масел

Стабильность качения определяется в машине стабильности качения «Shell» (Shell Roller) по методу ASTM D 1331 (Roll Stability Test). Этим испытанием имитируются условия работы подшипников качения. Смазка перетирается в пустотелом цилиндре диаметром 100 мм, валиком массой 5 кг и диаметром 60 мм. Цилиндр вращается 2 ч со скоростью 160 мин⁻¹ при определенной

температуре. После такой работы определяется число пенетрации, которое сравнивается с пенетрацией неработавшей смазки.

Механическая стабильность смазки связана также с ее склонностью к взбиванию (churning) с воздухом, которая ухудшает смазочные свойства.

Наряду с механической стабильностью может определяться водостойкость смазки. Для этого смазка перемешивается с 20 % дистиллированной или синтетической морской воды и после перемешивания определяется пенетрация. Густота водостойких смазок изменяется незначительно, на несколько единиц пенетрации.

Структурная стабильность (structure stability) - более широкое понятие, чем механическая стабильность. Это способность смазки сохранять начальную консистенцию и текстуру в течение времени и под влиянием разных факторов: температуры, испарения, окисления, загрязнения, перемешивания, а также способность смазки возвращаться в начальное состояние по окончании действия этих факторов.

2.3. Термические свойства

Температура каплепадения (dropping point). Это температура, при которой смазка из пластичного твердого переходит в жидкое состояние и появляется первая капля из отверстия при стандартных условиях испытания.

При высокой температуре смазки разжижаются и могут вытекать из подшипников, сползать с поверхностей под действием силы тяжести или разбрызгиваться под воздействием центробежных сил. Температура плавления зависит в основном от загустителя. Температура каплепадения не является прямым показателем рабочей температуры, но по ней приблизительно можно установить верхнюю допустимую температуру нагрева смазки. При температуре каплепадения смазки до + 100 °С максимальная рабочая температура на 15...20° ниже, при температуре каплепадения до + 150 °С - рабочая ниже на 30...40 °С, и при каплепадении до + 200 °С - рабочая будет ниже на 60...80 °С.

Интервал рабочей температуры (service temperature, tem-

perature limits) - температура, при которой смазка может выполнять свои функции и обладает свойствами, декларированными изготовителем. Рабочие условия в зонах трения могут быть обусловлены и другими факторами, поэтому указанные рабочие температуры должны приниматься только приблизительно. Свойства смазки ухудшаются при химическом разложении компонентов смазки. Например, температура каплепадения смазок на основе кальциевых комплексных мыл достигает + 250...300 °С, а химическое разложение начинается уже при температуре + 160 °С. Минимальная рабочая температура определяется более четко. Она ограничивается не температурой застывания смазки, а показателями консистенции и механических свойств.

Минимальная рабочая температура смазки. При низкой температуре смазки должны работать без значительного изменения консистенции, липкости и механических свойств. При весьма низких температурах используются смазки на основе силиконового, эфирного или полиальфаолефинового базового масла.

Основным показателем низкотемпературных свойств смазки является **давление течения** (flow pressure), определяемое по DIN 51 805. Давление течения в 1400 ГПа считается предельным, более твердые смазки уже не пригодны для смазывания. Температура, при которой достигается давление течения смазки в 1400 ГПа, принимается за минимальную рабочую температуру смазки и определяется по низкотемпературному моменту вращения (low temperature torque) по методу ASTM D 1478 для смазок, используемых в подшипниках качения.

2.4. Смазывающие свойства

Смазывающие свойства смазок, в отличие от масла, следует понимать шире, чем способность уменьшать трение и изнашивание. В смазке во время эксплуатации накапливаются продукты износа и другие посторонние загрязнения. Они не должны ухудшать смазывающие свойства и увеличивать изнашивание.

Трение и изнашивание при смазывании пластичными смазками зависят от вязкости и сорта базового масла, от структурных характеристик и консистенции смазки, от природы и свойств за-

густителей, присадок, наполнителей и др.

В автомобилях наблюдаются два основных вида трения: **трение качения** в подшипниках колес и **трение скольжения** в узлах ходовой части (шарнирные соединения и др.).

В подшипниках качения трение при сухих поверхностях будет наименьшим, а в случае использования густой смазки трение значительно возрастает. Густая смазка при высокой скорости качения вызывает потери энергии и перегрев подшипников. Для смазок подшипников качения важным свойством является способность подавлять питтинг (выкрашивание).

Несущая (нагрузочная) способность смазки обеспечивается введением противозадирных присадок (EP) и наполнителей. Смазки EP используются для смазывания сильно нагруженных частей, на которые действуют не только высокие нагрузки, но и удары, вибрация, абразивные частицы. Такие условия, например, встречаются в седельном соединении тягача. Определяется на приборах по оценке смазывающих свойств.

Влияние вибрации на смазывание. Вибрация нарушает структуру смазки и проявляется в подшипниках колес, роторов, валов и шестерен. Высокой прочностью к вибрации отличаются смазки на основе мочевины и комплексных мыл металлов. Стойкость к вибрациям определяется вибрационным трибометром, созданным «Optimol Olwerke Industrie GmbH» (Muncheh), которым измеряется сила трения и износ поверхности.

Коллоидная стабильность, синерезис (syneresis) способность масла не отделяться от загустителя и не вытекать при хранении и работе. Появление небольшого количества выделившегося масла при его хранении не является недостатком. Незначительное выделение желательно, особенно для смазывания подшипников качения. Если масло легко вытекает в процессе работы, смазка может потерять большую его часть и повредить механизмы. Слишком большая утечка масла проявляется при неправильном соотношении загустителя и масла, плохой их совместимостью и нестабильностью коллоидной структуры смазки.

Адгезия (adhesion) и склонность к утечке (leakage). Хорошая адгезия (липкость) способствует прилипанию смазки к контактирующим поверхностям. Липкость увеличивается присадками - полимерами большой молекулярной массы, либо базовым

маслом повышенной вязкости. Липкость влияет на долговременное сохранение смазки в зонах смазывания. Склонность к утечке смазки является важной эксплуатационной характеристикой при работе в открытых подшипниках. Определяется по стандартному методу ASTM D 1263 или ASTM D 4290 (при повышенной температуре). Подшипник работает 20 ч при температуре + 160 °С, скорости 1000 мин⁻¹ при нагрузке 111 Н, после чего определяются потери смазки в граммах. Допускаемое вытекание - меньше 24 г для смазки NLGI GB и 10 г для смазки NLGI GC.

Подвижность смазки (slumpability) оказывает влияние на стабильность смазывания.

Для смазывания подшипников качения и шестерен подвижность смазки должна быть достаточна для обеспечения постоянного покрытия поверхностей. При работе смазка выдавливается в стороны и должна возвращаться. В противном случае рабочие поверхности остаются непокрытыми смазкой, и смазывание нарушается. В подшипниках качения это явление называется выдавливанием смазки (clearing). Шестерни первыми зубьями выдавливают смазку и образуют канал в массе смазки. Если смазка не успевает возвращаться, то следующие зубья уже не смазываются. Такое выдавливание в паре шестерен называется каналообразованием (channeling). Хорошая способность питания смазкой узла трения (feedability) - заполнять пространство смазывания и продвигаться на поверхности трения - является необходимым условием качественного смазывания.

Подвижность смазки должна быть достаточной в случае централизованной подачи. Это способность смазки поддаваться воздействию внешней силы.

Прокачиваемость смазки (pumpability) - способность прокачиваться по каналам централизованной смазочной системы. Ее прокачиваемость определяется Shell-DeLimon реометром по стандарту DIN 51 816/1 или путем определения декомпрессионных характеристик по DIN 51 816/2.

2.5. Водостойкость и защитные свойства

Взаимодействие смазки с водой. Водостойкость смазки является одной из основных ее характеристик. В зависимости от способа взаимодействия с водой смазки бывают:

- водостойкие (water resistant)- вода не поглощается смазкой или поглощается в незначительном количестве и не оказывает воздействия на свойства; попавшая в смазку вода выделяется в отдельную фазу; при интенсивном перемешивании структура и свойства смазки не меняются; лучше, когда смазка не позволяет воде накапливаться на поверхности металла; наиболее водостойкими являются смазки на основе кальциевых, литиевых, алюминиевых мыл и на углеводородных загустителях;

- абсорбирующие воду (water absorbent) - поглощают значительное ее количество, но консистенция и свойства смазки меняются незначительно; такие смазки не позволяют накапливать свободную воду в смазке или на поверхности деталей; это смазки на основе натриевых мыл;

- растворимые в воде (water soluble) - поглощают воду, теряют гелиевую структуру и разжижаются (смазки на натриевых мылах).

Защитные свойства. Смазка не должна вызывать коррозию металла и должна защищать поверхности трения от воды:

- не допускать попадания воды на поверхности трения или в подшипники;

- в случае попадания воды на поверхности трения предотвращать коррозию;

- в случае перемешивания смазки с водой не должны меняться консистенция, структура, липкость и др.

Коррозионность смазок (corrosiveness). Смазка может вызывать коррозию металлов вследствие окисления компонентов смазки и образования кислот.

Коррозионность смазки оценивается разными стандартами, суть которых состоит в выдерживании в смазке при определенных условиях металлических пластин или стержней с последующей оценкой повреждения поверхности в баллах.

Водостойкость смазки оценивается тремя основными показателями:

- стойкостью смазки к вымыванию водной струей (wash-out, spray-off resistance) - способностью смазки сохраняться в подшипнике под воздействием водной струи; (ASTM D 1264, ASTM D 4049, DIN 51807, IP 215); оценивается количеством вымытой смазки (в %);

- способностью коррозионной защиты (corrosion protection, corrosion preventing, rust protection)- подавление ржавления металла в присутствии воды; испытание Emcor SKF (DIN 51 802), когда работающий подшипник смазывается смесью смазки и воды и наблюдают за коррозионным поражением внешнего кольца конусного подшипника качения; стойкость к коррозии оценивается в баллах (corrosion rating): от нуля (при полном отсутствии коррозии) до пяти баллов (коррозией повреждено более 10 % поверхности); коррозионные повреждения определяются по ASTM D 1743 при температуре + 52 °С и влажности 100 % «соответствием» или «несоответствием» требованиям стандарта;

- характеристикой водопоглощения смазки (water absorption characteristics) - поведение смазки в присутствии воды; определяется изменение консистенции смазки вследствие перемешивания с 20 % воды, аналогично определению механической стабильности.

Улучшение водостойкости смазки и подавление коррозии достигается путем применения водостойких компонентов, введением в смазку ингибиторов коррозии и ржавления.

2.6. Химическая стойкость

Стойкость к окислению (oxidation stability) - способность подавлять окислительные реакции при повышенной температуре и при доступе кислорода воздуха. Определяется путем искусственного старения под воздействием кислорода и высокой температуры. Оценивается по скорости окисления, величине поглощения кислорода или по изменению рабочих характеристик смазки по стандартным методикам: ASTM D 942, DIN 51 808, IP 142.

Характеристика долговечной работы в подшипниках качения колес (wheel bearing grease life) оценивает окислительную, термическую, механическую и структурную стабильность

смазки по методу ASTM D 3527 при испытании в высокотемпературных условиях, вызывающих ускоренное старение. Смазки NLGI GB должны сохранять свои свойства не менее 40 ч испытания, а NLGI GC - не менее 80 ч.

Биологическая разлагаемость (biodegradability). Для экологической безопасности требуется быстрое разложение отработавших смазок в окружающей среде с образованием безвредных соединений. Такие смазки изготавливаются на основе биологически разлагаемых компонентов. Большинство мыл натуральных жирных кислот хорошо разлагаются в природе. Они легко осваиваются микроорганизмами. Масла минеральные и некоторые синтетические, например, силиконовые, в природе разлагаются трудно. Биологическая разлагаемость смазок оценивается по стандартной европейской методике CEC-33-A-93.

2.7. Совместимость смазок

В ходе обслуживания автомобиля возникает вероятность смешивания различных смазок. Некоторые смазки смешиваются между собой без ухудшения свойств. Другие не совмещаются. Последствия смешения могут быть непредсказуемы. Смеси смазок могут образовывать смолы, твердеть, разжижаться и др. Следует руководствоваться рекомендацией изготовителей смазок: **не смешивать разные смазки!** Лучше всего полностью прочистить подшипник и только после этого опять его смазать. При смазке узлов, разборка которых затруднительна, рекомендуется применять смазку такого же сорта, хотя и другого производителя. Для ориентации приводятся данные по совместимости базовых масел и загустителей. Совместимость базовых масел разных смазок (табл. 2.3) служит предпосылкой для совместимости их загустителей (табл. 2.4).

Совместимость с пластиками. Большинство смазок на основе минеральных масел являются инертными по отношению к термопластикам. Наоборот, специальные синтетические смазки оказывают воздействие на некоторые виды термопластиков. При оценке совместимости пластиков и смазок необходимо учитывать продолжительность контакта и температуру.

Совместимость базовых масел

Базовое масло	Минеральное	Эфирное	Полигли- колевое	Силико- новое	Полифе- нилэфир- ное
Минеральное	0	+	-	-	-
Эфирное	+	0	+	-	+
Полигли- колевое	-	+	0	-	-
Силико- новое	-	-	-	0	-
Полифе- нилэфир- ное	-	+	-	-	0

Примечание:

совместимые (+), несовместимые (-).

Совместимость с эластомерами. Смазки на основе эфирных или полиальфаолефиновых масел более агрессивны по отношению к эластомерам, чем смазки на основе минеральных масел. Смазка может вызвать значительное набухание или усадку эластомеров. Совместимость проверяется стандартными испытаниями. Эластомер погружается в смазку и выдерживается при определенных условиях в течение установленного времени, после этого оценивается его набухание, уменьшение массы и изменение твердости. По результатам делается вывод о пригодности смазки для работы в контакте с проверяемым эластомером.

Таблица 2.4

Совместимость загустителей

Загустит.	Li МЫЛО	Li КОМПЛ	Ca МЫЛО	Ca КОМПЛ	Na МЫЛО	Na КОМПЛ	Al КОМПЛ	Ba КОМПЛ	Бентонит	Поликарбонид
Li МЫЛО	0	+	±	-	-	-	+	+	-	-
Li КОМПЛ	+	0	+	±	-		+		-	-
Ca МЫЛО	±	+	0	-	-		-		+	-
Ca КОМПЛ	-	±	-	0	-		-		-	+
Na МЫЛО	-	-	-	-	0	+	-	+	-	-
Na КОМПЛ	-				+	0	±	+	-	+
Al КОМПЛ	+	+	-	-	-	±	0	+	-	-
Ba КОМПЛ	+				+	+	+	0	+	-
Бентонит	-	-	+	-	-	-	-	+	0	+
Поликарбонид	-	-	-	+	-	+	-	-	+	0

Примечание:

совместимые (+), несовместимые (-), частично совместимые (±).

3. КЛАССИФИКАЦИЯ СМАЗОК

По европейским стандартам автомобильные смазки не выделяются в отдельную группу, но на практике производители нефтепродуктов могут выделять их в отдельную ассортиментную группу. В Америке автомобильные смазки выделяют официально и описывают в нормативных документах. Смазки, поступающие в торговую сеть, называют **сервисными смазками** (Service Greases), отличая их от смазок, которыми заполняются узлы трения на заводах при выпуске автомобилей.

Эксплуатационные группы смазок ухода за автомобилем и специфические требования к их качеству изложены в стандартах и рекомендациях:

- ASTM D 4950-89. «Стандартная классификация и спецификация сервисных смазок» (Standard Classification and Specification for Automotive Service Greases);

- SAE J310 Jun 93. «Автомобильные смазки. Руководящие указания SAE» (Automotive Lubricating Greases. SAE Recommended Practice);

- «NLGI руководящие указания по смазыванию подшипников колес легковых автомобилей» (NLGI Recommended Practice for Lubricating Passenger Car Wheel Bearings);

- «NLGI руководящие указания по смазыванию шаровых шарниров передней подвески легковых автомобилей» (NLGI Recommended Practice for Lubricating Passenger Car Ball Joint Front Suspensions);

- «NLGI руководящие указания по смазыванию подшипников колес грузовых автомобилей» (NLGI Recommended Practice for Grease Lubricated Truck Wheel Bearings).

В ASTM D 4950-89 стандарте, созданном совместно ASTM, NLGI и SAE, приводится классификация автомобильных смазок на две основные эксплуатационные группы:

- **сервисные смазки для ходовой части** (Chassis Service Greases), обозначаемые по системе NLGI буквой «L»;

- **сервисные смазки для подшипников колес** (Wheel Bearing Service Greases), обозначаемые по системе NLGI буквой «G».

Эти группы смазок разделяются на **категории качества автомобильных смазок** в зависимости от гарантируемых показате-

лей качества и обозначаются соответствующим знаком NLGI.

3.1. Система классификации NLGI

Смазки категории NLGI LA используются для смазывания элементов ходовой части и шарнирных соединений автомобилей и других транспортных средств с легким режимом работы.

Требования к качеству. Смазки должны удовлетворительно смазывать элементы ходовой части и шарнирные соединения при ее частой замене (в легковых автомобилях - через каждые 3200 км). Смазки должны быть стойкими к окислению и к изменению консистенции, а также охранять шарниры и другие элементы ходовой части от коррозии и износа в условиях малой нагрузки. Обычно рекомендуются смазки консистенции NLGI 2, но могут быть использованы смазки и других степеней NLGI.

Смазки категории NLGI LB используются для смазывания элементов ходовой части и шарнирных соединений легковых автомобилей, грузовиков и других транспортных средств, работающих в условиях как легкого, так и тяжелого режима. Тяжелым называется такой режим, когда наблюдается большой интервал замены смазки, большие нагрузки, вибрации, воздействие воды или других загрязнений. Это смазки высшего качества для ходовой части.

Требования к качеству. Смазки должны удовлетворительно смазывать элементы ходовой части и шарнирные соединения при температуре от - 40 до + 120 °С при продленном интервале замены смазки (в легковых автомобилях более 3200 км). Они должны быть стойкими к окислению и изменению консистенции, а также охранять элементы ходовой части и шарниры от коррозии и износа, даже под воздействием грязи и больших нагрузок. Обычно рекомендуются смазки консистенции NLGI 2, но могут быть использованы смазки и других степеней NLGI.

Смазки категории NLGI GA используются для смазывания подшипников колес легковых автомобилей, грузовиков и других транспортных средств, работающих в легком режиме при частой замене смазки в обычных условиях эксплуатации.

Требования к качеству. Смазки должны удовлетворительно

смазывать подшипники при ограниченной температуре от -20 до + 70 °С. Дополнительных требований нет.

Смазки категории NLGI GB используются для смазывания подшипников колес легковых автомобилей, грузовиков и других транспортных средств, работающих как в легком, так и в умеренном режиме. Умеренный режим - это обычные условия эксплуатации, которые бывают у большинства машин.

Требования к качеству. Смазки должны удовлетворительно смазывать в широком интервале температур от - 40 до + 120 °С и даже до + 160 °С. Они должны быть стойкими к окислению, испарению, изменению консистенции, хорошо защищать подшипники от коррозии и износа. Обычно рекомендуются смазки консистенции NLGI 2, но могут быть использованы смазки других степеней NLGI - NLGI 1 и NLGI 3.

Смазки категории NLGI GC используются для смазывания подшипников колес легковых автомобилей, грузовиков и других транспортных средств, работающих как в легком, так и в тяжелом режиме. Тяжелый режим встречается в машинах, подшипники которых нагреваются до высокой температуры. Это транспортные средства с дисковыми тормозами, которые работают в «стоп-старт» режиме (автобусы, такси, городские автомобили и т. д.) или в режиме тяжелого торможения (буксировка, тяжелая езда в горах и т. д.). В настоящее время это смазки высшего качества для подшипников колес.

Требования к качеству. Смазки должны удовлетворительно смазывать в широком интервале температур от - 40 °С до + 160 °С и даже до + 200 °С. Они должны быть стойкими к окислению, испарению, изменению консистенции, хорошо защищать подшипники от коррозии и износа. Обычно рекомендуются смазки консистенции NLGI 2, но могут быть использованы смазки NLGI - NLGI 1 и NLGI 3.

Обозначения.

Для обозначения категорий смазок NLGI используют знак - символ NLGI, который присваивается лишь смазкам наивысшей категории: GC, LB и GC-LB (рис. 3.1). Смазки других категорий этим знаком не обозначаются, только на этикетке или в описании обычно указываются символы категории NLGI GA, NLGI GB, NLGI LA.



Рис. 3.1. Знаки соответствия категориям NLGI

В Европе американская система обозначения автомобильных смазок, основанная на назначении, пользуется редко, а аналогичной европейской системы нет.

3.2. Система классификации ISO

По международным стандартам требуется, чтобы все вещества, особенно те, которые транспортируются, имели обозначение, в первую очередь указывающее на само вещество, его опасность и др.

Для смазок, как и для других нефтепродуктов, применяется единая в мировом отношении система обозначения, дополненная отдельными обозначениями некоторых государств для внутренних потребностей.

Единое общепринятое обозначение смазок регламентируется стандартом ISO 6743-9 (Lubricants, industrial oils and related products (class L) - Classification Part 9: Family X (Greases)). По этому стандарту каждой смазке присваивается знак ISO, состоящий из букв и цифр, в котором указаны основные данные смазки:

ISO-L-XBEGV 00

- **ISO** - инициалы «Международной организации стандартов»;
- **L** - класс смазочных материалов;
- **X** - группа смазочных материалов (пластичные смазки);
- **V** - минимальная рабочая температура по табл. 3.1 (V означает - 20 °C);
- **E** - максимальная рабочая температура по табл. 3.2 (E оз-

начает + 160 °С);

- **G** - уровень защиты от коррозии, определяется по табл. 3.3 (G означает, что смазка, вымываемая водой, не защищает от коррозии);

- **B** - работоспособность смазки при больших нагрузках (B показывает, что смазка может работать в условиях большой нагрузки, включает противозадирные присадки EP);

- **00** - класс консистенции по NLGI.

Обозначение ISO 6748-9 (создано «Международной организацией стандартов») не получило широкого распространения в описаниях смазок. В Европе еще применяются национальные системы обозначения некоторых стран - DIN, - ГОСТ и др.

Таблица 3.1

Символы минимальной рабочей температуры смазок по ISO

Минимальная температура, °С	Символ минимальной температуры
0	A
- 20	B
- 30	C
- 40	D
< - 40	E

Таблица 3.2

Символы максимальной рабочей температуры смазок по ISO

Минимальная температура, °С	Символ минимальной температуры
60	A
90	B
120	C
140	D
160	E
180	F
> 180	G

Защита от коррозии

Среда	Защита от коррозии	Символ
Сухая	L	A
Сухая	M	B
Сухая	H	C
Туман	L	D
Туман	M	E
Туман	H	F
Вымывание водой	L	G
Вымывание водой	M	H
Вымывание водой	H	I

Примечание. Степень защиты от коррозии: L - не предохраняет, M - предохраняет от воздействия пресной воды, H - предохраняет от воздействия соленой воды.

3.3. Система классификации DIN

Код пластичной смазки по DIN 51 502 состоит из набора букв и цифр:

K PF 3 G -20

- **K** - назначение смазки (табл. 3. 4).
- **PF** - присадки или синтетическое базовое масло (табл. 3.5);
- **3** - класс консистенции по NLGI;
- **G** - верхняя температура применения и водостойкость (табл. 3.6);
- **20** - наиболее низкая температура применения смазки, °C;

Смазки европейских нефтекомпаний, изготовленные в Германии или предназначенные для германского рынка, часто имеют код - обозначение по DIN 51 502 («Сокращенное обозначение смазочных материалов и маркировка тары, приборов смазки и места хранения»), которое указывается в описаниях смазок и на упаковочной этикетке. Этот стандарт в случае пластичных смазок, предназначенных для подшипников качения, дополняется стандартом DIN 51 825 («Пластичные смазки группы K»). Примеры обозначения конкретных марок пластичных смазок: KP 1 K-20, KE 2 K-60, KF 2K-25, KP 2 G, KP 2K-30.

Таблица 3.4

Обозначение назначения смазок

Назначение	Обозначение
Для подшипников качения и скольжения, плоскостей скольжения по DIN 51 825	K
Для закрытых передач по DIN 51 826	G
Для открытых передач	OG
Для подшипников скольжения и уплотнений	M

Таблица 3.5

Обозначение присадок и синтетического базового масла

Присадки и синтетические базовые масла	Обозначение
EP присадка	P
Твердый наполнитель	F
Полиэфирное масло	E
Перфторовая жидкость	FK
Синтетические углеводороды	HC
Масло на основе эфира фосфорной кислоты	PH
Полигликолевые масла	PG
Силиконовые масла	SI
Другие масла	X

Таблица 3.6

Обозначение верхнего предела рабочей температуры и водостойкости

Обозначение	Верхний предел рабочей температуры, °C	Стойкость к вымыванию водой при температуре по DIN 51 807 (*)
1	2	3
C	+ 60	0 при +40 °C или 1 при +40 °C
D	+ 60	2 при +40 °C или 3 при +40 °C
E	+ 80	0 при +40 °C или 1 при +40 °C
F	+ 80	2 при +40 °C или 3 при +40 °C
G	+ 100	0 при +90 °C или 1 при +90 °C

1	2	3
H	+ 100	2 при +90 °С или 3 при +90 °С
K	+ 120	0 при +90 °С или 1 при +90 °С
M	+ 120	2 при +90 °С или 3 при +90 °С
N	+ 140	Дополнительно оговаривается
P	+ 160	-//-
R	+ 180	-//-
S	+ 200	-//-
T	+ 220	-//-
U	> + 220	-//-

Примечание: * - степень стойкости к вымыванию водой по DIN 51 807:

0 - без изменений; 1 - малые изменения; 2 - средние изменения; 3 - большие изменения. Вторая цифра (40 или 90) показывает температуру воды.

Немецкое обозначение DIN 51 825 используется довольно широко, однако не является общепризнанным в Европе. Наиболее важной частью обозначения является его окончание, следующее за номером консистенции NLGI, по которому легко можно расшифровать важнейшую характеристику смазки - интервал рабочей температуры, например, ...К-20 означает, что смазка предназначена для работы при температуре от - 20 °С до + 120 °С, ...Р-40 - от - 40 °С до + 160 °С и т.д.

3.4. Система классификации ГОСТ

В странах СНГ смазки классифицируются и обозначаются по требованиям ГОСТ 23258-78. В отличие от других систем классификации знак смазки по ГОСТ более точно указывает ее состав, назначение и основные свойства. Все смазки, изготовленные в странах СНГ, имеют свое техническое название и номер стандарта (технические условия), по которому изготовлена. Стандарт ГОСТ 23258-78 интересен по нескольким аспектам:

- это обширная система классификации и обозначения, в которой содержатся почти все данные о смазках;

- это одно из немногих обозначений, в котором указывается состав смазки.

По этому стандарту название или марка смазки должно состоять из одного слова, а ее модификации могут обозначаться буквенными и цифровыми индексами. Кроме того, каждой смазке присваивается обозначение (код в буквах и в цифрах) - отражающее назначение, состав и свойства смазки. Обозначение - код смазки состоит из пяти буквенных и цифровых индексов, указывающих:

- на группу или подгруппу назначение смазки и обозначаемую прописными буквами русского алфавита (табл. 3.7); в стандарте не указаны критерии, на основе которых смазки разделяются на группы и подгруппы по назначению;

- тип загустителя, который обозначается буквами русского алфавита (табл. 3.8);

Таблица 3.7

Классификация пластичных смазок по ГОСТ 23258-78

Индекс	Группа и подгруппа	Применяемость
1	2	3
Антифрикционные (снижение износа и трения сопряженных деталей)		
С	Общего назначения: - для обычных температур	Узлы трения, работающие при температуре до +70 °С
О	- для повышенных температур	Узлы трения, работающие при температуре до +110 °С
М	- многоцелевые	Узлы трения, работающие при температуре от -30 до +130 °С в условиях повышенной влажности среды; в достаточно мощных механизмах обеспечивают работоспособность узлов при температуре -40 °С
Ж	Термостойкие	Узлы трения, работающие при температуре свыше +150 °С
Н	Низкотемпературные	Узлы трения, работающие при температуре ниже -40 °С
И	Противозадирные и противоизносные	Подшипники качения при контактных напряжениях 250 кПа и подшипники скольжения при удельных нагрузках более 15 кПа; содержат противозадирные и противоизносные присадки или твердые добавки
Х	Химически стойкие	Узлы трения, имеющие контакт с агрессивными средами

Продолжение табл. 3.7

1	2	3
П	Приборные	Узлы трения приборов и точных механизмов
Т	Редукторные	Зубчатые и винтовые передачи всех видов
Д	Прирабочные пасты	Сопряжения поверхности с целью облегчения сборки, предотвращение задиоров и ускорение приработки
У	Узкоспециализированные	Узлы трения, смазки для которых должны удовлетворять дополнительные требования, не предусмотренные в вышеперечисленных подгруппах
Б	Брикетные	Узлы поверхности скольжения с устройствами для использования смазок в виде брикетов
Консервационные (предотвращение коррозии металлических изделий и механизмов при хранении, транспортировке и эксплуатации)		
З		Металлические изделия и механизмы всех видов, за исключением стальных канатов и изделий, требующих использования консервационных масел для твердых покрытий
Уплотнительные (герметизация задиоров, облегчение сборки и разборки арматуры, сальниковых устройств, резьбовых, разъемных и подвижных соединений, в том числе вакуумных систем)		
А	Арматурные	Запорная арматура и сальниковые устройства
Р	Резьбовые	Резьбовые соединения
В	Вакуумные	Подвижные и разъемные соединения и уплотнения вакуумных систем
Канатные (предотвращение износа и коррозии стальных канатов)		
К		Стальные канаты и тросы органические сердечники стальных канатов

Таблица 3.8

Типы и индексы загустителей смазок

Загуститель	Индекс
Мыло	М
Алюминиевое	Ал
Бариевое	Ба
Кальциевое	Ка
Литиевое	Ли
Натриевое	На
Свинцовое	Св
Цинковое	Цн
Комплексное	кМ
Смесь мыл	М ₁ - М ₂
Твердые углеводороды	Т
Органические вещества	О
Пигменты	Пг
Полимеры	Пм
Уретаны	Ур
Фторопласты	Фу
Неорганические вещества	Н
Глины (бентонит и др.)	Бн
Сажа	Сж
Силикагель	Си

Таблица 3.9

Типы и индексы дисперсной среды (масла)

Дисперсная среда	Индекс
Минеральное масло	н
Синтетические углеводороды	у
Силиконовые жидкости	к
Эфиры	э
Галогенуглеводородные жидкости	ж
Фторсилоксаны	ф
Перфторалкиловые полиэфиры	а
Другие масла и жидкости	п

Индексы твердых присадок

Твердые присадки	Индекс
Графит	Г
Дисульфид молибдена	Д
Порошок	
свинцовый	С
медный	М
цинковый	Ц
Другие твердые присадки	Т

- рекомендуемый интервал рабочей температуры. В числителе указывается минимальная рабочая температура (в десятках градусов, без минуса), а в знаменателе - максимальная рабочая температура (в десятках градусов), например, 3/12 обозначает, что смазка работоспособна от - 30 °С до + 120 °С;

- дисперсную среду - базовое масло, обозначенное строчной буквой русского алфавита (табл. 3.9). Если смазка изготовлена на основе одного минерального масла, его обозначение опускается, а если на основе двух масел, то рядом приводятся два соответствующие обозначения;

- твердые присадки, если такие имеются в смазке. Обозначаются строчной буквой русского алфавита и отделяются черточкой от стоящего впереди знака; обозначения твердых присадок приведены в табл. 3.10;

- индекс класса консистенции, который определяется по пенетрации смазки, как и номера консистенции по NLGI, ГОСТ дополнительно ввел класс консистенции 7, пенетрация которой <70.

Образец обозначения смазки по ГОСТ 23258-78:

СКа 2/8 - 2

- **С** - смазка общего назначения;

- **Ка** - загуститель - кальциевое мыло;

- **2/8** - интервал рабочей температуры: от - 20 °С до + 80 °С;

- индекс дисперсной среды отсутствует. Это означает, что смазка изготовлена на основе минерального масла (буква «н» отсутствует);

- твердые присадки отсутствуют;

- **2** - индекс класса консистенции - 2.

4. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ГРУППЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ СМАЗОК

Важность отдельных свойств смазок для смазки узлов автомобиля показана в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Важность отдельных свойств смазок для применения в узлах автомобилей

Свойства	Подшипники колес	Шарниры	Ходовая часть	Долговечная смазка	Универсаль- ная смазка
Механическая стабильность	++	+	++	++	++
Высокая рабочая температура	++	+	+	+	++
Стойкость к окислению	++	+	++	++	++
Уменьшение трения и износа	+	++	++	++	++
Уменьшение коррозии	+	+	++	++	+
Стойкость к вымыванию	+	+	++	++	+

Примечание: очень важно (++), важно (+).

4.1. Зарубежные смазки

Эксплуатационные группы автомобильных смазок, обладающие определенными свойствами, необходимыми для ухода за автомобилями, описаны в документах NLGI и SAE (SAE J310 JUN93).

Смазки для подшипников колес.

По сравнению с шариковыми подшипниками в роликовых деформация сдвига в 4 раза больше, поэтому смазки для роликовых подшипников должны обладать повышенной механической стабильностью.

Смазки для подшипников колес с дисковыми тормозами.

Подшипники передних колес с дисковыми тормозами могут

значительно нагреваться (до + 160 °С, а кратковременно - до + 200 °С), особенно в тяжелых автомобилях (автобусах, тягачах) и при езде в городе, в горах. Смазки для них должны обладать термической стабильностью. По требованиям ASTM D 4950 такие смазки должны иметь категорию качества NLGI GC или хотя бы NLGI GB, т.е. не менять своих свойств в ходе 40...80-часовой работы при температуре + 160 °С. Для этих целей применяются литиевые, литиевые комплексные, бентонитовые и др. высокотемпературные смазки большой механической стабильности.

Европейские изготовители не обозначают смазки знаками категории NLGI. О пригодности смазок для европейских тяжелых автомобилей в суровых рабочих условиях можно судить только по указаниям описаний смазок производителей.

Смазки для автомобильного водяного насоса.

В подшипниках водяного насоса автомобиля тяжелые рабочие условия: постоянно высокая температура (около + 80 °С) и большая вероятность вымывания водой.

Противозадирные смазки.

Противозадирные смазки используются для смазывания сильно нагруженных узлов трения, не имеют специального знака NLGI, но должны иметь подтверждение о соответствии конкретным эксплуатационным требованиям. Показатели качества должны быть проверены испытаниями: EP Timken и (или) испытания на четырех шариковой машине терния. Часто в состав этих смазок входят моющие и диспергированные неорганические присадки - дисульфид молибдена и др. Такие смазки относят к многофункциональным автомобильным смазкам, которые применяются для смазывания подшипников, седла соединения и других сильно нагруженных узлов, в коммерческих, сельскохозяйственных и строительных машинах. Обычно в названиях марок таких смазок бывают буквы «EP», и они без труда отличаются от других смазок.

Смазки для ШРУС.

Для переднего моста используются фиксированные и подвижные подшипники. Для них применяются автомобильные смазки, имеющие категорию ходовой части с противозадирными присадками EP (смазки шарниров одинаковой угловой скорости). Основные требования к качеству: подавление изнашивания, хо-

рошие разделяющие свойства и долговечность. При объединении этих шарниров со ступицей колес и с дисковыми тормозами возрастают требования к термостойкости.

В задние мосты новых автомобилей VW, Audi, Ford и др. ставятся трехчленные подвижные валовые шарниры, которые должны смазываться смазками, обладающими не только противоизносными и разделяющими свойствами, но и меньшим коэффициентом трения. Таких смазок пока мало, они чаще всего изготавливаются на основе уретанных загустителей.

При выборе смазок для шарниров равной угловой скорости, и особенно для трехчленных подвижных валовых шарниров, необходимо получить подтверждение производителей о пригодности смазки для этих целей.

Универсальные автомобильные смазки МР.

Универсальные смазки МР (multipurpose greases) предназначены для смазывания ходовой части, подшипников колес и других узлов автомобиля. В американских спецификациях (ASTM D 4950 и SAE J310 JUN93) многофункциональные смазки МР выделяются в отдельную категорию качества, соответствующую двойной наивысшей категории качества NLGI LB-GC. В Европе этим смазкам присваивается название многофункциональной, универсальной автомобильной смазки (англ. Multi Purpose, multipurpose, МР, нем. Mehrzweckfette). Поэтому потребителям следует получить дополнительную гарантию поставщика на конкретную универсальную смазку о ее пригодности для более тяжелых условий эксплуатации.

Долговечные смазки ELI.

Долговечные смазки ELI (ELI greases, extended lubrication interval greases) отличаются повышенной окислительной, термической, механической и структурной стабильностью. Используются в узлах трения автомобиля, когда не предусмотрено дополнительное или повторное смазывание. Такие смазки должны служить без изменения своих основных эксплуатационных свойств на протяжении всего срока эксплуатации машины.

Смазки для опорной плиты тягача.

Работа седлового соединения тягачей характеризуется интенсивным питтинговым и абразивным изнашиванием и постоянным действием вибрации. Для его смазывания применяются во-

достоинские смазки, содержащие дисульфид молибдена. Для смазывания седла тягачей следует использовать смазки, рекомендуемые изготовителем, в описаниях которых должна быть соответствующая отметка: смазка для седлового соединения.

4.2. Автомобильные смазки стран СНГ

В основных узлах трения автомобилей (ступицы колес, подвеска, рулевое управление) применяют смазки общего назначения: Солидол С, 1-13, графитную и др. В последнее время для легковых и грузовых автомобилей всех марок успешно используют многоцелевую смазку Литол-24. Эта смазка допущена к применению во всех узлах трения автомашин, тракторов, инженерных и сельскохозяйственных машин взамен солидолов констамма, смазки 1-13, АМ-карданной и других смазок общего назначения, за исключением графитной смазки.

Прогрессивным направлением является использование в отдельных узлах трения автомобилей несменяемых смазок ЛСЦ-15 ЛЗ-31, № 58 и др. Бессменная работа смазки зависит в первую очередь не от ее свойств, а от рациональной конструкции узла трения. При надежной герметизации срок службы большей части пластичных смазок в узле может достигать нескольких лет. При этом температура, скорость и нагрузки должны соответствовать типу смазки.

Ассортимент, области применения и основные эксплуатационные свойства пластичных смазок для автотранспортных средств приведены в табл. 4.2 и 4.3.

Таблица 4.2

**Ассортимент, области применения и основные свойства пластичных смазок для
автотранспортных средств стран СНГ**

Смазка ГОСТ, ТУ	Состав	Область применения. Основные свойства	Заменитель
Антифрикционные смазки: общего назначения для обычных температур			
Солидол С Пресс-солидол С ГОСТ 4366-76	Смесь масел кислотно-щелочной (70 %) и селективной очистки (30 %), загущенная кальциевыми мылами кубовых остатков (С ₂₀ и выше) и низкомолекулярных СЖК С ₅ - С ₆	Относительно грубые узлы трения механизмов и машин, транспортных средств, сельхозтехники, ручной и др. инструмент. Шарниры, винтовые и цепные передачи, тихоходные шестеренчатые редукторы. Хорошие водостойкость, коллоидная стабильность, защитные свойства. Работоспособность от -30 до +65 °С. В мощных механизмах от -50 °С (подшипники, шарниры)	Солидол Ж Литол-24
Солидол Ж Пресс-солидол Ж ГОСТ 1033-79	Смесь нефтяных масел средней вязкости, загущенная кальциевыми мылами жирных кислот, входящих в состав природных (растительных и животных) жиров	Та же, что Солидол С. Характеристики близки к синтетическим солидолам. Лучше вязкостно-температурные свойства. Работоспособность от -30 до +65 °С. В мощных механизмах (подшипники, шарниры) от -50 °С	Литол-24 Униол-1
Графитная ГОСТ 3333-80	Высоковязкое нефтяное масло, загущенное кальциевым мылом с добавлением 10 % графита	Узлы трения скольжения тяжелонагруженных тихоходных механизмов. Рессоры, подвески тракторов и машин, открытые передачи, шестеренки, опера буровых долот. Работоспособность от -20 до +70 °С; допускается к применению ниже -20 °С в рессорах и аналогичных устройствах	Солидол С Солидол Ж Литол-24 с 10 % графита
общего назначения для повышенных температур			
1-13 ТУ 38.5901257-90	Смесь нефтяных масел низкой и средней вязкости, загущенная натриевым мылом жирных кислот, входящих в состав касторового масла; содержит немного кальциевого мыла тех же кислот	Разнообразные подшипники качения, режущие скольжения, подшипники электродвигателей, ступиц автомобилей и т.п. Водостойкость низкая. Эмульгируется и растворяется в воде. Работоспособность от -20 до +110 °С	Литол-24

Консталин ГОСТ 1957-73	Цилиндровое масло, загущенное натриевыми мылами касторового масла	Узлы трения вентиляторов, литейных машин и доменных и цементных печей, подшипников качения на ж/д транспорте и др. Водостойкость низкая. Эмульгируется и растворяется в воде. Работоспособность от -20 до +110 °С	Литол-24
Литин-2 ТУ 0254-311-00148820-96	Минеральное масло, загущенное литиевым мылом 12-оксистеариновой кислоты и аэросилон; содержит антиокислительную, противозадирную, адгезионную и противокоррозионную присадки	Игольчатые подшипники карданных шарниров и др. узлов автомобилей. Высокие трибологические свойства. Работоспособность при температуре от -40 до +120°С	Литол-24
Многоцелевые смазки			
Литол-24 ГОСТ 21150-87	Нефтяное масло вязкостью 60...75 мм ² /с при 50 °С, загущенное литиевым мылом 12 - гидрооксистеариновой кислоты; содержит антиокислительную и вязкостную присадки	Все типы подшипников качения и скольжения, шарниры, зубчатые и иные передачи, трущиеся поверхности колесных и гусеничных транспортных средств, промышленных механизмов, электромашин. Высокие коллоидная химическая и механическая стабильности, водостойкая даже в кипящей воде; при нагревании не упрочняется. Работоспособность от -40 до +120 °С, в течение продолжительного времени сохраняет работоспособность при +130 °С	Литол-24РК Алюмол Зимол
Литол-24РК	Смесь нефтяных масел, загущенная литиевым мылом гидрооксистеариновой кислоты, содержит антикоррозионную, вязкостную и антиокислительную присадки	Подшипники качения и скольжения всех типов, шарниры, зубчатые и др. передачи, поверхности трения колесных и гусеничных транспортных средств, промышленных механизмов, электрических машин и др. Водостойкая, антикоррозионная, рабоче-консервационная, обеспечивает консервацию в течение 10 лет. Работоспособна при температуре от -40 до +120 °С	Литол-24 Зимол
ФИОЛ-1 ТУ 38 УССР 201247-80	Смесь нефтяных масел, загущенная литиевым мылом 12 - гидрооксистеариновой кислоты; содержит вязкостную и антиокислительную присадки	Узлы трения, смазываемые через пресс-масленку или от централизованной системы подачи смазки; гибкие валы или тросы управления в оболочках; маломощные редукторы, легконагруженные малогабаритные подшипники качения и т.п. Водостойкая. Работоспособность при температуре от -40 до +120 °С	ФИОЛ-2

<p>ФИОЛ-2 ТУ 38 УССР 201188-79</p>	<p>Смесь нефтяных фракций, загущенная литиевым мылом 12-гидроксистеариновой кислоты; содержит вязкостную и антиокислительную присадки</p>	<p>Подшипники качения и скольжения, зубчатые передачи промышленных машин и механизмов, передачи станков, конвейеров и др. аналогичных устройств, работающих при малых и средних нагрузках. Водостойкая, работающая при температуре от -40 до +120 °С</p>	<p>Литол-24</p>
<p>ФИОЛ-2М ТУ 38 101233-75</p>	<p>По составу близка к смазке ФИОЛ-2, дополнительно содержит дисульфид молибдена</p>	<p>Легконагруженные малогабаритные подшипники качения и скольжения автомобильного электрооборудования, высокооборотные подшипники электроверетен; оси октанкорректора (прерывателя распределителя) автомобилей. Водостойкая, улучшенные противоизносные и противозадирные свойства по сравнению с ФИОЛ-2. Работает при температуре от -40 до +120 °С</p>	<p>ВНИИ НП-242 ФИОЛ-2У</p>
<p>БНЗ-3 ТУ 38 УССР 201357-80</p>	<p>Нефтяное масло средней вязкости, загущенное литиевым мылом стеариновой и жирных кислот касторового масла; содержит антиокислительную и противоизносную присадки</p>	<p>Закрытые роликовые опоры конвейеров, механизмы экскаваторов, бурильных станков, бульдозеров в горно-рудной промышленности. По противоизносным свойствам уступает несколько смазке ФИОЛ-2М. Работоспособна при температуре от -30 до +110 °С</p>	<p>Литол-24</p>
<p>Алюмол ТУ 38 5901182-89</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное комплексным алюминиевым мылом, содержит антиокислительную, антикоррозионную и противоизносную присадки</p>	<p>Подшипники и другие узлы трения машин и механизмов. Водостойкая, хорошие адгезионные свойства. Работоспособна при температуре от -40 до +150 °С</p>	<p>Литол-24 УНИОЛ-1</p>
<p>ЛКМтранс-2 ТУ У00149943.490 -96</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная комплексным литиевым мылом; содержит многофункциональные присадки</p>	<p>Узлы трения транспортных средств и промышленного оборудования. Водостойкая, антикоррозионная, высокие термическая, механическая стабильности, антикоррозионные и смазывающие свойства. Работоспособна при температуре от -40 до +150 °С, кратковременно до +170 °С</p>	<p>Литол-24 (до 130 °С)</p>
<p>Таврол-2 ТУ У00149943.445 -96</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная литиевым мылом жирных кислот, содержит вязкостную, антиокислительную, противоизносную присадки</p>	<p>Узлы трения промышленных установок и транспортных средств. Антифрикционная, многоцелевая. Работоспособна при температуре от -40 до +120 °С</p>	<p>Литол-24</p>

Герметин ТУ 301-04-003-90	Литиевая смазка	Узлы трения различных машин и оборудования; герметизация пробковых кранов бытовой газовой аппаратуры. Водостойкая, антифрикционная, многоцелевая. Работоспособна при температуре от -40 до +130 °С	Литол-24 Солидол С Солидол Ж Пресс-солидол 1-13 Консталин ФИОЛ-1 ФИОЛ-2 БНЗ-3
Термостойкие смазки			
ЦИАТИМ-221 ГОСТ 9433-80	Кремнийорганическая жидкость, загущенная комплексным мылом. Содержит антиокислительную присадку	Подшипники качения электромашин, систем управления и приборов с частотой вращения до 1000 мин ⁻¹ , агрегатные подшипники летательных аппаратов, узлы трения и сопряженные поверхности «кристалл-резина», работающие в вакууме. Нерастворима в воде, гигроскопична. Низкие противоизносные свойства. Химически стойкая. Инертная к резине и полимерам. Работоспособна в интервале температур от -60 до +150 °С при давлении 665,5 Па	ВНИНП-207 (до -40 °С) ЦИАТИМ-221с
УНИОЛ-2М/1 ТУ 38 5901243-92	Нефтяные остаточные масла, загущенные комплексным кальциевым мылом. Содержит антиокислительную и противоизносную присадки	Узлы трения промышленного оборудования, туннельных печей, горячих конвейеров, горнодобывающего оборудования, автотранспортной, сельскохозяйственной техники, городского электротранспорта, керамического производства. Гигроскопична. Склонна к влагоупрочению. Хорошие коллоидная, механическая, химическая и термическая стабильности, противозадирные и противоизносные характеристики. Работоспособна при температуре от -40 до +160°С	УНИОЛ-2 Алюмол
ВНИНП-207 ГОСТ 19774-74	Смесь кремнийорганической жидкости и синтетического углеводородного масла, загущенная комплексным мылом. Содержит антиокислительную присадку	Подшипники качения электрических машин и стартер-генераторов с частотой вращения до 10000 мин ⁻¹ . Водостойкая, гигроскопичная, повышенная термоокислительная стабильность. Работоспособна при остаточном давлении 666,5 Па и температуре от -60 до +200 °С	ЦИАТИМ-221 (до 150 °С)

<p>БНЗ-4 ТУ 38 УССР 201197-80</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное модифицированным силикогелем, содержит антиокислительную и другие присадки</p>	<p>Узлы трения, соприкасающиеся с парами воды и агрессивных веществ, вертикальные и наклонные узлы трения промышленных машин, подшипники конвейеров сушильных камер на машиностроительных заводах. Высокие термическая и механическая стабильности, хорошие консервационные свойства. Работоспособна от -40 до +160 °С</p>	<p>БНЗ-5 Силикон</p>
<p>БНЗ-5 ТУ 38 УССР 201197-80</p>	<p>По составу близка к смазке БНЗ-4, однако содержит в 3 раза меньше загустителя</p>	<p>Малонагруженные подшипники качения промышленных механизмов с системами централизованной подачи смазки, цепные приводы и передачи. По основным свойствам близка к полужидким смазкам. Работоспособна при температуре от -50 до +160 °С</p>	
<p>ЦИАТИМ-203 ГОСТ 8773-73</p>	<p>Нефтяное трансформаторное масло, загущенное литиевым мылом технического саломаса и осерненного асида; содержит вязкостную и противозадирную присадки</p>	<p>Зубчатые, червячные передачи редукторов опоры скольжения и подшипники качения; различные силовые приводы, винтовые пазы, нагруженные редукторы, механизмы, эксплуатируемые на открытых площадках, узлы трения автомобилей. Превосходит ЦИАТИМ-201 по химической и коллоидной стабильностям, водостойкости и противоизносным характеристикам. Работоспособна при температуре от -50 до +100 °С</p>	<p>Эра Зимол</p>
<p>ГОИ-54п ГОСТ 3276-89</p>	<p>Маловязкое нефтяное масло, загущенное церезином, содержит антиокислительную присадку</p>	<p>Малонагруженные узлы трения, в том числе механизмы артиллерийских орудий, консервация механизмов и приборов. Высокие защитные свойства. По коллоидной и химической стабильности, водостойкости превосходит другие низкотемпературные смазки. Стабильна при хранении (10 лет). Защищает от коррозии до 5 лет. Работоспособна при температуре от -40 до +50 °С</p>	<p>Лита МЗ</p>
<p>Лита ТУ 38 101808-90</p>	<p>Маловязкое нефтяное масло, загущенное стеаратом лития и церезина</p>	<p>Узлы трения машин и механизмов, эксплуатируемых под открытым небом, механизмы переносного инструмента с электрическим или механическим приводом. Высокая водостойкость, хорошие консервационные свойства. Низкая механическая стабильность. Работоспособна при температуре от -50 до +100 °С</p>	<p>Зимол</p>

Зимол ТУ 38 УССР 201285-82	Средневязкостное, высоко индексное низкотемпературное нефтяное масло, загущенное гидроксистеаратом лития. Содержит антиокислительную, антикоррозионную присадки и антифрикционную добавку	Узлы трения любых типов транспортных средств и инженерной техники, эксплуатируемых в районах с особо холодным климатом. Высокие механическая и химическая стабильности, водостойкость. Хорошие противоизносные и защитные свойства, всесезонная. Работоспособна при температуре от -50 до +130 °С	Лита (до 100 °С) ЦИАТИМ-201 (до 90 °С)
Редукторные смазки (полужидкие)			
ЦИАТИМ-208 ГОСТ 16422-79	Смесь нефтяных масел, загущенная кальциевыми мылами нафтеновых кислот и кислот окисленного петролатума	Тяжелонагруженные редукторы, червячные и зубчатые передачи гусеничной техники. Хорошая адгезия и водостойкость, работоспособна долгое время в герметизированных узлах трения при температуре от -40 до +70 °С	Трансол-200 Редуктол
СТП-Л СТП-3	Нефтяные масла, загущенные октолом и гидроном масляным. Содержит противоизносные присадки	Зубчатые передачи тяжелых редукторов тепловозов. СТП-Л - летняя при от -5 до +50 °С СТП-3 - зимняя при от -50 до +50 °С	Трансол-100 Трансол-200
Трансол-200 ТУ 38 УССР 201352-84	Нефтяное масло, загущенное гидроксистеаратом лития. Содержит антикоррозионную, антиокислительную, вязкостную и противозадирную присадки	Цилиндрические и планетарные редукторы, работающие с максимальными удельными нагрузками в зацеплении до 2000 МПа. Высокие противозадирные свойства и химическая стабильность. Работоспособна при температуре от -30 до +130 °С	Трансол-100
ЛЗ-ПЖЛ-09 ТУ 0254-312- 001488220-96	Нефтяное масло, загущенное литиевым мылом 12-оксистеариновой кислоты; содержит антиокислительную, противоизносную, противозадирную, адгезионную присадки и дисульфид молибдена	Шарниры равных угловых скоростей промежуточного вала автомобиля ВА3-21213. Обеспечивает работоспособность ШРУС в течение всего срока службы автомобиля. Работоспособна при температуре от -40 до +120 °С	
Автомобильные смазки			
Литин-2 ТУ 0254-311- 00148820-96	Минеральное масло, загущенное литиевым мылом 12-оксистеариновой кислоты и аэросилом; содержит антиокислительную, противоизносную, противозадирную, адгезионную и противокоррозионную присадки	Игольчатые подшипники карданных шарниров и др. узлов автомобилей. Высокие трибологические и адгезионные свойства. Работоспособна при температуре от -40 до +120 °С	Литол-24

АМ-карданная	Нефтяное масло средней вязкости, загущенное натриевым мылом кислот саломаса хлопкового касторового масел и канифоли	Шарниры карданов постоянной угловой скорости передних ведущих мостов автомобилей. Вымывается из узлов трения, низкая механическая стабильность. Работоспособна при температуре от -10 до +100 °С	ШРУС-4 Литол-24
Литол 459/5 ТУ 38 101207-75	Нефтяное масло, загущенное литиевым мылом стеариновой и 12-гидрооксистеариновой кислот. Содержит антиокислительную присадку	Прерыватель распределителя зажигания автомобилей. Водостойкая. Работоспособна при температуре от -40 до +120 °С (кратковременно до +130 °С)	
ЛСЦ-15 ТУ 38 УССР 201224-80	Смесь нефтяных масел, загущенных литиевым мылом кислот гидрированного касторового масла. Содержит антиокислительную, вязкостную присадки и оксид цинка	Шарниры и оси приводов акселератора, рычаги выключения, шлицевые соединения, механизмы стеклоподъемников автомобилей, узлы трения промышленного оборудования. Водостойкая. Высокие термическая, коллоидная, механическая и антиокислительная стабильности. Хорошие консервационные свойства. Обеспечивает полный ресурс работы узлов. Работоспособна при температуре от -40 до +130 °С	Литол-24
Дисперсол-1 ТУ 38 УССР 2011144-72	Нефтяное масло, загущенное комплексным кальциевым мылом стеариновой, 12-гидрооксистеариновой и уксусной кислот и церезином, содержит уайт-спирит	Механизмы стеклоподъемников, замки, двери и другие детали автомобилей. Гигроскопична, работоспособна при температуре от -40 до +100 °С	МЗ-10
ШРБ-4 ТУ 38 УССР 2011434-77	Нефтяное масло, загущенное комплексным бариевым мылом кислот хлопкового масла, СЖК гидрооксистеариновой и уксусной кислот, содержит антиокислительную присадку	Шаровые шарниры передней подвески, наконечники тяг рулевого управления автомобилей (на весь срок службы). Водостойкая. Не вызывает набухания резины. Волокнистая текстура, высокие противозадирные свойства. Работоспособна при температуре от -40 до +130 °С	ШРУС-4 Лимол
ШРУС-4 ТУ 38 УССР 201312-81	Нефтяное масло, загущенное гидрооксистеаратом лития; содержит антиокислительную и противозадирную присадки, а также антифрикционные добавки	Шарниры равных угловых скоростей полноприводных автомобилей и др. узлы трения. Водостойкая, высокие механическая и антиокислительная стабильности, противоизносные и противозадирные характеристики, низкая испаряемость. Работоспособна от -40 до +120 °С	№ 158

<p>ФИОЛ-2У ТУ 38 УССР 201312-81</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная гидроксистеаратом лития; содержит антиокислительную присадку и антифрикционную добавку</p>	<p>Игольчатые подшипники крестовин карданного вала автомобилей и другой наземной техники. Высокие антиокислительная, механическая и коллоидная стабильности, хорошие противоизносные и противозадирные характеристики. Водостойкая. Работоспособна при температуре от -40 до +120 °С</p>	<p>ШРУС-4 № 158</p>
<p>№ 158 ТУ 101320-77</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное литиево-калиевым мылом касторового масла и канифоли, содержит антиокислительную присадку и индиантрен</p>	<p>Подшипники качения автотракторного оборудования, игольчатые подшипники карданных шарниров непостоянной угловой скорости. Хорошие антиокислительная и механическая стабильности, противоизносные характеристики, водостойкость - удовлетворительная. Работоспособность при температуре от -30 до +120 °С</p>	<p>ШРУС-4 ФИОЛ-2У</p>
<p>ЛЗ-31 ТУ 38 1011144-88</p>	<p>Сложный эфир, загущенный стеаратом лития. Содержит антиокислительную и антикоррозионную присадки</p>	<p>Подшипники качения закрытого типа на весь срок службы. Хорошие антиокислительная стабильность и антикоррозионные свойства, низкая испаряемость, высокие противоизносные свойства. При контакте с водой дисперсионная среда гидролизует. Работоспособность при температуре от -40 до +120 °С</p>	<p>ШРУС-4 ЛДС-3 Литол-24</p>
<p>КСБ ТУ 38 УССР 201115-76</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное натриевым мылом стеариновой кислоты и кислот саломаса; содержит антиокислительную и противоизносную присадки, медную пудру и др. добавки</p>	<p>Контакты электрического переключателя - указателя поворотов автомобиля. Токопроводящая, предотвращает искрение в контактах и снижает радиопомехи. Обеспечивает полный ресурс работы узлов трения. Работоспособна при температуре от -30 до +120 °С</p>	
<p>МЗ-10 ТУ 38 101622-76</p>	<p>Маловязкое нефтяное масло, загущенное стеаратом цинка и церезином, содержит вязкостную присадку и графит</p>	<p>Механизмы стеклоподъемников, замки и стопорные механизмы дверей автомобилей. Высокая адгезия и хорошие противоизносные и консервационные свойства. Работоспособна при температуре от -40 до +80 °С</p>	<p>ФИОЛ-2М Дисперсол-1</p>

Таблица 4.3

Основные характеристики физико-химических и эксплуатационных свойств пластичных смазок для автотранспортных средств стран СНГ

Товарная марка	Температура каплепадения, °С	Пенетрация при 25 °С, 10 ⁻¹ мм	Предел прочности при 20 °С, Па	Вязкость при 0 °С и 10 с ⁻¹ , Па·с	Коллоидная стабильность, %, не более
Антифрикционные смазки:					
общего назначения для обычных температур					
Солидол С	85...105	260...310	300...700	200	5
Пресс-солидол С	85...90	310...350	70...200	10	10
Солидол Ж	75...87	230...290	300...600	250	13
Графитная	77...85	250...280	300...700	100	5
общего назначения для повышенных температур					
1—13	≥ 120	180...250	500...1000	500	20
Консталин	≥ 130	225...275	150...300	500	20
Литин-2	-	-	-	-	-
Многоцелевые смазки					
Литол-24	≥ 185	220...250	500...1000	280	12
Литол-24РК	≥ 180	200...250	450...1100	280	12
ФИОЛ-1	≥ 185	310...340	> 250	200	25
ФИОЛ-2	≥ 180	265...295	> 300	250	16
ФИОЛ-2М	≥ 170	265...295	> 300	250	15
БНЗ-3	≥ 230	230...280	550...770	500	15
Алюмол	≥ 210	220...250	500...1000	280	12
ЛКМтранс-2	≥ 170	250...290	> 500	280	10
Таврол-2	≥ 180	230...280	> 450	280	15
Герметин	-	220...280	> 200	-	5
Термостойкие смазки					
ЦИАТИМ-221	≥ 200	280...360	250...450	800	7
УНИОЛ-2М/1	≥ 200	280...320	200...500	160	10
ВНИИНП-207	≥ 250	220...245	250...500	180	7
БНЗ-4	≥ 250	265...295	400...420	150	12
БНЗ-5	≥ 230	400...430	-	100	-
Низкотемпературные смазки					
ЦИАТИМ-203	≥ 160	250...300	350...700	100 (-30°С)	10
ГОИ-54п	≥ 60	200...245	200...600	1200 (-	15
Лита	≥ 170	240...265	550...750	40°С)	20
Зимол	≥ 190	240...290	300...1000	1000 (-	20
				30°С)	
				2000 (-	
				50°С)	
Редукторные смазки (полужидкие)					

ЦИАТИМ-208	-	300...350	-	18000	-
СТП-Л	≥ 25	-	-	-	-
СТП-3	80...100	-	-	-	-
Трансол-200	≥ 150	400...430	-	1400 (-	30
ЛЗ-ПЖЛ-00	≥ 160	400...440	-	30°C)	-
				-	

Продолжение табл. 4.3

Автомобильные смазки					
Литин-2	≥ 190	265...295	-	-	10
АМ-карданная	≥ 115	220...270	500...700	300	15
Литол 459/5	≥ 195	180...190	≥ 1900	580	6
ЛСЦ-15	≥ 185	250...280	≥ 500	280	15
ШРБ-4	≥ 230	265...295	≥ 200	80	10
ШРУС-4	≥ 190	250...280	300...700	250	16
ФИОЛ-24	≥ 180	255...295	≥ 300	170	12
№158	≥ 132	310...340	150...500	400	23
ЛЗ-31	≥ 188	220...250	500...620	280	12
КСБ	≥ 170	245...275	300...800	400	8
ДТ-1	≥ 110	315...345	≥ 150	230	12
Дисперсол-1	≥ 85	270...310	-	-	15
МЗ-10	≥ 70	265...295	≥ 210	70	8

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника: Пособие для конструктора. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1999. - 329 с.
2. Грамолин А.В., Кузнецов А.С. Топливо, масла, смазки, жидкости и материалы для эксплуатации и ремонта автомобилей. - М.: Машиностроение, 1995. - 64 с.
3. Егоров Ю.И., Нарбут А.Н. Толковый словарь по автомобильному транспорту. Основные термины. - М.: Рус. яз. 1989. - 288 с.
4. Карасик И.И. Методы трибологических испытаний в национальных стандартах стран мира. - М.: Центр «Наука и техника», 1993. - 321 с.
5. Кламанн Д. Смазки и родственные продукты. Синтез. Свойства. Применение. Международные стандарты.: Пер. с англ. / Под ред. Ю.С. Заславского. - М.: Химия, 1988. - 488 с.
6. Нефтепродукты для сельскохозяйственной техники / В.А. Борзенков, М.А. Воробьев, Н.А. Кузнецов, А.Н. Никифоров. - М.: Химия, 1988. - 288 с.
7. Сафонов А.С., Ушаков А.И., Юсковец Н.Д. Автомобильные эксплуатационные материалы. - СПб.: Гидрометеиздат, 1998. - 223 с.
11. Сеницын В.В. Пластичные смазки в СССР. - М.: Химия, 1984. - 192 с.
8. Смазочные материалы: Антифрикционные и противоизносные свойства. Методы испытаний: Справочник / Р.М. Матвеевский, В.Л. Лашхи, И.А. Буяновский и др. - М.: Машиностроение, 1989. - 224 с.
9. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Справочник / И.Г. Анисимов, К.М. Бадыштова, С.А. Бнатов и др. - М.: Издательский центр «Техинформ», 1999. - 596 с.
10. Химия нефти и газа: Учеб. пособие для вузов / А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Химия, 1989. - 424 с.
11. R. Baltenas, L. Sologubas, R. Sologubas. Automobiliu degalai ir tepalai, TEV, Vilnius, 1998. - 415 p.
12. A.J. Caines, R.F. Haycock. Automotive Lubricants Reference Book. Mechanical Engineering Publications Ltd., London, Bury St. Edmonds, 1996. - 706 p.
13. ANEP 99. European Petroleum Year Book. Vol. 32. Urban-Verlag, Hamburg, 1999. - 354 p.
14. Financial Times Oil and Gas International Year Book 1995. Longman Group UK Ltd. Harlow, Essex, 1994. - 504 p.
15. J.G. Wills (Mobil Oil Corporation), Lubrication Fundamentals, Marcel Dekker, Inc., New York, NY, 1980.-465 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ADDINOL LUBE OIL GmbH
Пластичные смазки для автотранспорта

Торговое название	Назначение	Тип загустителя	Классификация DIN 51502	Вязкость базового масла при 40 °С, мм ² /С	Температура каплепадения, °С	Диапазон пенетрации, 0,1 мм
Всесезонная LM 2 EP LM 3 EP	Для смазывания подшипников качения и скольжения при всех скоростях, в расширенном диапазоне температур, при повышенных нагрузках. Также для длительного смазывания подшипников в электроприводах различного типа. Диапазон температур от - 40 до + 140 °С	Li-мыло	LM 2 EP: KP2N-40	105	>200	265...295
			LM 3 EP: KP3N-40	105	>200	220...250
Полужидкая SGA 600	Для смазывания нормально нагруженных коробок передач, хорошо капсулированных подшипников качения и скольжения в системах централизованной смазки. Диапазон рабочих температур от - 20 до + 80 °С	Na-мыло	G0F-20	170	110	
Полужидкая SGR 4-00-9 P	Для смазывания подшипников качения и скольжения, цилиндрических зубчатых передач в системах централизованной смазки. Диапазон рабочих температур от - 30 до + 100 °С	Органика	GP00G-30	140		400...430
Полужидкая LIC 000	Для однопроводных систем централизованной смазки грузовых автомобилей. Диапазон рабочих температур от - 30 до + 90 °С	Li/Ca-мыло	GP000E-30	40		445...475

Многоцелевая пластичная L2 L2G L3	Для смазывания и уплотнения подшипников качения и скольжения при всех скоростях, даже в случае прямого попадания воды; отлично подходят для защиты опор подшипников от загрязнений, коррозии и пр. Диапазон рабочих температур от - 30 до + 120 °С	Li-мыло	L2: K2K-30	90	190	265...295
			L2G: KF2K-30	90	190	265...295
			L3: K3K-30	90	190	220...250
Многоцелевая L2 MO	Для смазывания подшипников качения и скольжения при высоких механических нагрузках и низких/средних скоростях скольжения. Диапазон рабочих температур от - 30 до + 130 °С	Li-мыло	KPF2K-30	105	190	265...295
Многоцелевая L2 EP (Longlife- смазка)	Для длительного смазывания подшипников качения и скольжения любого типа при всех скоростях скольжения и одновременно очень высоком напряжении сжатия. Диапазон рабочих температур от - 20 до + 120 °С	Li-мыло	KP2K-20	180	190	280...295
Всесезонная LM2 LM3	Для смазывания подшипников качения и скольжения при скоростях до 500000 оборотов в минуту. Диапазон рабочих температур от - 40 до + 140 °С	Li-мыло	K2K-40	105	LM 2 >190	LM 2 265...295
					LM 3 >200	LM 3 220...250

BRITISH PETROLEUM**Пластичные смазки для автотранспорта**

BP	Назначение	DIN / NLGI	OEM's	Цвет	Тип загустителя	Тип базового масла	Кинемат. вязкость базового масла при 40 °С, мм²/с	Температура каплепадения, °С	Диапазон пенетрации, 0, 1 мм	Температурный диапазон применения, °С
Energrease SY 2202	Многоцелевая автомобильная и промышленная смазка	DIN KP2R-40		Желто-коричн.	Li-комплекс	Синтетическое	220	> 285	265...295	-40 +180
Energrease ZS 00	Автомобильные централизованные системы смазки	DIN KP 00 K-40; NLGI 00	MB 264	Зеленый	Li/Са-мыло		40	165	420...460	-40 +120
Energrease LCX 222	Подшипники в условиях высоких ударных нагрузок	DIN KP2N-30; NLGI 2		Светло-коричн.	Li-комплекс	Минеральное	200	> 260	265...295	-30 +140
Energrease LC 2	Подшипники колес при высокой температуре (кратковременно до 180 °С) и высокой нагрузке	DIN KP2P-30; NLGI 2		Коричн.	Li-комплекс		180	> 240	265...295	-30 +160 до +180
Energrease LC 2M	Тяжелонагруженные подшипники при умеренных скоростях вращения	DIN KPF2P-30		Темно-серый	Li-комплекс		320	285	265...295	-30 +175

Energrease LS-EP 9346	Подшипники колес, шасси при высоких нагрузках и низкой температуре	DIN KP2K-35; NLGI 2	MAN 283 Li-P 2; ZF	Коричн.	Li- мыло		100	195	265...295	-35 +140
Energrease LZ 2	Подшипники колес, шасси при высоких нагрузках	DIN KP2K-25; NLGI 2	MB 267	Коричн.	Li- мыло		100	195	265...295	-25 +120
Energrease LS-EP 2	Подшипники качения и скольжения при высоких и ударных нагрузках, ЦРУС трехшипового типа	DIN KP2K-20; NGLI 2		Коричн.	Li- мыло		180	195	265...295	-20 +140
Energrease LT 2	Подшипники колес при низкой температуре	DIN K2K-50; NGLI 2		Светло-коричн.	Li- мыло	Минеральное	15	194	265...295	-50 +120
Energrease L 2	Подшипники колес, шасси, водяные насосы, цепные передачи,	DIN K2K-25; NLGI 2		Светло-коричн.	Li- мыло		100	195	265...295	-25 +130
Energrease LS 2	Подшипники колес, шасси	DIN K2K-25; NLGI 2	MB 267	Светло-коричн.	Li- мыло		110	195	265...295	-25 +130
Energrease L 21 M	Подшипники колес при высоких нагрузках, шрус шарикового типа	DIN KF2K-25; NLGI 2		Черный	Li- мыло + MoS ₂		320	185	265...295	-25 +130
Energrease PR 9143	Тяжелонагруженные подшипники качения и скольжения автотехники	DIN KP2N-25; NGLI 2		Коричн.	Са-комплекс		150	> 300	265...295	-25 +140 до +180
Energrease HTG 2	Подшипники качения и скольжения всех типов при кратковременных температурах до 220 °С	DIN KP2N-20		Коричн.	Бентонит/ Полимер		170	> 300	265...295	-20 +150 до +220

RAVENOL

Пластичные смазки для автотранспорта

RAVENOL	Назначение	Международные спецификации	Цвет	Загуститель и наполнитель	Тип базового масла	Кинематическая вязкость базового масла при 40 °С, мм ² /с	Температура каплепадения, °С	Диапазон пенетрации, 0,1 мм	Температурный диапазон применения, °С
Super EP Langzeitfett	Долговечная универсальная пластичная смазка для автомобильных подшипников качения и скольжения всех типов и узлов шасси. Удлиненный интервал замены	DIN KP2 N-25 NLGI 2	Янтарный	Li - мыло	Минеральное	280	180	280	-25...+130
Walzlagerfett LI 86	Универсальная смазка для автомобильных подшипников качения и скольжения всех типов и узлов шасси	DIN K 3 N-25 NLGI 3	Светло-коричневый	Li - мыло		120	180	235	-25...+130
Amber Getriebefliepfett	Автомобильные централизованные системы смазки кроме Willy Vogel	DIN KP 0 G-2 NLGI 0	Зеленый	Li - мыло		200	165	370	-25...+100

Mehrzweckfett OML	Подшипники качения и скольжения всех типов	DIN K 2 K-25 NLGI 2	Янтарный	Li - мыло		120	180	280	-25...+130
Mehrzweckfett (с графитом)	Узлы трения скольжения тяжело нагруженных тихоходных механизмов, открытые зубчатые передачи	DIN KF 2 N-25 NLGI 2	Черный	Li - мыло и 3% графита		120	180	280	-25...+130
Mehrzweckfett (с MoS₂)	Для смазки шарниров равных угловых скоростей (ШРУСов) переднеприводных и полноприводных автомобилей	DIN KF 2 N-25 NLGI 2	Черный	Li - мыло и 3% дисульфида молибдена		120	180	280	-25...+130
KFZ-Fliepfett ZSA	Автомобильные централизованные системы смазки Willy Vogel	DIN MP 00 G-35 NLGI 00	Янтарный	Li- мыло		30	160	415	-35...+100
Hochleistung-fett (с MoS₂) VW TL 738	Для смазки узлов согласно предписания производителя техники	DIN KPF 1 N-40 NLGI 1	Черный	Li - мыло и 3% дисульфида молибдена		120	180	320...340	-40...+130


TEBOIL

Пластичные смазки для автотранспорта


TEBOIL	Назначение	NLGI	Загуститель и наполнитель	Кинематическая вязкость базового масла при 40 °С, мм ² /с	Температура каплепадения, °С	Температурный диапазон применения, °С
Universal M	Смазка, содержащая дисульфид молибдена (MoS ₂). Для смазывания шаровых шарниров, шеек и подпятников	NLGI 2	Li-мыло + MoS ₂	110	180	-30...+110
Multi-Purpose Grease	Универсальная смазка	NLGI 2	Li-мыло	110	185	-30...+110
Multi-Purpose EP	Универсальная смазка для подшипников колес, работающих под большими нагрузками (подшипники колес грузовых автомобилей)	NLGI 2	Li-мыло	200	185	-30...+120
Multi-Purpose HT	Универсальная смазка для подшипников скольжения и качения, работающих в условиях высоких нагрузок и высоких температур	NLGI 2	Li-комплекс	185	250	-30...+140
Universal CLS-1	Для централизованных систем смазки	NLGI 0,5	Li-комплекс	135	230	-30...+110
Universal CLS	Для централизованных систем смазки. Для транспортных средств, эксплуатируемых в условиях крайне низких температур	NLGI 00	Li-комплекс	115	170	-35...+110
O-Grease	Морозостойкая приборная смазка, на базе маловязкого минерального масла. Содержит противозадирную и антикоррозионную присадки.	NLGI 2	Li-мыло	7,5	180	-50...+80
Syntec Grease	Универсальная смазка на синтетическом базовом масле. Для подшипников скольжения и качения, работающих в широком диапазоне температур эксплуатации	NLGI 2	Li-комплекс	150	>260	-60...+140

TEXACO

Пластичные смазки для автотранспорта

 TEXACO	Назначение	Международная спецификации	Допуски OEM's	Цвет	Тип загустителя	Тип базового масла	Кинемат. вязкость базового масла при 40, °C, мм ² /с	Температура каплепадения, °C	Диапазон пенетрации, 0,1 мм	Температурный диапазон применения, °C
Multifak EP 2	Автомобильные подшипники	DIN KP2K-30 ISO-L-XCCFB 2 NLGI 2	Buba Stoff 085.21; MB 267	Коричневый	Li- мыло	Минеральное	185	195	265...295	-30...+140
Multifak 6833 EP 00	Автомобильные централизованные системы смазки	DIN KPOOK-40 ISO-L-XDDEB 00 NLGI 00	MB 264.0; MAN 283; Vogel	Светло-зеленый	Li/Ca-мыло		40	10	400...430	-40...+130
Nytex EP 2	Автомобильные подшипники и шарниры	DIN KP2N-30 ISO-L-XCEHB 2 NLGI 2	MB 265.1; Porsche; MAN 284 Li-H2; BMW; Timken; John Deere; Leyland GX	Зеленый	Li-комплекс		170	250	265...295	-35...+160
Starplex EP 2	Автомобильные подшипники и шарниры	DIN KP2N-30 ISO-L-XCEHB 2 NLGI 2	Volvo	Зеленый	Li-комплекс		185	250	265...295	-35...+160
Molytex EP 2	Автомобильные шарниры	DIN KPF2K-30 ISO-L-XCCFB 2 NLGI 2		Темно-серый	Li-мыло + MoS ₂		170	195	265...295	-30...+120

76 LUBRICANTS COMPANY
Пластичные смазки для автотранспорта

	Назначение	Классификация NLGI	Цвет	Загуститель и наполнитель	Кинематич. вязкость базового масла при 40 °С, мм ² /с	Температура каплепадения, °С	Диапазон пенетрации, 0,1 мм	Температурный диапазон при-менения, °С
Firebird Multi-purpose Grease	Автомобильные подшипники и шарниры	NLGI 2; NLGI GC-LB	Темно-синий	Li-комплекс	152	> 260	280	В соответствии с требованиями NLGI GC от -40 °С до +160 °С. Кратковременно до +200 °С
Unolife Grease	Автомобильные подшипники и шарниры	NLGI 2; NLGI GC-LB	Светло-синий	Полимочевина	126	271	280	
Multiplex EP Grease	Автомобильные подшипники и шарниры	NLGI 1; NLGI GC-LB	Темно-зеленый	Li-комплекс	152	271	325	
		NLGI 2; NLGI GC-LB					280	
Multiplex Red Grease	Автомобильные подшипники, шарниры и ШРУС	NLGI 1; NLGI GC-LB	Темно-красный	Li-комплекс	197	271	325	
		NLGI 2; NLGI GC-LB					280	
NASCAR High Performance Grease	Автомобильные подшипники, шарниры и ШРУС	NLGI 2; NLGI GC-LB	Фиолетовый	Li-комплекс +5% дисульфида молибдена	152	271	280	
Megaplex XD Grease	Автомобильные подшипники. ШРУС и шарниры (Caterpillar Multipurpose Molybdenum Grease)	NLGI 1; CAT MPGM NLGI GC-LB	Темно-серый	Li-комплекс +3% дисульфида молибдена	152	280	325	
		NLGI 2					280	

Примечание: во всех смазках используются высококачественные парафиновые базовые масла

Учебное издание

ЛИХАНОВ
Виталий Анатольевич,
ДЕВЕТЬЯРОВ
Руслан Раифович

ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ

Учебное пособие

Редактор И.В. Окишева

Заказ № 43. Подписано к печати 13 марта 2006 г.
Формат 60x84, 1/16. Объем усл. печ. л. 3,7. Тираж 150 экз.
Бумага офсетная. Цена договорная. Отпечатано с оригинал-макета.
610017, Киров, Вятская ГСХА, Октябрьский проспект 133.
Отпечатано в типографии ВГСХА, г. Киров, 2006 г.