



В.В.СИНИЦЫН

Пластичные смазки в СССР

СПРАВОЧНИК



В.В.СИНИЦЫН



Пластичные смазки в СССР

ВТОРОЕ
ИЗДАНИЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ
И ДОПОЛНЕННОЕ



МОСКВА
« ХИМИЯ »
1984

6П7.43

С 38

УДК 621.892.8(47 + 57) (031)

В. В. Синицын

Пластичные смазки в СССР.— М.: Химия, 1984.— 192 с.

Во второе издание справочника (1-е изд. вышло в 1979 г.) включено около 230 марок антифрикционных, консервационных и уплотнительных пластичных смазок, выпускаемых в СССР.

Для каждой смазки указаны состав, назначение, свойства, цена, основные характеристики и области применения; приведены рекомендации по взаимозаменяемости смазок. Даны сведения о производстве смазок, технической документации на них.

Предназначен для специалистов всех отраслей народного хозяйства страны, занятых производством и применением смазок. 192 с., 55 табл., 169 литературных ссылок.

Рецензент: докт. техн. наук, проф. Ю. Л. ИЩУК.

С $\frac{2803020100-089}{050(01)-84}$ 89.84

© Издательство «Химия», 1984 г.

Содержание

От автора	4
НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ	6
ПРОИЗВОДСТВО СМАЗОК	9
АССОРТИМЕНТ СМАЗОК	11
АНТИФРИКЦИОННЫЕ СМАЗКИ	25
Смазки общего назначения	25
Смазки общего назначения для повышенных температур	29
Многоцелевые смазки	33
Термостойкие смазки	39
Комплексные кальциевые смазки	40
Силикагелевые смазки	47
Сажевые и графитные смазки	54
Пигментные смазки	55
Полимерные смазки	55
Морозостойкие смазки	56
Тугоплавкие смазки	56
Низкоплавкие смазки	64
Противозадирные смазки	65
Радиационностойкие смазки	68
Химически стойкие смазки	68
Углеводородные смазки	69
Силикагелевые смазки	69
Галогенуглеродные смазки	76
Перфторалкилполиэфирные смазки	77
Приборные смазки	79
Смазки для электромеханических приборов	79
Гироскопические смазки	86
Часовые и телефонные смазки	87
Оптические смазки	88



Электроконтактные смазки	94
Смазки для электрических машин	95
Авиационные смазки	102
Космические смазки	108
Автомобильные смазки	114
Железнодорожные смазки	123
Морские смазки	132
Индустриальные смазки	134
Смазки для металлургического оборудования	134
Смазки для скоростных шпинделей	135
Прочие смазки	140
Буровые смазки	141
КОНСЕРВАЦИОННЫЕ СМАЗКИ	144
Смазки общего назначения	144
Канатные смазки	149
Смазки общего назначения	149
Фрикционные смазки	154
Пропитки	155
Кремнийорганические пасты (вазелины)	155
УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ СМАЗКИ	157
Арматурные смазки	158
Резьбовые смазки	163
Смазки для бурового оборудования	163
Дисульфидмолибденовые и графитные пасты	169
Лейнерно-резьбовые смазки	171
Смазки для легконагруженных резьб	171
Герметизирующие и вакуумные замазки и смазки	172
Перечень смазок, поступающих в розничную продажу	175
Литература	175
Указатель марок смазок	182
Указатель нормативно-технической документации на смазки	187

Цивилизация нуждается во все более сложных машинах, их кинематические элементы и узлы трения — подшипники всех видов, зубчатые передачи, подвижные опоры, шарнирные и шлицевые соединения — не могут работать без смазки. Не меньшее значение имеет защита с помощью смазок изделий из металлов от коррозии. Условия применения смазок необычайно разнообразны: лунный холод и венерианская жара; тысячетонные нагрузки мостовых опор; сверхскорости в подшипниках гироскопических устройств; вакуум и пары азотной кислоты. Вот лишь несколько примеров, показывающих, в каких условиях работают современные смазки. Естественно, что для часового механизма и букс электровоза, рельсового перевода и сочленений космического скафандра необходимы разные смазки. Наша промышленность обеспечивает смазками все виды современных машин и механизмов. Уже много лет нет никакой нужды в импорте зарубежных смазок. Напротив, многие страны мира закупают в СССР высококачественные смазки: литол-24, фиол-1, резьбовые, приборные и др.

Ассортимент отечественных смазок насчитывает примерно 200 марок, выпускаемых заводами нефтеперерабатывающей и в меньшей мере химической промышленности, а также железнодорожных и оптических смазок, традиционно вырабатываемых на предприятиях этих отраслей. Некоторые смазки готовят предприятия Миннефтепрома, Минхиммаша и др.

В настоящем справочнике обобщены данные практически обо всех смазках — около 200 марок, вырабатываемых промышленностью в 1983—1984 гг. Эти сведения изложены так, чтобы облегчить подбор смазочного материала для различных механизмов и условий их применения. Все смазки разделены на группы в соответствии с их назначением и пригодностью для работы в тех или иных условиях. Должное внимание уделено сведениям об эксплуатационных характеристиках и составе смазок. Знание состава в подавляющем большинстве случаев позволяет судить о возможности применения смазки не в меньшей степени, чем сведения об их назначении и свойствах.

При подготовке к переизданию из справочника были исключены устаревшие смазки, выпуск которых прекращен. Приведены материалы о новых смазках, получивших распространение после 1979 г. Учтены изменения нормативной документации на все смазки. Использованы материалы, касающиеся перемен в составе смазок, их упаковке, ценах и т. д.

Настоящий справочник должен помочь конструкторам, эксплуатационникам и специалистам-химмотологам правильно выбрать и использовать смазку в том или ином механизме. Сведения обо всех смазках, вырабатываемых в СССР, могут быть полезны при разработке путей их унификации за счет исключения однотипных, близких по составу и свойствам смазок. Анализ зависимостей между характеристиками и составом поможет созданию новых смазок с улучшенными свойствами.

Подготовка к изданию книги о смазках, выпускаемых в СССР, была бы невозможна без помощи, оказанной автору руководством и сотрудниками основных предприятий и научно-исследовательских учреждений, связанных с созданием и производством пластичных смазок. Ценные материалы представлены Министерством нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности СССР и организациями, обеспечивающими снабжение народного хозяйства смазками. Всем товарищам и коллегам, внесшим свой вклад в создание этой книги, автор выражает глубокую признательность.

На каждую смазку, выпускаемую промышленностью, включая опытные образцы, направляемые на государственные или ведомственные испытания, утверждают нормативно-техническую документацию — НТД. Различают технические условия (ТУ), республиканские стандарты (РСТ), отраслевые стандарты (ОСТ) и государственные стандарты (ГОСТ).

Технические условия на смазки, выпускаемые и применяемые в ограниченных масштабах, а также на опытные смазки утверждают отдельные министерства и подчиненные им организации. Нередко такие смазки используют и в разных районах страны, и в нескольких отраслях народного хозяйства. Республиканские стандарты на смазки практического распространения не получили. Можно указать лишь РСТ БССР 486—78 и РСТ УССР 1016—81 на смазку (мазь) колесную. Отраслевые стандарты на специализированные смазки, применяемые, как правило, в одной отрасли, а иногда даже на одном предприятии, утверждают общесоюзные министерства. Например, смазку ротационную (ОСТ 38.1.37—74) используют почти исключительно в типографии издательства «Правда». Высшей формой стандартизации является государственный стандарт, утверждаемый на наиболее распространенные и важные смазки Госстандартом СССР.

На 1 января 1984 г. в СССР зарегистрировано 44 государственных стандарта на смазки [1, 2]. Они представлены в сборнике государственных стандартов на пластичные смазки и методы их оценки [3], включающем стандарты, действовавшие на 1.10.1981 г. В сборник не попал лишь один действующий сейчас ГОСТ 24926—81 «Смазка ВНИИ НП-282». В указателях и справочниках [4—6] перечислены тринадцать отраслевых (из них девять по МНХП СССР) и два республиканских стандарта. На сегодня официально утверждены и действуют около 110 ТУ на смазки, выпускаемые предприятиями МНХП СССР, шесть ТУ по МХП СССР, десять ТУ по МПС СССР и одно ТУ по МНП СССР. Наиболее полная сводка технических условий и другой нормативно-технической документации на пластичные смазки, вырабатываемые в СССР и в 50 зарубежных странах, по состоянию на 1.07.1982 г. имеется в указателе [6]. Дополнения и изменения к этому перечню и техническим условиям на смазки могут быть извлечены из ежемесячников [7].

В номере технических условий после буквенного индекса «ТУ» проставляют условное обозначение министерства. Так, цифра 6 означает Минхимпром; 26 — Минхиммаш; 32 — МПС; 38 — Миннефтехимпром; 39 — Миннефтепром. Отраслевой стандарт ОСТ 38.00166—78 «Технические условия. Порядок согласования, утверждения и государственной регистрации» предусматривает отделение индекса 38 от следующих цифр точкой. Для ТУ, утверждаемых республиканскими министерствами, после условного обозначения общесоюзного министерства указывают аббревиатуру союзной республики (например, 38.УССР). Первая цифра номера после обозначения министерства указывает кем утверждены ТУ: 0 — руководством министерства, 1 — руководством всесоюзного промышленного объединения; 2 — республиканским министерством или главным управлением (объединением); 3 — предприятием; 4 — институтом. Вторая и третья цифры определяют отрасль, в которую входят предприятия, выпускающие смазку: 01 — нефтепереработка; 02 — нефтехимический синтез. Остальные цифры представляют собой порядковый номер технических условий. Две последние цифры, отделенные от остальных тире, указывают год утверждения или пересмотра технических условий. Например, ТУ 38.101833—80 на смазку дельта принадлежит МНХП СССР (38), они утверждены руководством ВПО «Союзнефтеоргсинтез» (1), смазку выпускает нефтеперерабатывающее предприятие (01), порядковый номер ТУ (833), утверждены они в 1980 г. (80). При пересмотре порядковый номер не меняют, а указывают лишь две последние цифры года переутверждения. Так, при пересмотре в 1980 г. НТД на смазку ОКБ-122-7-5 номер ТУ был изменен с 38.101588—75 на 38.101588—80.

Обозначение отраслевых стандартов, утверждаемых общесоюзными министерствами или подчиненными им организациями, составляется следующим образом. После буквенного индекса «ОСТ» ставят условное обозначение министерства (6; 32 и т. д.), затем, отступая, — цифру, обозначающую кем утвержден отраслевой стандарт (руководством министерства — 00, руководством ВПО — 01), далее через точку — цифру, указывающую порядковый номер ОСТ, а через тире — две последние цифры года утверждения (или пересмотра). Например, ОСТ 38.01145—80 на смазку 1-13 жировую принадлежит МНХП СССР (38), он утвержден ВПО «Союзнефтеоргсинтез» (01), его порядковый номер (145), год утверждения 1980 (80).

Порядок обозначения ТУ и ОСТ в МХП СССР и МПС СССР несколько отличается от принятого в МНХП СССР. Так, на железнодорожную смазку рельсовую ЖРО утверждены ТУ 32 ЦТ 553—83. Здесь цифра 32 указывает МПС СССР, буквы ЦТ означают Главное управление локомотивного хозяйства, цифра 553 — порядковый номер ТУ, переутвержденных в 1983 г. (83).

Номер государственного стандарта состоит из двух цифр: неизменного порядкового номера и года (первые две цифры года опускаются) утверждения или последнего пересмотра, который производят один раз в пять лет. Например, после пересмотра в 1980 г. стандарта на смазку графитную (ГОСТ 3333—55) его номер был изменен (ГОСТ 3333—80). Если при пересмотре не вносят изменений по существу (конъюнктурная правка в расчет не принимается), то срок действия стандарта продлевают, а номер сохраняют полностью. Так, после проверки в 1979 г. срок действия ГОСТ 9432—60 на смазку автомобильную (ЯНЗ-2) был продлен до 1.1.1985 г. без изменений.

Наименование смазки до последнего времени устанавливали произвольно. В результате одни смазки получали словесное название (солидол, консталин и др.), другие — номер или цифровой индекс (№ 8, 1—13 и др.), третьи — обозначение учреждения, где они созданы (ЦИАТИМ-201, ВНИИ НП-231 и др.) и т. д. С целью упорядочения наименований и обозначений смазок с 1 июля 1979 г. введен в действие ГОСТ 23258—78, переутвержденный в 1983 г. Он предусматривает, что каждая смазка должна получить наименование (название), состоящее из одного слова (литол, орлон, графитол и т. д.).

Название присваивают смазке при утверждении (пересмотре) НТД. Так, при пересмотре ГОСТ 1033—73 смазке универсальной среднеплавкой УС в 1979 г. было присвоено название «солидол Ж». При пересмотре ТУ на смазку ВНИИ НП-286М, ВНИИ НП-288, ВНИИ НП-505 они были названы «эра», «свэм», «старт». Введение словесных названий предупреждает случайные ошибки при заказе и применении смазок. Легко спутать обозначения смазок ВНИИ НП-223 (гирокосмическая) и ВНИИ НП-232 (дисульфидомолибденовая паста), но невозможно ошибиться в названиях смазок солидол, лита, орион и т. д. В названии смазки могут быть отражены ее особенности (криогель, зимол — морозостойкие), состав (литол, лита — загущены литиевым мылом), область применения (свэм — смазка для электромашин) и т. д.

ГОСТ 23258—78 наряду с наименованием устанавливает индексное (буквенно-цифровое) обозначение, в краткой форме информирующее о назначении, составе, основных характеристиках смазки. Первая буква в индексе указывает область применения смазки:

С — общего назначения до 70 °С (солидолы)
О — общего назначения до 110 °С (консталины)
М — многоцелевая
Ж — термо (жаро) стойкая
Н — морозостойкая (низкотемпературная)
И — противозадирная (противозносная)
Х — химически стойкая
П — прибрежная
Т — редукторная (трансмиссионная)

Д — приработочная (противозадирная) паста
У — узкоспециализированная (автомобильная, железнодорожная, индустриальная и др.)
Б — брикетная
З — консервационная (защитная)
К — канатная
А — арматурная
Р — резьбовая
В — вакуумная (уплотнительная)

Второй буквенный индекс соответствует типу загустителя:

Загуститель	Индекс	Загуститель	Индекс
Мыла	М	Органические вещества	
Алюминиевое	Ал		
Бариевое	Ба	Полимеры	Пм
Кальциевое	Ка	Уреаты	Ур
Литиевое	Ли	Фторуглероды	Фу
Натриевое	На		
Свинцовое	Св		
Цинковое	Ци	Неорганические вещества	Н
Комплексное	кМ		
Смеси мыл	М ₁ —М ₂		
Углеводороды твердые	Т	Глины (бентонитовые и др.)	Бн
Органические вещества	О	Технический углерод	Сж
		Силикагель	Си
Пигменты	Пг		

Комплексное мыло обозначают строчной буквой «к», после которой указывают индекс соответствующего мыла (кКа, кБа и т. д.). Смесь двух и более загустителей обозначают составным индексом (Ка-На, Ли-Бн, Си-Пг и т. д.). Индексы М, О, Н, применяют только в тех случаях, когда загуститель, входящий в одну из трех групп (мыла, органические и неорганические вещества), не предусмотрен перечнем. После двух буквенных индексов указывается в виде дроби рекомендуемый температурный интервал применения смазки: в числителе (без знака минус) минимальную, а в знаменателе максимальную температуру, уменьшенные в 10 раз. Например, индекс 3/13 соответствует температурному интервалу применения от —30 до 130 °С. За минимальную температуру применения принимают ту, при которой вязкость антифрикционной смазки, определенная по ГОСТ 7163—63, составляет 2000 Па·с. Максимальную температуру применения, а для приработочных, узкоспециализированных, брикетных, консервационных, канатных, резьбовых смазок и минимальную указывают в соответствии с технической документацией на смазку. Рекомендуемый температурный интервал имеет ориентировочный характер, так как допустимые температуры применения зависят не только от свойств смазки, но и от конструкции и условий работы (скорость, нагрузка, срок смены смазки) узла трения и т. п.

Тип дисперсионной среды и твердых добавок обозначают буквенными индексами:

Дисперсионная среда		Твердые добавки	
Нефтяное масло	и	Графит	г
Синтетические углеводороды (алкилароматические, изопарафиновые и др.)	у	Дисульфид молибдена	д
Кремнийорганические жидкости	к	Порошки свинца	с
Сложные эфиры	э	меди	м
Галогенуглеродные жидкости	ж	цинка	п
Фторсилоксаны	ф	Прочие твердые добавки	т
Перфторалкилполиэфиры	а		
Прочие масла и жидкости	п		

Смесь двух и более масел обозначают составным индексом (нк, уэ и т. д.), на первом месте ставят индекс масла, входящего в состав дисперсион-

ной среды в большей концентрации. Индекс «п» применяют в тех случаях, когда входящее в состав дисперсионной среды синтетическое или иное масло отсутствует в перечне. При изготовлении смазки на нефтяном масле индекс «н» не указывают: он используется только при обозначении смазки на смеси нефтяного и какого-либо другого масла. При наличии в смазке твердых добавок их обозначение ставят через дефис после индекса температурного интервала или индекса дисперсионной среды. На последнем месте помещают цифровой индекс класса консистенции смазки в соответствии с приведенными ниже указаниями:

Пенетрация при 25 °С по ГОСТ 5346—78	Индекс класса консистенции	Пенетрация при 25 °С по ГОСТ 5346—78	Индекс класса консистенции
400—430	00	175—205	4
355—385	0	130—160	5
310—340	1	85—115	6
265—295	2	Ниже 70	7
220—250	3		

Смазки с пенетрацией промежуточной между классами консистенции, относят к ближайшему классу. Если пенетрация смазки изменяется в широких пределах, охватывая два или три класса, в настоящем справочнике это указывается дробью. Так, если пенетрация при 25 °С у смазки ЛПИ-7 нормируется в пределах 180—250, класс консистенции в индексе обозначен «3/4». Классы консистенции, предусмотренные в ГОСТ 23258—78, совпадают с рекомендациями NLGI-ASTM [8, с. 115].

Приведем два примера индексных обозначений смазок. В марке смазки СКз2/7-2 буква С указывает, что это антифрикционная смазка общего назначения для температур до 70 °С (солидол), загущена Са-мылом (Ка), индекс 2/7 — свидетельствует о том, что она рекомендуется для применения при температурах от —20 до 70 °С (вязкость смазки при —20 °С близка к 2000 Па·с), отсутствие индекса дисперсионной среды означает, что смазка приготовлена на нефтяном масле; по консистенции она относится к 2 классу (пенетрация при 25 °С составляет 265—295). В обозначении смазки су (пенетрация при 25 °С составляет 265—295). В обозначении смазки КТ6/5к-г4 буква К указывает, что это канатная смазка, Т — что она загущена твердыми углеводородами, дробь 6/5 свидетельствует о том, что она предназначена для эксплуатации при температурах от —60 до 50 °С, буква г — что приготовлена на кремнийорганической жидкости, г — содержит в качестве твердой добавки графит, цифра 4 указывает на принадлежность к 4 классу консистенции (пенетрация при 25 °С составляет 175—205).

Индексное обозначение указывается только в вводной части НТД (ГОСТ, ОСТ, ТУ, РСТ) на смазку и не используется в конструкторско-технологической документации, картах смазки, в деловой переписке и аналогичных документах.

ПРОИЗВОДСТВО СМАЗОК

Производство смазок в СССР сосредоточено в основном на нефтемазодоводах Миннефтехимпрома СССР, вырабатывающих более 95 % (по объему) и более 90 % (по ассортименту) всех смазок в СССР [9, с. 53; 10, с. 14]. В отдельных случаях цехи пластичных смазок имеются на нефтеперерабатывающих комбинатах, в производственных объединениях (ПО) и заводах, в частности, в ПО «Омскнефтеоргсинтез», на Ярославском НПЗ, Бакинском заводе им. Караева [10, с. 14; 11, с. 11]. Железнодорожные смазки выпускает Кусковский завод МПС СССР [10, с. 14; 12]. Предприятия Минхим-

Таблица 1. Предприятия, выпускающие пластичные смазки

Предприятие	Адрес	Телефон	
		канцелярия	отдела снабжения (сбыта)
Бердянский ордена Трудового Красного Знамени опытный нефтемаслозавод (БОНМЗ)	332440, Запорожская обл., Бердянск, ул. Шаумяна, 2	3-72-14	3-72-18 3-79-44
Бакинский ордена Трудового Красного Знамени нефтеперерабатывающий завод им. Карасаева (БНПЗ)	370028, Баку, Рабочий пр., 25	66-08-31	67-78-74
Бориславское озокеритовое рудоуправление ВПО «Союзнефтеспецматериалы» МНП СССР (БОР)	293760, Львовская обл., Борислав, ул. Черняховского, 5	20-49	22-98
Дрогобычский опытный завод НПО «МАСМА» (ДОЗВ)	293720, Дрогобыч, ул. Стрыйская, 443	2-04-20	2-25-26
Краснодарский экспериментальный маслозавод (КЭМ) Минпищепрома СССР	350033, Краснодар, ул. Карла Либкнехта, 9	2-31-38	9-90-44, д. 5-75
Кусковский завод консистентных смазок МПС СССР (КЗКС)	111394, Москва, 2-я Кусковская ул., 71	309-34-84	309-34-71
Ленинградский опытно-промышленный нефтемаслозавод им. Шаумяна (ЛОПНМЗ)	196102, Ленинград, ул. Садова, 51	166-26-86 166-73-28	166-46-77 166-65-88
Московский нефтемаслозавод (МНМЗ)	129128, Москва, пр. Мира, 222	187-81-81	187-81-11
Омское ордена Трудового Красного Знамени производственное объединение «Омскнефтеоргсинтез» им. 50-летия СССР (ПО «Омск»)	644029, Омск	66-01-10	66-02-23
Оренбургский опытно-промышленный нефтемаслозавод (ОрОПНМЗ)	460028, Оренбург, ул. Заводская, 30	4-31-55	4-33-47
Пермский завод смазок и смазочно-охлаждающих жидкостей (ПЗС)	614033, Пермь, ул. Яблочкова, 26	44-00-78	44-00-95
Рижский завод смазок и смазочно-охлаждающих жидкостей (РЗС)	226034, Рига, ул. Твайка, 35	39-16-76	39-22-72
Ростовский опытный нефтемаслозавод (РОНМЗ)	344040, Ростов-на-Дону, ул. Сиверса, 8	66-83-72	66-70-17
Ярославский нефтемаслозавод им. Д. И. Менделеева (ЯНМЗ)	152321, п. Константиновский, Ярославской обл.	0-30	0-50

прома СССР удовлетворяют сравнительно небольшую потребность во фторуглеродных и некоторых полисилоксановых смазках [13, 14]. Канатные смазки БОЗ-1 и Е-1 выпускает Бориславское озокеритовое рудоуправление МНП СССР, используя озокерит, добываемый на руднике [10, с. 14]. Основные заводы, выпускающие пластичные смазки, перечислены в табл. 1.

Ранее смазки готовили также на Бакинском заводе «Нефтегаз», Горьковском опытно-промышленном нефтемаслозаводе и Дрогобычском НПЗ. Периодически эти заводы и сейчас могут выпускать отдельные марки смазок [10, с. 14]. Два головных института по пластичным смазкам: НПО «МАСМА» ВНИИПКнефтехим (252068, Киев, пр. Палладина, 46) и ВНИИ НП (111116, Москва, ул. Авиамоторная, 6) осуществляют опытнопромышленное производство смазок новых типов [15, с. 83; 16].

Не поддающееся учету количество смазок — небольшое по объему, но разнообразное по ассортименту — готовят сами для себя машиностроительные заводы. Десятки приборных смазок получают в лабораториях оптико-механических заводов.

Довольно широко распространена на машиностроительных и некоторых других предприятиях порочная практика кустарного приготовления смазочных композиций, смесей из разных смазок, из смазок и масел или твердых добавок (графита, дисульфида молибдена и др.). Особенно это касается резбобовых смазок.

АССОРТИМЕНТ СМАЗОК

Общее число пластичных смазок, выпускаемых в СССР, достаточно велико. На 1 июля 1984 г. государственными стандартами предусмотрен выпуск 50 марок смазок [1—3], республиканскими 2 марок, отраслевыми стандартами — 13 марок: 9 из них по ОСТ МНХП СССР [4—6]. Еще на одну кустарную смесь смазки ЦИАТИМ-221 с графитом был утвержден ОСТ 26-07-1204—75 Министерства химического и нефтяного машиностроения, однако готовить ее перестали.

По техническим условиям Министерства нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности СССР вырабатывают примерно 115 марок смазок, Министерства химической промышленности СССР — 6 марок, Министерства путей сообщения — 11 марок, Министерства нефтяной промышленности 1 марку [6, 7]. Всего предприятия этих министерств вырабатывают около 200 марок смазок.

Достаточно много смазок и смазочных композиций выпускают и готовят по полуофициальным техническим условиям или без них в институтах, конструкторских бюро, заводах и др. Более 20 смазок готовят лаборатории оптико-механических заводов. Там же получают большое число смесей смазок с графитом. Все же кустарное изготовление смазок машиностроительными предприятиями постепенно снижается.

В табл. 2 приведен перечень по состоянию на 1 января 1984 г. пластичных смазок, на которые утверждена в установленном порядке НТД. Полные наименования заводов-изготовителей даны в табл. 1. В перечень не включены смазки, смазочные композиции, пасты, замазки и т. п., приготовляемые кустарно на машиностроительных и других предприятиях. К ним, в частности, относятся оптические смазки, изготовляемые лабораториями приборных заводов. Опытные смазки, проходящие испытания, но допущенные к применению компетентными органами, не обсуждаются.

Нередко смазками называют различные смазочные, консервационные, технологические и иные материалы, не являющиеся пластичными смазками. В указателе [6, с. 126] перечислены 33 марки полужидких композиций, защитных составов, теслов, неточно именуемых смазками. Они, естественно, не рассматриваются в настоящем издании. Сведения об устаревших и не рассматриваемых в справочнике смазках могут быть в [6, 10—14, 17—22].

Как видно из табл. 2, во многих случаях ассортимент смазок одного и того же назначения (термостойких, морозостойких, автомобильных и др.)

Таблица 2. Ассортимент смазок в СССР

Продолжение табл. 2

Смазка	Нормативно-техническая документация (НТД)	Срок действия НТД	Завод-изготовитель
АНТИФРИКЦИОННЫЕ СМАЗКИ			
Общего назначения			
Солидол синтетический солидол С * пресс-солидол С *	ГОСТ 4366—76 с изменениями № 1 ИУС № 8 1979, № 2 ИУС № 4 1981, № 3 ИУС № 10 1982	1.01.1987	БОНМЗ, ОрОПНМЗ, ПЗС, РЗС, ЯНМЗ
▼ Солидол жировой солидол Ж * пресс-солидол Ж *	ГОСТ 1033—79 с изменениями № 1 ИУС № 4 1983, № 2 ИУС № 8 1984	1.01.1991	БОНМЗ, ПЗС, РЗС
Графитная (УССА) *	ГОСТ 3333—80 с изменением № 1 ИУС № 2 1983	1.01.1986	БОНМЗ
Колесная	РСТ УССР 1016—81	1.01.1987	—
Мазь колесная	РСТ БССР 486—78	—	—
Мазь колесная КМ	ТУ 32 ЦТ 743—76 с изменением № 1 30.01.1980	31.12.1984	КЗКС
Общего назначения для повышенных температур			
1-13 жировая *	ОСТ 38.01145—80	1.01.1986	БОНМЗ, МНМЗ, ПЗС, РОНМЗ РОНМЗ
Консталин * консталин-1 консталин-2	ГОСТ 1957—73 с изменением № 1 ИУС № 9 1979	1.01.1985	—
Многоцелевые			
▼ Литол-24 *	ГОСТ 21150—75 с изменениями № 1 ИУС № 4 1979, № 2 ИУС № 8 1981, № 3 ИУС № 5 1983	1.01.1989	БОНМЗ, ПО «Омск»
Литол-24РК	ТУ 38.УССР 201342—80 с изменением № 1 1.08.1982	1.06.1983	БОНМЗ
▼ Фиол-1 *	ТУ 38.УССР 201247—80	20.05.1986	»
▼ Фиол-2	ТУ 38.УССР 201188—79	1.01.1985	»
▼ Фиол-3	ТУ 38.УССР 201324—79 с изменением № 1 1.01.1984	1.01.1989	»
Фиол-2М	ТУ 38 101233—75 с изменением № 1 1.03.1981	1.03.1986	»
▼ БНЗ-3	ТУ 38 УССР 201357—80 с изменением № 1 1.01.1983	1.01.1988	»
Термостойкие			
Комплексные кальцевые			
▼ Униол-1	ТУ 38 УССР 2-01-150—78 с изменением № 1 1.04.1983	1.04.1988	БОНМЗ
ЦИАТИМ-221 *	ГОСТ 9433—80 с изменением № 1 ИУС № 11 1982	1.01.1987	—
ЦИАТИМ-221с *	ОСТ 38. 01180—80 с изменениями № 1 15.01.1981, № 2 1.01.1982	1.03.1985	—

Смазка	Нормативно-техническая документация (НТД)	Срок действия НТД	Завод-изготовитель
ВНИИ НП-220	ТУ 38 101475—74 с изменением № 1 1.01.1980	1.01.1986	—
ВНИИ НП-214	ТУ 38 101505—74 с изменениями № 1 1.06.1978, № 2 10.01.1980	1.02.1985	—
ВНИИ НП-207	ГОСТ 19774—74 с изменением № 1 ИУС № 3 1979	1.01.1985	—
ВНИИ НП-219	ТУ 38 101471—74 с изменениями № 1 1.06.1978, № 2 1.01.1980	1.01.1985	—
ВНИИ НП-247	ТУ 38.401325—81 с изменением № 1 25.04.1983	20.02.1984	—
Силикагелевые			
▼ Аэрол	ТУ 38 УССР 201171—79 с изменением № 1 1.04.1984	1.04.1989	БОНМЗ
▼ Графитол	ТУ 38 УССР 201172—77 с изменением № 1 1.02.1983	1.02.1988	»
Силикол	ТУ 38 УССР 2-01-149—73 с изменениями № 2 1.11.1978, № 3 1.01.1983, № 4 1.01.1984	1.01.1989	»
▼ БНЗ-4 БНЗ-5	ТУ 38.УССР 201197—80 с изменением № 1 1.02.1983	1.05.1985	»
Сажевые и графитные			
▼ ВНИИ НП-231	ОСТ 38 01113—76 с изменениями № 1 1.01.1978, № 2 1.06.1978, № 3 1.01.1982	1.01.1987	РОНМЗ
▼ ВНИИ НП-210	ТУ 38 101275—72 с изменениями № 1 1.09.1974, № 2 1.01.1978, № 3 1.01.1979, № 4 1.01.1983	1.01.1988	»
ПФМС-4С ВНИИ НП-501	ТУ 6-02-917—79 ТУ 38.101918—82	1.01.1985 1.02.1988	— —
Пигментные			
▼ ВНИИ НП-235	ТУ 38 101297—78 с изменением № 1 25.04.1983	25.04.1988	—
ВНИИ НП-246	ГОСТ 18852—73 с изменением № 1	1.01.1990	—
Полимерные			
ВНИИ НП-233	ТУ 38 101687—77 с изменением № 1 1.10.1982	6.06.1987	—
ВНИИ НП-269	ТУ 38 40158—73	—	—

Продолжение табл. 2

Смазка	Нормативно-техническая документация (НТД)	Срок действия НТД	Завод-изготовитель
Морозостойкие			
Тугоплавкие			
▼ ЦИАТИМ-201 *	ГОСТ 6267-74 с изменением № 1 ИУС № 4 1980	1.07.1985	БОНМЗ, РОНМЗ
ЦИАТИМ-203 *	ГОСТ 8773-73 с изменениями № 1 ИУС № 6 1976, № 2 ИУС № 7 1978, № 3 ИУС № 9 1979, № 4 ИУС № 10 1983	1.07.1984	ОрОПНМЗ
Лита *	ОСТ 38.01295-83	1.07.1988	РОНМЗ
Зимол	ТУ 38.УССР 201285-82	1.05.1987	БОНМЗ
ВНИИ НП-271	ТУ 38 101603-76 с изменениями № 1 1.07.1978, № 2 1.03.1981	1.03.1986	—
Низкоплавкие			
ГОИ-54п *	ГОСТ 3276-74 с изменениями № 1 ИУС № 9 1979, № 2 ИУС № 6 1981	1.01.1985	МНМЗ
МС-70 *	ГОСТ 9762-76 с изменениями № 1 ИУС № 12 1978, № 2 ИУС № 12 1980	1.07.1985	—
Морская МУС-3А	ТУ 38 10171-74 с изменениями № 1 10.01.1975, № 2 1.01.1979, № 3 1.01.1983	1.01.1988	РОНМЗ
МЗ	ТУ 38 001263-76 с изменениями № 1 15.02.1979, № 2 1.10.1980, № 3 1.09.1982	1.01.1985	—
Противозадирные			
▼ ЛС-1П	ТУ 38 УССР 201145-77 с изменением № 1 1.01.1983	1.01.1988	БОНМЗ
Радиационностойкие			
ВНИИ НП-273	ТУ 38 101476-74 с изменением № 1 10.04.1980	1.01.1985	—
ВНИИ НП-275	ТУ 38.101891-81	1.03.1987	—
Химическистойкие			
Углеводородные			
ЦИАТИМ-205 *	ГОСТ 8551-74 с изменениями № 1 ИУС № 8 1979, № 2 ИУС № 12 1980	1.01.1985	—

Продолжение табл. 2

Смазка	Нормативно-техническая документация (НТД)	Срок действия НТД	Завод-изготовитель
Силикагелевые			
▼ ВНИИ НП-279	ГОСТ 14296-78 с изменением № 1 ИУС № 1 1984	1.07.1989	—
ВНИИ НП-294	ТУ 38 101273-72 с изменениями № 1 1.01.1976, № 2 1.01.1978, № 3 1.01.1983	1.01.1987	—
ВНИИ НП-295	ТУ 38 101751-78 с изменениями № 1 16.04.1980, № 2 1.01.1984	1.01.1989	—
Галогенуглеродные			
№ 8	ОСТ 95.510-77 с изменением № 1 1.01.1982	1.05.1987	—
Фторуглеродная 10-ОКФ	ОСТ 6-02-205-78 с изменением № 1 1.01.1984	1.01.1990	—
Фторуглеродная 3Ф	ТУ 6-02-796-78 с изменением № 1 1.01.1983	1.07.1987	—
КСТ	ОСТ 95.419-76 с изменением № 1 18.08.1976, № 2 14.08.1980	1.05.1986	—
Перфторалкилполиэфирные			
ВНИИ НП-282	ГОСТ 24926-81	1.07.1987	—
ВНИИ НП-280	ТУ 38.101818-80	1.09.1985	—
▼ ВНИИ НП-283	ОСТ 38.01196-80	1.07.1985	—
Криогель	ТУ 38.101924-82	1.04.1988	—
Приборные			
Для электромеханических приборов			
ОКБ-122-7	ГОСТ 18179-72 с изменениями № 1 ИУС № 11 1975, № 2 ИУС № 10 1983	1.01.1989	—
ОКБ-122-7-5	ТУ 38.101588-80	1.04.1986	—
▼ ЦИАТИМ-202 *	ГОСТ 11110-75 с изменениями № 1 ИУС № 3 1979, № 2 ИУС № 4 1980, № 3 ИУС № 8 1981	1.01.1987	РОНМЗ
Гироскопические			
ВНИИ НП-223	ГОСТ 12030-80 с изменением № 1 ИУС № 7 1983	1.01.1987	—
ВНИИ НП-228	ГОСТ 12330-77 с изменением № 1 ИУС № 7 1982	1.07.1988	—
ВНИИ НП-260	ГОСТ 19832-74 с изменениями № 1 ИУС № 8 1977, № 2 ИУС № 7 1978, № 3 ИУС № 8 1979, № 4 ИУС № 5 1980, № 5 ИУС № 4 1982, № 6 ИУС № 11 1983	1.01.1989	—

Продолжение табл. 2

Смазка	Нормативно-техническая документация (НТД)	Срок действия НТД	Завод-изготовитель
ВНИИ НП-286	ТУ 38 101181—77 с изменениями № 1 15.04.1981, № 2 1.04.1983	1.04.1985	—
<i>Часовые и телефонные</i>			
Часовая РС-1 общего назначения ЛПИ-7	ГОСТ 21532—76	1.01.1987	КЭМ
	ТУ 38 101702—77 с изменениями № 1 1.06.1980, № 2 1.04.1983	1.02.1988	МНМЗ
<i>Оптические</i>			
АЦ-1, АЦ-3	ТУ 38 101383—73 с изменениями № 1 1.01.1977, № 2 10.05.1979, № 3 1.02.1984	1.01.1989	МНМЗ
Дельта I, III СОР	ТУ 38.101833—80	1.12.1985	»
	ТУ 38 101382—73 с изменениями № 1 1.01.1977, № 2 10.05.1979, № 3 1.02.1984	1.01.1989	»
ВНИИ НП-299	ТУ 38 101324—72 с изменениями № 1 1.05.1976, № 2 1.07.1977, № 3 1.03.1982	1.03.1987	»
ВНИИ НП-290	ТУ 38.101880—81	1.01.1986	»
Вакуумная МЗ-5	ТУ 38 3012—70 с изменениями № 1 1.05.1976, № 2 1.05.1978, № 3 1.05.1983	1.05.1988	»
Орион	ТУ 38.101805—80	1.03.1985	»
<i>Электроконтактные</i>			
Паста 164-39	ТУ 6-02-989—77 с изменением № 1 1.01.1983	1.01.1988	МНМЗ
ВНИИ НП-248	ТУ 38 101643—76 с изменениями № 1 20.02.1978, № 2 1.12.1981	1.12.1986	—
ВНИИ НП-502	ТУ 38.101771—79	1.07.1984	—
Электра-1	ТУ 38 401301—80 с изменениями № 1 1.09.1982, № 2 1.09.1983	1.09.1984	МНМЗ

Для электрических машин

▼ ВНИИ НП-242 *	ГОСТ 20421—75 с изменением № 1 ИУС № 2 1978	1.01.1986	—
ЭШ-176А, Б	ТУ 38 10196—76 с изменениями № 1 20.08.1979, № 2 15.09.1981	15.09.1984	ЛОПНМЗ
Свэм	ТУ 38.101982—84	1.10.1985	—
Фиол-4	ТУ 38.УССР 201398—83		
ЛДС-1,2	ТУ 38 УССР 201291—77 с изменениями № 1 25.01.1980, № 2 10.03.1983	5.01.1985 1.01.1988	БОНМЗ »

Продолжение табл. 2

Смазка	Нормативно-техническая документация (НТД)	Срок действия НТД	Завод-изготовитель
<i>Авиационные</i>			
▼ Эра	ТУ 38.101950—83	1.01.1989	—
ВНИИ НП-254	ТУ 38.40146—83 с изм. № 1 1.05.1984	1.10.1984	—
Свинцоль-01	ТУ 38.101577—76 с изменениями № 1 1.04.1978, № 2 1.02.1979, № 3 1.03.1980, № 4 1.03.1982, № 5 1.01.1983	1.01.1988	ЛОПНМЗ
Свинцоль-02	ТУ 38 101578—76 с изменениями № 1 1.04.1978, № 2 1.02.1979, № 3 1.03.1980, № 4 1.03.1982, № 5 1.01.1983	1.01.1988	»
ВНИИ НП-261	ТУ 38.401341—81 с изменением № 1 5.08.1983	1.05.1984	—
Самолетомоторная тугоплавкая СТ (НК-50) *	ГОСТ 5573—67 с изменениями № 1 ИУС № 5 1968, № 2 ИУС № 4 1979, № 3 ИУС № 4 1980, № 4 ИУС № 8 1981	1.01.1985	—
ВНИИ НП-281	ТУ 38.10123—81 с изменением № 1 1.07.1983	1.07.1984	—
№ 9 *	ТУ 38 001116—73 с изменениями № 1 1.08.1974, № 2 1.03.1978, № 3 1.05.1980, № 4 1.06.1981, № 5 1.06.1982		
<i>Космические</i>			
ВНИИ НП-274Н, -274Ф	ГОСТ 19337—73 с изменениями № 1 ИУС № 9 1979, № 2 ИУС № 7 1983	1.01.1985	—
ВНИИ НП-293	ТУ 38 101604—76 с изменениями № 1 1.03.1981, № 2 1.07.1981	1.03.1986	—
ВНИИ НП-257	ГОСТ 16105—70 с изменениями № 2 ИУС № 9 1978, № 3 ИУС № 11 1983	1.01.1989	—
ВНИИ НП-270	ТУ 38 10164—76 с изменениями № 1 1.07.1978, № 2 1.03.1981	1.03.1986	—
ВНИИ НП-258	ТУ 38.101349—79 с изменением № 1 1.04.1984	1.04.1989	—
<i>Автомобильные</i>			
Автомобильная *	ГОСТ 9432—60 с изменением № 1 ИУС № 10 1979	1.01.1985	ЯНМЗ
▼ ЛСЦ-15	ТУ 38 УССР 201224—80	20.01.1986	БОНМЗ
ШРБ-4 *	ТУ 38 УССР 201143—77 с изменениями № 1 21.03.1979, № 2 1.04.1983	1.01.1988	»
АМ карданиая *	ГОСТ 5730—51 с изменением № 1 ИУС № 4 1981	1.01.1986	МНМЗ, ОрОПНМЗ
▼ Шрус-4	ТУ 38.УССР 201312—81	9.03.1987	ЛОПНМЗ, БОНМЗ
Фиол-2у	ТУ 38.УССР 201266—79	6.09.1984	БОНМЗ

Продолжение табл. 2

Смазка	Нормативно-техническая документация (НТД)	Срок действия НТД	Завод-изготовитель
▼ № 158 *	ТУ 38 101320—77 с изменением № 1 1.10.1982	1.07.1987	РОНМЗ, ПЗС
▼ ЛЗ-31	ГОСТ 24300—80	1.07.1986	ЛОПНМЗ
Литол 459/5	ТУ 38 101207—75 с изменением № 1 15.04.1981	1.03.1986	БОЗВ
▼ КСБ	ТУ 38 УССР 2-01-115—76 с изменениями № 1 4.03.1981, № 2 27.07.1984	27.07.1989	БОНМЗ
▼ ДТ-1	ТУ 38 УССР 2-01-116—76 с изменениями № 1 24.10.1979, № 2 1.01.1984	1.01.1989	»
МЗ-10	ТУ 38 101622—76 с изменением № 1 1.08.1981	1.06.1986	МНМЗ
Дисперсол-1	ТУ 38 УССР 2-01-144—72 с изменением № 2 28.02.1980	1.01.1985	БОНМЗ
Железнодорожные			
Железнодорожная ЛЗ-ЦНИИ *	ГОСТ 19791—74 с изменениями № 1 ИУС № 7 1978, № 2 ИУС № 6 1983	1.01.1986	БОНМЗ, ЛОПНМЗ
▼ Железнодорожная ЖРО	ТУ 32 ЦТ 520—83	1.01.1989	КЗКС
ЕЖС	ТУ 38 УССР 201411—83	4.10.1985	БОНМЗ
Кулисная ЖК	ТУ 32 ЦТ 549—83	1.01.1989	КЗКС
Тормозная ЖТКЗ-65	ТУ 32 ЦТ 546—83	1.01.1989	»
Для автотормозных приборов подвижного железнодорожного состава ЖТ-72	ТУ 38 101345—77 с изменением № 1 1.01.1983	1.05.1987	МНМЗ
Для автотормозных приборов ЖТ-79Л	ТУ 32 ЦТ 1176—83	31.12.1987	КЗКС
ЛЗ-31Т	ТУ 38 101571—75 с изменением № 1 1.11.1980	1.11.1985	ЛОПНМЗ
Твердая ЖД	ТУ 32 ЦТ 548—83	1.01.1989	КЗКС
Антиаварийная ЖА	ТУ 32 ЦТ 550—83	1.01.1989	»
Антиобледенительная для токоприемников электроподвижного состава ЦНИИ-КЗ	ТУ 32 ЦТ 896—82	15.01.1988	»
Рельсовая ЖР «Ед», «З»	ТУ 32 ЦТ 553—83	1.01.1989	КЗКС
Контактная	ТУ 38 УССР 201129—77 с изменением № 1 1.01.1983	1.01.1988	БОНМЗ
Морские			
АМС-1, АМС-3 *	ГОСТ 2712—75 с изменением № 1 ИУС № 12 1980	1.07.1985	ОрОПНМЗ

Продолжение табл. 2

Смазка	Нормативно-техническая документация (НТД)	Срок действия НТД	Завод-изготовитель
Индустриальные			
Металлургические			
Индустриальные ИП-1Л, ИП-1З	ТУ 38.101820—80 с изменениями № 1 1.01.1982, № 2 1.01.1983	1.06.1987	БОНМЗ, ПЗС
▼ Униол-2 *	ГОСТ 23510—79 с изменением № 1 ИУС № 8 1984	1.07.1990	БОНМЗ
Шпиндельные			
ЛКС-2	ТУ 38 4.01.71—80 с изменением № 1 1.01.1983	1.01.1984	ДОЗВ
КБС	ТУ 38 4.01.63—80 с изменением № 1 1.01.1983	1.01.1984	»
Старт	ТУ 38.401204—81 с изменением № 1 22.07.1983	22.07.1984	—
Сиол	ТУ 38 10152—74 с изменением № 1 1.09.1979	1.09.1984	ДОЗВ
Полиграфические			
Ротационная ИР *	ОСТ 38 1.37—74 с изменением № 1 1.07.1980	1.07.1985	ОрОПНМЗ
Буровые			
Геол-1	ТУ 38 УССР 201385—82 с изменением № 1 1.04.1984	1.04.1985	БОНМЗ
Долотол НУ	ТУ 38 УССР 201371—81 с изменением № 1 1.12.1983	12.11.1984	»
Долотол Н	ТУ 38 УССР 201369—81 с изменением № 1 1.12.1983	12.11.1984	»
Долотол АУ	ТУ 38 УССР 201370—81 с изменением № 1 1.12.1983	12.11.1984	»
КОНСЕРВАЦИОННЫЕ СМАЗКИ			
Общего назначения			
Пушечная *	ГОСТ 19537—83	1.01.1990	ОрОПНМЗ
Вазелин технический для резиновой промышленности *	ОСТ 38.0156—79 с изменением № 1 1.01.1983	1.01.1985	»
▼ Вазелин технический волокнистый ВТВ-1 *	ТУ 38 101180—76 с изменениями № 1 1.01.1977, № 2 1.05.1981	1.05.1986	ДОЗВ
Автосмазка ВТВ-1 в аэрозольной упаковке	ТУ 6-15-954—80	1.01.1986	Литбыхим и Новосибирский завод бытовой химии БНПЗ
Состав предохранительный ПП-95/5 *	ГОСТ 4113—80	1.01.1986	»

Продолжение табл. 2

Смазка	Нормативно-техническая документация (НТД)	Срок действия НТД	Завод-изготовитель
Антикоррозионная АК	ТУ 32 ЦТ 552—78 с изменениями № 1 1.02.1980, № 2 10.01.1983	31.12.1984	КЗКС
ПН	ТУ 38.101876—81 с изменением № 1 15.12.1983	1.08.1984	ДОЗВ
ЗЭС	ТУ 38 101474—74 с изменением № 1 1.01.1980	1.12.1984	ОрОПНМЗ
Канатные			
<i>Общего назначения</i>			
Канатная 39у *	ТУ 38.УССР 2-01-335—80 с изменением № 1 1.05.1983	1.05.1988	БОНМЗ
Канатная БОЗ-1	ТУ 39-9-157—75 с изменениями № 1 1.07.1977, № 2 1.09.1979, № 3 1.09.1981, № 4 29.6.1982	1.01.1985	БОР
Торсиол-35 марок А, Б	ТУ 38 УССР 2-01-214—80	1.05.1985	БОНМЗ
Торсиол-35Э			
Марка Б			
Торсиол-55	ГОСТ 20458—75	1.01.1986	—
<i>Фрикционные</i>			
ВНИИ НП-278	ТУ 38 101630—76 с изменением № 1 1.09.1981	1.09.1986	—
Канатная КФ-10, КФ-10Э	ТУ 38.УССР 201379—81 с изменениями № 1 1.01.1983, № 2 1.03.1984	1.03.1985	БОНМЗ
<i>Пропитки</i>			
▼ Для пропитки органических сердечников стальных канатов Е-1, Е-1Т	ГОСТ 15037—69 с изменением № 1 ИУС № 12 1982	1.01.1985	БОНМЗ
Для пропитки органических сердечников стальных канатов Е-9	ТУ 38 УССР 2-01-223—75 с изменением № 1 1.01.1981	1.01.1985	»
Кремнийорганические пасты (вазелины)			
Вазелин кремнийорганический марки КВ-3/10Э	ГОСТ 15975—70 с изменениями № 1 ИУС № 2 1978, № 2 ИУС № 8 1981	1.01.1986	—
Паста кремнийорганическая КПД	ТУ 6-02-833—78 с изменениями № 1 20.04.1982, № 2 1.01.1984	1.01.1989	—
Паста кремнийорганическая КПИ	ТУ 6-02-1-404—82 с изменением № 1 1.07.1983	1.07.1984	—
Паста гидрофобная ОРГРЭС-150	ТУ 38 101559—75 с изменением № 1 1.09.1980	1.09.1985	МНМЗ

Продолжение табл. 2

Смазка	Нормативно-техническая документация (НТД)	Срок действия НТД	Завод-изготовитель
УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ СМАЗКИ			
<i>Арматурные</i>			
▼ ЛЗ-162	ТУ 38 101315—77 с изменением № 1 1.04.1982	20.10.1984	ЛОПНМЗ
Арматол-238	ТУ 38.101812—83	1.03.1989	»
ЛЗ-ГАЗ 41	ТУ 38 101644—76 с изменением № 1 1.12.1981	1.12.1986	»
Для газовых крапов *	ТУ 38 101316—78 с изменением № 1 1.08.1983	20.08.1988	РОНМЗ
СГП	ТУ 38 101733—78 с изменением № 1 1.08.1983	1.08.1988	ЛОПНМЗ
Бензиноупорная *	ГОСТ 7171—78	1.01.1985	»
ВНИИ НП-291	ТУ 38 001198—74 с изменением № 1 15.12.1979	15.12.1984	—
ВНИИ НП-292	ТУ 38 101472—74 с изменением № 1 1.01.1980	1.01.1985	—
Насосная *	ТУ 38 101311—78 с изменением № 1 1.08.1983	1.08.1988	ЛОПНМЗ
<i>Резьбовые</i>			
<i>Для бурового оборудования</i>			
▼ Резьбовая Р-416, Р-113, Р-402	ТУ 38 101708—78 с изменением № 1 15.02.1983	15.02.1988	ЛОПНМЗ
Для резьбовых соединений (Р-2) *	ТУ 38 101332—76 с изменением № 1 1.01.1981	1.01.1986	»
<i>Дисульфидмолибденовые и графитные пасты</i>			
▼ Лимол	ТУ 38.УССР 201146—80	20.01.1986	БОНМЗ
▼ Паста ВНИИ НП-232	ГОСТ 14068—79 с изменением № 1 ИУС № 12 1982	1.01.1988	КЗКС
Паста ВНИИ НП-225	ГОСТ 19782—74 с изменением № 1 ИУС № 11 1979	1.07.1985	—
Графитовая	ОСТ 26-07-1204—75 с изменением № 1 31.12.80	31.12.1985	—
<i>Лейнерно-резьбовые</i>			
Лейнерная *	ГОСТ 5078—80	1.01.1987	МНМЗ
Графитная БВН-1 *	ГОСТ 5656—60 с изменениями № 1 ИУС № 6 1978, № 2 ИУС № 8 1983	1.01.1986	»
<i>Для легконагруженных резьб</i>			
▼ ВНИИ НП-263	ГОСТ 16862—71 с изменениями № 1 ИУС № 10 1981, № 2 ИУС № 7 1983	1.01.1986	—
Снарядная ВС *	ГОСТ 3260—75 с изменением № 1 ИУС № 5 1980	1.01.1985	—

Продолжение табл. 2

Смазка	Нормативно-техническая документация (НТД)	Срок действия НТД	Завод-изготовитель
Герметизирующие и вакуумные			
Замазка 33К-3у *	ГОСТ 19538—74	1.07.1985	ОрОПНМЗ
Вакуумная *	ОСТ 38 0183—75 с изменением № 1 1.01.1981	1.01.1986	МНМЗ
ВНИИ НП-298	ТУ 38 101287—72 с изменениями № 1 1.01.1978, № 2 1.01.1983	1.01.1988	—
ВНИИ НП-300	ТУ 38 101298—72 с изменениями № 1 1.01.1978, № 2 1.01.1983	1.05.1987	—
Замазка вакуумная *	ОСТ 38 0194—75 с изменением № 1 1.07.1981	1.07.1986	МНМЗ

чрезмерно велик. Вполне возможно и целесообразно использовать лучшие их сорта, более доступные и экономически выгодные. В связи с этим смазки разделены на рекомендуемые (выделены в табл. 2 жирным шрифтом) и не рекомендуемые к широкому применению. К рекомендуемым отнесены наиболее современные высококачественные смазки, вырабатываемые в достаточном количестве, а также перспективные сорта, производство которых расширяется. Сюда же причислены уникальные смазки, не имеющие дублирующих марок (заменителей). В ряде случаев рекомендуются традиционные смазки, применение которых оправдано их низкой ценой и большим опытом эксплуатации.

К нерекомендуемым отнесены устаревшие низкокачественные смазки, смазки, снятые или снимаемые с производства в связи с отсутствием спроса, дефицитностью сырья, заменой на лучшие сорта или по каким-либо другим серьезным причинам.

Не рекомендуются смазки для уникальных случаев применения и механизмов, изготавливаемые периодически по особым заказам. К нерекомендуемым отнесены также смазки, для которых существуют аналоги более высококачественные или более экономически выгодные. Для устаревших нерекомендуемых смазок в соответствующих разделах указаны заменители.

Смазки высшей категории, которым присвоен государственный Знак качества, обозначены в табл. 2 знаком ▼; смазки, входящие в номенклатуру Госснаба СССР, обозначены звездочкой.

Сведения о составе, свойствах, особенностях применения смазок рассмотрены в последующих разделах справочника. Для удобства пользования материалом каждый раздел снабжен таблицами двух видов. В таблицах первого вида (табл. 3, 5, 7 и т. д.) указывается наименование смазки (строго в соответствии со стандартом или техническими условиями), НТД, индекс по ГОСТ 23258—78 и ее состав. В ряде случаев приводятся только тип дисперсионной среды и загустителя смазки. Тара, в которую упаковывают конкретную смазку, указана в соответствии с требованиями НТД на эту смазку. В отдельных случаях сделаны уточнения в соответствии с практикой упаковки смазок на заводах в 1983—1984 гг. Перечень тары для смазок приведен ниже:

Тара	Номинальная вместимость, дм ³	НТД
Бочки стальные, сварные закатные со съемным днищем	100; 200	ГОСТ 13950—76, ТУ 38 101342—75, ТУ 38 20157—76, ТУ 38 УССР 2-174—74
Бочки стальные широкогорлые	100; 200	То же

Тара	Номинальная вместимость, дм ³	НТД
Бочки деревянные (реставрированные)	100; 200	ГОСТ 8777—80
Бочки полимерные	30—150	ГОСТ 24463—80
Бидоны из белой жести широкогорлые	18; 20	ГОСТ 20882—75
Бидоны (барабаны) из черной жести, литографированные	20	ГОСТ 20882—75, ТУ 38.УССР 201338—80
Банки из белой жести	0,9	ГОСТ 5981—82, ГОСТ 6128—81
Банки из черной жести, литографированные	1	ГОСТ 6128—81
Банки из алюминия, литографированные	0,5; 0,75; 1	ТУ 38 101341—75
Банки полиэтиленовые	1	ГОСТ 17000—71
Банки стеклянные	0,1—5	ГОСТ 5717—81
Барабаны стальные	10—100	ГОСТ 5044—79, ТУ 38.УССР 201333—80
Барабаны картонно-навивные	50	ГОСТ 17065—77
Барабаны фанерные	40	ГОСТ 9338—80
Фляги стальные	40	ГОСТ 5799—78
Фляги алюминиевые	1—10	ГОСТ 5037—78
Тубы алюминиевые	25—250 см ³	ТУ 18-16-398—75
Тубы алюминиевые, литографированные	100—250 см ³	ТУ 38 101340—75

Гарантийные сроки хранения в таре взяты из НТД для данной смазки. Рекомендуемые сроки хранения основаны на опытных данных, накопленных при наблюдении за стабильностью различных смазок.

О доле выпуска отдельных смазок можно судить по индексу производства, приводимому в таблицах первого типа — выработка одной из смазок, выпускаемой, как правило, в максимальных количествах по сравнению с другими однотипными смазками, принимается за 100. Для остальных смазок индекс производства соответствует отношению их выработки к выработке в 1983 г. «базисной» смазки. Единые цены на смазки указаны по действующим прейскурантам [23—29]. Оптовые цены по прейскурантам [23, 24, 26] на продукцию промышленности и предприятий выделены жирным шрифтом, а по внутриминистерским прейскурантам [25, 27—29] — курсивом. На некоторые смазки, не вошедшие в прейскуранты, приведены фактические отпускные цены по состоянию на 1 июля 1984 г. Различные доплаты и скидки (за расфасовку смазки в мелкую тару, за стеллажи, транспортирование и др.) могут быть уточнены по прейскурантам.

В таблицах второго вида (табл. 4, 6, 8 и т. д.) даются основные эксплуатационные характеристики, позволяющие судить о возможности применения смазок в различных условиях. Не приводятся данные о допустимом содержании в смазках свободных щелочей, кислот, воды и др., а также некоторые несущественные характеристики (синерезис, зольность и т. п.), которые легко найти в стандартах и технических условиях на смазки. Содержащиеся в таблицах данные накоплены за последние годы (выплет до 1984 г.) при исследовании образцов смазок, полученных непосредственно с заводов. Они уточнены по сравнению с первым изданием справочника [11].

Обобщены также отчеты лабораторий заводов по качеству выпущенной продукции; однако они касаются только показателей, предусмотренных НТД на смазки.

Цифры, выделенные в этих таблицах жирным шрифтом, соответствуют требованиям к качеству смазок, предусмотренным стандартами или техническими условиями. Обычным шрифтом напечатаны фактические данные. Там, где можно было обобщить результаты оценки качества различных партий

одной и той же смазки, в таблицах указаны пределы изменения той или иной характеристики. В отдельных случаях приведены данные анализа единичных образцов. По некоторым смазкам пришлось ограничиться данными, содержащимися в стандартах и технических условиях. Такие сведения, как правило, введены в текст, в связи с чем из таблиц рассматриваемого типа эти смазки исключены.

Ниже перечислены методы оценки, используемые при исследовании смазок:

	ГОСТ
Температура, °С	
кападения	6793—74
сползания	6037—75
вспышки в открытом тигле	4333—48
Предел прочности, Па	7143—73, метод Б
Вязкость (при 10 с ⁻¹), Па·с	7163—63
Термоупрочнение, %	7143—73, метод А
Механическая стабильность	19295—73
Испаряемость, %	9566—74
Коллоидная стабильность, %	7142—74
Окисляемость, мг КОН/г смазки	5734—76
Нагрузки заедания (Рк) и сваривания (Рс), Н	9490—75
Работоспособность на пятишариковой машине трения, мин	21466—76
Пенетрация	5346—78
Испытание на коррозию	9.080—77
Испытание защитных свойств	9.054—75
Смываемость при расходе воды 4,5 дм ³ /мин, %	
Содержание	
воды, %	2477—65
свободных щелочей и органических кислот, % NaOH, мг КОН/г смазки	6707—76
механических примесей, %	1036—75



На приборе «Водоток» [20, с. 161]

Температурный интервал применения, заменители, примерный срок защиты при консервации указаны в соответствии с НТД на смазки, а также с учетом состава, свойств, опыта эксплуатации смазок. Эти сведения являются усредненными и должны уточняться применительно к конкретным типам механизмов и условиям работы смазок. Температурные пределы ориентировочны (особенно нижний предел), так как они сильно зависят от типа узла трения, мощности привода и других факторов. В ряде случаев рекомендуемый температурный интервал применения уточнен по сравнению с указанным в НТД.

Все физические величины приведены в соответствии с международной системой единиц СИ. При необходимости значения единиц СИ могут быть пересчитаны, исходя из приведенных ниже соотношений:

1 Н ≈ 0,1 кгс	1 кПа ≈ 7,5 мм рт. ст.
1 мН ≈ 0,1 гс	1 Па·с ≈ 10 Пз
1 Па ≈ 0,01 гс/см ²	1 мм ² /с ≈ 1 сСт
1 МПа ≈ 10 кгс/см ²	

В справочнике использованы следующие сокращенные обозначения: Al-мыло (смазка) — алюминиевое мыло (смазка); Ba-мыло — бариевое, Ca-мыло — кальциевое, Li-мыло — литиевое, Na-мыло — натриевое, Pb-мыло — свинцовое и Zn-мыло — цинковое мыло (смазка); kAl-мыло (смазка) — комплексное алюминиевое мыло (смазка) высокомолекулярной (жирной) и низкомолекулярной органической (неорганической) кислоты; kBa-мыло (смазка) — комплексное бариевое мыло (смазка) и т. д.; Al-Ba-мыло (смазка) — алюминиево-бариевое мыло (смазка), Li-Ca-Pb-мыло (смазка) — литиево-кальциево-свинцовое мыло (смазка) и т. д.; Si-смазка — смазка, загущенная

силикагелем, Ur-смазка — смазка, загущенная уреатами (соединениями мочевины); HSt — стеариновая, HOI — олеиновая, HAc — уксусная, 12-HoSt — 12-гидроксистеариновая кислоты; LiSt—Li-мыло (соль) HSt, 12-Ca(oSt)₂ — Са-мыло 12-HoSt и т. д.; СЖК C₁₀—C₁₆ — синтетические жирные кислоты, фракция со средней длиной цепи от 10 до 16 атомов С и т. д., ЧШМ — четырехшариковая машина трения, ПМТ — пятишариковая машина трения.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ СМАЗКИ

СМАЗКИ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Антифрикционные смазки общего назначения — это обычно гидратированные кальциевые смазки (солидолы). Солидолы — наиболее старые массовые и дешевые антифрикционные пластичные смазки. В прошлом солидол выпускали под названиями мадия, тавот, масляночная мазь и др. К достоинствам солидолов относятся водостойкость, хорошие защитные (от коррозии) и противозадирные (противоизносные) свойства, к недостаткам — низкие температура плавления и механическая стабильность.

Солидолы используют в механизмах, работающих при температурах до 60—70 °С, когда к их качеству особых требований не предъявляется. Повышение скоростей и удельных мощностей широко внедряемых новых машин ужесточает условия работы смазки. В связи с этим неизбежно постепенное вытеснение солидолов более высококачественными и более дорогостоящими смазками, в первую очередь многоцелевыми. Солидолы всех марок можно без ограничений заменять литолом-24, с которым они вполне совместимы.

В 1983 г. на долю синтетического солидолов приходилось 45,6 %, а на долю жирового солидолов 6,2 % выпуска смазок в СССР. Выпуск солидолов постепенно сокращается. За 5 лет его доля уменьшилась на 10 %, а за 10 лет (с 1973 г.) — на 25 %.

Помимо смазок, рассматриваемых в настоящем разделе, промышленность выпускает низкокачественные солидолы и констатины под марками «смазка колесная» и «мазь колесная» (РСТ УССР 1016—81, РСТ БССР 486—78, ТУ 32 ЦТ 743—76). Их можно применять только в самых грубых и неприхотливых механизмах — в осях телег, ручных воротах и др. Получать эти смазки можно кустарно. Высокие цены на колесные смазки (цена 1 т колесной КМ составляет 176 р. 20 к.) не стимулирует их употребление, так как более высококачественный солидол С стоит примерно столько же. Характеристики солидолов приведены в табл. 3 и 4.

Солидол синтетический (ГОСТ 4366—76) представляют собой мягкие маслянистые мази с гладкой текстурой от светло- до темно-коричневого цвета. По стандарту допускается изготовление солидолов на смеси масел кислотноконтантной и селективной очистки. Доля последних в смеси, однако, не должна превышать 30 %. Солидолы приготавливают из кубовых остатков от перегонки СЖК (9—12 %), именуемых фракцией С₂₀ и выше, с кислотным числом 100—125 мг КОН/г продукта, содержащих не менее 85 % жирных кислот. К омыляемому сырью добавляют фракции СЖК С₅—С₆ и С₇—С₉ (2—4 %), иногда небольшое количество (до 1 %) низкомолекулярных водорастворимых кислот С₁—С₄, содержащихся в так называемой «кислой воде». Последние способствуют повышению предела прочности смазок, но могут ухудшать их механическую стабильность и вызывать упрочнение солидолов при хранении.

Как было установлено [30], для получения синтетических солидолов оптимального качества целесообразно использовать фракцию СЖК С₁₃—С₂₂, не содержащую высокомолекулярных кислот и побочных продуктов окисления. Солидолы, загущенные мылами этих кислот, не только не уступают по качеству жировым, но в некоторых отношениях превосходят их. В такие солидолы вводить какие-либо облагораживающие присадки не требуется.

Максимальная температура применения синтетических солидолов 65—70 °С. Выше этой температуры они необратимо распадаются, поэтому нельзя

Т а б л и ц а 3. Гидратированные кальциевые смазки общего назначения (солидолы)*

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель	Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Цена за 1 т
					гарантийный	реальный	
Солидол синтетический ГОСТ 4366—76 солидол С (СКА3/7-2) пресс-солидол С (СКА4/5-0)	Дистиллятное масло для производства смазок; индустриальные масла И-12А, И-20А, И-25А, И-30А, И-40А; веретенное масло для производства солидола ($\nu_{50} = 17-33$ мм ² /с; температура застывания не выше -15°C)	Гидратированные Са-мыла СЖК фракций $\geq \text{C}_{20}$, C_5-C_6 , C_7-C_9 и фракции C_1-C_4 (до 1%)	Вода (до 3%)	Деревянные и стальные бочки, картонно-фанерные и фанерные барабаны, полиэтиленовые банки, литографированные бидоны	5	5	215
Солидол жировой ГОСТ 1033—79 солидол Ж (СКА2/6-2) пресс-солидол Ж (СКА3/6-0)	Индустриальные масла И-20А, 20В и их смеси с маслами И-40А, 40В ($\nu_{50} = 18-33$ мм ² /с)	Гидратированные Са-мыла естественных жиров — хлопкового масла и технического жира (5—7:1); концентрация мыла не менее 9% (пресс-солидол) и 11% (солидол Ж)	Вода до 2,5% ** (пресс-солидол) и до 3% ** (солидол Ж)	Деревянные и стальные бочки, полиэтиленовые и литографированные банки, бидоны из белой жести и литографированные	5	5	320
Графитная (УСсА) ГОСТ 3333—80 (СКА2/6-г3)	Масло цилиндровое 11 или из анастасьевской нефти (Львовского НПЗ)	Гидратированное Са-мыло (12%) СЖК фракций $\geq \text{C}_{20}$ и C_5-C_6 (2,5:1)	Графит ГС-4 (10%), вода (до 3%)	Стальные бочки, литографированные банки, фанерные барабаны, бидоны из белой жести	5	10	240

* Цифры, выделенные в этой и последующих таблицах жирным шрифтом, нормированы в стандартах и технических условиях.

** Для экспортных жировых солидолов массовая доля воды 1,5 и 2%.

Т а б л и ц а 4. Основные характеристики гидратированных кальциевых смазок (солидолов)

Смазка	Температура каплепадения, $^\circ\text{C}$	Предел прочности, Па		Вязкость, Па·с				Пенетрация при 25°C
		20 $^\circ\text{C}$	50 $^\circ\text{C}$	-30°C	-15°C	0 $^\circ\text{C}$	20 $^\circ\text{C}$	
Солидол С	85—105	300—700	≥ 196 (200—350)	1500—3000	300—1000	≤ 200 (100—200)	80—150	260—310
Пресс-солидол С	85—95	70—200	≥ 98 (100—180)	500—2000	250—600	≤ 100 (50—100)	30—90	310—350
Солидол Ж	≥ 75 (75—87)	300—600	≥ 196 (200—350)	700—1500	300—600	≤ 250 (100—200)	40—180	230—290
Пресс-солидол Ж	≥ 75	—	≥ 98	—	150—350	≤ 100 (70—90)	30—40	330—355
Графитная	≥ 77 (77—85)	300—700	≥ 100 (120—250)	—	1400—2000	≤ 100 (55—100)	60—100	≥ 250 (250—280)

Смазка	Механическая стабильность			Испаряемость за 1 ч, %	Коллоидная стабильность, %	Смываемость водой при 40°C за 6 ч, %	Противоокислительные свойства, нагрузка, Н		Температурный интервал применения, $^\circ\text{C}$	Заменители
	исходный предел прочности при разрыве при 20°C , Па	индекс разрушения, %	индекс восстановления, %				засадания	сваривания		
Солидол С	500—1500	≤ 85 (30—85)	≤ 500 (100—500)	1—4	16	0—2	550—900	1750—2500	От -20 до 65	Солидол Ж, литол-24
Пресс-солидол С	400—1000	15—85	20—700	1—4	—	1—5	550—650	1750—2000	От -30 до 50	Пресс-солидол Ж, литол-24
Солидол Ж	600—2500	60—80	От -100 до 50	1—4	13	1,5	700—800	1580—1600	От -25 до 65	Солидол С, литол-24
Пресс-солидол Ж	—	—	—	1—4	—	—	—	—	От -30 до 50	Пресс-солидол С, литол-24
Графитная	1000—2000	55—65	> 125	2—4	—	10	670—1000	2000—2500	От -20 до 60	Солидол С с 10 % графита

наносить солидолы на трущиеся или защищаемые от коррозии поверхности в расплавленном виде. Солидолы содержат воду, которая служит для них стабилизатором. При концентрации воды менее 0,5 % солидолы распадаются. Повышение содержания воды в солидолах до 5 %, хотя и не разрешено стандартом, но не влияет на их эксплуатационные характеристики [31, с. 67].

По низкотемпературным характеристикам синтетические солидолы уступают морозостойким смазкам (ЦИАТИМ-201, зимол и др.). В большинстве случаев их можно употреблять при температурах не ниже -20°C . В достаточно мощных механизмах синтетические солидолы применяют при более низких температурах (вплоть до -50°C). Заправляют солидол С солидолонагнетателями в узлы трения без подогрева можно примерно до -20°C ; пресс-солидол С можно заправлять в узлы трения при температуре до -30°C .

Предел прочности при сдвиге солидола С достаточно велик и позволяет применять его в подшипниках качения при частоте вращения до $1-3$ тыс. мин^{-1} (Dn — до 150 тыс. мм/мин) без сброса с движущихся деталей.

Синтетические солидолы отличаются хорошей коллоидной стабильностью: при длительном хранении масло из них практически не выделяется. В первый период после изготовления они могут несколько упрочниться. В свежериготовленном солидоле не должно быть свободных органических кислот. В процессе хранения кислотность солидолов иногда повышается до $2-5$ мг КОН/г смазки. Изменение кислотности синтетических солидолов практически не сказывается на их эксплуатационных свойствах. Даже при увеличении кислотности до $20-30$ мг КОН/г смазки, что наблюдается при работе солидолов в течение длительного времени в узлах трения, соприкасающиеся с ними металлические поверхности не корродируют.

Синтетические солидолы можно использовать и в качестве консервационных смазок. При нанесении на открытые металлические поверхности, подвергающиеся воздействию дождя, солнца, ветра, они надежно защищают от коррозии, мало уступая в этом лучшим углеводородным консервационным смазкам. Однако наносить их можно только при температурах не выше 50°C , поскольку расплавление солидолов недопустимо. Можно рекомендовать солидолы для длительной консервации запасных частей, наружных поверхностей механизмов, хранящихся на открытом воздухе, клемм аккумуляторов и др. Солидолы хорошо сопротивляются смыванию с открытых поверхностей дождем. При длительном пребывании в воде внешний вид и свойства солидолов практически не меняются. При контакте с водой на поверхности синтетических солидолов, содержащих соли низкомолекулярных кислот, может появиться сизо-белый налет, что связано с гигроскопичностью солей.

Для приготовления Са-мыла нередко используют низкокачественную известь, что приводит к попаданию в солидолы значительного количества механических примесей. По стандарту допускается содержание 0,25 % механических примесей в пресс-солидоле С и 0,3 % в солидоле С. Примеси опасны не только из-за их абразивного действия — они забивают фильтры солидолонагнетателей и другой заправочной аппаратуры. Для очистки от механических примесей солидолы целесообразно перед заправкой в узлы трения пропускать через частые металлические сетки.

Солидолы, поставляемые в районы южной климатической зоны, упаковывают только в металлическую тару.

Солидол С наиболее массовый сорт антифрикционной пластичной смазки. Не существует ни одной отрасли техники, где бы его не использовали. Солидол С применяют в качестве летней и зимней смазки почти во всех индустриальных механизмах, узлах трения транспортных машин (автомобилей, тракторов, гусеничных вездеходов), сельскохозяйственной техники, ручного инструмента и др. Лишь в таких механизмах, как, например, электромашины и авиационные узлы трения, его не используют из-за узкого интервала рабочих температур. Солидол С применяют в подшипниках качения и скольжения, в шарнирах, винтовых и цепных передачах, тихоходных шестерчатых редукторах и других узлах трения.

Недостаток солидола С — низкая механическая стабильность. При его разрушении вначале сильно снижается предел прочности, что может привести к вытеканию смазки из узла трения; во время отдыха после деформиро-

вания солидол С тиксотропно упрочняется. При чрезмерном уплотнении его эксплуатационные свойства ухудшаются.

Синтетические солидолы плохо совместимы с другими смазками, в частности с Li-смазками (литол-24, зимол, люта). При замене солидола С на смазки других типов следует полностью удалять его из узла трения.

Пресс-солидол С в основном используют для смазывания узлов трения шасси автомобилей. Пресс-солидол С, в связи с его приготвлением на менее вязких маслах и с пониженным содержанием загустителя, легче пропрессовывается в зимнее время при помощи шприцев и механических солидолонагнетателей, чем солидол С. Он обладает также меньшим пределом прочности при сдвиге при 50°C , чем солидол С; поэтому использование его при температурах выше $45-50^{\circ}\text{C}$ нежелательно.

Особенностью некоторых образцов пресс-солидола С является низкий предел прочности при 20°C ; при нагреве до 50°C он возрастает.

Солидол жировой (ГОСТ 1033—79) отличаются от синтетических тем, что их загущают Са-мылами жирных кислот, входящих в состав естественных жиров. Практически массовая доля мыла в солидоле Ж, изготовляемом на БОНМЗ, достигает 18 %, а изготовляемом на РЗС и ПЗС — 15 %.

По внешнему виду и основным характеристикам жировые солидолы близки к синтетическим, но они меньше подвергаются уплотнению при хранении; кроме того, тиксотропного упрочнения при их отдыхе после разрушения не наблюдается. Несколько лучшие вязкостно-температурные характеристики обуславливают преимущество жировых солидолов. Однако в большинстве случаев жировые и синтетические солидолы следует считать вполне взаимозаменяемыми смазками. При смешении жировых и синтетических солидолов их характеристики не ухудшаются. Жировые солидолы достаточно совместимы со смазками других типов (литол-24, зимол). Стандартом предусматриваются две марки жировых солидолов: пресс-солидол Ж и солидол Ж. Раньше они обозначались УС-1 и УС-2. Солидолу Ж, выпускаемому БОНМЗ, присвоен Знак качества. Его температура каплепадения $\geq 78^{\circ}\text{C}$, содержание воды до 2,5 %. По свойствам и областям применения оба жировых солидола соответствуют синтетическим пресс-солидолу С и солидолу С. Для индивидуального потребления ПЗС и БОНМЗ выпускают жировой солидол в полиэтиленовых и жестяных банках емкостью 1 кг.

Графитная (ГОСТ 3333—80) — грубая плотная мазь черного цвета с се-ребристым оттенком. Старое наименование смазки «графитная УССА». По составу смазка близка к синтетическим солидолам, но приготовлена на более вязком масле и содержит графит. Смазку загущают мылами синтетических жирных кислот, получаемых окислением парафина и петролатума (в отношении 9 : 1). Кислотное число окисленного парафина должно быть 110—130 мг КОН/г , окисленного петролатума — не менее 55 мг КОН/г . В последние годы выпускают графитную смазку с пониженным пределом прочности и вязкости. Несмотря на плохие низкотемпературные свойства, графитную смазку употребляют круглогодично. Это объясняется тем, что ее используют главным образом в грубых, тяжело нагруженных, тихоходных механизмах, для которых увеличение сопротивления под действием смазки не имеет значения. Графитную смазку применяют в рессорах, торсионных подвесках гусеничных машин, в открытых шестернях и др. Для точных механизмов и подшипников качения она непригодна. Грубый помол и загрязненность входящего в ее состав графита механическими примесями приводят к износу и повреждению трущихся поверхностей с высокой чистотой обработки. Достаточно широкое применение графитной смазки в грубых механизмах вполне оправдано. Во многих отношениях она сходна по свойствам с синтетическим солидолом С. Для приготовления ее заменили в солидол, нагретый не выше 50°C , добавляют 10 % графита.

СМАЗКИ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР

При температурах, превышающих $60-70^{\circ}\text{C}$, когда применение солидолов невозможно, используют Na- и Na-Sa-смазки, которые работоспособны до $100-110^{\circ}\text{C}$ (констатины). Однако из-за склонности к термоупрочнению более

Таблица 5. Смазки общего назначения для повышенных температур (конт

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
1-13 ОСТ 38.01145—80 (ОНа-Ка2/11-3/4) Консталин ГОСТ 1957—73 консталин-1 (ОНа2/11-3) консталин-2 (ОНа2/11-4)	Смесь масел промышленных, авиационных, трансформаторного, веретениного АУ, приборного МВП ($v_{50} \geq 19$ мм ² /с); температура застывания не выше —38 °С) Очищенное или вышелоченное нефтяное масло ($v_{50} = 19-45$ мм ² /с для —1 и 19—53 мм ² /с для —2)	На-Са-мыла (19 : 4) касторового масла (21%) На-мыло касторового масла (16—20%)

аллы)

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс производства	Цена за 1 т, руб.
		гарантийный	рекомендуемый		
Вода (до 0,75%)	Стальные бочки, фанерные барабаны, бидоны и банки из белой жести, литографированные банки	3 (5)	3 (5)	100	700
Вода (до 0,5%)	Фанерные барабаны, стальные бочки, банки из белой жести	5	5	47	580

Таблица 6. Основные характеристики смазок общего назначения для повыш

Смазка	Температура каплепадения, °С	Предел прочности, Па		
		20 °С	50 °С	80 °С
1-13 Консталин-1 Консталин-2	≥ 120 (130—150) ≥ 130 (130—150) ≥ 150	500—1000 500—1000 > 2000	300—700 300—600 1600	≥ 150 (150—450) 150—300 820

енных температур (консталинов)

Вязкость, Па·с				Пенетрация при 25 °С
—15 °С	0 °С	20 °С	80 °С	
600—1000; 1000—2000 (—30 °С) 800—1500 800—1600	≤ 500 (250—500) 250—500 250—500	100—200 100—200 100—200	10—50 15—30 15—60	180—250 225—275 175—225

Смазка	Термоупрочнение при 120 °С за 1 ч, %	Механическая стабильность			Испаряемость за 1 ч при 150 °С, %
		исходный предел прочности, при разрыве при 20 °С, Па	индекс разрушения, %	индекс восстановления, %	
1-13 Консталин-1 Консталин-2	25—35 0—100 0—100	1500—3000 1500—3000 5000	60—90 60—90 70	± 30 От —30 до 60 0	10—20 10—15 10—15

Коллоидная стабильность, %	Окисляемость при 120 °С за 10 ч, мг КОН/г смазки	Смываемость при 40 °С за 6 ч, %	Противоэадирные свойства, нагрузка, Н		Температурный интервал применения, °С	Заменители
			заедания	сваривания		
≤ 20 (10—20) 8—20 8—12	0,5—3 3—3,5 3—3,5	100 100 100	600—1120 700—850 700—850	1780—2250 2000 2000	От —20 до 110 От —20 до 110 От —20 до 110	Литол-24 » »

целесообразно применять их до 100 °С. Общий недостаток Na- и Na-Ca-смазок — их растворимость в воде. Добавление небольшого количества Са-мыла не сказывается на свойствах Na-смазок, поэтому оба типа смазки рассматриваются вместе. Серия Na-смазок, вырабатываемых под разными наименованиями, достаточно велика. Помимо смазок общего назначения 1-13 и консталина жирового в промышленных масштабах вырабатывают близкие к ним по составу и свойствам железнодорожные смазки ЛЗ-ЦНИИ, кулисную ЖК, автомобильную ЯНЗ-2 и АМ карданную. Железнодорожные и автомобильные смазки описаны в соответствующих разделах. Здесь следует указать, что все они близки друг к другу по составу и основным свойствам, и, как правило, взаимозаменяемы. Для приготовления Na-смазок общего назначения используют естественные жиры, реже — синтетические кислоты. В отличие от солидолов смазки на СЖК не вытеснили жировые Na-смазки. Это обусловлено худшим качеством Na-смазок на СЖК, которые можно применять только в неотвественных механизмах.

В связи с организацией промышленного производства многоцелевых смазок сфера применения Na- и Na-Ca-смазок сужается. В последние годы ГОСТ 1631—61 на смазку 1-13 заменен отраслевым стандартом. Выпуск смазки метро прекращен. Их все больше вытесняют смазки типа литол-24, фиол и др. Уже сейчас взамен смазок 1-13, консталина-1 и -2, автомобильной, карданной широко применяют многоцелевую смазку литол-24. В 1973 г. доля Na-смазок в общем выпуске отечественных смазок составляла 10 %, а в 1983 г. — 5,3 %. Годовая экономия кастрового масла за счет снижения общего выпуска консталина, 1—13 и ЛЗ-ЦНИИ уже составляет около 600 т, а при их полной замене многоцелевыми смазками повысится до 2000 т.

Смываемость всех Na- и Na-Ca-смазок при 40 °С за 6 ч составляет 100 %, их консервационные свойства в отсутствие воды удовлетворительны. У смазки автомобильной (ЯНЗ-2) смываемость низкая (1—3 %), что свидетельствует о ее лучшей водостойкости.

Характеристики консталинов приведены в табл. 5 и 6. 1-13 жировая (ОСТ 38.01145—80) по внешнему виду представляет собой однородную слабозернистую мазь от светло- до темно-желтого цвета. На БОНМЗ смазку 1-13 готовят из смеси масел веретенного АУ и И-50А, менее вязкую дисперсионную среду — смесь масла И-50А и МВП — применяют на РОНМЗ. Разнообразие дисперсионных сред предопределяет различную морозостойкость смазок,готавливаемых этими заводами. Смазку 1-13 загущают Na-мылами жирных кислот, входящих в состав кастрового масла. Кроме того, она содержит немного Са-мыла тех же кислот, присутствие которого мало сказывается на ее структуре и свойствах. Смазку 1-13 практически невозможно отличить от чисто Na-смазки — жирового консталина. В смазку 1-13 можно вводить до 0,75 % воды, однако это не обязательно. В отличие от солидолов, в которых вода играет роль стабилизатора структуры, здесь она является балластом, хотя ее содержание и допускается стандартом. Водостойкость смазки 1-13 низкая, при контакте с водой она эмульгируется и растворяется в ней. При контакте с влажным воздухом поверхностный слой смазки может обводниться, и ее эксплуатационные характеристики ухудшаются.

При упаковке в деревянные бочки или другую неметаллическую тару срок хранения смазки 1-13 и близких к ней (жирового консталина, карданной и др.) не должен превышать трех лет. При более длительном хранении вследствие поглощения влаги из воздуха их характеристики ухудшаются, возрастает содержание воды. При использовании герметичной тары допустимый срок хранения увеличивается до пяти лет и более. Смазка 1-13 непригодна для консервации механизмов и изделий из металла. Только при невысокой влажности воздуха или кратковременном контакте с влагой смазка 1-13 может предотвращать коррозию.

Количество масла, выделяющегося из смазки 1-13 при хранении, невелико. Это обусловлено достаточно высокими вязкостью входящего в нее масла и концентрацией мыла. Довольно большая отпрессовываемость масла из смазки 1-13 связана с грубоволокнистой структурой Na-смазок и отно-

не указывает на ее низкую стабильность при хранении. В смазку 1-13 антиокислительные присадки не вводят, поэтому ее стабильность в условиях применения при повышенных температурах или длительной эксплуатации ухудшается. Достаточно высокая вязкость базового масла и большая концентрация загустителя ухудшают морозостойкость смазки 1-13; в этом отношении она уступает солидолам. В частности, уже при 0 °С прогрессовка смазки 1-13 в узлы трения солидолонагнетателями затруднена, а при —15 °С невозможна.

Смазку 1-13 используют в подшипниках качения, реже — в подшипниках скольжения и других узлах трения. Ею смазывают подшипники электромашин (при температурах до 80—90 °С), ступицы колес автомобилей и другие аналогичные узлы. Срок службы ее в подшипниках достаточно велик, так, в подшипниках электромоторов ее заменяют каждые три года.

Низкое качество смазки 1-13 и дефицитность кастрового масла требуют быстрой замены ее смазкой литол-24. Совместимость смазки 1-13 с Li-смазками (литол-24, зимол, лита) облегчает перевод механизмов на новые смазки.

Консталин (ГОСТ 1957—73) — плотная мазь желтого или светло-коричневого цвета с мелкозернистой или слабоволокнистой текстурой. По внешнему виду эта смазка неотличима от смазки 1-13 и по составу обе смазки практически одинаковы. Различие лишь в том, что в консталине отсутствует Са-мыло. Консталин нельзя отличить от смазки 1-13 и по эксплуатационным характеристикам, в том числе по водостойкости. Температурные пределы применения этих смазок одинаковы. Консталин используют главным образом в подшипниках качения, работающих при температурах до 100—110 °С. В частности, его применяют в механизмах и узлах трения вентиляторов, литейных машин, доменных и цементных печей, на железнодорожном транспорте и др. [32]. Консталин достаточно дефицитная смазка, так как он содержит кастровое масло.

Стандартом предусмотрен выпуск двух марок жирового консталина: консталина-1 и -2. Консталин-2 отличается несколько повышенными температурой каплепадения, пределом прочности, вязкостью. По-видимому, выпуск двух марок консталина иррационален. В настоящее время консталина-2 вырабатывают мало. Так же как и смазку 1-13, консталины в настоящее время успешно заменяют литолом-24.

МНОГОЦЕЛЕВЫЕ СМАЗКИ

Многоцелевые смазки называют иногда многофункциональными или универсальными. Их можно применять во всех основных узлах трения разнообразных механизмов. Эти смазки водостойки и работоспособны в широком интервале скоростей, температур и нагрузок. Однако не следует полагать, что многоцелевые смазки пригодны для замены антифрикционных смазок всех типов, в том числе таких специализированных смазок, как химически стойкие (стабильные в агрессивных средах), морозостойкие или приборные. Но почти все смазки общего назначения типа солидолов и предназначенные для повышенных температур типа консталинов, некоторые индустриальные, почти все автомобильные и многие другие могут быть заменены многоцелевыми. Этому способствует водостойкость многоцелевых смазок (они нерастворимы даже в кипящей воде) и их хорошие консервационные свойства.

В СССР многоцелевые смазки на нефтяных маслах, загущенных Li-мылом 12-гидроксистеариновой кислоты или ее глицеридов (гидрированного кастрового масла), были созданы во ВНИИПНефтехим [33, 34]. Их производство организовано на Бердянском ОНМЗ и на заводе смазок ПО «Омскнефтеоргсинтез» [35]. К многоцелевым в известной мере можно отнести и кСа-смазки на нефтяных маслах типа униол, а также смазки новых типов — полиуретановые, на kAl- и kLi-мылах. Отдельные разновидности Li-, kCa- kAl-, kLi-, Uг-смазок используют в качестве термо- или морозостойких, авиационных или индустриальных смазочных материалов; они рассмотрены в соответствующих разделах.

Таблица 7. Многоцелевые смазки

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
Литол-24 ГОСТ 21150—75 (МЛш4/12-3)	Смесь масел веретенного АУ и индустриального И-50А (1:3) или остаточных и дистиллятных масел западносибирских нефтей Нефтяное масло	12-LioSt (13 %)
Литол-24РК ТУ 38.УССР 201342—80 (МЛш4/13-3) Фиол-1 ТУ 38.УССР 201247—80 (УЛш4/12-1)	Смесь масел веретенного АУ и индустриального И-50А (1:3)	12-LioSt
Фиол-2 ТУ 38.УССР 201188—79 (МЛш4/12-2) Фиол-3 ТУ 38.УССР 201324—79 (МЛш0(4)/13-3) Фиол-2М ТУ 38 101233—75 (ИЛш4/12-д2)	То же (21,5 и 65 %)	То же (8 %)
	То же (20,7 и 62 %)	Li-мыло 12-HoSt (10,5 %)
	Смесь масел веретенного АУ и индустриального И-50А (1:1) ($v_{50} = 20-27$ мм ² /с)	То же (13%)
	Индустриальное масло И-40А	Li-мыло гидрированного касторового масла (11,5 %)
БНЗ-3 ТУ 38 УССР 201357—80 (ОЛш3/10-3)		Li-мыло HSt (8,5 %) и касторового масла (2 %)

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс производств	Цена за 1 т, руб.
		гарантийный	рекомендуемый		
Антиокислительная нафтам-2 (0,7 %) и вязкостная полиизобутилен П-20 (4 %) присадки	Стальные бочки, банки из белой жести, литографированные и полиэтиленовые банки, тубы	5	10	100	1055
Антикоррозионные и другие присадки	То же	5	10	0,2 (1984 г.)	950
Антиокислительная нафтам-2 (0,7 %) и вязкостная полиизобутилен П-20 (3,5 %) присадки	Стальные бочки, бидоны из белой жести, литографированные банки	5	5	0,5	890
То же	То же	2	8	5,8	925
То же (0,7 и 4,2 %)	»	2	10	1,7	1065
	»	5	8	0,04	1540
Антиокислительная дифениламин (0,4 %) и вязкостная полиизобутилен П-20 (3,5 %) присадки, MoS ₂ (2 %) присадки, Антиокислительная присадка дифениламин (0,5 %), осерненное касторовое масло (4 %)	Стальные бочки, бидоны из белой жести	3	5	5,4	590

Таблица 8. Основные характеристики многоцелевых смазок

Смазка	Температура каплепадения, °С	Предел прочности, Па		
		20 °С	50 °С	80 °С
Литол-24	≥ 185 (185—205)	500—1000 (600—1200)	400—600	≥ 200 (200—600)
Фиол-1	≥ 185 (185—200)	≥ 250 (250—350)	200—250	≥ 100 (100—160)
Фиол-2	≥ 188 (188—200)	≥ 300 (300—500)	200—250	≥ 120 (150—300)
Фиол-3	≥ 190 (190—200)	≥ 500 (600—1200)	400—600	≥ 200 (200—600)
Фиол-2М	≥ 180 (180—195)	≥ 300 (300—600)	300—450	≥ 100 (150—300)
БНЗ-3	≥ 170 (170—190)	550—770	≥ 250 (300)	130—150

Вязкость, Па·с				Пенетрация при 25 °С
—30 °С	—20 °С	0 °С	20 °С	
800—1500	≤ 650 (300—600)	≤ 280 (200—280)	80—120	220—250
600	230—600	≤ 200 (80—130)	50—100	310—340
1000	400—800	≤ 250 (100—220)	80—120	265—295
800—2000	300—800	≤ 280 (200—280)	100—190	220—260
1200	420—800	≤ 250 (100—220)	80—120	265—295
—	900—1200	≤ 500 (270—500)	65—180	230—280

Смазка	Механическая стабильность			Испаряемость за 1 ч при 150 °С, %	Коллоидная стабильность, %
	исходный предел прочности при разрыве при 20 °С, Па	индекс разруше- ния, %	индекс восста- новления, %		
Литол-24	800—1300	10—60	0—50	При 120 °С ≤ 6 (2—3) 10—12	≤ 12 (8—12)
Фиол-1	300—500	10—50	0—30	10—12	≤ 25 (15—20)
Фиол-2	600—800	10—50	0—30	10—12	≤ 16 (10—15)
Фиол-3	800—1200	10—50	0—15	10—12	≤ 12 (8—12)
Фиол-2М	600—800	10—30	0	10—12	≤ 15 (10—15)
БНЗ-3	1290—1350	78—81	85—90	12	≤ 15 (7—12)

Ниж наряду с многоцелевыми смазками, загущенными 12-LioSt рассмо-трена смазка БНЗ-3 на LiSt. Хотя она и уступает многоцелевым смазкам по механической стабильности, в других отношениях она достаточно к ним близка. Основные характеристики многоцелевых смазок приведены в табл. 7 и 8.

Литол-24 (ГОСТ 21150—75)— мягкая мазь коричневого цвета. Литол-24 и смазки серии фиол готовят загущением смеси нефтяных масел 12-LioSt. При изготовлении литола-24 на смеси масел И-50А и веретенного АУ в смазку вводят вязкостную присадку — полиизобутилен П-20. Смазки на смеси масел из западносибирских нефтей (без добавки П-20) по морозостойкости немного уступают смазкам на бакинских маслах, но испаряемость из них масла ниже (4—10 % при 150 °С).

Литол-24, так же, как и все Li-смазки, водостоек даже в кипящей воде. Высокая температура плавления, небольшая испаряемость дисперсионной среды, достаточный предел прочности — все это позволяет применять смазку целевых смазок нехарактерно. После выдержки при 120 °С их пределы проч-ности изменяются незначительно (±30 %). Литол-24 — достаточно морозо-стойкая смазка. Он сохраняет работоспособность при —40 °С, а в мощных механизмах и при более низких температурах, вплоть до —55 °С [36, с. 218]. Заправляется солидолонагнетателем в узлы трения при температурах до —30 °С. В процессе работы в подшипниковых узлах вязкость смазки при —20 °С снижается примерно в два раза — до 200—500 Па·с. Смазка обла-дает отличной механической стабильностью благодаря загущению ее мылом технической 12-HoSt, содержащей нормированное количество HSt. Смазка имеет хорошую коллоидную стабильность, а присутствие антиокислителя придает ей высокую химическую стабильность. Противозадирная характери-стика смазки литол-24 удовлетворительна.

Литол-24 можно применять в узлах трения всех типов: в подшипниках качения и скольжения, шарнирах, зубчатых и иных передачах, для смазыва-ния направляющих. Смазка имеет хорошие консервационные свойства и до-статочно надежно защищает металлические изделия от коррозии. Литол-24 широко применяют в качестве единой автомобильной смазки, а также в ме-ханизмах тракторов, гусеничных машин, экскаваторов, бульдозеров, судовых механизмов и др. Ее можно использовать в электромашинках, в дорожнострой-

Окисляе- мость при 120 °С за 10 ч, мг КОН/г смазки	Смываемость при 40 °С за 6 ч, %	Противозадирные свойства, нагрузка, Н		Температур- ный интервал применения, °С	Заменители
		заедания	сваривания		
0,5—1,5	3	≥ 630 (630—800)	≥ 1410 (1600—2240)	От —40 до 120 (130)	Фиол-3
1—1,5	2—4	600—800	1100—1400	От —40 до 120	Фиол-2, литол-24
0,8	—	600—800	1200—1400	От —40 до 120	Фиол-3, литол-24
0,8	0	≥ 617 (650—750)	≥ 1332 (1400—1600)	От —40 до 130	Литол-24
0,8	0	850—900	1800—2000	От —40 до 130	Фиол-24
0,8	2,5	530—710	1580—2000	От —30 (—40) до 100	Литол-24, фиол-3

тельных, сельскохозяйственных, горных и многих других механизмах. В цел-люлозно-бумажной промышленности использование литола-24 наряду с унио-лом-1 и смазкой ЛС-1П позволило исключить применение 20 смазок старых типов (солидолов, консталинов, ЭШ-176, ЦИАТИМ-201, -202, -203, -205, -221 и др.) [37]. Литол-24 закладывают в подшипники с уплотнительными шай-бами в качестве несменяемой смазки.

Возможности применения литола-24 весьма широки. Замена литолом других смазок дает большой экономический эффект. Несмотря на то, что стоимость литола-24 больше, чем смазок общего назначения, расходы на смазочные операции при его употреблении резко снижаются. Применение ли-тола-24 дает годовую экономию 15 руб. на автомобиль [15, с. 83]. По дан-ным [36, с. 218], экономия при использовании 1 т литола-24 взамен старых смазок достигает 7170 руб. Это происходит благодаря увеличению срока службы смазки в узлах трения без смены. Еще больший эффект дает увели-чение межремонтных сроков работы смазываемого механизма, уменьшение расхода запасных узлов и частей. Следует, однако, учитывать, что преиму-щества литола-24 проявляются лишь в достаточно ответственных узлах тре-ния. В грубых, незащищенных от грязи и воды узлах трения применять вы-сококачественные смазки нецелесообразно.

Литол-24 может успешно заменять солидолы всех типов, Na-смазки об-щего назначения и некоторые другие пластичные смазки: солидолы С и Ж, пресс-солидолы С и Ж, 1-13, консталины, автомобильную (ЯНЗ-2), АМ кар-данную и др. При его применении отдельные цехи и даже предприятия мо-гут обойтись одним сортом смазки. Тем не менее ни литол-24, ни любая дру-гая смазка не могут заменить специализированные марки резьбовых, прибор-ных, особо термо- или морозостойких смазок.

Литол-24, вырабатываемый на БОНМЗ, имеет несколько пониженную вязкость при отрицательных температурах, меньшие пределы прочности при 80 °С, более высокую нагрузку сваривания, чем смазка, выпускаемая в Омске (нагрузки сваривания равны соответственно 2000—2250 и 1500—1600 Н).

При использовании литола-24 в закрытых узлах (ступицах колес авто-мобилей, подшипниках водяных насосов и др.) взамен смазок общего назна-чения сроки проведения смазочных работ увеличиваются не менее чем в 2 раза. Так, при замене смазки 1-13 на литол-24 в узлах автомобиля ЗАЗ-969 срок между сменами был увеличен в 4 раза. При использовании его в

ступицах колес и других узлах автомобилей ЗИЛ вместо смазки автомобильной (ЯНЗ-2) срок смены был увеличен с 18 000 до 50 000 км пробега. Применение литола-24 взамен смазки 1-13 в подшипниках электромашин в 2—3 раза увеличило срок службы подшипников и снизило простой оборудования [38, с. 219].

Изучение совместимости литола-24 с другими смазками показало, что смеси его с большинством смазок (солидол Ж, 1-13, автомобильной, ЦИАТИМ-201) вполне работоспособны. По своим эксплуатационным характеристикам они занимают промежуточное положение между литолом-24 и второй смазкой в смеси, например 1-13. Исключение составляет солидол С. При смешении его с литолом-24 образуется смесь с низким пределом прочности, меньшим, чем у обеих исходных смазок. В связи с опасностью вытекания такой смеси требуется при переводе узлов трения, заполненных солидолом С, на литол-24 и наоборот тщательная очистка узла от старой смазки. Все сказанное о совместимости литола-24 с другими смазками справедливо и для других многоцелевых смазок, загущенных 12-ЛеоSt.

На БОНМЗ литол-24 расфасовывают в основном в стальные бочки, банки из белой жести и литографированные банки; ПО «Омск» выпускает литол-24 главным образом в полиэтиленовых банках и тубах.

Литол-24РК (ТУ 38.УССР 201342—80) представляет собой смазку с улучшенными консервационными свойствами [39]. По всем основным характеристикам, назначению и областям применения он идентичен литолу-24. Литол-24РК рекомендуется в основном для механизмов и машин, эксплуатирующихся с длительными перерывами. Обеспечивает консервацию узлов трения в течение 10 лет. Может применяться в условиях повышенной коррозионной агрессивности окружающей среды, в том числе в механизмах морских судов.

Фиол-1 (ТУ 38.УССР 201247—80)—очень мягкая смазка, по составу и основным характеристикам близка к литолу-24. Из-за пониженного содержания загустителя фиол-1 имеет меньшую вязкость, меньший предел прочности, более мягкую консистенцию, несколько лучшую морозостойкость. Для улучшения химической стабильности в смазку фиол-1, а также фиол-2 и -3 вводят антиокислительную присадку. Допускается дифениламин (0,4 %) заменять нафтамом-2 (0,7 %).

Фиол-1 применяют в некоторых узлах автомобилей ВАЗ: в гибких тросах управления, в направляющих сидений, узлах, смазываемых через пресс-масленки. Во многих случаях фиол-1 может быть заменен на литол-24.

Фиол-2 (ТУ 38.УССР 201188—79)—мягкая смазка, по составу и основным характеристикам близкая к литолу-24, но отличающаяся от него несколько меньшим содержанием загустителя. Предназначена для смазывания различных узлов индивидуальных механизмов, работающих при малых и средних нагрузках и температурах до 100 °С. Используется в подшипниках качения и скольжения, в зубчатых маломощных редукторах, передачах станков, транспортеров и в других аналогичных устройствах. Во многих случаях может быть заменена на литол-24. Фиол-2 по назначению является аналогом смазки jota-2 фирмы «Фиат».

Фиол-3 (ТУ 38.УССР 201324—79)—мягкая смазка зеленого цвета. Партии смазки без красителя имеют коричневый цвет. По составу и всем основным характеристикам практически идентична литолу-24. Предназначена и используется в тех же случаях, что и фиол-2, но благодаря более плотной консистенции и повышенному пределу прочности лучше удерживается в узлах трения.

Техническими условиями на смазки фиол-2 и -3 установлен гарантийный срок хранения в таре 2 года. Практически они могут храниться без ухудшения качества гораздо дольше. Фиол-3 по назначению является аналогом смазки jota-3 фирмы «Фиат».

Фиол-2М (ТУ 38 101233—75)—мягкая мазь серебристо-черного цвета, по составу близкая к многоцелевым смазкам серии фиол. По свойствам сходна со специализированной автомобильной смазкой фиол-2У. Наличие вязкостной, а также антиокислительной присадки улучшает эксплуатационные свойства смазки фиол-2М. Добавка 2 % MoS_2 улучшает противозносные и про-

тивозадирные свойства, но не сказывается на реологических характеристиках смазки. Присутствие MoS_2 улучшает и ускоряет приработку подшипников со смазкой фиол-2М [40, с. 224].

Фиол-2М используют для смазывания оси октанкорректора прерывателя распределителя автомобилей ВАЗ. Смазка обеспечивает его работу при пробеге 100 000 км. Ее можно использовать также в разнообразных узлах трения промышленных механизмов, транспортных машин, где необходим смазочный материал, содержащий антифрикционную добавку MoS_2 . В частности, фиол-2М применяют в скоростных подшипниках текстильных машин. Производство смазки невелико (6 т/год), что связано с узкой областью ее применения. Фиол-2М по назначению является аналогом смазки jota-2М фирмы «Фиат».

Смазка БНЗ-3 (ТУ 38 УССР 201357—80) была разработана для закрытых роликовых опор конвейеров горнорудного оборудования [41]. Употребление этой смазки и улучшение герметизации узлов трения значительно (до 3—5 лет) увеличило сроки между сменой смазки.

В ТУ указано, что смазка БНЗ-3 работоспособна в интервале температур от —40 до 100 °С. Однако на основании результатов эксплуатации и данных о вязкости смазки при низких температурах ее можно рекомендовать к применению до —30 °С и только в мощных механизмах — при более низких температурах.

По противозносным характеристикам БНЗ-3 несколько уступает смазке фиол-2М и близка к литолу-24. Смазку используют иногда в механизмах экскаваторов СЭ-3, ЭКГ-4, -6, буровых станков БСВ-3, 20БШ-200, бульдозерах взамен солидола и смазки 1-13 [32]. Гарантийный срок хранения смазки в таре 3 года; фактически ее можно хранить без ухудшения качества 5 лет и более.

ТЕРМОСТОЙКИЕ СМАЗКИ

В эту группу включены смазки с максимальной температурой эксплуатации от 150 до 200—250 °С и выше в течение достаточного времени (по крайней мере в течение десятков и сотен часов). Некоторые другие смазки также могут (но не всегда) обеспечивать работу механизмов при температурах выше 150 °С. При 150—250 °С работает лишь ограниченное число механизмов, поэтому термостойкие смазки вырабатывают в небольших количествах. Их изготавливают на дефицитных синтетических маслах и специальных загустителях. Применение термостойких смазок в тех случаях, когда можно использовать смазки обычных типов, нерационально.

В настоящее время стандартами и техническими условиями предусмотрено более 20 марок термостойких смазок. Некоторые из них (ВНИИ НП-214, ВНИИ НП-233, ВНИИ НП-246, ВНИИ НП-501) вырабатывают периодически или выпускают в весьма малых количествах (единицы и десятки килограммов в год). Использование новых перспективных смазок позволяет отказаться от применения устаревших и дублирующих сортов термостойких смазок; они могут быть заменены на рекомендуемые ниже, более перспективные смазки:

Заменяемые смазки	Заменители (перспективные смазки)
ВНИИ НП-214 ВНИИ НП-219 ВНИИ НП-220 ЦИАТИМ-221с ВНИИ НП-210 ВНИИ НП-235	ЦИАТИМ-221, ВНИИ НП-207
Графитол Силикол БНЗ-5	
	ВНИИ НП-231, ВНИИ НП-246
	Аэрол, БНЗ-4

Ряд термостойких смазок применяют, например в авиации (НК-50, ВНИИ НП-261). Известны термостойкие смазочные пасты (ВНИИ НП-232, лимол).

Такие смазки рассмотрены отдельно в соответствующих разделах справочника.

Термостойкие смазки можно разделить на две группы. В первую войдут мыльные кСа-смазки, во вторую — смазки на неорганических и органических загустителях.

Комплексные кальциевые смазки

кСа-мыло высших жирных кислот и уксусной кислоты, используемое в качестве загустителя, позволяет создать смазки с температурой плавления 200—280 °С, работоспособные до 150—200 °С. Благодаря доступности и невысокой стоимости кСа-смазки более широко распространены по сравнению с другими термостойкими смазками. Если исключить смазки униол-1, графитол, аэрол, БНЗ-4 (изготавливаемые на нефтяных маслах), то выпуск одной кСа-смазки ЦИАТИМ-221 в 10 раз превышает суммарное производство всех остальных термостойких смазок.

Можно выделить два типа кСа-смазок. Первый из них — смазки типа униол, полученные загущением нефтяных масел кСа-мылом СЖК. Помимо смазки униол-1 выпускают смазку униол-2 (индустриальную). Второй вид — смазки типа ЦИАТИМ-221, получаемые загущением полисилоксановых жидкостей кСа-мылом. Сюда относятся смазки ЦИАТИМ-221с, ВНИИ НП-207, ВНИИ НП-247, а также смазки ВНИИ НП-214, ВНИИ НП-219 и ВНИИ НП-220, содержащие по 2—3 % MoS_2 . Проведенные во ВНИИП испытания [42, с. 81] показали, что добавка MoS_2 мало улучшила работоспособность смазок ВНИИ НП-219 и -220. Более того, состояние подшипников после длительной работы оказалось худшим, чем на смазках ВНИИ НП-207 и ЦИАТИМ-221. Основное различие между этими смазками — то, что они изготовлены на разных кремнийорганических жидкостях (132-24, 132-25, 133-158), иногда с добавкой синтетических углеводородных масел типа МАС-35 и др. Учитывая особенности состава, свойства, соображения экономического характера и установившуюся практику применения, следует считать перспективными термостойкие кСа-смазки униол-1, ЦИАТИМ-221, ВНИИ НП-207.

Отметим, что кСа-смазки плохо совместимы со смазками других типов. Поэтому нельзя допускать их смешение при пополнении узлов с Са-, Li-, Na и другими смазками. Основные характеристики кСа-смазок даны в табл. 9 и 10.

Униол-1 (ТУ 38 УССР 2-01-150—78) представляет собой мягкую смазку коричневого цвета, напоминающую по внешнему виду солидол С. По составу униол-1 относится к кСа-смазкам, изготовленным на мылах высоко- и низкомолекулярных кислот. Его вырабатывают из дефицитного жирового сырья — широкой фракции СЖК [43, 44]. Производство униола-1 лимитируется ограниченными ресурсами остаточных масел. Проведенные испытания показали, однако, возможность его изготовления на менее дефицитных остаточных масляных компонентах ряда нефтей.

Униол-1 водостоек даже в кипящей воде. При этом на его поверхности (так же, как у солидола С в холодной воде) появляется лишь слабый налет, что связано с присутствием в этой смазке солей низкомолекулярных карбоновых кислот. По термостойкости униол-1 превосходит многие смазки благодаря высокой температуре каплепадения, малому изменению предела прочности с повышением температуры, низкой испаряемости. При работе тяжело нагруженных механизмов (зубчатых передач, цепей, карданных шарниров постоянных угловых скоростей и др.) очень важны противозадирные свойства униола-1. Коллоидная стабильность униола-1 хорошая. Смазка не выделяет масла при хранении в течение десяти лет. К недостаткам униола-1 относятся склонность к упрочнению и гигроскопичность, в связи с чем хранить его надо в герметичной таре. Гарантийный срок хранения смазки униол-1 в соответствии с техническими условиями 2 года. Наблюдения показали, что смазка может храниться в таре не менее 5 лет.

Униол-1 целесообразно применять в качестве термостойкой смазки общего назначения при температурах до 150 °С с возможным перегревом до 200 °С, когда нужна дешевая и доступная смазка. Униол-1 примерно в 100 раз

дешевле кСа-смазок на синтетических маслах типа ЦИАТИМ-221, ВНИИ НП-207 и др. В настоящее время униол-1 достаточно широко используют в горячих узлах металлургического оборудования, в подшипниках горячих конвейеров и туннельных печей, в керамическом производстве и др. Применение униола-1 взамен смазок ИП-1 и № 137 в 1,5—2 раза увеличило срок службы оборудования, в 2 раза снизило расход смазки, сократило затраты на ремонт и обслуживание механизмов. Экономический эффект от внедрения униола-1 на Никопольском южнотрубном заводе превысил 200 тыс. руб. [38, с. 219]. Хорошие результаты дало применение униола-1 в целлюлозно-бумажной промышленности [45, с. 219].

Униол-1 хорошо зарекомендовал себя в качестве единой многоцелевой смазки для городского электротранспорта [46, с. 48]. В течение ряда лет его применяют в узлах трения троллейбусов и трамваев взамен смазок 1-13, констатируя, что применение униола-1 вместо смазок 1-13 дает экономию (при этом достигнуто увеличение сроков смены смазки, уменьшен на 25—60 % расход запасных частей (подшипников ступиц колес, крестовин карданных шарниров и др.), снижен расход смазок на 50 % расход смазки. Применение униола-1 вместо смазок 1-13 дает экономию от 600 до 900 руб. в год на 1 т смазки или 15 руб. в год на транспортную единицу (троллейбус, трамвай и др.). В качестве единой смазки униол-1 используют также на горнодобывающем оборудовании (отвалынные мосты, шагающие экскаваторы и др.) и в узлах трения сельскохозяйственных машин.

При переходе на смазку униол-1 из узлов необходимо тщательно удалить старую смазку. Эксплуатационные свойства униола-1 при смешении с Са-смазками типа 1-13 ухудшаются. Менее вредно смешение с Са-смазками (солидолом).

Смазка ЦИАТИМ-221 (ГОСТ 9433—80) — мягкая мазь белого или светло-серого цвета. Максимальная температура применения смазки — около 150 °С; допускается кратковременный перегрев до 180 °С. Отличительной особенностью смазки являются хорошие низкотемпературные свойства, по которым она превосходит даже смазку ЦИАТИМ-201, — ее можно применять до —60 °С.

Смазка ЦИАТИМ-221 нерастворима в воде и несмотря на гигроскопичность сохраняет стабильность даже при кипячении. При поглощении воды из влажного воздуха она уплотняется, и ее эксплуатационные, в частности низкотемпературные, свойства ухудшаются. В связи с гигроскопичностью смазку ЦИАТИМ-221 нельзя хранить в негерметичной таре.

Смазка ЦИАТИМ-221 имеет плохие противозадирные свойства при трении скольжения, так как приготовлена на полисилоксановой жидкости. Поэтому для средне- и тяжело нагруженных подшипников скольжения, редукторов и направляющих не рекомендуется ее применять. В подшипниках качения эта смазка чаще всего работает неплохо. Она весьма химически стойка и инертна по отношению к резине и полимерным материалам, поэтому ее достаточно широко используют в парах трения резина — металл, например для смазывания резиновых уплотнительных колец пневматических цилиндров и др.

Смазку ЦИАТИМ-221 давно успешно применяют в узлах трения, работающих в глубоком вакууме: от 10^{-1} до 10^{-10} Па. В вакууме она обеспечивает работу мало- и средненагруженных подшипников качения при частотах вращения до нескольких тысяч мин⁻¹ и температурах до 150 °С примерно в течение 1000 ч. В этих же условиях при 80 °С и частоте 2500 мин⁻¹ смазка ЦИАТИМ-221 сохраняет работоспособность в течение многих тысяч часов. При испытании на ПМТ работоспособность смазки при 200 °С — от 170 до 380 мин и при 250 °С — от 20 до 50 мин. В подшипниках качения № 180506 при 10 000 мин⁻¹ и радиальной нагрузке 500 Н смазка обеспечивает работу на стенде при 120 °С примерно 800 ч, при 150 °С — до 200 ч.

Стандартом на смазку ЦИАТИМ-221 предусмотрена возможность ее применения в контакте с агрессивными средами, однако ее стабильность в таких условиях весьма невелика. Наличие специальных химически стойких смазок сделало употребление для этих целей смазки ЦИАТИМ-221 нецелесообразным. Допустимо ее применение лишь в среде с небольшими примесями агрессивных паров.

Таблица 9. Термостойкие кСа-смазки

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
Униол-1 ТУ 38 УССР 2-01-150—78 (ЖкКа3/15-2)	Авиационное масло МС-20 или остаточные масляные компоненты	кСа-мыло фракции СЖК С ₁₀ —С ₂₀ (11 %) и НАс (4 %)
ЦИАТИМ-221 ГОСТ 9433—80 (ЖкКа615к1/2)	Полиэтилсилоксановая жидкость 132-24	кСа-мыло (16 %) НSt и НАс (3:1)
ЦИАТИМ-221с ОСТ 38.01180—80 (ЖкКа5/18к2)	Полиметилфенилсилоксановая жидкость сополимер № 3	кСа-мыло (14 %) НSt и НАс
ВНИИ НП-220 ТУ 38 101475—74 (ЖкКа6/15к-д3)	Полиэтилсилоксановая жидкость 132-24	То же
ВНИИ НП-214 ТУ 38 101505—74 (ЖкКа6/18к-д1)	Полифенилметилсилоксановая жидкость	»
ВНИИ НП-207 ГОСТ 19774—74 (ЖкКа4/18ку3)	Смесь полиэтилсилоксановой жидкости 132-25 и синтетического углеводородного масла МАС-35 (9:1)	кСа-мыло фракции СЖК С ₁₀ —С ₁₆ и НАс
ВНИИ НП-219 ТУ 38 101471—74 (ЖкКа4/18ку0)	То же	То же
ВНИИ НП-247 ТУ 38.401325—81 (ЖкКа4/18ку3)	—	—

Таблица 10. Основные характеристики термостойких кСа-смазок

Смазка	Температура каплепадения, °С	Предел прочности, Па		
		20 °С	50 °С	80 °С
Униол-1	≥ 200 (230—260)	200—500	250—600 (350—600)	150—400 (260—400)
ЦИАТИМ-221	≥ 200 (200—250)	250—450	≥ 120 (120—250)	60—150
ЦИАТИМ-221с	≥ 200 (203—207)	40—180	25—100	0
ВНИИ НП-220	> 250	240	≥ 120 (160—180)	100
ВНИИ НП-214	≥ 200	≥ 100 (450)	350	210
ВНИИ НП-207	> 250	250—500	200—250	≥ 70 (70—110)
ВНИИ НП-219	> 250	250—500	200—250	≥ 70
ВНИИ НП-247	≥ 200 (202—204)	690	≥ 250 (310—340)	310; 260 (100 °С)

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс производства	Цена за 1 т, руб.
		гаран-тий-ный	реко-мен-дуе-мый		
Антиокислительная нафтам-2 (0,5 %) и антикоррозионная МАСК присадки	Стальные бочки	2	3	420	450
Антиокислительная присадка дифениламин (0,3 %)	Банки из белой жести, тубы	5	5	100	13 200
Антиокислительная присадка альдоль-α-нафтил-амин (0,3 %)	Тубы	2	5	0,8	17 700
Антиокислительная присадка дифениламин, MoS ₂ марки ДМ-1 (3 %)	Банки из белой жести	2	5	1,2	12 000
Антиокислительная присадка альдоль-α-нафтил-амин, MoS ₂	Банки из белой жести, тубы	2	5	—	59 000
Антиокислительная присадка альдоль-α-нафтил-амин (0,3 %)	Банки из белой жести	2	5	2,1	13 000
То же и MoS ₂ (ДМ-1,2) (2 %)	То же	2	5	0,7	10 000
—	»	2	5	0,02	50 300

	Вязкость, Па·с					Пенетрация при 25 °С
	— 50 °С	— 15 °С	0 °С	20 °С	80 °С	
При —30 °С 1000—2000 ≤ 800 (400—750)	450—1000	≤ 160 (100—150)	80—200	40—80	7—30 10—30	280—320
800—2000	450	165	80	30		255
≤ 900 (250—600)	200	120	40—65	17		220
При —40 °С ≤ 500 (330)	240	160	60	30		320
При —30 °С ≤ 1400 (600—1400)	270—500	180—200	80—100	20; 55 (50 °С)		220—245
При —30 °С ≤ 1400 (600—800)	250	180—200	80—100	30—80		> 360
≤ 850 (740—800)	400	220	115	20		220

Смазка	Термо- упрочне- ние при 200 °C за 1 ч, %	Механическая стабильность			Испаряемость за 1 ч, %	
		исходный предел прочности при разрыве при 20 °C, Па	индекс разруше- ния, %	индекс восста- новления, %	200 °C	300 °C
Униол-1	50—300	200—900	От —70 до 40	30—100	5—12	50—60
ЦИАТИМ-221	100—250	350—1000	От —75 до 85	30—120	При 150 °C ≤ 2 (0,5—1) за 3 ч $\leq 4,5$ (1—4)	20—30
ЦИАТИМ-221с	0	550	30	—60		12
ВНИИ НП-220	100	270—420	От —100 до —120	От —10 до —100	2,7	33
ВНИИ НП-214	55	620	—75	—50	0,4	11,3
ВНИИ НП-207	0—230	150—1000	От —220 до 30	От —170 до 40	За 5 ч ≤ 9 (4—9)	40—45
ВНИИ НП-219	20—200	700—1400	От —210 до 40	От 0 до —20	За 5 ч ≤ 8 (3—7) 2,3	24
ВНИИ НП-247	335	640	30	120		28

Коллоидная стабильность смазки ЦИАТИМ-221 удовлетворительная, а испаряемость масла даже при 150 °C ничтожна. Со временем свойства смазки изменяются мало; это позволяет не только гарантировать длительный срок ее хранения в таре, но и использовать смазку без смены во многих периодически работающих механизмах в течение долгих лет. Расфасовывают ее только в мелкую тару.

В последние годы смазка ЦИАТИМ-221 серьезно потеснила старые смазки для электромашин: 1-13 и ВНИИ НП-242. Это объясняется работоспособностью смазки ЦИАТИМ-221 в широком интервале температур (от —60 до 150 °C) и большим сроком службы в подшипниках электромашин. До 80 °C и $D_p = 300\,000$ мм/мин смазка ЦИАТИМ-221 обеспечивает работу в течение 12 000 ч, а при 390 000 мм/мин — до 6000 ч [47, с. 3]. Однако следует считать, что электромашин обычного типа не нуждаются в столь дорогостоящей смазке, полученной загущением полисилоксановой жидкости. Не худшие, а лучшие результаты могут быть получены при использовании смазок на нефтяных маслах. Более обоснованно применение смазки ЦИАТИМ-221 в подшипниках авиационных электромашин при температурах до 150 °C, а краткосрочно — и до 180 °C. Обычно доля времени работы подшипников со смазкой ЦИАТИМ-221 при 150 °C не превышает 10 %. В таких условиях экс-

Коллоидная стабиль- ность (груз 3 Н), %	Окисляе- мость при 120 °C за 10 ч, мг КОН/г смазки	Смы- вае- мость при 40 °C за 6 ч, %	Противозадирные свойства, нагрузка, Н		Темпера- турный интервал примене- ния, °C	Заменители
			заедания	сваривания		
При 10 Н ≤ 10 (2—7)	0,2—0,8	2—3	800—1120	1780—3200	От —30 (—40) до 150	Униол-2, литол-24 (до 130 °C)
При 2 Н ≤ 7 (3—7)	0,04	2—3	280—340	1100—1780	От —60 до 150	ВНИИ НП-207 (до —40 °C)
≤ 9 (4—9)	0	1	—	4770	От —50 (—60) до 180 (200)	ВНИИ НП-207 (до —40 °C) ЦИАТИМ-221
≤ 8 (4—7)	—	3	280	3780	От —60 до 150	ВНИИ НП-207 (до —40 °C), свэм
≤ 15 (3)	0	7	1000	5620	От —60 (—70) до 180 (200)	ВНИИ НП-207
≤ 7 (2—7)	≤ 1 (0—0,9)	0	420—1000	1580—2000	От —40 (—60) до 180 (200)	ЦИАТИМ-221 (до 150 °C)
≤ 7 (2—5)	0	2	360	2100—6300	От —40 до 180	ВНИИ НП-207
При 10 Н ≤ 8 (3—4)	0	0	1260	2000	От —40 (—60) до 180	ВНИИ НП-207

плуатации при частотах вращения 6—15 тыс. мин^{−1} и нагрузках 200—5000 Н гарантийное время работы смазки составляет 500—600 ч для электромоторов и 1000—2000 ч для генераторов. Имеются данные [48, с. 154], что в подшипниках электромашин смазка ЦИАТИМ-221 обеспечивает наработку при 130 °C 1300—2200 ч, а при 150 °C — 500—650 ч.

Смазку ЦИАТИМ-221 достаточно широко применяют в агрегатных подшипниках летательных аппаратов разных типов. Ее успешно используют в приборных подшипниках качения и малонагруженных редукторах. Как приборную смазку ее можно использовать при температурах от —60 до 150 °C при атмосферном давлении и в вакууме.

При использовании смазки ЦИАТИМ-221 следует помнить, что она, так же как и другие кСа-смазки, недостаточно совместима со смазками других типов. Смешение ее при пополнении узлов трения с другими смазками, в частности с авиационной смазкой эра недопустимо.

Смазка ЦИАТИМ-221с (ОСТ 38.01180—80) близка по составу, свойствам и назначению к смазке ЦИАТИМ-221 [49, с. 276]. Отличается тем, что приготовлена на полисилоксановой жидкости другой марки. Указанный в стандарте температурный интервал применения (от —60 до 200 °C) неточен. Высокая вязкость при —50 °C (более 2000 Па·с) не позволяет рекомендовать

смазку ЦИАТИМ-221с для работы ниже этой температуры. Реальная максимальная температура ее применения 180 °С. Работоспособность смазки при 200 °С на ПМТ составляет всего 20 мин. В прошлом смазку ЦИАТИМ-221с применяли в подшипниках авиационных электромашин, однако сейчас она там заменена на ВНИИ НП-207. В настоящее время производство и применение смазки ЦИАТИМ-221с сокращается.

Смазка ВНИИ НП-220 (ТУ 38 101475—74) аналогична по составу, свойствам и назначению смазке ЦИАТИМ-221. Отличается тем, что в ее состав введен MoS_2 [18, с. 320]. Смазка рассчитана на применение до 180—200 °С. Работоспособность ее на ПМТ при 200 °С превышает 250 мин, при 250 °С — составляет 80—100 мин. Однако используют ее ограниченно при температурах до 100 °С для нагруженных подшипников некоторых электромашин, где она обеспечивает длительную работу (до 15 000 ч) подшипников без пополнения смазкой. Появление новых смазок для электрических машин (свэм, ЛДС и др.) позволяет отказаться от применения смазки ВНИИ НП-220. Возможна замена смазки ВНИИ НП-220 на смазку ВНИИ НП-219.

Смазка ВНИИ НП-214 (ТУ 38 101505—74) близка по составу, свойствам и назначению смазке ЦИАТИМ-221. Она изготовлена на метилфенилполисилоксановой жидкости и в ее состав введен особо тонкодисперсный MoS_2 [50, с. 277]. Указанный в технических условиях температурный интервал применения (от —70 до 200 °С) неточен. Высокая вязкость при —50 °С (около 1000 Па·с) не позволяет рекомендовать смазку ВНИИ НП-214 для работы ниже —60 °С. Реальная максимальная температура применения — до 180 °С. Нагрузка заедания (P_k) для смазки ВНИИ НП-214, а также для смазок ВНИИ НП-207 и ВНИИ НП-247 высокая — до 1000 Н. Однако во время их испытания даже при меньших нагрузках износ шаров весьма велик — диаметр пятна износа достигает 1 мм.

Смазку рекомендуют для реверсивных подшипников качения. Указывается, что она пригодна для работы в глубоком вакууме, однако на практике ее применяют лишь в отдельных узлах некоторых устаревших приборов. Целесообразна ее замена на другие смазки, например на ЦИАТИМ-221.

Смазка ВНИИ НП-207 (ГОСТ 19774—74) близка по составу и свойствам смазке ЦИАТИМ-221. Ее готовят на смеси полисилоксановой жидкости с маслом МАС-35, что улучшает термоокислительную стабильность смазки [51, 52]. Смазка ВНИИ НП-207 существенно превосходит смазку ЦИАТИМ-221 по сроку службы в подшипниках качения при 150—180 °С. Хорошие результаты дает применение смазки ВНИИ НП-207 при температурах до 200 °С в подшипниках с качательным движением [53].

При работе в закрытых подшипниках [42, с. 81] смазка ВНИИ НП-207 оказалась равноценной ЦИАТИМ-221 при работе без подогрева и при 150 °С. Однако при 120 °С и частоте вращения 10 000 мин⁻¹ она проработала в подшипнике 180506Е8Т2 в два раза дольше, чем ЦИАТИМ-221 (1600 и 770 ч).

Температурный интервал работоспособности смазки, указанный в стандарте (от —60 до 200 °С), неточен. Смазка сохраняет длительное время (1—3 тыс. ч) работоспособность при 180 °С и частоте вращения 10 000 мин⁻¹. Допускается кратковременный перегрев до 200 °С. Недостатком смазки является низкая морозостойкость. Ее вязкость в интервале от —30 до —50 °С в 2—3 раза выше, чем у смазки ЦИАТИМ-221. В маломощных механизмах смазку ВНИИ НП-207 применяют от —40 °С, в мощных — она может обеспечить нормальную работу и при более низких температурах (до —60 °С). Употребляют ее главным образом в подшипниках электромашин, в первую очередь авиационных, работающих при температурах до 150 °С.

При частотах вращения до 16 000 мин⁻¹ и нагрузках до 700 Н гарантийный срок работы их подшипниковых узлов составляет 750—1300 ч. Фактический срок работы при 150 °С и $D_p = 300\,000$ мм/мин достигает 3000 ч [47]. К недостаткам смазки ВНИИ НП-207 относятся склонность к термо- и влагоупрочнению. Кроме того, наличие в составе смазки синтетического углеводородного масла вызывает повышенное по сравнению со смазкой ЦИАТИМ-221 набухание при контакте с ней резин некоторых марок. Отпрессовываемость масла из смазки ВНИИ НП-207 при нагрузке 10 Н составляет 8—9 %.

Гарантийный срок хранения смазки ВНИИ НП-207 в таре, указанный в стандарте, 2 года; фактически смазку можно хранить и дольше. Отдельные партии смазки после длительного хранения склонны к разупрочнению. В настоящее время ведутся работы по замене смазки ВНИИ НП-207 на более долгороботающую смазку сзда.

Смазка ВНИИ НП-219 (ТУ 38 101471—74) аналогична по составу, свойствам и назначению смазке ВНИИ НП-207 [18, с. 315; 51]. Отличается тем, что в ее состав введен MoS_2 . Работоспособность на ПМТ при 200 °С составляет 110—130 мин, при 250 °С 35—40 мин. При нагрузке 10 Н отпрессовываемость масла из смазки составляет 3—5 %. Используют ее в подшипниках качения стартер-генераторов, работающих при температурах до 200 °С и повышенных (по сравнению с подшипниками, в которых применяется смазка ВНИИ НП-207) нагрузках. Применяют также в шариковинтовых передачах летательных аппаратов.

Смазка ВНИИ НП-247 (ТУ 38.401325—81) близка по свойствам и назначению смазке ВНИИ НП-207. Отличается меньшей термоупрочняемостью и гигроскопичностью. Работоспособность смазки на ПМТ при 200 °С достигает 200—400 мин. На стенде МК при 120 °С смазка проработала 1000 ч.

Используется в основном в подшипниковых узлах маломощных и микроэлектромашин, в том числе достаточно скоростных при температурах до 180 °С и частотах вращения до 20 000 мин⁻¹.

Смазка ВНИИ НП-247 обеспечивает длительную работу подшипников приборных электромашин. Особо хорошие результаты получены при одноразовой закладке смазки с фитильной подпиткой подшипника дисперсионной средой. Сроки службы в зависимости от температуры приведены ниже [48, с. 154]:

	130 °С	150 °С	175 °С
Без подпитки . . .	2800—6300	1300—2000	700—1000
С подпиткой . . .	12000—35000	5000—8000	2500—4000

В скоростных подшипниках смазку ВНИИ НП-247 иногда применяют взамен космической смазки ВНИИ НП-274.

Силикагелевые смазки

Термостойкие Si-смазки готовят на нефтяном масле, поэтому цена их ниже, чем других термостойких смазок. Характеристики силикагелевых, а также других термостойких смазок на неорганических и органических загустителях приведены в табл. 11 и 12.

Аэрол (ТУ 38 УССР 201171—79) представляет собой мягкую мазь черного цвета. Не плавится, имеет низкую испаряемость, водостоек. Работоспособен в широком интервале температур. Введение большого количества MoS_2 обеспечивает смазке высокие противозадирные характеристики. Содержит присадку декстрин (1-л-нитрофенил-, 3-диокси-2-аминопропан), улучшающую работоспособность смазки [54]. Наряду с общепринятыми характеристиками у аэрола проверяют испаряемость (не более 16 %) при 150 °С за 14 ч в тонком слое на часовом стекле и отсутствие сползания с вертикальной стальной пластинки при 150 °С за 14 ч в слое толщиной 2 мм.

Употребляют аэрол для смазывания подшипников тяговых цепей транспортеров в сушильных камерах Волжского автомобильного завода, узлов трения раздаточных печей чугунолитейного литья. Можно применять и в других узлах трения механизмов, работающих при высоких температурах.

Аэрол по назначению является аналогом смазки Molub-Alloy 188-2 фирмы «Финат».

Графитол (ТУ 38 УССР 201172—77) представляет собой мягкую мазь черного цвета. Не плавится даже при температурах выше 250 °С. Графитол имеет низкую испаряемость и удовлетворительную водостойкость. Работоспособен в достаточно широком интервале температур. Введение в смазку гра-

Таблица 11. Термостойкие смазки (неорганические и органические)

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
Силикаг		
Аэрол ТУ 38 УССР 201171—79 (ЖСи2/16-д2)	Авиационное масло МС-20, нефтяное масло М-20А или остаточные масляные компоненты	Силикагель — аэросил К-7-30 (17 %)
Графитол ТУ 38 УССР 201172—77 (ИСи1/16-г2)	То же	То же (18 %)
Силикол ТУ 38 УССР 2-01-149—73 (ЖСи4/16к3)	Полиэтилсилоксано- вая жидкость ПЭС-5	То же (18 %)
БНЗ-4 ТУ 38.УССР 201197—80 (ЖСи4/16нэ2)	Авиационное масло МС-20	Силикагель — бутосил Б-1 (15 %)
БНЗ-5 ТУ 38 УССР 201197—80 (ЖСи4/16нэ00)	То же	То же (5 %)
Сажевые и		
ВНИИ НП-231 ОСТ 38 01113—76 (ЖСж6/25к1)	Полиэтилсилоксановая жидкость 132-25 или 132-24	Газовый технический углерод ДГ-100 (20— 22 %)
ВНИИ НП-210 ТУ 38 101275—72 (ЖПг2/35к-гд1)	Полифенилметилсило- ксановая жидкость ПФМС-4	Графит марок ГСМ-1, ГСМ-2, ГС-1, ГС-2, ГС- 3 (20 %); индантрон — пигмент синий антрахи- ноновый или изовиол- лантрон (7 %)
ПФМС-4С ТУ 6-02-917—79 (ЖГ3/30к)	То же	Графит тонкодисперс- ный искусственный (термографит) марки С-1 (32—35 %)
ВНИИ НП-501 ТУ 38.101918—82 (ЖГ3/30а1)	—	—
Пигме		
ВНИИ НП-235 ТУ 38 101297—78 (ЖПг6/25к1)	Полифенилметилсило- ксановая жидкость	Изовиолантрон
ВНИИ НП-246 ГОСТ 18852—73 (ЖПг6/25к0)	Полихлорсилоксано- вая жидкость ХС2-170ВВ	Фталоцианин

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс произ- водства	Цена за 1 т, руб.
		garan- тийный	реко- мендуе- мый		
елевые					
MoS ₂ (ДМ-3) (17 %), декстрин (1 %)	Бидоны из бе- лой жести, литографиро- ванные банки	1	5	100	7 100
Графит С-1 (10 %)	То же	2	5	64	3 200
Осерненное касторовое масло (5 %)	»	0,6	5	4,3	8 100
Антиокислительная присадка дифениламин (0,5 %), эфир орто- кремневой кислоты (5 %)	Бидоны из бе- лой жести	3	3	54	2 320
Антиокислительная присадка дифениламин (0,5 %), этилсиликат- 32 или эфир СЖК (1 %)	То же	3	3	5,7	900
графитные					
Вода (до 0,12 %)	Банки из бе- лой жести	5	5	7,1	10 650
Антиокислительная присадка альдоль-α- нафтиламин (0,5 %), MoS ₂ (3 %), вода (до 0,12 %)	То же	5	10	7,1	23 000
—	Бидоны из бе- лой жести и банки поли- этиленовые	1	10	—	21 000
—	Банки из бе- лой жести	5	5	0,3	153 000
нтные					
Антиокислительная присадка альдоль-α- нафтиламин	Банки из бе- лой жести	5	5	4,3	28 000
—	Банки из бе- лой жести, стеклянные, полиэтилено- вые, тубы	5	5	0,04	135 000

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
Полим		
ВНИИ НП-233 ТУ 38 101687—77 (ЖПм2/35a1)	Перфторалкилполиэфир ПЭФ-240	Фторопласт-4
ВНИИ НП-269 ТУ 38 40158—73 (ЖО2/35a)	Перфторалкилполиэфир	—

Таблица 12. Основные характеристики термостойких смазок (неорганиче

мазка	Температура кападения, °C	Предел прочности, Па		
		20 °C	50 °C	80 °C
С и л и к а				
Аэрол	≥ 250	300—700	200—500	200—500
Графитол	≥ 250	350—700	200—600	200—600
Силикол	≥ 250	700—1000	≥ 300	300—500
БНЗ-4	≥ 230	400—420	≥ 400	220—270
БНЗ-5	—	0	0	0
С а ж е в ы е и				
ВНИИ НП-231	—	250—450	250—400	≥ 150 (150—350)
ВНИИ НП-210	—	70	100	70
ПФМС-4С	—	100—200	100—150	80—150
ВНИИ НП-501	—	190	100—400 (100—300)	80
П и г м е н т				
ВНИИ НП-235 *	—	100—150	120—190	≥ 70 (100—180)
ВНИИ НП-246	—	400—600	250—500	70—250 (100—250)
П о л и				
ВНИИ НП-233	—	50—160	≥ 100 (150)	60—80

* Вязкость для смазки ВНИИ НП-235 при 100 с⁻¹,

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс произ- водства	Цена за 1 т, руб.
		гара- нтийный	реко- мендуе- мый		
ерные					
—	Банки из бе- лой жести, стеклянные, полиэтилено- вые, тубы	5	5	0,02	172 900
—	—	2	2	0,01	187 600
ских и органических)					
Вязкость, Па·с					Пенетра- ция при 25 °С
-40 °С	-15 °С	0 °С	20 °С	80 °С	
гелевые					
—	1000—1300	300—700	100—250	10—30	265—295
—	700—2000	300—600	150—400	15—35	265—295
—	600	≤ 550	200—300	70	220—250
—	400—1000	150—400	85—220	50—60	265—295
800 (-20 °С)	220	≥ 10 (55)	30	≈ 50	> 400
графитные					
При -50 °С	75—100	50—75	25—60	10—50	330
≤ 400 (300—400)	При -10 °С ≤ 750 (680) 1000—1500	250	15—20	2 (100 с ⁻¹)	390
1000 (-15 °С)					
—	760	200—250	140	10—30	—
При -30 °С		215	65	12	310
≤ 2500 (1000—2300)					
ные					
≤ 350 (10 с ⁻¹)	5	3	1,5	—	325
≤ 500 (100—400)	100—300	60—200	40—150	95 (50 °С)	345
мерные					
—	При -20 °С ≤ 700 (370)	100	65	15	320

Смазка	Термо- упрочнение при 200 °С За 1 ч, %	Механическая стабильность		
		исходный предел прочности при разрыве при 20 °С, Па	индекс разрушения, %	индекс восстановления, %
С и л и к а				
Аэрол	10	500—800	От —20 до 60	±20
Графитол	170	350—650	От —90 до 60	От —100 до 500
Силикол	500	1800	50	100
БНЗ-4	140	1200	40	65
БНЗ-5	—	—	—	—
С а ж е в ы е и				
ВНИИ НП-231	100—250	200—500	От —150 до 0	0—200
ВНИИ НП-210	150	200	40	—25
ПФМС-4С	550	500—700	—	—
ВНИИ НП-501	30	310	15	50
П и г м е н т				
ВНИИ НП-235	370	110—210	—80	—40
ВНИИ НП-246	100	400	25	0
П о л и				
ВНИИ НП-233	240—370	160	0	—30

* Для силикагелевых смазок груз 10 Н.

фита существенно улучшает ее противозадирные свойства. Наряду с общепринятыми характеристиками у графитола проверяют изменение микропенетрации (до ±20 %) после выдержки при 150 °С в течение 14 ч; смываемость струей воды — 1500 см³ (не более 12 %) при 40 °С за 1 ч; испаряемость (не более 12 %) и отсутствие сползания с вертикальной стальной пластинки при 150 °С за 14 ч в тех же условиях, что и у аэрола.

Графитол применяют главным образом для высокотемпературных узлов трения (подшипников качения и скольжения, сопряженных поверхностей) промышленного оборудования. В частности, им смазывают механизмы дверей сушильных камер и подшипники вентиляторов горячего воздуха закалочных печей.

Гарантийный срок хранения, указанный в технических условиях, — 2 года — занижен. Реально смазку можно хранить в таре до 5 лет и дольше; при этом ее свойства существенно не изменяются.

Силикол (ТУ 38 УССР 201149—73) представляет собой Si-смазку. Так же, как и графитол, он не плавится даже при высоких температурах и имеет низ-

Испаряемость за 1 ч, %		Коллоидная стабильность (груз 3 Н) *, %	Противозадирные свойства, нагрузка, Н		Температурный интервал применения. °С
200 °С	300 °С		заедания	сваривания	
гелевые					
6	47—50	≤ 8 (3—8)	≥ 1580 (1750—2800)	≥ 2510 (3650—7900)	От —15 до 160
8—9	47—50	≤ 8 (1—4)	900—1300	2250—3550	От —15 до 160
≤ 2 (150 °С)	23	≤ 9 (1,5—3)	250	1000	От —40 до 160
8	42	≤ 12 (4—6)	1000—1150	1600—2000	От —40 до 160
7,5	55	—	790	1410	От —40 до 160
графитные					
≤ 5 (1—3)	20—30	≤ 8 (3—7)	340	2510	От —60 до 250
≤ 2 (1,5)	7	≤ 12 (11)	25	10 000	От —20 до 250
1,9—3,5 (250 °С)	9—11	1,6	Отсутствуют		(350) (400) От —30 до 300
≤ 4 (1,7—3,7)	35	≤ 20 (9—17)	> 5000	7080	От —40 до 300 (400)
ные					
≤ 2 (1)	7	≤ 19 (8—12)	Отсутствуют		От —60 до 250
≤ 1 (0—1)	2,5—3,5	≤ 10 (7—10)	1000	2510	От —60 до 250
мерные					
При 250 °С ≤ 12 (1,5—7)	17	≤ 10 (2,5—10)	Отсутствуют		От —30 до 300

кую испаряемость и удовлетворительную водостойкость. По противозадирным свойствам силикол уступает графитолу, что объясняется тем, что он изготовлен на полисилоксановой жидкости. Для улучшения противозадирных свойств в смазку вводят осерненное касторовое масло. Силикол предназначен для малонагруженных подшипников качения, в частности он используется для подшипников горячих вентиляторов печей цементации. Силикол по морозостойкости превосходит аэрол и графитол.

Смазка БНЗ-4 (ТУ 38 УССР 201197—80) — мягкая мазь коричневого цвета. Разработана на Бердянском ОНМЗ [55]. Введение в смазки БНЗ-4 и БНЗ-5 эфиров ортокремневых кислот и СЖК способствовало улучшению их механической стабильности. Предназначена для узлов трения, работающих при температурах до 160—200 °С, в том числе в присутствии паров воды и агрессивных веществ. Имеет хорошие консервационные свойства. Смазку используют для сушильно-отделочных машин на трикотажных фабриках, в том числе в вертикальных и наклонных узлах трения сушильно-ширильных стабилизационных машин, сушильных и барабанных машин, тканепечатных ма-

шин, каландров и др. Применяют также в подшипниках транспортеров сушильных камер на машиностроительных заводах.

Смазка БНЗ-5 (ТУ 38.УССР 201197—80) близка по составу и областям применения к смазке БНЗ-4. Отличается в три раза меньшим содержанием загустителя и соответственно очень мягкой консистенцией. Смазку используют в цепных приводах и передачах, а также в централизованных системах смазки отделочного оборудования. Выпускается в ограниченных количествах.

Сажевые и графитные смазки

Смазки, входящие в эту группу, отличаются высокой термостойкостью. Они сохраняют работоспособность при температурах до 250—300 °С. Однако их применяют только в тихоходных узлах трения. Сажевые и графитные смазки имеют высокие противозадирные характеристики. Близкие свойства и одна и та же область применения сажевых и графитных смазок позволяют считать целесообразной их унификацию.

Смазка ВНИИ НП-231 (ОСТ 38 01113—76)— мягкая мазь черного цвета. Готовят ее загущением полисилоксановой жидкости техническим углеродом ДГ-100 [56]. По составу и свойствам занимает промежуточное положение между пластичными смазками и неструктурированными полутекучими пастами (имеет малый предел прочности при 20 °С). Работоспособна при 250 °С. Допускается кратковременный перегрев смазки до 300 °С. Длительный нагрев сажевых смазок при 150—200 °С вызывает их термоупрочнение и резкое ухудшение механической стабильности вплоть до полного разжижения термообработанной смазки после ее перемешивания [57]. Смазка имеет хорошую морозостойкость — она работоспособна до —60 °С.

Хорошие противозадирные свойства позволяют применять смазку ВНИИ НП-231 в нагруженных червячных редукторах и режбовых передачах. Ее можно использовать также в тихоходных подшипниках качения и скольжения. Для предотвращения утечки смазки необходима тщательная герметизация узлов трения. Применяется главным образом в авиации, но при необходимости может использоваться и в других отраслях народного хозяйства. При работе в тихоходных (частота вращения 70 мин⁻¹) подшипниках горячих конвейеров при 180—200 °С смазка обеспечила их эксплуатацию в течение 6—8 мес.

Смазка ВНИИ НП-210 (ТУ 38 101275—72) представляет собой очень мягкую черную мазь с синим оттенком. По составу и свойствам она занимает промежуточное положение между пластичными смазками и неструктурированными пастами. Смазка сохраняет работоспособность при 200—250 °С, а кратковременно (минуты или часы) и при 300—400 °С. Определенное значение имеет антиокислительное действие пигмента, улучшающее термическую стабильность полисилоксановой жидкости [58]. Смазку ВНИИ НП-210 используют в тяжело нагруженных тихоходных подшипниках качения и скольжения, а также в шарнирах и подвесках с качательным движением трущихся поверхностей. Применять эту смазку при высоких скоростях нецелесообразно, так как при этом ресурс ее работы резко снижается. При малых скоростях (до 100 мин⁻¹) и 200 °С смазки типа ВНИИ НП-210 сохраняют работоспособность в течение 2500 ч и более [59, с. 134].

Смазка ПФМС-4С (ТУ 6-02-917—79)— черная плотная паста. По реологическим свойствам она отличается от обычных мыльных смазок (например, от ЦИАТИМ-221) еще больше, чем смазка ВНИИ НП-231. Смазка ПФМС-4С имеет низкую испаряемость даже при 300 °С и высокие противозадирные характеристики. При испытании ее на ЧШМ нагрузки заедания и сваривания превышают 8000 Н. Однако уже при небольших нагрузках (300—1000 Н) наблюдается большой износ шаров. Испытания при 200 °С в течение 100 ч показали инертность смазки к стали и бронзе [60, с. 47]. Смазку ПФМС-4С чаще всего применяют для авиационных узлов трения (в подшипниках качения, винтовых шариковых передачах, резьбах) при температурах до 300 °С, а кратковременно (5 ч) и при 400 °С. При испытании в резьбе шпинделя парового вентиля смазка ПФМС-4С в течение 2000 ч при 285 °С обеспечила его работу. Она лишь немного уступала порошкообразному MoS₂ и существенно

превосходила смазки ВНИИ НП-225 и -232. Все сказанное об особенностях свойств и применения смазки ВНИИ НП-231 в значительной мере относится и к смазке ПФМС-4С.

Смазка ВНИИ НП-501 (ТУ 38.101918—82) мягкая мазь серо-черного цвета. Она отличается особо высокой термостойкостью и хорошими противозадирными свойствами. По инертности к черным и цветным металлам при 200 °С смазка ВНИИ НП-501 аналогична смазке ПФМС-4С [60, с. 47]. Морозостойкость смазки недостаточная, уже при —30 °С ее вязкость достигает 2—2,5 тыс. Па·с. Смазку рекомендуют применять при температурах до 400 °С. Ее перегрев недопустим, так как при разложении возможно образование токсичных газообразных веществ. По этой же причине во время работы со смазкой запрещается курить и применять открытый огонь. В то же время сама по себе смазка ВНИИ НП-501 не токсична и биологически инертна.

Пигментные смазки

Смазки, загущенные пигментами, одни из первых позволили обеспечить работу узлов трения при 250 °С. Наиболее широко применяют пигментную смазку ВНИИ НП-235. Она полностью заменила смазки ВНИИ НП-206, -222, -234 и -236 (технические условия на них отменены).

Смазка ВНИИ НП-235 (ТУ 38 101297—78)— мягкая мазь чернофиолетового цвета [61]. Смазка слабо структурирована, отличается низким пределом прочности, слегка возрастающим с повышением температуры от 20 до 80 °С. Вязкость смазки слабо зависит от скорости деформации. Отпрессовываемость масла высокая. Смазка предотвращает задиры и сваривание шаров при испытании на ЧШМ вплоть до нагрузок порядка 10 000 Н. Однако диаметр пятна износа в таких испытаниях уже при небольших нагрузках достигает 0,6—0,8 мм. Термическая стабильность дисперсионной среды и загустителя, малое изменение предела прочности при нагреве позволяют применять смазку в широком интервале температур — от —60 до 250 °С. По остальным характеристикам близка к обычным смазкам, загущенным мылами. Рекомендуется для работы в условиях неглубокого вакуума (порядка 4 кПа). Используется в подшипниках качения с колебательным движением, работающих с небольшими скоростями.

Смазка ВНИИ НП-246 (ГОСТ 18852—73) представляет собой очень мягкую мазь синего цвета. По составу и свойствам близка к неструктурированным полутекучим пастам (имеет малый предел прочности при 20 °С). При нагреве смазки до 200—250 °С предел прочности изменяется мало. Благодаря этому и высокой термической стабильности компонентов [62, с. 182], смазка сохраняет работоспособность до 200 °С. Допускается кратковременный ее перегрев до 250 °С. Достоинства смазки — хорошая морозостойкость (ее можно применять до —80 °С) и низкое давление насыщенных паров, что позволяет использовать ее в глубоком вакууме. При давлении порядка 100 нПа обеспечивает ресурс работы подшипника 100 ч. Смазку ВНИИ НП-246 применяют в малонагруженных скоростных подшипниках качения электромашин, в маломощных зубчатых передачах и в аналогичных механизмах, работающих в широком интервале температур и в вакууме. Смазка дефицитна.

Полимерные смазки

Термостойкие смазки можно получать, загущая перфторполиэфирные масла твердыми полимерами типа фторопласта и полиуретанов. По внешнему виду полимерные смазки представляют собой мягкие белые мази. Отличительные их особенности — низкие коэффициенты трения и инертность по отношению к резинам. Такие смазки обеспечивают длительную работу узлов при высоких температурах вплоть до 350 °С. В то же время перегрев смазок этого типа (выше 350—500 °С) недопустим из-за токсичности продуктов их термического разложения.

Смазка ВНИИ НП-233 (ТУ 38 101687—77)— одна из наиболее термостойких смазок. Работоспособна при температурах до 300 °С. Предел прочно-

сти смазки невелик, а морозостойкость посредственная. Применять ее ниже -30°C не следует. Смазка отличается высокой механической и коллоидной стабильностью. Имеет особо высокие противозносные характеристики, что обусловлено ее загущением политетрафторэтиленом [63]. Рекомендуется для подшипников качения. Стойка к действию кислорода [64, с. 174].

Смазка ВНИИ НП-269 (ТУ 38 40158—73) узкоспециализирована. Имеет высокие противозносные характеристики. Ее используют для смазывания нагруженных ходовых винтов масс-спектрометров при температурах до 350°C . Учитывая высокую термостойкость амелиновых смазок [65, с. 8], следует полагать, что смазка ВНИИ НП-269 может получить более широкое распространение.

МОРОЗОСТОЙКИЕ СМАЗКИ

Рассматриваемые в этом разделе смазки предназначены для применения при температурах до -50°C , а в некоторых механизмах и при более низких. Минимальная температура применения определяется не только свойствами смазки, но и в большой степени типом узла трения, в котором смазка работает. В маломощных механизмах лучшие морозостойкие смазки могут оказаться нераспространенными уже при -30°C . В то же время неморозостойкая смазка литол-24 в ступицах колеса автомобиля работает при -50°C .

В СССР морозостойкие смазки готовят на обычных и комплексных мылах и на твердых углеводородах. Тип загустителя на морозостойкость пластичной смазки существенно влияния не оказывает [66]. Хорошие низкотемпературные характеристики этих смазок обусловлены в основном тем, что они приготовлены на нефтяных маслах АСВ-5, МВП, велосит (И-5А) и др., имеющих невысокую вязкость при низких температурах, а также на морозостойких синтетических маслах (полисилоксанах, сложных эфирах и др.).

При необходимости в качестве морозостойких используют ряд смазок, не рассматриваемых в настоящем разделе. Термостойкая смазка ЦИАТИМ-221, авиационные (за исключением НК-50), все космические смазки, большая часть приборных работоспособны до -50°C и при более низких температурах.

Ассортимент морозостойких смазок включает более 10 марок. Широкое распространение получили смазки ЦИАТИМ-201, лита, МС-70 и ГОИ-54п. Остальные вырабатывают в ограниченных количествах.

Отечественные морозостойкие смазки удобно разделить на две группы по их температурам плавления. В первую группу войдут Li-смазки с температурой каплепадения $170-200^{\circ}\text{C}$, вторую составят Al-, Ba-Al- и Ba-Pb-смазки, а также углеводородные смазки с температурой каплепадения ниже 100°C . Основные характеристики морозостойких смазок приведены в табл. 13—16.

Тугоплавкие смазки

Смазка ЦИАТИМ-201 (ГОСТ 6267—74) представляет собой мягкую мазь желтого или светло-коричневого цвета. Эта Li-смазка является основной морозостойкой смазкой, выпускаемой в СССР. Из-за высокой испаряемости дисперсионной среды смазка ЦИАТИМ-201 работоспособна в течение сколько-нибудь длительного времени лишь при температурах не выше $80-90^{\circ}\text{C}$. Во многих механизмах она сохраняет работоспособность при температурах до -60°C и ниже.

Смазка ЦИАТИМ-201 достаточно водостойка; в воде она практически нерастворима. Однако из-за мягкой консистенции и недостаточной липкости смазка может механически смываться с открытых поверхностей.

Консервационные характеристики смазки ЦИАТИМ-201 невысоки. Ее химическая стабильность вполне удовлетворительна. При механическом воздействии смазка достаточно сильно разрушается; при этом снижаются ее предел прочности и вязкость. Тиксотропное упрочнение для смазки ЦИАТИМ-201 не характерно; под действием повышенных температур или при хранении она не уплотняется. Работоспособность смазки при испытании на ПМТ при 100°C

Таблица 13. Морозостойкие смазки (тугоплавкие)

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель	Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс производства	Цена за 1 т, руб.
					гарантийный	рекомендуемый		
ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267—74 (НЛш6/9-1)	Приборное масло МВП	Li-мыло HSt (11 %)	Антиокислительная присадка дифениламин (0,3 %)	Банки из белой жести, литографированные	5	4	100	600
ЦИАТИМ-203 ГОСТ 8773—73 (НЛш5/9-2)	Трансформаторное масло с вязкостной присадкой ($\nu_{50} = 11,4-15,2 \text{ мм}^2/\text{с}$)	Li-мыло HSt (6,5 %), саломаса технического (5,7 %) и асидола осеренного (4,3 %)	Противозносная трифенилфосфат (0,6 %) и вязкостная винилпол ВВ-2 (1,5 %) присадки	Бидоны из белой жести	5	5	13,2	950
Лита ОСТ 38.01295—83 (НЛш-Т5/10-2)	Масло веретенное АУ	LiSt, керезин 80 (10:6)	Антиокислительная п-оксидифениламин (0,5 %) и противозадирная ЛЗ-318 (1,6 %) присадки	Бидоны из белой жести	5	5	16	860
Зимол ТУ 38.УССР 201285—82 (МЛш5/13-т3)	Масло АСВ-5	12-LioSt	Антиокислительная и антикоррозионные присадки, фторопласт	Бидоны и банки из белой жести	5	5	0,8 (1984 г.)	1300
ВНИИ НП-271 ТУ 38 101603—76 (НЛш6/13эл)	Сложный эфир	Li-мыло HSt и гидрированного кастрового масла	Противозносная и антиокислительные присадки	Тубы	2	2	1	116 000

Таблица 14. Основные характеристики морозостойких смазок (тугоплав

Смазка	Температура каплепадения, °C	Предел прочности, Па		
		20 °C	50 °C	89 °C
ЦИАТИМ-201	≥ 175 (175—190)	350—500	250—500 (300—450)	130—250
ЦИАТИМ-203	≥ 160 (165—195)	350—700	≥ 250 (350—450)	150—300
Лита	≥ 170 (170—195)	550—750	≥ 150 (180—400)	100—150
Зимол	≥ 190 (190—200)	300—1000	370—700	≥ 200 (200—400)
ВНИИ НП-271	≥ 170	100—200	50—170	70

Смазка	Термо- упрочне- ние при 120 °C за 1 ч, %	Механическая стабильность			Испаряемость за 1 ч, %	
		исходный предел прочности при разрыве при 20 °C, Па	индекс разруше- ния, %	индекс восстано- вления, %	100 °C	150 °C
ЦИАТИМ-201	0—30	600—1500	70—85	±25	10—12	При 120 °C ≤ 25 (18—22)
ЦИАТИМ-203	0	700—1200	78—90	100—500	5—8	30—35
Лита	10—50	800—2000	60—93	0—100	1—2	11—17
Зимол	±50 (6—50)	650—1200	≤ 60 (15—40)	≤ 30 (от —5 до 25)	0—2	≤ 10 (4—6)
ВНИИ НП-271	70	410	65	15	0	1,5

Таблица 15. Морозостойкие смазки (низкоплавкие)

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
ГОИ-54п ГОСТ 3276—74 (НТ5/5-3)	Приборное масло МВП	Церезин 75 или 80 (26—30 %)

ких)

Вязкость, Па·с				Пенетрация при 25 °C
—50 °C	—30 °C	0 °C	20 °C	
≤ 1100 (600—1000) 1500—4000	200—350	80—170	45—120	265—310
1500—2500	≤ 1000 (200—700)	100—300	70—150	250—300
≤ 2000 (1700—2000) 480	≤ 1000 (800—1000) 300—500	160—350	85—115	240—265
	≤ 50 (—40 °C, 100 с ⁻¹)	100—260	80—170	240—290
		75	55	310

Коллоид- ная стабиль- ность, %	Окисляе- мость при 120 °C за 10 ч, мг КОН/г смазки	Смывае- мость при 40 °C за 6 ч, %	Противозадириные свойства, нагрузка, Н		Темпера- турный интервал примене- ния, °C	Заменители
			заедания	сваривания		
≤ 26 (25—26)	≤ 3 (0,3—2)	10—25	280—500	1000—1580	От —60 до 90	Эра, зимол, лита
≤ 10 (5—10)	≤ 3 (0,5—2,5)	1,5	360—400	1580—2000	От —50 до 90	Эра, зимол, лита
≤ 20 (8—15)	0,1—0,4	1—5	630—890	1580—1780	От —50 до 100	Зимол
≤ 20 (13—20)	0—0,5	3—4	≥ 500 (500—900)	≥ 1580 (1580—3000)	От —50 до 130	Лита
При грузе 3 Н ≤ 35 (23)	0	8	1260	2240	От —60 до 130	—

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс произ- вод- ства	Цена за 1 т, руб.
		гаран- тий- ный	реко- мен- дуе- мый		
Антикоррозионная присадка МНИ-7 (1—1,4 %)	Бидоны из белой жести	5	10	100	800

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
МС-70 ГОСТ 9762—76 (НБа-Ал-Т5/6-3)	Приборное масло МВП	BaSt ₂ (10 %), AlSt ₂ (5 %), церезин 80 (5 %)
Морская МУС-3А ТУ 38 10171—74 (НБа-Ал-Т 4/7-д3) МЗ ТУ 38 001263—76 (НАл-Т5/8-3)	То же	То же
	Веретенное АУ	Al-мыло СЖК фракций C ₁₀ —C ₁₆ , C ₅ —C ₆ (6 : 1) и церезин 75 (мыло : : церезин = 12 : 10)

Таблица 16. Основные характеристики морозостойких смазок (низкоплав

Смазка	Температура капельдения, °C	Предел прочности, Па		
		20 °C	50 °C	80 °C
ГОИ-54п	≥ 60 (60—70)	200—600	При 40 °C ≥ 150 (150—390)	0
МС-70	≥ 80 (85—115)	400—800	≥ 100 (100—300)	0
МУС-3А	≥ 70 (85—115)	600	≥ 100 (120—240)	0
МЗ	≥ 100 (100—120)	580—680	≥ 200 (220—480)	200—280

Смазка	Механическая стабильность			Испаряемость за 1 ч, %	
	исходный предел прочности при разрыве при 20 °C, Па	индекс разрушения, %	индекс восстано- вления, %	100 °C	150 °C
ГОИ-54п	800—1600	20—50	50—100	≤ 15 (9—12)	40—50
МС-70	1000—2000	70—85	175—200	7—10	40—50
МУС-3А	1200	60—70	25—35	7—10	40—50
МЗ	1000—1200	65—75	90—240	1—3	18

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс произ-водства	Цена за 1 т, руб.
		гараптий-ный	реко-мен-дую-мый		
Вязкостная присадка поли-изобутилен П-200Н, П-200, П-155Н или П-155 (0,01 %), вода (до 0,1 %) То же, а также MoS ₂ (4,5—5 %) и нитрит дициклогексисамина (1—1,5 %)	Бидоны и банки из белой жести	5	5	11,5	730
	Бидоны из белой жести	5	5	3,6	1770
Антикоррозионная нитрованый окисленный петролатум (1 %) и вязкостная полинзобутилен П-10 или П-20 (0,5 %) присадки	Бидоны из белой жести, бочки металлические	5	5	3 (1984 г.)	730

ких)

Вязкость, Па·с				Пенетрация при 25 °C
—50 °C	—30 °C	0 °C	20 °C	
1500—2500	При —40 °C ≤ 1200 (700—1100)	70—110	25—60	200—245
2500—4500	≤ 1500 (300—1300)	120—230	90—150	220—260
1500—3500	≤ 1100 (380—550)	160—190	120	220—260
—	≤ 2000 (500—1000)	200—300	100—150	230—240

Коллоидная стабильность, %	Окисляемость при 120 °C за 10 ч, мг KOH/г смазки	Смываемость при 40 °C за 6 ч, %	Противоадгезионные свойства, нагрузка, Н		Температурный интервал применения, °C	Заменители
			заедания	сваривания		
≤ 15 (3—15)	—	10—20	400—600	1100	От —40 до 50	МЗ, лита
≤ 10 (4—6)	5,8	16—20	350—600	1400—1600	От —50 до 65	МЗ, лита
6—7	—	10	900	2000	От —50 до 65	МС-70, МЗ
≤ 8 (4—8)	—	0	450—500	1580	От —50 до 80	Лита, зномол

составляет 95—140 мин, при 150 °С — от 35 до 70 мин, при 200 °С — от 8 до 15 мин. Коллоидная стабильность смазки ЦИАТИМ-201 низка. Во время хранения выделяется масло, что ухудшает ее эксплуатационные свойства. Расфасовка смазки ЦИАТИМ-201 в тару емкостью более 1 л нерациональна, поскольку при этом выделение из смазки масла ускоряется. К сожалению до сих пор ее иногда упаковывают в металлические бидоны на 20 л.

Употребляют смазку ЦИАТИМ-201 в узлах трения всех типов (подшипники качения и скольжения, шарниры, трущиеся поверхности и др.). Не рекомендуется использовать ее при больших удельных нагрузках. Широко применяют эту смазку в узлах трения самолетов и вертолетов. В узлах шасси самолетов и в подшипниках системы управления смазка сохраняет работоспособность в течение 700 летных часов, а в малонагруженных закрытых подшипниках — до 1500 ч. До сих пор ЦИАТИМ-201 является основной, наиболее распространенной авиационной смазкой. Ею смазывают также разнообразные наземные механизмы, когда необходимо обеспечить минимальное сопротивление при низких температурах. Достаточно часто эту смазку применяют в радиотехническом оборудовании, в электромеханических и других приборах и точных механизмах. Смазкой ЦИАТИМ-201 заменяют также обычные смазки при эксплуатации некоторых машин на Крайнем Севере. Так, иногда вместо солидола для смазывания рулевого управления и других машин и средненагруженных узлов автомобилей в арктических районах зимой ЦИАТИМ-201 уже во многом не соответствует современным требованиям. Прежде всего это связано с низкими максимальной температурой применения и механической стабильностью. В связи с недостатком высокими эксплуатационными характеристиками в узлах трения летательных аппаратов смазку ЦИАТИМ-201 сейчас заменяют на авиационную смазку эра. В наземных механизмах взамен нее можно применять морозостойкие смазки зимол и лита. Хотя две последние превосходят ее по противозносным свойствам, консервационным характеристикам, работоспособности при повышенных температурах.

Смазка ЦИАТИМ-203 (ГОСТ 8773—73) представляет собой мягкую мазь черного цвета с гладкой текстурой. По морозостойкости ЦИАТИМ-203 уступает смазке ЦИАТИМ-201. Целесообразно использовать ее при температурах до —45 °С. В мощных механизмах она может использоваться и при более низких температурах.

В состав смазки ЦИАТИМ-203 входят осерненные жиры и противозадирная присадка, в связи с чем ее рекомендуют для нагруженных узлов трения. Однако по противозадирным характеристикам ЦИАТИМ-203 не выделяется среди других морозостойких смазок. Критическая нагрузка заедания у нее ниже, чем у любой другой морозостойкой смазки (кроме ЦИАТИМ-201). По нагрузке сваривания она превосходит только две смазки: ЦИАТИМ-201 и лита. Зимол превосходит смазку ЦИАТИМ-203 по всем противозадирным характеристикам.

Водостойкость, коллоидная и химическая стабильность смазки ЦИАТИМ-203 удовлетворительны. При отдыхе после разрушения она незначительно тиксотропно упрочняется. Стабильность ее при хранении достаточно хорошая, хотя иногда наблюдается небольшое выделение из нее масла. Основные характеристики смазки после хранения в течение 5 лет меняются незначительно. После хранения в течение 2 лет и более стандарт разрешает возвращение вязкости смазки при —30 °С на 100 Па·с и увеличение отпрессовываемости масла на 3 %. Защищает от коррозии смазка посредством [20, с. 229].

Смазка ЦИАТИМ-203 предназначена для зубчатых передач (в том числе червячных редукторов), опор скольжения и подшипников качения. Максимальные контактные напряжения, при которых рекомендуется использовать смазку ЦИАТИМ-203 в зубчатых передачах и подшипниках качения, достигают 2500 МПа. Смазку применяют для авиационных механизмов в различных силовых приводах, нагруженных редукторах, винтовых парах и др. Ра-

ботоспособность смазки составляет около 300 летных часов. Смазку ЦИАТИМ-203 применяют и при эксплуатации наземных механизмов.

Следует подчеркнуть, что современный вариант смазки существенно отличается по составу и свойствам от первоначального. Главное отличие состоит в замене кашалотового жира на технический саломас.

В связи с недостаточно высокими эксплуатационными характеристиками в узлах трения летательных аппаратов смазку ЦИАТИМ-203 сейчас заменяют на новую авиационную смазку эра, а в отдельных механизмах — на смазку ВНИИ НП-254. В наземных машинах взамен нее успешно применяют морозостойкие смазки лита и зимол, которые существенно превосходят ее по многим эксплуатационным характеристикам. Смазка ЦИАТИМ-203 не совместима со смазками ВНИИ НП-254 и лита.

Лита (ОСТ 38.01295—83) — морозостойкая многоцелевая смазка, по составу и свойствам [67] сходная со смазками ЦИАТИМ-201 и зимол. Отличается тем, что приготовлена на более тяжелом масле — веретенном АУ, а в качестве загустителя в нее дополнительно введен церезин 80. Смазка водостойка; морозостойкость ее удовлетворительная. Механическая стабильность смазки низка, что обусловлено загущением LiSt и церезином. Лита лучше защищает от коррозии, чем смазка ЦИАТИМ-201, и имеет меньшую испаряемость, а по другим характеристикам практически ей равноценна. Смазка рекомендуется для разнообразных узлов трения машин и механизмов, эксплуатируемых под открытым небом в зимнее и летнее время во всех климатических зонах, обеспечивает работу подшипников качения и скольжения, нагруженных зубчатых (в том числе червячных) передач, направляющих и др. Лита совместима со смазками литол-24, 1-13, автомобильной (ЯНЗ-2), зимол, ЦИАТИМ-201, № 9, МС-70, но не совместима с солидолами и смазкой ЦИАТИМ-203.

Зимол (ТУ 38.УССР 201285—82) — многоцелевая морозостойкая смазка, по свойствам и назначению близкая к смазкам типа лита и МЗ. Она изготовляется на облагороженном нефтяном масле АСВ-5, благодаря чему характеризуется меньшей испаряемостью при хорошей морозостойкости, что расширяет температурный интервал ее применения. Загущение 12-LioSt существенно повышает механическую стабильность смазки. Введение в нее присадок способствует улучшению противозносных и антикоррозионных свойств, а также химической стабильности. Для смазки зимол нормируют индекс задира — не менее 30 и воздействие на резину 26-44 при 70 °С за 125 ч — изменение объема образца резины не должно превышать 8 %.

Смазка зимол предназначена в качестве единой для узлов трения любых типов (подшипники качения, скольжения, зубчатые передачи и др.) автотракторной техники, гусеничных и землеройных машин и др. Она является морозостойким аналогом многоцелевой смазки литол-24. Зимол успешно прошел эксплуатационные испытания на автомобилях, гусеничных и других машинах на Крайнем Севере и в Средней Азии. Он допущен к всесезонному применению наряду со смазкой литол-24 во всех климатических зонах, но в первую очередь для районов с особо холодным климатом. Зимол заменяет солидолы всех марок, констатины, смазки 1-13, автомобильную (ЯНЗ-2), а также морозостойкие смазки ЦИАТИМ-201, ЦИАТИМ-203 и МС-70 при их использовании в наземных механизмах. Предполагается применять зимол и для судовых механизмов. Он, а также смазка лита могут заменить морозостойкие смазки северол-1 и униол-3М, выпуск которых прекращен. Зимол совместим с заменяемыми смазками (за исключением солидола С), что позволяет пополнять им узлы трения без их разборки и очистки от старой смазки. Он вполне совместим также со смазками литол-24, лита, МЗ.

Смазка ВНИИ НП-271 (ТУ 38 101603—76) — узкоспециализированная морозостойкая смазка, представляющая собой мягкую мазь бежевого цвета с фиолетовым оттенком. Обеспечивает малые моменты трения подшипников качения при температурах до —50 °С. Рекомендуется для узлов трения электромашин при температурах от —60 до 100—130 °С. В приборных подшипниках при 50 °С и частоте вращения 6000 мин⁻¹ работоспособна в течение 20 000 ч [47, с. 3].

Благодаря тому, что смазка изготовлена на сложном эфире — диоктилсебацinate и содержит противозносную присадку, она может быть использована в подшипниках качения с высокими контактными нагрузками, в том числе в подшипниках гироскопов [62, с. 182; 68]. Смазка обеспечивает при испытаниях максимальную предельную быстроходность по сравнению с другими гироскопическими смазками [68]. Ее используют также в оптическом приборостроении, например для смазывания скоростных элементов шторного затвора фотоаппарата, но лишь в узлах, изолированных от оптических деталей.

Смазка ВНИИ НП-271 одновременно работоспособна в парах трения титан — бронза при нагрузках до 36 МПа. При испытании на машине трения в паре сталь — латунь противозносные свойства были неудовлетворительными; посредственные результаты получены также при испытании смазки на стенде «Гистерезис» при 150 °С. Ограниченно смазку ВНИИ НП-271 можно применять в контакте с кислородом. По кислородостойкости она аналогична космической смазке ВНИИ НП-274, несколько превосходя ее при открытом контакте с O₂.

В связи с токсичностью трикрезилфосфата, входящего в состав смазки, при работе с ней необходимо строго соблюдать правила техники безопасности.

Низкоплавкие смазки

Смазка ГОИ-54п (ГОСТ 3276—74) представляет собой мягкий вазелин желтого или светло-коричневого цвета. Смазка сохраняет работоспособность до —50 °С, однако в маломощных механизмах стандарт рекомендует применять ее только до —40 °С. Использовать ГОИ-54п, так же как и другие углеводородные смазки, при температурах выше 50 °С нельзя. Низкая температура плавления смазки в ряде случаев играет положительную роль, позволяя наносить ее в расплавленном виде, а также удалять, смывая горячей водой или паром. По водостойкости, коллоидной и химической стабильности смазка ГОИ-54п превосходит другие морозостойкие смазки. Без существенного изменения свойств ее можно хранить в течение 10 лет и более. Гарантийный срок хранения, предусмотренный стандартом (5 лет), несомненно занижен.

Смазку ГОИ-54п используют для консервации точных механизмов и приборов на срок до 5 лет. В отличие от других углеводородных смазок ее удобно наносить на защищаемые поверхности не только в расплавленном виде, но и намазыванием (она обладает мягкой консистенцией). Достаточно широко ее применяют в качестве антифрикционной артиллерийской смазки.

В связи с прекращением добычи озокерита смазку в настоящее время загущают нефтяным церезином. Это в ряде случаев ухудшает ее морозостойкость и приводит к отказам в работе механизмов при температурах ниже —40 °С. Взамен смазки ГОИ-54п можно использовать смазки лита и МЗ, которые по всем основным характеристикам не только не уступают, но и превосходят смазку ГОИ-54п. В большинстве случаев смазку ГОИ-54п можно заменять и другими морозостойкими смазками. Полная совместимость углеводородных смазок со смазками других типов облегчает замену ГОИ-54п новыми смазками — лита, МЗ, зимол.

Смазка МС-70 (ГОСТ 9762—76) — мягкая гладкая мазь коричневого цвета. Она относится к мыльно-углеводородным смазкам. Вследствие низкой температуры каплепадения смазки и высокой испаряемости дисперсионной среды ее нельзя применять при температурах выше 65 °С. Высокая морозостойкость позволяет успешно использовать смазку при температуре до —45 °С, а в более мощных механизмах — и до —50 °С. Отличительной особенностью смазки МС-70 является высокая водостойкость и хорошие консервационные свойства. Она предназначена для механизмов, непосредственно соприкасающихся с морской водой, в том числе для заборного оборудования подводных лодок и морских судов. Достаточно широко смазку применяют и в наземных машинах, где требуется сочетание морозостойкости и высокой защитной способности. Стабильность смазки МС-70 при хранении удовлетворительная.

Смазку МС-70 можно употреблять в подшипниках качения, скольжения, в различных передачах, для обеспечения работы трущихся поверхностей, на-

правляющих и др. Во многих ответственных случаях смазка МС-70 обеспечивает периодическую работу механизмов в течение 10 лет. Заменителями ее могут служить смазки зимол, лита, МЗ, которые должны со временем ее вытеснить. Все эти смазки достаточно совместимы со смазкой МС-70.

Морская МУС-ЗА (ТУ 38 10171—74) является модифицированной смазкой МС-70, но отличается от нее тем, что содержит MoS₂ и ингибитор коррозии нитрит дициклогексиламина. По основным характеристикам и областям применения близка к смазке МС-70, но имеет лучшие противозадирные и консервационные свойства. Не рекомендуется применять ее в контакте с деталями из меди и ее сплавов. Используется главным образом для смазывания механизмов вооружения (шаровых погонов, направляющих, винтовых передач) морских судов. Наименование расшифровывается как Морская Универсальная Смазка, однако, оно неверно определяет ее узкоспециализированное место в ряду морских смазок.

Смазка МЗ (ТУ 38 001263—76) — специализированная морозостойкая смазка, предназначенная для механизмов морского (МЗ — Морская Защитная) и наземного вооружения. Предполагается ее применение взамен смазок МС-70 и ГОИ-54п. Смазка имеет хорошую коллоидную и удовлетворительную механическую стабильность. Низкая температура каплепадения ограничивает верхний температурный предел применения смазки МЗ (до 80 °С). Морозостойкость смазки вполне удовлетворительна. Смазка МЗ обеспечивает эксплуатацию механизмов при температурах до —50 °С. Несмотря на наличие в смазке антикоррозионной присадки по консервационным свойствам она равноценна обычным морозостойким смазкам, таким как лита, зимол. Стальные детали она защищает немного лучше, а медные хуже, чем смазка ГОИ-54п.

Применение смазки МЗ облегчается ее хорошей совместимостью с большинством смазок, включая солидолы всех марок, 1-13, автомобильную (ЯНЗ-2), ЦИАТИМ-201 и ЦИАТИМ-203, ГОИ-54п, литол-24, зимол.

Смазка МЗ успешно выдержала испытания как в морских, так и в наземных условиях. Однако пока ее производство и применение ограничено.

ПРОТИВОЗАДИРНЫЕ СМАЗКИ

Смазки, используемые в тяжело нагруженных узлах трения, должны предотвращать задир и заедание трущихся поверхностей. Противозадирные свойства смазок во многом определяются природой их дисперсионной среды и загустителя. Так, смазки, загущенные кСа- или Pb-мылами, имеют улучшенные противозадирные характеристики. Наиболее эффективные противозадирные смазки получают, как правило, вводя в них соответствующие присадки (соединения серы, хлора, фосфора) и добавки (MoS₂, графит). За рубежом ассортимент противозадирных смазок (именуемых EP-grease) весьма велик. В СССР смазки такого типа выпускают пока в небольших количествах.

Наряду со специализированной многоцелевой противозадирной смазкой ЛС-1П, рассматриваемой в настоящем разделе, в нагруженных узлах можно использовать такие смазки, как многоцелевую противозадирную фиол-2М, термостойкие униол-1, ПФМС-4С, авиационные свинцоль-01 и свинцоль-02, ВНИИ НП-254 и др. В особых случаях применяют противозадирные концентрированные пасты MoS₂ и графита (ВНИИ НП-232, лимол, ВНИИ НП-225). Основные характеристики противозадирных смазок приведены в табл. 17 и 18.

Смазка ЛС-1П (ТУ 38 УССР 201145—77) близка по составу к многоцелевым смазкам типа литол-24 и фиол, но отличается от них тем, что содержит эффективные противозадирные присадки. Литневая Смазка с Присадкой (ЛС-1П) водостойкая, имеет хорошую механическую стабильность. Недостаток смазки — коррозионное действие при контакте с водой. В результате подбора новых противозадирных присадок этот дефект в значительной степени устранен. Смазки используют в тяжело нагруженных узлах кузнечно-прессового и литейного оборудования. Благодаря небольшой вязкости ее успешно применяют в централизованных системах смазки.

Таблица 17. Противозадирные и радиационнотстойкие смазки

Таблица 17. Противосадорные смазки		
Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
Противо		
ЛС-1П ТУ 38 УССР 201145—77 (ИЛн0 (4)/13-1)	Смесь масел авиационного МС-20 и индустриального И-50А (7 : 2)	12-LioSt (8 %)
Радиацион		
ВНИИ НП-273 ТУ 38 101476—74 (УБн2/12у4) ВНИИ НП-275 ТУ 38.101891—81 (УСи2/25а3)	Синтетическое углеводородное масло МАС-35 Перфторалкилполиэфир	Бентон Силикагель

Таблица 18. Основные характеристики противозадирных и радиационнотстой

Таблица 16. Основные характеристики					
Смазка	Температура каплепадения, °С	Предел прочности, Па			
		20 °С	50 °С	80 °С	
Противо					
ЛС-1П	≥ 185 (185—200)	≥ 100 (150—300)	140—200	50—140	
Радиацион					
ВНИИ НП-273	—	300—600	210	≥ 200 (360)	
ВНИИ НП-275	—	470—540	≥ 150 (370)	200—260	
Смазка	Термоупрочнение при 120 °С за 1 ч, %	Механическая стабильность			Испаряемость при 150 °С за 1 ч, %
		исходный предел прочности при разрыве при 20 °С, Па	индекс разрушения, %	индекс восстановления, %	
Противо					
ЛС-1П	20—100	300—500	15—40	0—50	10—12
Радиацион					
ВНИИ НП-273	10	2300	60	40	0,6—1,2; 3,8 (200 °С)
ВНИИ НП-275	От —30 до —40	550—650	40—55	30—100	При 200 °С ≤ 7 (2—6)

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Цена за 1 т, руб.
		гараптийный	рекомендуемый	

задирные

Противозадирные хлорэф-40 (1 %) и ЛЗ-23К (0,6 %), антиокислительная дифениламин (0,5 %) присадки	Стальные бочки	3	3	1075
--	----------------	---	---	------

нотстойкие

Антиокислительная и антикоррозионная присадки, MoS ₂	Бидоны и банки из белой жести	2	2	32 500
—	Банки из белой жести, стеклянные и полиэтиленовые, тубы	5	5	215 000

ких смазок

Вязкость, Па·с				Пенетрация при 25 °С
—20 °С	0 °С	20 °С	50 °С	

задирные

1600—2500 (—30 °С)	40—100	≤ 100 (30—100)	35—50 (80 °С)	310—340
--------------------	--------	----------------	---------------	---------

нотстойкие

380	275	200	200	210 (без перемешивания)
440—600	180—210	120—130	65—70	230

Коллоидная стабильность, %	Смываемость при 40 °С за 6 ч, %	Противозадирные свойства, нагрузка, Н		Температурный интервал применения, °С	Заменители
		заедания	сваривания		

задирные

≤ 25 (15—25)	10	≥ 1000 (1000—1260)	≥ 2240 (2240—2500)	От —40 до 130	—
--------------	----	--------------------	--------------------	---------------	---

нотстойкие

≤ 6 (5)	1	1260	6310	От —20 до 120	ВНИИ НП-275
При грузе 3 Н ≤ 9 (3—8)	0—3,5	Отсутствует	> 10 000	От —20 до 250	ВНИИ НП-273

РАДИАЦИОННОСТОЙКИЕ СМАЗКИ

Обычные пластичные смазки вполне работоспособны при дозах радиации до 10^6 — 10^7 рад [19, с. 169; 69]. При облучении меньшими дозами их свойства не меняются. Более интенсивному облучению смазочные материалы подвергаются практически только в механизмах управления ядерными реакторами. В этом случае под действием радиации происходит радиолитический распад отдельных компонентов. Вначале смазки разжижаются, а затем затвердевают. У смазок могут ухудшаться коррозионные свойства. При высоких дозах (более 10^6 рад) необходимо использовать радиационностойкие смазочные материалы. Основные характеристики радиационностойких смазок приведены в табл. 17 и 18.

Смазка ВНИИ НП-273 (ТУ 38 101476—74)—мягкая мазь серого или черного цвета. Темно-серебристый цвет обусловлен присутствием в смазке MoS_2 [70, с. 103]. Смазка содержит присадки, улучшающие ее химическую стабильность, антикоррозионные и противозадирные свойства. Смазка в течение длительного времени обеспечивает работу подшипников качения и скольжения, шариковинтовых передач, реечных и винтовых приводов, резьбовых соединений, работающих в условиях воздействия радиации. Применяется в достаточно широком интервале температур — от -20 до 120°C с перегревом до 150°C . Сохраняет работоспособность при дозе радиации до $5 \cdot 10^6$ рад [71].

Смазка ВНИИ НП-275 (ТУ 38.101891—81) — полупрозрачная смазка светло-желтого цвета [63], отличающаяся высокой термостойкостью, хорошими противозадирными свойствами, стойкостью в агрессивных средах [62, с. 182]. Смазка работоспособна в течение длительного времени при 200 — 250°C . Заменяет в узлах трения горячей арматуры смазки ЦИАТИМ-221 и ВНИИ НП-273, рассчитанные на работу при 120 — 150°C . Предназначена для применения в силовых винтовых и резьбовых передачах в механизмах управления атомного реактора при температурах до 250°C .

ХИМИЧЕСКИ СТОЙКИЕ СМАЗКИ

При производстве, хранении, транспортировании и применении газообразных и жидких химически активных продуктов необходимы особо инертные смазочные материалы. При контакте смазок на нефтяных маслах со сжатым или жидким кислородом, фтором, хлором, пероксидом водорода возможен взрыв. Сильные кислоты — серная, азотная, соляная и др. — разлагают большинство органических и неорганических соединений. Применение обычных смазочных материалов в контакте со щелочами, аминами, гидроксидами и рядом других химически активных соединений невозможно.

Химически стойкие смазки применяют в узлах трения (подшипниках качения и скольжения, зубчатых передачах, направляющих и др.). Однако в основном их используют для уплотнения резьбовых соединений, арматуры, сальниковых устройств, реже для защиты металлических поверхностей от агрессивных сред. Чаще всего такие смазки употребляют в узлах химической аппаратуры, при транспортировании, хранении, заправке ракетных горючих и окислителей [19, с. 321; 32, 72].

Известны [14, 19, с. 321; 20, с. 64; 73—79] химически стойкие смазки трех типов: высокоочищенные углеводородные (белые вазелины), галоген- и фторорганические (фторуглеродные, фторхлоруглеродные, перфторалкилполиэфирные и др.) и силикагелевые. Иногда в качестве химически стойких рекомендуют смазки на полисилоксанах, в частности смазку ЦИАТИМ-221. Последняя, например, заменила смазку ВНИИ НП-287 [11, с. 122], выпуск которой прекращен. Полисилоксановые смазки, однако, можно использовать крайне ограниченно, недолго, в контакте с некоторыми, но слишком агрессивными средами: слабо концентрированным пероксидом водорода, спиртом и др.

Имеется возможность существенной унификации химически стойких смазок путем более широкого применения одной из перфторалкилполиэфирных смазок и замены ею других смазок этого типа, а также фторуглеродных и хотя бы части Si-смазок.

Наиболее широко распространена химически стойкая углеводородная смазка ЦИАТИМ-205. Выпуск других химически стойких смазок ограничен.

Назначение химически стойких смазок регламентируется нормами и отраслевыми стандартами. Так, применение смазок в контакте с кислородом определяет ОСТ 26-04-1208—75 «Материалы смазочные для работы в газообразных кислородсодержащих средах» [4, 6]. Основные характеристики химически стойких смазок приведены в табл. 19 и 20.

Углеводородные смазки

Смазка ЦИАТИМ-205 (ГОСТ 8551—74) — представляет собой плотный белый вазелин, получаемый загущением смеси высокоочищенных вязких масел белым церезином. Допускается загущение смазки озокеритовым и нефтяным церезином.

Смазка ЦИАТИМ-205 предназначена для герметизации и предотвращения спекания контактных и резьбовых соединений и уплотнений, соприкасающихся с агрессивными средами. При низких температурах она загустевает, поэтому использовать ее при температурах ниже -20°C невозможно. В резьбовых и других неподвижных соединениях смазка обеспечивает герметичность при температурах от -60 до 50°C .

Смазка ЦИАТИМ-205 достаточно стабильна при контакте с концентрированными неорганическими кислотами и их парами, а также со многими другими химически активными веществами (щелочами, спиртами, аминами и др.). Она не рекомендуется для работы в контакте с кислородом. Смазка отличается высокой водостойкостью, хорошо защищает от коррозии черные и цветные металлы в среде, насыщенной (до нескольких миллиграммов на 1 дм^3) парами сильных окислителей, аминов, гидразинов и др. В этом отношении она существенно превосходит силикагелевые, фторуглеродные и перфторалкилполиэфирные смазки типа ВНИИ НП-279, № 8, ВНИИ НП-282. В то же время она хуже защищает от атмосферной коррозии [80], чем консервационные смазки типа ПВК. При низких температурах возможно растрескивание слоя смазки и ухудшение ее способности защищать от коррозии. Стабильность смазки при хранении весьма высока. В стандарте установлен гарантийный срок хранения 5 лет, фактически же она может храниться в таре или использоваться в периодически работающих механизмах более длительное время (до 10 лет).

Сравнительно низкая цена и доступность способствуют широкому распространению смазки ЦИАТИМ-205. Это самая массовая химически стойкая смазка.

Силикагелевые смазки

Смазка ВНИИ НП-279 (ГОСТ 14296—78) представляет собой мягкую полупрозрачную мазь светло-коричневого цвета с гладкой текстурой. Ее загущают силикагелем, гидрофобизированными химически стабильными соединениями [50, с. 271].

Смазку ВНИИ НП-279 применяют в подшипниках качения и скольжения, в резьбовых и других соединениях. Она заменила Si-смазку на фторуглеродном масле — ВНИИ НП-264, предназначенную для подшипников электромашин, которые работают в контакте с неорганическими кислотами [49, с. 263; 81, с. 138].

Температурный интервал применения смазки очень велик: от -50 до 150°C . Работоспособность на ПМТ при 150°C составляет 200 — 230 мин, при 200°C — 50 — 55 мин, при 250°C — 15 мин. В агрессивных средах максимальная температура применения должна быть снижена до 50°C . Смазка ВНИИ НП-279 отличается хорошей стабильностью при работе в контакте с агрессивными веществами, например аминами. Контакт с сильными окислителями допустим только в течение короткого времени — не более нескольких минут. При длительном контакте с пероксидом водорода его разложение ускоряется.

Таблица 19. Химически стойкие смазки

Таблица 19. Химически стойкие смазки						
Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель	Тара	Срок хранения, годы		Цена за 1 т, руб.
				гарантийный	рекомендуемый	
Углеводородные						
ЦИАТИМ-205 ГОСТ 8551-74 (ХТ2 (6)/5-5)	Вазелиновое медицинское и парфюмерное масла (85:15)	Глубокоочищенный или гидроочищенный перезин 80 (45 %)	Бидоны и банки из белой жести	5	10	1400
Силикагелевые						
ВНИИ НП-279 ГОСТ 14296-78 (ХСн 5/5(15)У1/2)	Синтетическое углеводородное масло ($v_{100} = 24-27 \text{ мм}^2/\text{с}$)	Силикагель	Тубы	5	10	36 900
ВНИИ НП-294 ТУ 38 101273-72 (ХСн 6/5(15)К2)	Кремнийорганическая жидкость	»	»	3	—	44 000
ВНИИ НП-295 ТУ 38 101751-78 (ХСн 6/5(15)К1)	Полиэтилсилоксановая жидкость	»	»	3	—	44 500
Галогенуглеродные						
№ 8 ОСТ 95.510-77 (ХФу4/5ж3)	Фторхлоруглеродная смазка		Флаконы полиэтиленовые	2	10	85 000
Перфторалкилполиэфирные						
Фторуглеродная 10-ОКФ ОСТ 6-02-205-78 (ХФу0/10ж4)	Фторхлоруглеродное масло 4Ф ($v_{100} = 22-36 \text{ мм}^2/\text{с}$)	Политрифторхлорэтилен — фторопласт-3 (4—10 %)	Бидоны алюминиевые, банки стеклянные, флаги стальные и алюминиевые	5	10	40 000
Фторуглеродная 3Ф ТУ 6-02-796-78 (ХФу0/8ж2)	То же	То же (3 %)	Бидоны из белой жести, флаги стальные, банки стеклянные	5	10	40 000
КСТ ОСТ 95.419-76 (ХФу0/5ж)	Фторуглеродная смазка		Алюминиевые бидоны и флаги	2	—	65 000
Перфторалкилполиэфирные						
ВНИИ НП-282 ГОСТ 24926-81 (ХСн5/15а3)	Перфторалкилполиэфир	Силикагель	Тубы	5	5	230 000
ВНИИ НП-280 ТУ 38.101818-80 (ХСн-Фу6/15а2)	—	—	—	2	5	200 000
ВНИИ НП-283 ОСТ 38.01196-80 (ХН5/20а4)	—	Оксид металла, силикагель	Банки из белой жести	5	5	127 200
Кригель ТУ 38.101924-82 (НФу-Си20/25а-м1)	—	—	То же	5	5	190 000

Таблица 20. Основные характеристики химически стойких смазок

Смазка	Температура капле- падения, °C	Предел прочности, Па		
		20 °C	50 °C	80 °C
Углеводород				
ЦИАТИМ-205	≥ 65 (70—77)	> 1200	400—800	0
Силика				
ВНИИ НП-279	> 250	200—300	≥ 100 (100—180)	80—170
ВНИИ НП-294	—	580	≥ 130 (400)	260
ВНИИ НП-295	—	130	≥ 100 (150)	170
Галогенуг				
№ 8	≥ 140 (145—150)	500—750	250—350	200—300
10-ОКФ	≥ 150 (158—165)	≥ 300 (480—500)	≥ 200 (220—400)	200—260
3Ф	≥ 120 (135—155)	150—250	50—120	50—80
КСТ	—	0	—	—
Перфторалкил				
ВНИИ НП-282	> 250	280—750	200—700 (400—600)	140—350
ВНИИ НП-280	—	350	≥ 80 (220—250)	—
ВНИИ НП-283	> 250	420—790	≥ 200 (300—650)	110—510
Криогель	—	260—350	120—400 (120—350)	125—190

Смазка	Термостойкость при 120 °C за 1 ч, %	Механическая стабильность			Испаряемость за 1 ч, %	
		исходный предел прочности при разрыве при 20 °C, Па	индекс разрушения, %	индекс восстановления, %	100 °C	150 °C

Углеводородные						
ЦИАТИМ-205	—	> 5000	> 40	—	1	15

Вязкость, Па·с				Пенетрация при 25 °C
—50 °C	—15 °C	0 °C	20 °C	

родные				
—	2000—6000	1000—2500	100—300	≤ 165 (125—160)

гелевые				
3000—3500	При —30 °C ≤ 2300 (1000—2000)	120—200	50—90	310
1900; ≤ 800 (—40°) 450; ≤ 400 (—40° C)	525	265	20	285
—	120—160	25—50	—	320 (без перемешивания)

леродные				
4000	≤ 1200 (—20 °C)	250—400	150—160	220
—	—	6000	≥ 600 (850—1500)	175 (без перемешивания)
—	—	2000—5000	180—350	290 (без перемешивания)
—	—	2200	—	> 360

полиэфирные				
700—850 (—30 °C)	При —20 °C ≤ 600 (300—500)	250	160—280	240
260	При —40 °C ≤ 850 (100—600)	—	—	—
1300 (—30 °C)	При —20 °C ≤ 1400 (280—500)	240—340	145—175	200—220
При —30 °C ≤ 800 (450—750)	250	120—150	80	320—355

Коллоидная стабильность (груз 3 Н), %	Окисляемость при 120 °C за 10 ч, мг КОН/г смазки	Противозадирные свойства, нагрузка, Н		Температурный интервал применения, °C	Заменители
		заедания	сваривания		

родные					
При 10 Н ≤ 5 (1—3)	0,2	500	1260	От —20 (—60) до 50	ВНИИ НП-279

Смазка	Термо- упрочне- ние при 120 °С за 1 ч, %	Механическая стабильность			Испаряемость за 1 ч, %	
		исходный предел прочности при разрыве при 20 °С, Па	индекс разру- шения, %	индекс восстано- вления, %	100 °С	150 °С
Силика						
ВНИИ НП-279	150—250	380—450	10—55	30—55	0—1	1,5—2
ВНИИ НП-294	0	1000	45	—20	0,7	1,6
ВНИИ НП-295	450	100	—10	—20	0	0
Галоген						
№ 8	150—230	800—1300	70—85	0—70	10—15	50—85
10-ОКФ	—8	1000	55—65	15—100	≤ 3,9	7,5—17
ЗФ	60	550	—	—	≤ 3 (1,5)	11—15
КСТ	—	—	—	—	3	60
Перфторалкил						
ВНИИ НП-282	—10	150	80	180	0,4—0,7	≤ 5 (1—4)
ВНИИ НП-280	—	—	—	—	—	—
ВНИИ НП-283	±10	530—780	20—65	От —30 до —40	0,8	2—6
Кригель	От —20 до 120	370—400	25—35	35—60	0,5	2—4

По реологическим свойствам эта смазка — одна из лучших среди смазок, стабильных в агрессивных средах. Морозостойкость ее удовлетворительная. Невысокий предел прочности, характерный для всех химически стойких Si-смазок, указывает на нецелесообразность применения смазки в условиях, способствующих ее сбросу с трущихся деталей. При длительном нагреве механическая стабильность смазки ВНИИ НП-279 может уменьшаться [82]. Выходная стабильность смазки ВНИИ НП-279 вполне достаточные. К недостаткам смазки ВНИИ НП-279, как и других Si-смазок (ВНИИ НП-294 и ВНИИ НП-295), относятся неудовлетворительные консервационные свойства. Все они плохо защищают металлы от атмосферной коррозии [83, с. 74]. Одно из достоинств смазки ВНИИ НП-279 — возможность длительного хранения в таре, а также в периодически эксплуатируемых механизмах. Гарантийный срок хранения в таре 5 лет, фактический — до 10 лет и более. В отдельных случаях механизмы могут работать со смазкой ВНИИ НП-279 без ее замены в течение 10 лет.

Коллоидная стабильность (груз 3 Н), %	Окисляемость при 120 °С за 10 ч, мг КОН/г смазки	Противозадирные свойства, нагрузка, Н		Температурный интервал применения, °С	Заменители
		заедания	сваривания		
гелевые					
≤ 3,5 (1—4)	0,6	790	2780	От —50 до 50 (150)	ВНИИ НП-282
≤ 6 (2,4)	0,1	630	2510	От —60 до 50 (150)	—
≤ 5 (3)	0,1	1260	2820	От —60 до 150	—
углеродные					
≤ 14 (при 2 Н); 20—25 (при 10 Н)	0,01	Отсутствует	7080	От —40 до 50	ВНИИ НП-282
≤ 3 (при 10 Н)	—	То же	3550	От 0 до 100	ЗФ
2—10 (при 10 Н)	—	»	> 8000	От 0 до 80	10-ОКФ
—	—	1120	2510	От 0 до 50	ЗФ
полиэфирные					
≤ 5 (3—5); 10 (при 10 Н)	0,08	Отсутствует	8000	От —45 (—60) до 150	—
≤ 8 (6,5—8)	—	То же	8900	От —60 до 120 (150)	ВНИИ НП-282 (до —45 °С)
≤ 6 (4—5)	0	»	8910	От —45 (—60) до 200	ВНИИ НП-282
≤ 9 (5—7)	2	»	8910	От —50 до 250	ВНИИ НП-283

Смазка ВНИИ НП-294 (ТУ 38 101273—72) — светлая прозрачная мазь гладкой текстуры. Инертна к резинам всех типов, в частности к резине на основе этиленпропиленового каучука [84, с. 12]. Это обеспечивается ее изготовлением на основе полифенилметилсилоксановой жидкости [62, с. 183]. Смазка работоспособна в интервале температур от —60 до 150 °С, а при контакте с агрессивными средами — до 50 °С. Следует полагать, что верхний температурный предел применения смазки ВНИИ НП-294 при работе в контакте с такими веществами, как спирт, глицерин и др., может быть повышен. Смазку ВНИИ НП-294 рекомендуют для применения в узлах трения и смазывания сопряженных поверхностей при трении металла по металлу и по резине, а также при контакте узлов трения со спиртом, уксусной кислотой, аминами и гидроксидами, но не с сильными окислителями. Используют главным образом в арматуре водяной системы жизнеобеспечения космонавтов. Применение этой смазки в некоторых промышленных механизмах (сварочных автоматах) завода КАМАЗ неоправдано.

Смазка ВНИИ НП-295 (ТУ 38 101751—78)— светлая прозрачная мазь гладкой текстуры. Близка по составу и свойствам к смазке ВНИИ НП-294 [85, с. 7]. Применяется в тех же случаях, что и эта смазка. Кроме того, рекомендуется для работы в среде сжатого воздуха при давлении до 40 МПа. Отличается высокой морозостойкостью.

Галогенуглеродные смазки

Смазка № 8 (ОСТ 95. 510—77) относится к хлорфторуглеродным смазкам. По внешнему виду— это мягкая мазь белого (серого), иногда желтого цвета. Ее плотность, как и всех фторуглеродных смазок, примерно в два раза больше, чем плотность обычных пластичных смазок. В результате расход смазки при заправке узлов трения удваивается, что немаловажно, если учесть их высокую стоимость.

Смазку применяют для герметизации резьбовых соединений, подвижных салниковых устройств и др. Ее можно рекомендовать для смазывания различных узлов трения, работающих в контакте с агрессивными средами при низких температурах. Исключительная химическая стойкость позволяет применять смазку № 8 при длительном контакте с неорганическими кислотами (дымящей азотной, серной, соляной, хлорной и др.), пероксидом водорода, хлором, галогенводородами, жидкой и газообразной плавиковой кислотой [73]. Смазка № 8 пригодна для использования и в кислородной аппаратуре при давлении до 10 МПа. Однако в настоящее время она для этих целей не применяется в связи с появлением более стойких к кислороду смазок на перфторалкилполиэфирах [86]. По отношению к аммиаку и соединениям типа аминов смазка № 8 мало стабильна: уже через несколько часов работы она обугливается и теряет исходные свойства. Не рекомендуется длительный контакт смазки № 8 с деталями из меди и ее сплавов, а также ее применение в условиях, способствующих развитию щелевой коррозии.

Смазка № 8, так же как и другие галоген- и фтороорганические смазки, не ядовита и биологически инертна. В стандарте указывается на недопустимость нагрева смазки № 8 до температуры выше 175 °С из-за возможного выделения токсичных продуктов. Это связано с тем, что при нагреве фтороорганических соединений выше 250—350 °С в результате термической деструкции могут образоваться высокотоксичные продукты HF, перфторизобутилен и др. Поэтому при работе с ними недопустим перегрев узлов трения, использование открытого огня и курение.

Смазка № 8 выделяется среди других фторуглеродных смазок тем, что по реологическим свойствам она в большей степени приближается к смазкам обычного типа, например мыльным или силикагелевым. Приготовленная на маловязком масле, она имеет удовлетворительную морозостойкость и может применяться при температурах до —40 °С. Высокая испаряемость масляной основы не позволяет рекомендовать ее для использования при температуре выше 70 °С, так как она быстро высыхает и в узле трения остается только порошкообразный загуститель. По механической стабильности смазка № 8 не отличается от смазок обычных типов. Давление насыщенных паров смазки при 20 °С близко к 10 мПа. Смазка № 8 водостойка, коллоидная стабильность ее невысока; при хранении смазка достаточно стабильна. Гарантийный срок хранения смазки № 8 в таре— 2 года; практически она может храниться до 10 лет и более.

В качестве заменителя смазки № 8 во всех случаях можно использовать смазку ВНИИ НП-282.

Фторуглеродная 10-ОКФ (ОСТ 6-02-205—78) представляет собой густую мазь белого или светло-коричневого цвета. Плотность смазки около 2 т/м³.

Смазку 10-ОКФ применяют для герметизации резьбовых соединений, смазывания резиновых уплотнений, пропитки салниковых набивок насосов и арматуры трубопроводов, предназначенных для перекачки сильных кислот (дымящих серной и азотной, хлор- и фторсульфоновых и др.), а также для работы в контакте с галогенами, галогенводородами, оксидами азота, концентрированным пероксидом водорода [14]. В контакте с газообразным кисло-

родом смазка работоспособна при давлениях до 21,6 МПа. Ее рекомендуют также для защиты от коррозии металлических поверхностей, работающих в контакте с перечисленными агрессивными средами. Однако эффективность такой защиты требует проверки. Смазка 10-ОКФ имеет низкую морозостойкость; из-за сильного увеличения вязкости она не рекомендуется к применению при отрицательных температурах. Густая консистенция смазки препятствует ее использованию в подшипниках качения и других узлах трения, особенно быстрходных. Стабильность при хранении смазки 10-ОКФ высокая. Стандарт устанавливает гарантийный срок хранения смазки в таре 5 лет; реально ее можно хранить без ухудшения качества 10 лет и более.

Смазка 10-ОКФ близка по составу, свойствам и назначению к смазке фторуглеродной 3Ф и вполне с ней взаимозаменяема.

Фторуглеродная 3Ф (ТУ 6-02-796—78)— густая белая вазелинообразная мазь, иногда светло-коричневого цвета. Плотность смазки 2 т/м³, стойкость в агрессивных средах такая же, как у смазок 10-ОКФ и № 8.

Смазку 3Ф рекомендуют для механизмов, работающих в контакте с агрессивными средами: концентрированными кислотами (HNO₃, HCl, H₂SO₄), хлором, бромом, пероксидом водорода, газообразным кислородом при давлении до 22 МПа; ее можно применять также для герметизации уплотнений [14]. Употреблять смазку в качестве антифрикционного смазочного материала трудно из-за ее плотной консистенции и большой вязкости даже при положительной температуре. Из-за сильного увеличения вязкости смазку нельзя, как правило, применять в подвижных соединениях и в узлах трения при температурах ниже 0 °С. Максимально допустимая температура применения этой смазки выше, чем смазки № 8: до 80 °С. Вследствие низкой температуры каплепадения и невысокого предела прочности при 50 °С работоспособность смазки в негерметизированных узлах трения при температурах выше 70—80 °С ухудшается. Коллоидная стабильность и водостойкость смазки 3Ф удовлетворительны. Стабильность смазки 3Ф при хранении до 8 лет и более хорошая, однако после длительного хранения возможно некоторое снижение температуры каплепадения.

Заменителем смазки 3Ф может быть смазка 10-ОКФ, а кратковременное— обладающая меньшей стойкостью в агрессивных средах смазка ЦИАТИМ-205. Последняя для работы в контакте с кислородом непригодна.

Смазка КСТ (ОСТ 95.419—76) представляет собой белую вазелинообразную полутекучую массу. Смазку получают на основе фракции фторированных углеводородов, выкипающей от 150 до 255 °С при 1,3 кПа, с добавкой 0,3 % порошкообразного политетрафторэтилена. Допускается получение смазки КСТ регенерированием отработанных смазок. При нагреве смазки КСТ до 140—180 °С она должна сохранять однородность без заметного разделения на жидкую и твердую фазу. Вязкость смазки высокая, что ограничивает ее применение ниже 0 °С. Испаряемость при 100 °С невелика, но при 150 °С очень высока. По основным свойствам, в частности по стойкости в агрессивных средах смазка КСТ сходна со смазками 10-ОКФ и 3Ф. Ее рекомендуют для узлов трения, соприкасающихся с сильными кислотами, и т. п. ОСТ 95.419 помимо смазки КСТ включает еще смазки КС и 5А, однако выпуск последних прекращен.

Перфторалкилполиэфирные смазки

Смазка ВНИИ НП-282 (ГОСТ 24926—81)— мягкая белая или светло-серая мазь гладкой текстуры. Плотность смазки 1,8 т/м³, давление насыщенных паров при 20 °С около 100 нПа [79, с. 22; 87, с. 109].

Смазка ВНИИ НП-282 отличается исключительной химической инертностью. Она совместима практически с любыми черными и цветными металлами, сплавами, полимерами и резинами. Водостойка, не растворяется в кислотах, спиртах, щелочах, углеводородах и др.; растворима только в низкомолекулярных фторуглеродных жидкостях, например фреоне-113. Смазка инертна к сильным окислителям (H₂SO₄, хлору, аминам, гидразинам), так же как и другие смазки на перфторалкилполиэфирах и фторуглеродные

(3Ф, 10-ОКФ, № 8 и др.) стойка к HF [79, с. 22], несколько менее стойка к HNO_3 и ее оксидам. Использовать смазку ВНИИ НП-282 при длительном контакте с H_2O_2 не рекомендуется, так как при этом разложение пероксида ускоряется. По стойкости к кислороду смазка ВНИИ НП-282 превосходит большинство химически стойких смазок [64, 86]. При ограниченном контакте с кислородом (в резьбовых соединениях) и температуре до 60 °C допускается применение смазки ВНИИ НП-282 в атмосфере с концентрацией O_2 до 50 % при давлении до 100 МПа, с концентрацией 75 % — до 64 МПа, в чистом O_2 — до 40 МПа. На открытых поверхностях в слое толщиной до 200 мкм при 60 °C допустим контакт смазки с чистым O_2 при давлении до 4 МПа, а при 50 %-ной концентрации O_2 — до 25 МПа. Толщина слоя смазки не ограничивается при концентрациях кислорода и давлениях 100 % и 1,6 МПа; 75 % и 4 МПа; 50 % и 16 МПа; 40 % и 25 МПа; 30 % и 40 МПа.

Смазка ВНИИ НП-282 не склонна к термоупрочнению. При интенсивном деформировании она разупрочняется, а при последующем отдыхе тиксотропно упрочняется. К ее достоинствам относятся хорошие противозадирные свойства, сохраняющиеся при температурах до 215—230 °C [88]. Работоспособность смазки на ПМТ при 200 °C составляет 107—115 мин, при 250 °C — 50 мин, при 300 °C — 16 мин.

Применяют смазку ВНИИ НП-282 в арматуре трубопроводов, резьбовых соединениях и в некоторых узлах трения при контакте с агрессивными средами. Ее используют также в кислородно-дыхательной аппаратуре. Смазку рекомендуют [89] для подвижных резиновых уплотнений, что обусловлено ее инертностью к резинам. Хорошие вязкостно-температурные свойства, термическая стабильность и низкая испаряемость позволяют применять смазку при температурах от —45 до 150 °C. В резьбовых и других неподвижных соединениях она сохраняет работоспособность, в частности в контакте с кислородом до —60 °C.

Стандарт предусматривает модификацию смазки ВНИИ НП-282, обозначаемую маркой ВНИИ НП-282М и отличающуюся мягкой консистенцией. Ее предел прочности при 50 °C не должен превышать 200 Па, а отпрессовываемость масла должна быть не более 10 %.

Смазка ВНИИ НП-280 (ТУ 38.101818—80) близка по составу и свойствам к смазке ВНИИ НП-282. Ее готовят на легкой фракции перфторалкилполиэфирной жидкости, благодаря чему она имеет лучшую морозостойкость. В то же время испаряемость смазки ВНИИ НП-280 выше, чем у смазки ВНИИ НП-282. Работоспособность ее на ПМТ при 200 °C равна 187 мин, а при 250 °C — 60 мин. Смазку ВНИИ НП-280 используют главным образом в кислородно-дыхательной аппаратуре, для подвижных резиновых уплотнений, резьбовых и штыковых соединений, шпинделей и т. п. при температурах до —60 °C. По стойкости в агрессивных средах эта смазка близка к ВНИИ НП-282 и при необходимости может использоваться в контакте с ними. Рекомендации [86] по условиям ее применения при 60 °C в контакте с кислородом на открытой поверхности аналогичны приведенным для смазки ВНИИ НП-282.

Смазка ВНИИ НП-283 (ОСТ 38.01196—80) — гладкая мазь серого цвета (старое наименование ШИПС-02). Ее используют в основном при контакте с газообразным кислородом, к которому она наиболее стойка по сравнению с любыми другими смазочными материалами [64]. При ограниченном контакте с кислородом ее используют в тех же условиях, что и смазку ВНИИ НП-282 [86]. На открытых поверхностях она превосходит по кислородостойкости даже эту смазку. Толщина ее слоя при 60 °C не ограничивается при концентрации кислорода 100 % и давлении 25 МПа; при 75 % и 40 МПа; при 50 % и 64 МПа. При давлении чистого кислорода 64 МПа и 60 °C допустимая толщина слоя смазки ВНИИ НП-283 на открытой поверхности достигает 250 мкм.

Морозостойкость смазки ВНИИ НП-283 посредственная. Однако в узлах кислородной аппаратуры высокого давления, например в резьбовых соединениях, ее рекомендуют применять до —45 и даже до —60 °C. Предназначена смазка в основном для резьбовых соединений.

Криогель (ТУ 38.101924—82) — мягкая смазка золотисто-желтого цвета. Морозостойкость смазки обычная, вязкость при —30 °C заметно выше, чем у большинства морозостойких смазок. Однако в специфических узлах трения кислородного оборудования (резьбовые соединения, шпиндели и т. п.) смазка обеспечивает работу при криогенной температуре (от —200 до 200 °C). Это обусловлено наличием в ее составе антифрикционных добавок [90, с. 55]. Одновременно улучшаются противозадирные и противозносные свойства, индекс задира достигает 130 [170, с. 72]. К достоинствам смазки относятся инертность к кислороду и другим агрессивным средам; она негорюча, стойка к кислородному удару. В этих условиях смазка работоспособна до 250 °C. Работоспособность на ПМТ при 200 °C достигает 460 мин, при 250 °C — 150 мин, при 300 °C — 50 мин. Работоспособность резьбовых шпинделей кислородных вентилей типа СБ 5122 и КС 7164, смазываемых криогелем, возрастает в 5—10 раз. Без смазки в жидком азоте шпindel выдержал 1000 циклов, при однократном смазывании 10 000 циклов [171]. В узлах трения скольжения обычного типа (шарнирах, ползунах и т. п.) криогель рекомендуют использовать при температурах от —60 до 150 °C. Для точных механизмов, подшипников качения применять криогель нецелесообразно.

ПРИБОРНЫЕ СМАЗКИ



Наряду со специализированными приборными смазками для приборов и точных механизмов достаточно широко применяют морозостойкие смазки ЦИАТИМ-201, ГОИ-54л, космические ВНИИ НП-274, ВНИИ НП-257, термостойкие ЦИАТИМ-221, ВНИИ НП-233 и ряд других. Приборные смазки выпускают в небольших количествах. Многие из них готовят в полупромышленных и даже лабораторных масштабах. Сведения о некоторых приборных смазках приведены в [48]. Приборные смазки делят на четыре группы: для электромеханических приборов, гироскопических, часовые и телефонные, оптические (табл. 21—24).

Смазки для электромеханических приборов

К электромеханическим можно отнести все приборы, исключая, может быть, только ручные оптические инструменты и часы. Особенно широко распространены радиоэлектронные приборы, счетно-решающие устройства, навигационные приборы, системы автоматического управления. Некоторые приборы лишены движущихся элементов и не нуждаются в смазке. Однако для нормальной работы микродвигателей, опор, подшипников, зубчатых и других передач, разнообразных элементов кинематических цепей приборов необходимы смазки, к свойствам которых предъявляют жесткие требования. Наряду с приборными маслами и смазками других типов в электромеханических приборах наиболее широко используют смазки ОКБ-122-7 и ЦИАТИМ-202. Основные характеристики приборных смазок (для электромеханических приборов, гироскопических, часовых и телефонных) приведены в табл. 21 и 22.

Смазка ОКБ-122-7 (ГОСТ 18179—72) представляет собой мягкую гладкую мазь желтого или светло-коричневого цвета. Она загущена смесью Li-мыла и церезина (нефтяного или озокеритового). Смазку готовят на полусинтетической жидкости 132-21. В связи с прекращением производства предполагается заменить входящее в ее состав масло МС-14 на М-14. Раньше смазку применяли для узлов трения авиационных приборов, сейчас она получила широкое распространение в качестве многоцелевой приборной смазки и в ряде смежных областей (для электромашин, точных механизмов, прецизионных подшипников и др.). Ее применяют в подшипниках авиационных электромашин мощностью до 20 кВт при температурах от —60 до 100 °C,

Таблица 21. Приборные смазки

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
--------	---------------------	-------------

Для электромеха

ОКБ-122-7 ГОСТ 18179—72 (ПТ-Ли4/12кн4)	Смесь полисилоксановой жидкости и масла МС-14 (4:1)	Церезин 80 (16—20 %), LiSt (5,5 %)
ОКБ-122-7-5 ТУ 38.101588—80 (ПЛи-Т4/8кн4)	То же	Церезин 80 (5 %), LiSt (5 %)
ЦИАТИМ-202 ГОСТ 11110—75 (ПЛи4/12-1/2)	Смесь масел трансформаторного и МС-14 или М-14 (2:7)	Li-мыло (12 %) HSt и касторового масла (9:1,5)

Гироско

ВНИИ НП-223 ГОСТ 12030—80 (ПкНа5/15э0/1)	Диоктилсебагинат ($\nu_{20} = 24$ мм ² /с)	кNa-мыло HSt и NaNO ₂
ВНИИ НП-228 ГОСТ 12330—77 (ПкНа5/15э0/1)	Смесь диоктилсебагината и масла МС-14	То же
ВНИИ НП-260 ГОСТ 19832—74 (ПкНа2/18-0/1)	Авиационное масло МС-20	То же
ВНИИ НП-286 ТУ 38 101181—77 (ПЛи6/12у2)	Синтетическое углеводородное масло ($\nu_{20} = 25$ мм ² /с)	Li-мыло HSt и гидрированного касторового масла

Часовые и

Часовая РС-1 общего назначения ГОСТ 21532—76 (ПТ1/4нп)	Смесь фракций турбинного и костного масел (62:25)	Церезин 80 (9 %), пчелиный воск (4 %)
ЛПИ-7 ТУ 38 101702—77 (ПАЛ4/7-3/4)	Масло индустриальное И-50А	AlSt (15 %)

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс производства	Цена за 1 т, руб.
		гарантийный	рекомендуемый		

нических приборов

—	Банки из белой жести, тубы	5	8	100	8450
—	То же	2	8	7,8	12 000
Антиокислительная присадка дифениламин (0,3 %)	Баики из белой жести	5	10	3100	620

пические

Противоизносная (трикрезилфосфат) и антиокислительная (неозон А) присадки	Банки герметичные емкостью 200 мл, шприцы стеклянные	2	—	0,08	178 000 (в банках) 230 000 (в шприцах)
То же	То же	2	—	0,1	160 000
То же	Шприцы стеклянные	2,5	—	0,01	41 000 (в банках) 158 000 (в шприцах)
Противоизносная и антиокислительная присадки	Тубы	2,5	—	0,05	53 600

телефонные

Антиокислительная присадка <i>n</i> -оксидифениламин (0,01 %)	Банки стеклянные с пластмассовой крышкой (30, 60 и 100 г)	5	5	0,8	19 700
Пластификатор ДАФ-789 (3 %)	Банки из белой жести	2	5	7,2	650

Таблица 22. Основные характеристики приборных смазок

Смазка	Температура каплевания, °C	Предел прочности, Па		
		20 °C	50 °C	80 °C

Для электромеха

ОКБ-122-7	180—205	1000—1500	≥ 150 (150—400)	60—100
ОКБ-122-7-5	150—170	500—1000	≥ 100 (150—300)	0—50
ЦИАТИМ-202	≥ 170 (175—200)	200—300	≥ 120 (150—300)	100—150

Гироско

ВНИИ НП-223	≥ 180 (180—215)	≥ 150 (200—300)	150—200	50—200
ВНИИ НП-228	≥ 180 (180—200)	≥ 110 (110—150)	50—150	50—100
ВНИИ НП-260	≥ 200	110—170	50—180	50—140
ВНИИ НП-286	≥ 170 (187)	500—660	100—350 (150—250)	250

Часовые и

РС-1	≥ 40	90—120	0	0
ЛПИ-7	≥ 80 (90—105)	310	190	50

Смазка	Термо- упрочне- ние при 120 °C за 1 ч, %	Механическая стабильность			Испаряемость за 1 ч, %	
		исходный предел прочности при разрыве при 20 °C, %	индекс разруше- ния, %	индекс восстано- вления, %	100 °C	150 °C

Для электромеха

ОКБ-122-7	150—400	2000—3100	65—85	30—70	$\leq 3,5$ (0,5—2)	8—15
ОКБ-122-7-5	200	1800—2000	85	200	$\leq 3,5$ (0,5—1,5)	8—15
ЦИАТИМ-202	0—150	500—800	50—80	От —50 до 0	При 120 °C ≤ 8 (5—6)	11—15

Вязкость, Па·с				Пенетрация при 25 °C
—50 °C	—30 °C	0 °C	20 °C	

нических приборов

2000—4000	≤ 1800 (600—1800)	500—700	150—200	195
> 3000	1000—1800	При —10 °C ≤ 700 (480—500)	110—230	210
> 6000	≤ 1500 (800—1300)	150—220	50—100	265—325

пические

650—850; 1150 (—60 °C)	При —40 °C ≤ 600 (200—400)	60—100	5—60	320—370
1300—3000	При —40 °C ≤ 1300 (400—1000)	40—80	2—10 (100 с ⁻¹)	320—370
—	≈ 4000 ; 550 (—15 °C)	≤ 100 (100 с ⁻¹)	20—40	320—360
315	При —40 °C и 100 с ⁻¹ ≤ 60 (40—50)	110	120	210

теле фонные

—	320—760	60	20	—
> 5000	1600	200	140	180—250 (без переме- шивания)

Коллоидная стабильность, %	Окисляемость при 120 °C за 10 ч, мг KOH/г смазки	Смывае- мость при 40 °C за 6 ч, %	Температурный интервал применения, °C	Заменители

ческих приборов

≤ 10 (3—9)	0,5—1,5	1	От —40 (—60) до 100 (120)	ЦИАТИМ-202
≤ 12 (4—10)	0,1	0,6	От —40 (—60) до 80	ОКБ-122-7
≤ 20 (7—15)	0,1—0,8	5,5	От —40 (—50) до 120	ОКБ-122-7

Смазка	Термо- упрочне- ние при 120 °С за 1 ч, %	Механическая стабильность			Испаряемость за %		°
		исходный предел прочности при разрыве при 20 °С, Па	индекс разруше- ния, %	индекс восстано- вления, %	100 °С	150 °С	
Гироско							
ВНИИ НП-223	500	480	25	0	0	1—1,2; 3а 3 ч ≤ 4,5 (1,8—3)	
ВНИИ НП-228	100	450	80	80	0	2,6; 3а 3 ч ≤ 7 (3,6)	
ВНИИ НП-260	50	360	70	350	0	0,5	
ВНИИ НП-286	0	960	85	70	0,6	9,7 (3 ч)	
Часовые и							
РС-1	—	100	10	30	0	1,5—2	
ЛПИ-7	—	1850	90	—10	0,7	3,3	

нагрузках порядка 1000 Н и частотах вращения 4—8 тыс. мин⁻¹. Гарантийный срок службы смазки ОКБ-122-7 в подшипниках генераторов и преобразователей достигает 2000 ч, а электромоторов — 1000 ч. Ею смазывали шариковые и роликовые подшипники координатно-расточных станков. В результате замены смазки ЦИАТИМ-202 на ОКБ-122-7 повысилась долговечность подшипников.

В стандарте указано, что смазка ОКБ-122-7 работоспособна при температурах от —60 до 120 °С, однако во многих случаях ее применения это не подтверждается. По морозостойкости она существенно уступает смазке ЦИАТИМ-201. Ее вязкость уже при —30 °С выше, чем у смазки ЦИАТИМ-201 при —50 °С. Реально следует рекомендовать к применению смазку ОКБ-122-7 при температурах до —40 °С. Рекомендуемый стандартом верхний температурный предел применения смазки завышен. Если существует опасность подтекания, температура применения смазки ОКБ-122-7 должна быть не выше 100 °С. В узлах трения приборов, где небольшое количество смазки удерживается капиллярными силами, смазка работоспособна и при 120 °С. В общем можно рекомендовать к применению смазку ОКБ-122-7 в интервале от —40 до 100 °С и лишь в отдельных случаях при более низкой или высокой температуре.

Водостойкость, защитные свойства, коллоидная и химическая стабильность смазки вполне удовлетворительны. В сочетании с низкой испаряемостью эти свойства обеспечивают не только длительное хранение смазки в таре, но и возможность ее использования в периодически работающих приборах и механизмах без смены в течение 10 лет. Следует отметить хорошие консервационные [80, с. 13] и противозадирные свойства смазки ОКБ-122-7 (Рк от 560 до 940 Н). Работоспособность на ПМТ составляет 115—130 мин при 200 °С и 25—40 мин при 250 °С. Особенностью смазки ОКБ-122-7 является заметное термоупрочнение при 120 °С, обусловленное наличием в ней цере-

Коллоидная стабильность, %	Окисляемость при 120 °С за 10 ч, мг КОН/г смазки	Смываемость при 40 °С за 6 ч, %	Температурный интервал применения, °С	Заменители
п и ч е с к и е				
При грузе 3 Н ≤ 15 (7—15)	≤ 0,5 (0,1—0,4)	100	От —45 до 150	—
При грузе 3 Н ≤ 14 (7—10)	≤ 0,5 (0,03—0,5)	95	От —45 до 150	—
При грузе 3 Н ≤ 8 (2—6)	0	95	От —20 (—50) до 180	—
При грузе 3 Н ≤ 35 (26—30)	8	3	От —60 до 120	—
т е л е ф о н н ы е				
≤ 25 (11—17) 7,4	— —	100 2	От —10 до 40 От —40 до 65	— ЦИАТИМ-202, ОКБ-122-7

зина, который, застывая после расплавления, цементирует смазку. При последующем деформировании предел прочности смазки снижается до исходного значения. В некоторых случаях термоупрочнение смазки нежелательно.

Поскольку смазку ОКБ-122-7 расходуют в небольших количествах, ее упаковывают в банки емкостью до 850 г и в более мелкую тару. Смазка ОКБ-122-7 стабильна при хранении. Гарантийный срок ее хранения в таре, указанный в стандарте (5 лет), занижен. Практический опыт показал, что она вполне сохраняет свои свойства в течение 10 лет. Смазка ОКБ-122-7 достаточно хорошо совместима со смазками других типов, в частности с Li-смазками ЦИАТИМ-201, эра.

Смазка ОКБ-122-7-5 (ТУ 38.101588—80) представляет собой модификацию смазки ОКБ-122-7 с пониженным содержанием церезина. Во всем остальном смазка ОКБ-122-7-5 практически аналогична смазке ОКБ-122-7. Технические условия рекомендуют применять эту смазку при температурах до —60 °С. Реально же из-за высокой вязкости смазки ее применение при температурах ниже —40 °С затруднено или невозможно. Суженный температурный интервал применения (от —40 до 80 °С) ограничивает использование смазки ОКБ-122-7-5. Наиболее целесообразно заменять ее смазкой ОКБ-122-7, а при необходимости — другими смазками.

Смазка ЦИАТИМ-202 (ГОСТ 11110—75) — одна из старейших приборных смазок. Раньше ее применяли в подшипниках гироскопов, однако сейчас в связи с совершенствованием гироскопических приборов и появлением новых смазок (ВНИИ НП-228, ВНИИ НП-260 и др.) смазка ЦИАТИМ-202 для этих целей почти не применяется. По-прежнему широко ее используют для смазывания скоростных подшипников, небольших зубчатых передач и других узлов трения приборов и точных механизмов.

Смазка ЦИАТИМ-202 сходна по составу со смазкой ЦИАТИМ-201, но готовится на более вязком масле и поэтому имеет худшую морозостойкость,

ограничивающую ее применение при низких температурах (ниже -40°C). Отметим, что в стандарте нижний предел применения смазки указан неточно (-50°C). Невысокий предел прочности затрудняет использование смазки при температурах выше $80-90^{\circ}\text{C}$. Однако в узлах, где после сильного разжижения она удерживается капиллярными силами, а также с помощью уплотнений, смазка ЦИАТИМ-202 работоспособна и до 120°C . Противозадирные свойства смазки удовлетворительные (Рк от 530 до 710 Н). Работоспособность на ПМТ составляет 110–160 мин при 175°C , 70–90 мин при 200°C , 20–35 мин при 250°C . К достоинствам смазки следует отнести хорошую коллоидную стабильность, водостойкость, защитную способность и малую испаряемость. Недостатком ее кроме узкого температурного интервала применения, является плохая механическая стабильность.

Смазку ЦИАТИМ-202 можно хранить в таре в течение 10 лет и более. Гарантийный срок ее хранения (5 лет), указанный в стандарте, занижен.

Гирскопические смазки

Подшипники ротора гироскопа работают в очень напряженных условиях, в частности при необычно высоких частотах вращения, измеряемых многими десятками тысяч мин^{-1} . Вследствие небольших размеров подшипников требования к противозадирным свойствам гирскопической смазки резко повышаются. Нередко ее эксплуатируют в вакууме или в среде инертного газа (водород, гелий), что создает специфические трудности [19, с. 265]. При всех этих условиях смазка должна без смены и пополнения обеспечить безотказную работу гироскопа в течение многих лет. Жесткие требования к смазке обусловлены еще и малыми зазорами и высочайшей точностью обработки подшипника. Это требует более чем стерильной чистоты смазки, поэтому гирскопические смазки готовят в обеспыленных и герметизированных боксах из особо очищенных компонентов.

Число сортов гирскопических смазок достаточно велико и продолжает (не всегда оправдано) возрастать. Наряду с более совершенными сортами в ассортименте искусственно сохраняют дублирующие и менее качественные сорта гирскопических смазок.

Смазка ВНИИ НП-223 (ГОСТ 12030–80) представляет собой мягкую мазь коричневого цвета. Смазка морозостойка, испаряемость ее невелика даже при 150°C [50, с. 273]. Смазка ВНИИ НП-223 рассчитана на применение при частотах вращения до 60 тыс. мин^{-1} , температурах до 150°C и давлении порядка 10 Па. В недостаточно герметизированных узлах трения ее следует применять до 120°C .

Смазки ВНИИ НП-223 и ВНИИ НП-228 применяют не только в гироскопах, но и в других ответственных механизмах. Ими смазывают подпятники, подвески, храповые колеса приборов, а также прецизионные шарикоподшипники скоростных шпинделей станков при Dn до 500 000 мм/мин [91]. Наиболее эффективна для подшипников шпинделей смазка ВНИИ НП-223. Из-за дефицитности гирскопических смазок в этих узлах трения их заменяют индустриальной смазкой старт, скhodной с ВНИИ НП-228. Довольно большая отпрессовываемость масла объясняется не плохой коллоидной стабильностью, а особенностями структуры смазки ВНИИ НП-223. kNa -мыло, входящее в ее состав, менее растворимо в воде, чем обычные Na -мыла. Все же смазку ВНИИ НП-223 нельзя считать водостойкой: в воде при 20°C смазка покрывается белым налетом, а при 100°C полностью эмульгируется. Правда, для гирскопических смазок водостойкость имеет второстепенное значение.

Цены на смазки ВНИИ НП-223 и ВНИИ НП-260 дифференцированы: они выше при упаковке смазки в стеклянные шприцы, что обусловлено небольшим масштабом производства, большей тщательностью изготовления.

Смазка ВНИИ НП-228 (ГОСТ 12330–77) отличается от рассмотренной выше типом дисперсионной среды. Свойства и особенности применения этих двух смазок сходны. Смазка ВНИИ НП-228 также рекомендуется для подшипников с частотой вращения до 60 000 мин^{-1} и для работы в вакууме (≈ 10 Па). Требования к их качеству, предъявляемые стандартами, почти

одинаковы. Можно отметить несколько худшую морозостойкость и меньший предел прочности смазки ВНИИ НП-228.

Выпуск смазки ВНИИ НП-228 предусмотрен в двух расфасовках: в тубах и банках емкостью до 250 см^3 (40 % всего объема выпуска) и в ветеринарных стеклянных шприцах вместимостью 50–200 см^3 (60 %). Для смазки ВНИИ НП-228, расфасовываемой в шприцы и тубы (банки), при контроле качества оценивают различные характеристики и разными методами. В первом случае, например, вязкость определяют ротационным, во втором капиллярным вискозиметром. У смазки, расфасовываемой в шприцы, проверяют ряд условных показателей (пенетрацию, термическую стабильность и др.). В то же время для нее проводят испытания на работоспособность в подшипниках качения изделий типа ИАВ в течение 5 циклов (1500 ч). Такой порядок контроля качества технически не оправдан и соответствует устаревшей традиции [11, с. 145]. Цена на смазку в обеих расфасовках установлена единой.

В состав смазки ВНИИ НП-228 входит противозадирная присадка. Присадка ядовита, поэтому при работе со смазкой необходимо соблюдать меры предосторожности (на таре должна быть надпись «Ядовито»).

Смазка ВНИИ НП-260 (ГОСТ 19832–74) отличается от двух описанных выше гирскопических смазок тем, что ее готовят на остаточном нефтяном масле, поэтому она имеет худшую морозостойкость. Верхний температурный предел применения смазки достигает 180°C . Смазка имеет невысокий предел прочности при 80°C , что ограничивает ее использование в недостаточно герметизированных узлах трения при высоких температурах. В стандарте указано, что смазку ВНИИ НП-260 можно применять при температурах до -50°C . Однако высокая вязкость не позволяет рекомендовать смазку в большинстве случаев для использования при температурах ниже -20°C . Благодаря изготовлению на тяжелом нелетучем масле смазку можно применять в глубоком вакууме [92]. Смазка ВНИИ НП-260 рассчитана на частоты вращения до 60 тыс. мин^{-1} . К ее достоинствам следует отнести большой срок службы по сравнению с другими гирскопическими смазками. При испытаниях на стенде «Гистерезис» при 150°C она проработала в 10 раз дольше, чем смазка ВНИИ НП-223. При 120°C и 60 000 мин^{-1} она проработала 15 000 ч, а смазка ВНИИ НП-223 при 100°C и 30 000 мин^{-1} — всего 300 ч [47, с. 3]. Стендовые испытания, предусмотренные для этой смазки, проводят на изделиях типа ИАВ в течение 1000 ч (5 циклов) и типа КИ90 — 400 ч. В настоящее время смазку ВНИИ НП-260 выпускают расфасованной только в шприцы.

Смазка ВНИИ НП-286 (ТУ 38 101181–77) в отличие от других рассмотренных гирскопических смазок близка по составу и свойствам к авиационной Li-смазке эра (ВНИИ НП-286М) [48, с. 140; 63, 68]. В состав смазки входит такая же токсичная присадка, что и в смазках ВНИИ НП-223 и ВНИИ НП-228. Поэтому при работе с ней соблюдают меры предосторожности, указанные для смазки ВНИИ НП-228. По морозостойкости смазка ВНИИ НП-286 превосходит другие гирскопические смазки, отличается высокой механической стабильностью. Смазку применяют ограниченно, только для одной модели гироскопа.

Часовые и телефонные смазки

Часовая РС-1 общего назначения (ГОСТ 21532–76) — низкоплавкая мягкая мазь желтого или светло-коричневого цвета [93]. Смазка отличается удовлетворительной морозостойкостью и малой испаряемостью даже при 150°C . Низкий предел прочности предопределяет применение смазки в микроузлах, где она удерживается в основном капиллярными силами. Этому способствует повышенная адгезия смазки, обусловленная присутствием в ней полярного костного масла. Наличие этого масла также улучшает ее смазочную способность и снижает износ деталей часового механизма.

Ремонтурная Смазка РС-1 узкоспециализированная: ею смазывают узел завода и перевода стрелок (ремонтур) наручных и карманных часов, а так-

же рычажных систем приборов, работающих при температурах от -10 до 40°C .

Смазка ЛПИ-7 (ТУ 38 101702—77)— желтая или светло-коричневая вазелинообразная мазь с повышенной липкостью и водостойкостью. Введение присадки ДАФ (эфира фталевой кислоты и спиртов $\text{C}_7\text{—C}_9$) способствует улучшению ее консервационных свойств по отношению к меди во влажной атмосфере [94]. Смазка ЛПИ-7 узкоспециализированная: ею смазывают детали авиационно-шаговых искателей автоматических телефонных станций. Вполне возможна замена этой смазки другими приборами.

Оптические смазки

Ассортимент смазок, применяемых на оптико-механических заводах, весьма велик. Во введенном 1.7.1983 г. в действие ОСТ 3-5235—82. «Смазки и масла для оптического приборостроения. Ограничительный перечень марок» предусмотрено четыре основные (дельта I, II, COT, ВНИИ НП-290) и три дублирующие (АЦ-1, АЦ-3 и лита) смазки, которые могут контактировать с оптическими деталями. Их состав и свойства гарантируют отсутствие жировых налетов на стеклах приборов. В этом стандарте указаны также противоосыпная смазка орион и смазки ОКБ-122-7, ЦИАТИМ-201, ЦИАТИМ-221, ВНИИ НП-228, ВНИИ НП-257, ВНИИ НП-274, ВНИИ НП-282, которые рекомендуют для узлов трения при отсутствии контакта с оптическими деталями (на расстоянии не менее 30 мм). Эти смазки рассмотрены в других разделах справочника. Отметим лишь, что выбор таких смазок, как гироскопическая ВНИИ НП-228 или стойкая в агрессивных средах ВНИИ НП-282, для оптических приборов не оправдан. ОСТ 3-5235—82 рекомендует также две консервационные смазки — ГОИ-54п и как дублирующую ПВК (пушечную). Неоправданно указание применять в качестве консервационной смазку лита. Таким образом, новый отраслевой стандарт предусматривает применение в оптическом приборостроении 17 смазок. Фактически применяемое число смазок намного больше. Например, в панорамирующих объективах используют смазку ВНИИ НП-299. Большое число смазок традиционно (в противоречии с ограничительным стандартом) готовят в лабораториях на оптико-механических предприятиях, в частности, смазки 4-1, 6-2, 7-2, 10-1, 10-1Ф, 10-2, 11-1, 14-5, 16 Б, 16 Г, 20-О, 20-Р, № 2, № 7, № 12, № 17, 2АС, 2СК, 3СК, 4СК, 1ЦКП, 2ЦКП, 3ЦКП, 4ЦКП, АН, ВК, ЛЗ-32м, ЛЗ-32у, МБ-9А, Р-1. НТД на эти смазки отсутствует вовсе или же они оформлены в виде стандартов предприятия. Для таких смазок не определяется цена, так как они реализуются на том же предприятии. Число таких кустарно изготавливаемых смазок достигает 25—30 марок. Фактически оно еще больше, поскольку даже ОСТ 3-5235—82 разрешает вводить в антифрикционные оптические смазки от 3 до 55 % масляного коллоидно-графитного препарата (ОСТ 6-08-430—74). Смеси смазок с графитом дополнительно маркируют. Например, АЦ-1-5Г — это марка смеси смазки АЦ-1 с 5 % графита. Такие смазки предназначены для нагруженных шарниров, зубчатых и червячных зацеплений и др. Общее число пластичных смазок, используемых в оптической промышленности, превышает 50. Однако за последние годы, особенно в новых приборах, ассортимент смазок сокращается и сближается с предусмотренным отраслевым стандартом.

Ниже рассмотрены смазки, рекомендованные отраслевым стандартом, которые предназначены для узлов приборов, непосредственно соприкасающихся с оптическими деталями. Дополнительно в этом разделе приведена смазка ВНИИ НП-299. Сведения о кустарно изготавливаемых оптических смазках частично можно получить в [11, с. 154; 19, с. 320].

Оптические смазки обеспечивают длительную работу приборов (10—50 лет) без замены и пополнения. Основные их характеристики приведены в табл. 23 и 24.

Смазки АЦ-1, АЦ-3 (ТУ 38 101383—73) наносят на трущиеся поверхности точных механизмов и приборов, на резьбовые соединения наводящих винтов, на шестеренчатые и червячные передачи биноклей и теодолитов. Наименование отражает тип загустителя смазки Аллюминиево-Церезиновая (АЦ).

Более плотную смазку АЦ-1 используют в сопряжениях, имеющих зазоры более 50 мкм, АЦ-3 — менее 20 мкм. Обе смазки водостойки, коллоидно- и химически стабильны и работоспособны в течение длительного времени. Смазки АЦ имеют хорошие противозносные характеристики. У смазки АЦ-3 величина R_k достигает 480 Н, а R_c — 1410 Н. Гарантийный срок хранения смазок АЦ в таре — 2 года — занижен. Практически их можно хранить без ухудшения эксплуатационных свойств до 10 лет.

Смазками АЦ заменяют распространенные в прошлом смазки № 2, № 17, а также смазки серии ЦКП: АЦ-1 соответствует смазке 4ЦКП, а АЦ-3 — смазке 2ЦКП. Для приборов в тропическом исполнении наряду со смазками АЦ применяют смазку COT.

Техническими условиями предусмотрена еще одна марка смазки АЦ-2. Однако ОСТ 3-5235—82 не разрешает ее применение. Выпуск смазки АЦ-2 прекращен 2—3 года тому назад. В основном сейчас используют смазку АЦ-3.

Дельта I и III (ТУ 38. 101833—80) близки по назначению и основным характеристикам к соответствующим смазкам серии АЦ [95]. Противозносные и противозадирные характеристики смазок дельта удовлетворительные. У смазки дельта III R_k достигает 380 Н, а R_c — 1260 Н. У смазки дельта III нормируется небольшой предел прочности (≥ 30 Па), фактически же он превышает 200 Па.

Старое наименование смазок дельта I и III — крон I и III. Оно было изменено при замене антиокислительной присадки *n*-оксидифениламином нафтамом-2. Замена антиокислителя была связана со случаями дерматита при работе со смазками крон (дельта) и орион. В 1982 г. в смазках дельта, а также АЦ из-за прекращения производства масла МС-6 было заменено маслом МС-8. Для компенсации повышенной вязкости масла МС-8 в дисперсионной среде повысили долю диоктилсебацата. Смазки дельта используют для окуляров с многозаходной резьбой, где смазки АЦ применять не рекомендуется, так как они нарушают плавность хода и вызывают заедание. При зазорах в резьбе более 20 мкм употребляют смазку дельта I плотной консистенции, в узлах с зазором до 20 мкм, работающих с малыми нагрузками, используют мягкую смазку дельта III. Смазки дельта заменяют старые смазки типа 4ЦКП (№ 2).

Смазка COT (ТУ 38 101382—73) отличается от смазок АЦ и дельта добавкой неорганического загустителя, что улучшает ее работоспособность при повышенных температурах [96, 97]. COT рекомендуют взамен смазок АЦ и дельта для оптических приборов — кино- и фотоаппаратов в тропическом исполнении при зазорах в резьбах более 50 мкм. Отсюда ее наименование Смазка Оптическая Тропическая (COT). С целью улучшения противозносных свойств в смазку вводят касторовое масло. В качестве антисептика добавляют 4-капроилрезорцин. Однако в связи с отсутствием опасности биоповреждений пластичных смазок, в том числе в районах с тропическим климатом (Куба, Вьетнам и др.), введение антисептика неоправдано. Смазку COT благодаря ее липкости можно использовать не только для смазывания трущихся деталей, но и в интервале температур от -50 до 85°C как противоосыпный состав.

Гарантийный срок хранения смазки COT в таре 2 года, практически ее можно хранить дольше — до 10 лет и более.

Смазка ВНИИ НП-299 (ТУ 38 101324—72)— плотная липкая мазь серого цвета. Предназначена для смазывания механизмов панорамирующих устройств кино- и фотоаппаратуры. Высокая вязкость смазки и малое изменение ее с температурой обеспечивают нормальную работу аппаратуры, плавный ход и четкое фиксирование подвижных деталей и зимой и летом. Верхний температурный предел применения смазки ВНИИ НП-299 (50°C) занижен: она вполне работоспособна при температурах существенно выше 100°C .

Смазка ВНИИ НП-290 (ТУ 38.101880—81)— полупрозрачная мазь желтого или светло-коричневого цвета. По свойствам и назначению близка к смазке ВНИИ НП-299. Введение в состав смазки небольшого количества синтетического углеводородного масла резко увеличило краевой угол смачи-

Таблица 23. Оптические смазки

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
АЦ-1 ТУ 38 101383—73 (ПАл-Т6/7нз3)	Смесь масла МС-8 и диоктилсебагината (3 : 2)	Церезин 80 (8 %), АИ- мыло СЖК фракций C ₁₀ —C ₁₆ (10 %) и C ₅ — C ₆ (2 %)
АЦ-3 ТУ 38 101383—73 (ПТ-Ал6/7нз2)	То же	То же (содержание фракции СЖК C ₁₀ —C ₁₆ 6 %)
Дельта I ТУ 38.101833—80 (ПЛи-Т-Ал6/6нз4)	»	12-LioSt (10 %), цере- зин 80 (6 %), АИSt (0,5 %)
Дельта III ТУ 38.101833—80 (ПЛи-Т-Ал6/6нз2)	»	То же (6; 4 и 0,5 %)
СОТ ТУ 38 101382—73 (ПТ-Си1/9-3)	Масло МС-14	Силикагель (3 %), це- резин 80 (5 %)
ВНИИ ПН-299 ТУ 38 101324—72 (ПСн3/5к1)	Полисилоксановая жидкость	Силикагель
ВНИИ НП-290 ТУ 38.101880—81 (ПСн4/8ку1)	—	—
Вакуумная МЗ-5 ТУ 38 3012—70 (ПТ2/5нк)	Смесь масел МВП и 132-08 (32 : 35)	Церезин 80 (21 %)
Орион ТУ 38.101805—80 (ПЛи-Т6/9-4)	Вакуумное масло ВМ-5	LiSt (10 %), церезин 80 (5 %)

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс произ-водства	Цена за 1 т, руб.
		гара-нтный	реко-мен-дусый		
Антиокислительная присадка нафтам-2 (0,2 %), полиизобутилен П-20 (0,5 %)	Банки из белой жести	2	10	9,9	45 000
То же	То же	2	10	100	45 000
Антиокислительная присадка нафтам-2 (0,5 %), полиизобутилен П-20 (0,5 %)	»	2	10	25	10 150
То же	»	2	10	0	10 150
Полиизобутилен П-20 (1 %), касторовое масло (5 %), 4-капроилрезорцин (1 %)	»	2	10	13,9	16 000
—	»	2	2	2,4	63 800
—	»	2	2	60	42 500
Натуральный каучук (12 %)	Бидоны из белой жести	—	10	64	7 500
Антиокислительная присадка нафтам-2 (0,5 %), полиизобутилен П-10 (0,5 %)	Банки из белой жести	2	10	70	12 500

Таблица 24. Основные характеристики оптических смазок

Смазка	Температура каплепадения, °C	Предел прочности, Па		
		20 °C	50 °C	80 °C
АЦ-1	≥ 100 (110—130)	900—1100	—	При 70 °C ≥ 600 (800—1100)
АЦ-3	≥ 100 (106—130)	300—550	250—300	При 70 °C 150—400 (160—280)
Дельта I	180	700—1500	≥ 350 (380—420)	220
Дельта III	180—188	200—1000	≥ 30 (200—600)	100—300
СОТ	—	400	180	150—300
ВНИИ НП-299	—	280	Без переме- шивания ≥ 300 (1000)	450
ВНИИ НП-290	—	≥ 100 (140—200)	120	80—110
МЗ-5	≥ 60	700	80	0
Орион	180—200	600—1200	≥ 200 (250—600)	200—300

Вязкость, Па·с				Пенетрация при 25 °C
-50 °C	-30 °C	0 °C	20 °C	
2000	При -20 °C ≤ 1500 (600—650)	65	35	250
560—1300	При -20 °C ≤ 800 (200—250)	55—130	35—85	290
1600	≤ 900 (120—500)	75	30	200
3500—5000	≤ 800 (600—700)	65—300	20—100	285
—	≈ 2000	90	35	235
≈ 2000	—	680	450	310
2500	≤ 1000 (300—1000)	70—150	30—50	320
—	2500	350	150	—
—	2000	При -20 °C ≤ 2300 (600—650)	300	190

Смазка	Термоупроч- нение при 120 °C за 1 ч, %	Механическая стабильность		
		исходный предел прочности при разрыве при 20 °C, Па	индекс разрушения, %	индекс восстанов- ления, %
АЦ-1	150	800	45	90
АЦ-3	380	500	30	30
Дельта I	0	2700	70	60
Дельта III	40	2500	65	25
СОТ	90	1100	60	10
ВНИИ НП-299	100	—	—	—
ВНИИ НП-290	От -25 до 100	240—310	15—40	25—55
МЗ-5	—	630	30	80
Орион	125	2300	85	50

Испаряемость за 1 ч, %		Коллоидная стабильность, %	Окисляе- мость при 120 °C за 10 ч, мг КОН/г смазки	Смывае- мость при 40 °C за 6 ч, %	Температурный интервал применения, °C
100 °C	150 °C				
1—5	20	≤ 12 (7,5—10)	—	5,7	От -60 до 65
1—7	24	≤ 15 (11—15)	—	4,5	От -60 до 65
4,5	33	≤ 12 (7—11)	—	2	От -60 до 60
1,3—4,2	25	≤ 28 (10—15)	0,25	2	От -60 до 60
1	5	≤ 6 (4)	0	7,3	От -10 до 85
0	1,5	При грузе 3 Н ≤ 3 (1—1,5)	0	3,3	От -30 до 50 (100)
1—3	2,5—6	≤ 4 (груз 3 Н); 5	—	2,3	От -40 до 80
—	—	1,7	—	—	От -15 до 50
0	0,6	≤ 6 (4—6)	0,4	2—5	От -60 до 85

вания дисперсионной среды, что снизило растекаемость, а также миграцию смазки. Применяют в резьбах оправ кинофотоаппаратуры в качестве фиксирующей смазки, обеспечивающей точную наводку на резкость и постоянство фокусного расстояния объектива.

Вакуумная МЗ-5 (ТУ 38 3012—70) выпускается периодически по заказам потребителей. Ее название определяет область применения неточно: приготовленная на легком масле МВП, смазка МЗ-5 непригодна для работы в вакууме. Название «вакуумная» было ей дано лишь потому, что она содержит загуститель того же состава, что и уплотнительная вакуумная смазка. Смазка МЗ-5 отличается от других приборных смазок высоким содержанием каучука. Это обеспечивает плавность хода резьбовых соединений (с зазорами более 50 мкм) объективов фотоаппаратов — основного узла трения, в котором она применяется.

Орион (ТУ 38. 101805—80) представляет собой собственно не смазку, а противоосыпный состав. Его намазывают тонким слоем на внутренние поверхности оптических узлов для улавливания частиц пыли, краски, продуктов коррозии, чтобы предотвратить их попадание на линзы приборов. Нанесение состава орион из растворителя — петролейного эфира — не рекомендуется. Орион можно применять при остаточном давлении до 10 мПа.

В настоящее время создан еще один противоосыпный состав — протон, полученный загущением вязкого нефтяного масла МС-20 Al-мылом HSt, фракции СЖК С₅—С₆ и церезином 80. В состав протона входят антиокислительные присадки дифениламин и нафтам-2 (фенил-2-нафтиламин). Протон сходен с орионом по назначению и свойствам. Его достоинством является возможность нанесения из растворителя — петролейного эфира (1:9). Использование составов орион и протон позволяет отказаться от Al-Na-смазки АН, использовавшейся для этой цели на Красногорском оптико-механическом заводе.

ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫЕ СМАЗКИ

Для улучшения проводимости, стабилизации контактного электрического сопротивления, а также для уменьшения абразивного и электроэрозионного износа на электрические контакты наносят тонкий слой смазки. Применение электроконтактных смазок позволяет снизить усилие контактного нажатия и соответственно уменьшить габариты контактных элементов и их износ. В основном электроконтактные смазки используют в слаботочных коммутационных, соединительных и установочных устройствах радиоаппаратуры, телевизоров, в системах связи, ЭВМ и т. п.

Помимо электроконтактных смазок (паст), рассмотренных в настоящем разделе, укажем специализированную автомобильную смазку КСБ для контактов переключателя указателя поворотов автомобилей. Для смазывания контактов сейчас еще применяют смазки ЦИАТИМ-201 и ЦИАТИМ-221. Однако их состав и свойства не являются оптимальными для использования в этих устройствах. Основные характеристики электроконтактных смазок приведены в табл. 25 и 26.

Паста 164-39 (ТУ 6-02-989—77) — мягкая мазь серого или бежевого цвета; раньше выпускалась под названием электросил-1с [98]. Она имеет невысокое удельное сопротивление — менее $5 \cdot 10^8$ Ом·см при 100 °С. При 20 °С и частоте 10^6 Гц диэлектрическая проницаемость должна быть не менее 7, а тангенс угла диэлектрических потерь — не более 0,5. Добротность, характеризующая устойчивость контакта селективных каналов, при использовании пасты 164-39 обеспечивается не ниже 40 дБ. Паста термически стабильна. Практически полное отсутствие абразивных примесей достигается приготовлением пасты в условиях особой чистоты. Паста обеспечивает стабильность переходного сопротивления и уменьшает износ скользящих контактов селекторов каналов телевизоров и других приборов. Морозостойкость пасты достаточно высока.

Смазка ВНИИ НП-248 (ТУ 38 101643—76) представляет собой мягкую мазь серого цвета с высоким удельным сопротивлением: 10^{12} — 10^{13} Ом·см. Морозостойкость смазки хорошая. Смазка работоспособна в широком интер-

вале температур — от —60 до 200 °С, а также при высокой влажности и в атмосфере морского тумана. Смазку наносят на скользящие электрические контакты проволочных резисторов. Ее можно использовать и в некоторых других узлах трения приборов указанного типа.

Смазка ВНИИ НП-502 (ТУ 38.101771—79) по консистенции самая плотная электроконтактная смазка от светло-желтого до темно-коричневого цвета с температурой каплепадения выше 180 °С. Она заменила в скользящих слаботочных электрических контактах модульных разрывных переключателей смазки ЦИАТИМ-221 и французскую Wupp's. Загуститель смазки [99, с. 174] обеспечивает ее водостойкость и требуемую механическую стабильность. Морозостойкость смазки невысока — при —20 °С смазка ВНИИ НП-502 имеет вязкость типичную для морозостойких смазок при —50 °С. Однако применять ее рекомендуется при температурах до —40 °С. Смазка отличается хорошими консервационными свойствами [100, с. 86], инертна к таким металлам и сплавам, как серебро и нейзильбер. Работоспособность смазки на ПМТ при 150 °С достигает 400 мин. Диэлектрическая проницаемость смазки при 20 °С и 1000 Гц равна 2. Высокая липкость делает удобным использование смазки при сборке микромодульных схем. При работе со смазкой ВНИИ НП-502 нужно строго соблюдать требования техники безопасности, так как при длительном контакте она вызывает дерматит.

Электра-1 (ТУ 38.401301—80) мягкая коричневая мазь. Старое наименование ВНИИ НП-514. Температура каплепадения смазки превышает 170 °С. Смазка обладает хорошими противозносными свойствами и отличается большим сроком службы при переходном сопротивлении менее 0,01 Ом [101, с. 176]. Смазка работоспособна в широком интервале температур. Технические условия гарантируют диэлектрическую проницаемость при 20 °С и 1000 Гц от 3,2 до 3,5. Электра-1 рекомендуется для скользящих контактов типа кольцо — щетка коллекторного узла вращающихся трансформаторов. Смазка вырабатывается ограниченно, по заказам.

СМАЗКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

В последние годы сформировалась группа смазок для подшипников электрических машин. В прошлом для этой цели использовали смазки общего назначения: 1-13, консталины, иногда даже солидолы. Позднее достаточно широко, хотя и не всегда обоснованно, в электромашинах начали применять термостойкую смазку ЦИАТИМ-221. Первой специализированной смазкой для электромашин можно считать смазку ВНИИ НП-242, применяющуюся для этих целей почти 30 лет. Около 10 лет тому назад для электромашин завода «Электросила» была принята смазка ЭШ-176. БОНМЗ выпускал смазку для электромашин ПК [11, с. 52], однако сейчас ее не готовят. В настоящее время на смену старым приходят новые смазки: свэм, ЛДС-1 и ЛДС-2, фиол-4. В авиационных электромашинах обычно используют термостойкие смазки ВНИИ НП-207, ЦИАТИМ-221 и приборную ОКБ-122-7. В некоторых случаях для специализированных электромашин применяют и другие смазки: гироскопические (ВНИИ НП-223, ВНИИ НП-228, ВНИИ НП-260 и др.), термостойкие (ВНИИ НП-219, ВНИИ НП-220 и др.) и т. д.

В настоящем разделе рассмотрены только специализированные смазки для электромашин общего назначения: ВНИИ НП-242, свэм, ЛДС-1, ЛДС-2, фиол-4. Сведения об упомянутых выше других смазках даны в соответствующих разделах справочника. Основные характеристики смазок для электрических машин приведены в табл. 27 и 28.

Смазка ВНИИ НП-242 (ГОСТ 20421—75) по свойствам напоминает многоцелевые смазки. Она обоснованно в 4 раза дороже многоцелевой смазки литол-24 вследствие введения в нее 2 % дисульфида молибдена, хотя цена MoS_2 составляет всего 40 руб. за 1 кг.

Смазка ВНИИ НП-242 водостойка. Интервал рабочих температур несколько уже, чем у литола-24, однако она вполне может заменять все Са- и Na-смазки общего назначения. Смазка имеет низкую испаряемость и хорошие противозносные свойства. Недостаток ее — плохая механическая ста-

Таблица 25. Электроконтактные смазки

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
Паста 164-39 ТУ 6-02-989—77 (ПБи-Си6/15к) ВНИИ НП-248 ТУ 38 101643—76 (ПСИ6/20ф) ВНИИ НП-502 ТУ 38.101771—79 (ПЛи4/10у2) Электра-1 ТУ 38.401301—80 (ПЛи-Бн6/12эу0)	Олигонитрилсилоксановая жидкость ($\nu_{20} = 200-400 \text{ мм}^2/\text{с}$) Фторорганическая жидкость	Бентон, силикагель БС (9:2)
	—	—
	—	—
	—	—

Таблица 26. Основные характеристики электроконтактных смазок

Смазка	Предел прочности, Па			—40 °С
	20 °С	50 °С	80 °С	
Паста 164-39	200—450	≥ 120 (150—270)	50—150	1100
ВНИИ НП-248	80—250	100—300 (200—230)	40—110	≤ 400 (215—375)
ВНИИ НП-502	350—470	250—500	340—360	—
Электра-1	≥ 70 (80—130)	140	90	При —50 °С ≤ 300 (100—300)

Смазка	Термоупрочнение при 120 °С за 1 ч, %	Механическая стабильность			Испаряемость при 150 °С за 1 ч, %
		исходный предел прочности при разрыве при 20 °С, Па	индекс разрушения, %	индекс восстановления, %	
Паста 164-39	От 0 до 330	500—900	30—75	20—90	5—7
ВНИИ НП-248	От —20 до 70	510—750	50—80	От —10 до 30	0
ВНИИ НП-502	70—160	280—390	15	± 25	0,5; за 5 ч при 100 °С ≤ 3 (0,2—1)
Электра-1	20	—	—	—	2—4 (3 ч, 120 °С)

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс производства	Цена за 1 т, руб.
		гарантийный	рекомендуемый		
Антиокислительная присадка ионол (1 %) и бензотриазол (1 %)	Банки из белой жести, тубы То же	2	3	—	120 000
—	—	2	3	4,5	200 000
—	Банки из белой жести	2	3	100	46 000
—	Банки из белой жести, тубы	2	—	1,2	85 700

Вязкость, Па·с			Пенетрация при 25 °С	Удельное электрическое сопротивление при 20 °С, Ом·см
—20 °С	20 °С	80 °С		
≤ 120 (—10 °С, 100 с ⁻¹) 130	125—140	20—50	310	$\leq 10^9$
≤ 1500 (350—1400)	60; $\geq 1,2$ (1000 с ⁻¹) 85—100	5—30	—	$\geq 10^{12}$
—	30	30	275	$\geq 10^{12}$
—	—	—	355—385	$5 \cdot 10^{10} - 10^{11}$

Коллоидная стабильность (груз 3 Н), %	Окисляемость при 120 °С за 10 ч, мг КОН/г смазки	Смываемость при 40 °С за 6 ч, %	Противозадирные свойства, нагрузка, Н		Температурный интервал применения, °С
			заедания	сваривания	
≤ 4 (3,5); 6	0	1,5—4	Отсутствует	3550	От —60 до 150
≤ 8 (4—7)	0	0—2	790	2820	От —60 до 200
При грузе 10 Н	—	0,6—3,2	—	—	От —40 до 100
≤ 7 (2,5—7) 45	0	5	—	—	От —60 до 120

Таблица 27. Смазки для электрических машин

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель	Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс производства	Цена за 1 т, руб.
					гарантийный	рекомендуемый		
ВНИИ НП-242 ГОСТ 20421—75 (УЛн3/11-д3)	Масла индустриальное И-50А и машинное СУ из Волгоградских нефтей	LiSt (13 %)	MoS ₂ (2 %), антиокислительная присадка дифениламином (0,3 %) Графит ГС-4 (1,7 %), Al ₂ O ₃ (0,15 %), пентаэритрит (0,07 %)	Бидоны и банки из белой жести	5	5	100	4 000
ЭШ-176 А, Б ТУ 38 10196—76 (УЛн-Цн-Св3/11-г4)	Смесь масел веретенного АУ и авиационного МС-20С или МС-20С (3 : 3,5)	Li-Zn-Pb-мыло (6,3 : 2,7 : 0,8) фракции СЖК С17—С20 (28 %) и касторового масла (3,2 %), асфалта (0,9 %) и канифоли (0,6 %)	—	Бидоны из белой жести	5	5	180	730 (марка А) 710 (марка Б)
Свэм ТУ 38.101982—84 (НЛн5/12в3)	—	—	—	Банки из белой жести	5	5	0,6	46 720
Фиол-4 ТУ 38.УССР 201398—83 (УЛн4/12-4)	Смесь нефтяных масел	12-LioSt	Антиокислительные и другие присадки	Бидоны из белой жести	5	5	—	2 000
ЛДС-1 ТУ 38 УССР 201291—77 (УЛн4/12в3)	Смесь масел нефтяного и синтетического	То же	Антиокислительная и другие присадки	Стальные бочки, бидоны и банки из белой жести	5	5	—	980
ЛДС-2 ТУ 38 УССР 201291—77 (УЛн4/12-3)	Нефтяное масло	»	То же	То же	5	5	—	750

бильность. В настоящее время смазку применяют в основном в подшипниках горизонтальных судовых электрических машин при Dn до $2,7 \cdot 10^5$ мм/мин. Срок ее службы при 60—80 °С и частоте вращения 1,5—3 тыс. мин⁻¹ достигает 10 000 ч, а при 100—110 °С и 3—12 тыс. мин⁻¹ — от 2000 до 6000 ч [102, с. 294]. По данным [47, с. 3] смазка ВНИИ НП-242 при 80 °С и 1500 мин⁻¹ работоспособна в течение 24 000 ч.

Смазка ЭШ-176 (ТУ 38 10196—76) — плотная мазь серого цвета. После непродолжительной работы в подшипнике смазка чернеет. В отличие от других смазок она имеет многокомпонентный состав [103], который затрудняет ее массовое производство. Предусмотрен выпуск смазки ЭШ-176 двух марок А и Б, которые не отличаются друг от друга по составу. Первая из них немного мягче, предел прочности и вязкость ее несколько меньше, чем у смазки марки Б. Смазка разрабатывалась для Экскаваторов Шагающих, что определило ее наименование (ЭШ). Однако сегодня ее рекомендуют для подшипников электрических машин горизонтального и вертикального исполнения. Для некоторых электромашин завода «Электросила» установленный срок ее эксплуатации достигает 10 000 ч. Практически, однако, по работоспособности смазка ЭШ-176 равноценна смазке ВНИИ НП-242. Смазку ЭШ-176 рекомендуют также для подшипников машин в целлюлозно-бумажной промышленности; ЭШ-176А — для скоростных подшипников, ЭШ-176Б — для всех остальных узлов. Однако из-за низкой механической стабильности и склонности к уплотнению смазку ЭШ-176 здесь сейчас заменяют на униол-1 и литол-24 [45, с. 219].

В настоящее время созданы новые смазки свэм и фиол-4, значительно превосходящие смазку ЭШ-176 по качеству. Они, а также смазка ВНИИ НП-242, заменяют смазку ЭШ-176, которую следует считать неперспективной и в электромашинах.

Свэм (ТУ 38.101982—84) (старое наименование ВНИИ НП-288) — смазка работоспособная при температурах от —50 до 120 (150) °С. Хорошо удерживается в подшипниках качения при высоких частотах вращения — Dn до 300—550 тыс. мм/мин. Смазка механически стабильна. Дисперсионная среда 300—550 тыс. мм/мин. Смазка характеризуется низкой испаряемостью, что обеспечивает хорошую работоспособность смазки. Срок ее эксплуатации в подшипниках доходит до 15 000 ч. Испытания в закрытых подшипниках авиационных электромашин [42, с. 81] показали, однако, что свэм уступает термостойкой смазке ВНИИ НП-207. При 120 °С и 10 000 мин⁻¹ эти смазки проработали соответственно 990 и 1670 ч. Смазка может оказывать вредное воздействие на не соприкасающиеся с ними резиновые технические детали и краску, что необходимо учитывать при работе со смазкой свэм. Небольшая вязкость дисперсионной среды ($\nu_{50} = 14,8$ мм²/с) обеспечивает высокую морозостойкость смазки, близкую к морозостойкости смазки ЦИАТИМ-221. Свэм (смазка для вертикальных электромашин) рекомендуют для судовых электромашин всех видов, в том числе с вертикальным расположением вала [104, с. 17]. Однако в настоящее время реально использование смазки лишь для некоторых типов мощных судовых электромашин. Во всех остальных случаях ее заменяют смазкой ВНИИ НП-242. Достаточно близки к свэму по назначению и свойствам смазки фиол-4 и ЛДС-1.

Фиол-4 (ТУ 38.УССР 201398—83) — смазка для судовых электромашин общего назначения. Смазка фиол-4 превосходит смазку ВНИИ НП-242 по механической стабильности. Она обеспечивает длительную (до 15—20 тыс. ч, но не более 10 лет) работу без смены в узлах электромашин при температурах до 100—120 °С и Dn до $4 \cdot 10^5$ мм/мин. Полностью заменяет смазки ЭШ-176 и ВНИИ НП-242. По эксплуатационным свойствам смазка фиол-4 близка к смазке свэм. В настоящее время выпуск смазки фиол-4 ограничен.

ЛДС (ТУ 38 УССР 201291—77) — смазки, разработанные для закрытых подшипников качения и подшипниковых узлов электродвигателей [105]. Смазка ЛДС-2 отличается от ЛДС-1 тем, что в ее состав не входит дефицитное синтетическое масло и типом антиокислительной присадки.

Смазка ЛДС-1 предназначена для подшипниковых узлов электродвигателей серии 4А и их климатических модификаций У2, Х, Т, ОМ, РН, рабо-

Таблица 28. Основные характеристики смазок для электрических машин

Смазка	Температура каплепадения, °C	Предел прочности, Па		
		20 °C	50 °C	80 °C
ВНИИ НП-242	170—205	500—1200	250—650	≥ 100 (130—300)
ЭШ-176А	≥ 165 (170—200)	600—1100	≥ 250 (300—700)	120—380
ЭШ-176Б	≥ 170	1600	≥ 300 (700)	200
Свэм	≥ 180 (180—190)	550—610	300—700 (310—450)	240—350
Фиол-4	≥ 190 (195)	700—900	650	≥ 250 (320—400)
ЛДС-1	≥ 185 (193—195)	500—700	650	≥ 150 (280)
ЛДС-2	≥ 185 (190—196)	450—600	480	≥ 150 (260)

Вязкость, Па·с				Пенетрация при 25 °C
—40 °C	—20 °C	0 °C	20 °C	
—	≤ 1800 (800—1600)	≤ 500 (200—400)	140—240	225
—	1200—1700 (—15 °C)	500—800	180—300	175
—	1800 (—15 °C)	1200	350	175
≤ 1000 (700—900) При —30 °C	210	110—130	90—110	270
≤ 2000 (1500—1800)	630	275	180	175—205
≤ 1300 (850—1000)	380	≤ 200 (150)	160	230—270
≤ 1400 (900—1200)	300	≤ 250 (160)	140	230—270

Смазка	Термоупрочнение при 120 °C за 1 ч, %	Механическая стабильность			Испаряемость при 150 °C за 1 ч, %	Коллоидная стабильность, %
		исходный предел прочности при разрыве при 20 °C, Па	индекс разрушения, %	индекс восстановления, %		
ВНИИ НП-242	0—150	1000—2000	70—90	0—100	3—4; ≤ 2 (120 °C)	≤ 10 (5—8)
ЭШ-176А	—40	2200—3600	85—90	100—200	6,5—7,5; ≤ 7 (100 °C)	≤ 11 (3—6)
ЭШ-176Б	25	3000	30	0	8; ≤ 7 (100 °C)	≤ 11 (4)
Свэм	15—50	560—660	40—50	20—100	1—1,5	9—14; ≤ 10 (груз 3 Н)
Фиол-4	12—20	1100—1300	45—55	0—5	4—5; при 120 °C ≤ 2 (1—1,5)	≤ 12 (8—10)
ЛДС-1	± 20	700	15	—8	При 100 °C ≤ 3 (1)	≤ 18 (12)
ЛДС-2	± 20	670	15	—5	При 100 °C ≤ 4 (1)	≤ 24 (16)

Окисляемость при 120 °C за 10 ч, мг КОН/г смазки	Смываемость водой при 40 °C за 6 ч, %	Противозадирные свойства, нагрузка, Н		Температурный интервал применения, °C	Заменители
		заедания	сваривания		
0—1	3,5	700	2250	От —30 (—40) до 100 (110)	Фиол-2М, литол-24
≤ 4 (2,2)	4,5	550—700	2250—2500	От —25 до 100 (110)	Фиол-4, ВНИИ НП-242
≤ 4	0,4	500	3550	От —25 до 100 (110)	Фиол-4, ВНИИ НП-242
2	3—5	790	1410	От —50 до 120	ВНИИ НП-242
0	0	790	4470	От —40 до 120	Свэм, ВНИИ НП-242
≤ 2	1,4	≥ 690 (890)	≥ 1580 (2000)	От —40 до 120	Фиол-4, Свэм
≤ 2	1,3	≥ 690 (790)	≥ 1580 (1780)	От —40 до 120	Фиол-4, ВНИИ НП-242

тающих при высоких и средних нагрузках, смазка ЛДС-2 — для менее нагруженных подшипников электродвигателей серии АО2. Работоспособность Литиевой Долгорботающей Смазки ЛДС достигает 24 000 ч [106, с. 173]. В настоящее время выпуск смазок ЛДС невелик, однако в связи с предполагаемым резким увеличением выпуска электромашин унифицированных серий 4А и АО2 к 1985 г. производство смазок типа ЛДС предполагается увеличить.

АВИАЦИОННЫЕ СМАЗКИ

Для механизмов летательных аппаратов используют самые высококачественные смазки. В принципе такие смазки могут применяться и в наземных механизмах. Так, старая авиационная смазка ЦИАТИМ-201, созданная около 35 лет тому назад и до сих пор широко применяемая в авиации, сейчас является наиболее массовой морозостойкой смазкой общего назначения. Авиационная смазка ЦИАТИМ-203 доживает свой век также в качестве наземной морозостойкой смазки, а смазка самолетомоторная тугоплавкая СТ (НК-50) — в качестве термостойкой. Две первые из перечисленных выше авиационных смазок старшего поколения в связи с их сегодняшним статусом, рассмотрены в разделе морозостойких смазок.

В последние годы появилось новое (третье) поколение авиационных смазок: эра, ВНИИ НП-254, ВНИИ НП-261 [107, с. 18; 108, с. 6]. Эти смазки соответствуют современным, резко возросшим требованиям по термостойкости, противозадирным свойствам, долговечности и другим характеристикам. Они призваны заменить старые авиационные смазки ЦИАТИМ-201, ЦИАТИМ-203, НК-50, свинцол и некоторые другие. Новые смазки пока выпускают в ограниченных количествах и их следует использовать только по прямому назначению.

Наряду с тремя новыми смазками ниже рассмотрены специализированные авиационные смазки: противозадирные свинцол-01 и свинцол-02, смазки ВНИИ НП-281 и № 9 для авиавооружения, а также НК-50. Смазки, используемые в авиационных приборах (ОКБ-122-7, ВНИИ НП-223, -228 и др.), рассмотрены вместе с приборными смазками. В системах летательных аппаратов необходимы и другие смазки, в частности термостойкие, резьбовые, арматурные и т. п. Сведения о них даны в соответствующих разделах справочника. Основные характеристики авиационных смазок приведены в табл. 29 и 30.

Эра (ТУ 38.101950—83) — в перспективе должна стать основной авиационной смазкой общего назначения, заменив ЦИАТИМ-201, а частично ЦИАТИМ-203 и ОКБ-122-7. Ее старое наименование ВНИИ НП-286М. Смазка имеет низкую испаряемость (при 120 °С в два раза меньшую, чем ЦИАТИМ-201) при сохранении хорошей морозостойкости. Она не оказывает вредного воздействия на резиновые технические изделия [99, с. 174]. Механическая стабильность смазки весьма высока, так же как и противозадирные характеристики. Величина P_k в два раза выше, чем у смазок ЦИАТИМ-201, -203; индекс задира близок к 30, а D_z — к 0,3 мм. Работоспособность эры на ПМТ составляет 150—170 мин при 150 °С, 40—50 мин при 180 °С. Введение противозадирной и антиокислительной присадок улучшает ее эксплуатационные свойства. Антикоррозионная присадка обеспечивает отсутствие коррозионного воздействия смазки на детали из меди и ее сплавов.

Смазку эра применяют в узлах трения (подшипниках качения и скольжения, зубчатых передачах) системы управления самолетом. Ее используют в редукторах электромеханизмов силовых приводов механизации крыла, узлов трения фюзеляжа, где она заменяет смазки ЦИАТИМ-201 и ОКБ-122-7. В настоящее время смазку эра используют в механизмах самолетов ИЛ-62 и ИЛ-86. По мере расширения производства она должна вытеснить старые авиационные смазки на тех самолетах, где это экономически оправдано. Внедрение смазки эра облегчается совместимостью со смазками ЦИАТИМ-201 и свинцол-01. Со смазками ЦИАТИМ-221 и ВНИИ НП-254 она несовместима.

ВНИИ НП-254 (ТУ 38.40146—83) — эффективная противозадирная смазка. Содержит комплекс металлоплакирующих добавок, придающих ей высокие противозадирные характеристики. В то же время отложение металла на поверхности трения изменяет зазоры в подшипниках, что может отрицательно сказаться на их работе. Поэтому металлоплакирующие смазки, в том числе ВНИИ НП-254, можно применять только после проверки в данном узле трения. Необходимо также строго соблюдать сроки их смены. Чрезмерно частое пополнение узла смазкой может привести к недопустимому уменьшению зазоров между трущимися поверхностями. Морозостойкость смазки высока; по механической и коллоидной стабильности, смываемости водой она близка к смазке эра [63]. Работоспособность смазки на ПМТ составляет при 120 °С около 600 мин, при 150 °С — от 200 до 400 мин, при 200 °С — до 50 мин. ВНИИ НП-254 обеспечивает работу подшипника скольжения при давлении $P = 30$ Н/мм² до $P_v = 2040$ Н/(мм·с), где v — скорость скольжения в мм/с. В этих же условиях смазки ЦИАТИМ-201 и ЦИАТИМ-203 работоспособны при $P_v = 1320$ и 960 Н/(мм·с) [47, с. 3].

Смазка ВНИИ НП-254 предназначена для особо тяжелонагруженных узлов скольжения с контактными давлениями 150—250 МПа. Ее применяют в шарнирно-болтовых соединениях шасси самолетов, зубчатых и винтовых передачах. Она обеспечивает их работу при высоких и ударных нагрузках. ВНИИ НП-254 полностью заменяет смазки свинцол-01 и свинцол-02, превосходя их по эксплуатационным свойствам. В настоящее время выпуск смазки ограничен. ВНИИ НП-254 несовместима со смазками ЦИАТИМ-203 и эра, но достаточно совместима со смазкой свинцол-01.

Свинцол-01 (ТУ 38.101577—76) представляет собой смазку ЦИАТИМ-201 с добавкой порошкообразного свинца [109]. По реологическим свойствам эта смазка близка к смазке ЦИАТИМ-201. Смазка морозостойка, не растворяется в воде. Наличие свинцового порошка способствует улучшению противозадирных свойств смазки за счет эффекта металлоплакирования. В процессе работы на трущихся поверхностях отлагается тонкий слой свинца, предотвращающий их схватывание или заедание. В технических условиях указывается, что в случае расслоения смазки перед применением рекомендуется тщательно перемешать. Необходимо учитывать высокую токсичность свинца и при работе со смазкой свинцол-01 строго соблюдать правила техники безопасности.

Смазка свинцол-01 предназначена для тяжелонагруженных узлов трения (шарнирное соединение опор шасси и др.) некоторых самолетов [110, с. 196]. Во всех случаях она может быть заменена смазкой ВНИИ НП-254. Времени смазки свинцол-01 и -02 расфасовывают в бидоны из белой жести. В будущем их должны расфасовывать в банки и тубы.

Свинцол-02 (ТУ 38.101578—76) представляет собой смазку ЦИАТИМ-203 с добавкой порошкообразного свинца [109]. Сочетание в смазке соединений свинца и серы усиливает противозадирное действие каждого из них, и, следовательно, смазки в целом. Все сказанное о свойствах, применении и заменителях смазки свинцол-01 в полной мере относится к смазке свинцол-02.

ВНИИ НП-261 (ТУ 38.401341—81) — специализированная смазка для конических роликовых подшипников ступиц колес шасси летательных аппаратов. Использование термостойких масел и загустителей обеспечивает ее работу при высокой температуре — одновременно до 200 °С. Такой перегрев возможен при посадке самолета в результате тепловыделения в тормозных устройствах колес. Работоспособность смазки на ПМТ составляет 400—500 мин при 150 °С, 180—230 мин при 200 °С и 25—40 мин при 250 °С. Морозостойкость смазки невысокая: при —40 °С ее вязкость выше, чем у смазок эра или ЦИАТИМ-201 при —50 °С. Однако в таких силовых узлах, как подшипники шасси, она работоспособна при температурах до —50 °С и ниже.

Смазка ВНИИ НП-261 полностью заменяет смазку НК-50, используемую сейчас главным образом в подшипниках колес самолетов, превосходя последнюю по морозостойкости и работоспособности [111, с. 230]. Срок смены смазки в два раза больше, чем у смазки НК-50. Выпуск смазки пока ограничен,

Таблица 29. Авиационные смазки

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
Эра ТУ 38.101950—83 (УЛн6/12у0) ВНИИ НП-254 ТУ 38.40146—83 (ИЛн6/15уэ-см1) Свинцоль-01 ТУ 38 101577—76 ИЛн6/9-с2	— — Приборное масло МВП	— — LiSt (10 %)
Свинцоль-02 ТУ 38 101578—76 (ИЛн5/9-с00)	Трансформаторное мас- ло с вязкостной при- садкой винипол ($v_{50} =$ $= 11,4—15,2 \text{ мм}^2/\text{с}$)	Li-мыло HSt (6 %), саломаса техниче- ского (4 %) и осер- ненного асидола (3 %)
ВНИИ НП-261 ТУ 38.401341—81 (УкКа-Пг6/15уэ-г1) Самолетомоторная туга- плавкая СТ (НК-50) ГОСТ 5573—67 (УНа2/15-г4)	— Авиационное масло МК-22 или масло МК из эмбенских нефтей ($v_{100} \geq 18 \text{ мм}^2/\text{с}$; тем- пература застывания -8°C)	— Na-мыло (18— 25 %) саломаса и технического жира (1:1)
ВНИИ НП-281 ТУ 38.10123—81 (НкНа6/12у1) № 9 ТУ 38 001116—73 (НСв-Ба6/8-1)	Смесь синтетических углеводородных масел Приборное масло МВП (81 %)	кNa-мыло Ba-Pb-мыло (10,5:8,5) HSt (16 %)

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс произ-водства	Цена за 1 т, руб.
		гаран-тий-ный	реко-мен-дую-мый		
—	Банки из белой же- сти, тубы	5	5	6,4	52 100
—	То же	5	5	2,4	145 000
Порошкообразный свинец (10 %), антиокислитель- ная присадка дифенил- амин (0,5 %) Порошкообразный свинец (10 %), противоизносная присадка трифенилфосфат (0,5 %)	Бидоны и банки из белой жести, тубы То же	2 2	2 2	100 36	1 360 1 700
—	Банки из белой же- сти	1	5	0,1	25 200
Коллоидный графит МП или МС ($\geq 0,5 \%$), следы воды	Деревянные бочки	2	3	880	530
Монтан-воск (воск буро- угольный)	Банки из белой же- сти	2	2	5,7	16 300
Следы воды	То же	3	3	250	620

Таблица 30. Основные характеристики авиационных смазок

Смазка	Температура каплепадения, $^\circ\text{C}$	Предел прочности, Па		
		20 $^\circ\text{C}$	50 $^\circ\text{C}$	80 $^\circ\text{C}$
Эра	≥ 180 (180—200)	200—400	100—300 (140—300)	50—200
ВНИИ НП-254	≥ 165 (170—190)	300—400	100—250 (120—240)	110—200
Свинцоль-01	≥ 170 (175)	230	≥ 200 (240)	70
Свинцоль-02	≥ 150	225	≥ 200 (340—370)	55

Вязкость, Па·с				Пенетрация при 25 $^\circ\text{C}$
—50 $^\circ\text{C}$	—30 $^\circ\text{C}$	0 $^\circ\text{C}$	20 $^\circ\text{C}$	
300—580; при —40 $^\circ\text{C}$ ≤ 400 (180—350) ≤ 750 (400—650)	200—280	115	50—80	310—370
	145	50—180	50—70	310—340
1100	300	120	70	290—320
2000	230—400	110	40	430

Смазка	Температура кападения, °C	Предел прочности, Па		
		20 °C	50 °C	80 °C
ВНИИ НП-261	≥ 250	240—420	300—800	200—600
НК-50	≥ 200 (200—210)	700—1200	300—700	≥ 180 (200—400)
ВНИИ НП-281 № 9	≥ 200 (206) ≥ 92 (95—120)	330 ≥ 250 (300—500)	200—500 150—400	90 70—180

Вязкость, Па·с				Пенетрация при 25 °C
—50 °C	—30 °C	0 °C	20 °C	
При —40 °C ≤ 3 000 (1100—2400)	200—700	70—140	20—65	265—295
—	1800—3500	≤ 1000 (500—1000)	200—750	170—225
≤ 1500 (500—1400) ≤ 1200 (600—1200)	320—570 200—600	90 50—150	75 40—100	310 ≤ 330

Смазка	Термоуп- роченные при 120 °C за 1 ч, %	Механическая стабильность			Испаряемость за 1 ч, %	
		исходный предел прочности при разрыве, при 20 °C, Па	индекс разру- шения, %	индекс восста- новления, %	100 °C	150 °C
Эра	15	300—500	20—35	±20	0—1	10; при 120 °C ≤ 5 (2—5)
ВНИИ НП-254	15	400—450	30—55	3—40	0,5	3а 5 ч при 120 °C ≤ 5 (1—3)
Свинцоль-01	50	530	50	5	При 120 °C ≤ 25 (9)	46
Свинцоль-02	400	230	10	—60	—	27
ВНИИ НП-261	600—800	400—750	0—35	20—80	0	2—2,5; за 5 ч ≤ 4,5 (2—4)
НК-50	0—300	2000—4000	60—90	0—100	15 (200 °C)	50—60 (300 °C)
ВНИИ НП-281	1400—2800	500—820	20—60	20—100	3а 3 ч при 120 °C ≤ 3,5 (1,5—3)	3,5
№ 9	—	600—1400	60—80	180—220	12—18	40—50

Коллоидная стабиль- ность, %	Смывае- мость при 40 °C за 6 ч, %	Противозадирные свойства, нагрузка, Н		Темпера- турный интервал применения, °C	Заменители
		заедания	сваривания		
25—35; при грузе 3 Н ≤ 22 (12—22)	3—5	710—1110	1260—1600	От —60 до 120	ЦИАТИМ-201 (ограничено)
20—25; при грузе 3 Н ≤ 25 (8—16)	3—9	1600	5600	От —60 до 150	Свинцоль-01 (ограничено)
≤ 35 (20—24)	5	1000	2240	От —60 до 90	ВНИИ НП-254
≤ 15 (4—8)	20	890	2820	От —50 до 90	ВНИИ НП-254
2—5; при грузе 3 Н ≤ 5 (1—5)	16	800—1000	1600—2000	От —40 до 150 (200)	НК-50 (ограничено)
≤ 7 (3—7)	100	650—750	2250—3550	От —15 до 180	ВНИИ НП-261
≤ 15 (3—12)	2,3	630—940	1780—3780	От —60 до 120	—
≤ 15 (6—15)	9	360	2820	От —60 до 80	—

но ее промышленное производство в ближайшие годы должно обеспечить полную замену смазки НК-50. Несовместимость смазок НК-50 и ВНИИ НП-261 требует очистки узла от остатков старой смазки перед его заполнением новой смазкой другого типа.

Самолетомоторная тугоплавкая СТ (НК-50) (ГОСТ 5573—67)—представляет собой мазь темно-зеленого цвета. Создана смазка в конце 30-х годов и названа по фамилиям ее авторов Несмачная — Кутумов (НК). В связи с ограниченностью ресурсов масла МК-22 ее получают в основном на масле типа МК из эмбенских нефтей ($\nu_{100} \geq 16 \text{ мм}^2/\text{с}$). Несмотря на не очень высокую температуру каплепадения смазки НК-50 (200 °С), ее рекомендуют кратковременно использовать при температурах до 180 °С. Морозостойкость и водостойкость смазки НК-50 низки. При расфасовке в деревянную негерметичную тару смазка НК-50 довольно быстро поглощает из воздуха влагу, при этом свойства смазки в поверхностном слое существенно меняются (снижается температура каплепадения, предел прочности и др.).

Смазку НК-50 применяют почти исключительно для подшипников ступиц шасси самолетов, однако ее применение и в этом узле недостаточно эффективно из-за низкой морозостойкости. В ближайшее время смазка НК-50 должна быть полностью заменена смазкой ВНИИ НП-261.

Смазка ВНИИ НП-281 (ТУ 38. 101123—81)—узко специализированная смазка, предназначенная для агрегатных подшипников некоторых самолетов (например, ИЛ-62). По внешнему виду — это мелкозернистая, темно-коричневая, почти черная мазь со специфическим запахом горелого масла. Смазка отличается хорошими низкотемпературными свойствами, низкой испаряемостью, инертна к резинам [68]. Загущение кNa-мылом придает ей хорошие смазывающие свойства, но снижает водостойкость. Смазка рассчитана на работу в скоростных подшипниках (Dn до $4 \cdot 10^5 \text{ мм/мин}$) при небольших нагрузках и температурах до 80—100 °С, а краткосрочно и выше. Работоспособность на ПМТ составляет 120—130 мин при 200 °С и 30—40 мин при 250 °С.

В настоящее время смазку ВНИИ НП-281 выпускают в ограниченном количестве и предполагают в будущем заменить на смазку сзда.

Смазка № 9 (ТУ 38 001116—73)—очень мягкая мазь светло-желтого (иногда светло-коричневого) цвета. Низкая температура каплепадения и высокая испаряемость масла не позволяют применять смазку № 9 при температурах выше 80 °С.

По морозостойкости смазка № 9 является одной из лучших в СССР. Минимальная температура ее применения —60 °С. Водостойкость и консервационные свойства удовлетворительны; смазка № 9 для авиационного применения стойка к действию пороховых газов. Однако наряду с достоинствами смазка имеет и серьезные недостатки. Так, она нестабильна при хранении: уже через несколько месяцев после изготовления вследствие низкой коллоидной стабильности из смазки выделяется значительное количество масла. Она быстро окисляется даже при хранении в герметичной таре.

КОСМИЧЕСКИЕ СМАЗКИ

Смазки этого типа применяют для обеспечения нормальной работы внешнего оборудования, приборов, систем жизнеобеспечения космических аппаратов и скафандров [72, 112]. Они предназначены для разнообразных узлов трения, эксплуатируемых в условиях высокого вакуума, как правило, в широком интервале температур. Не исключено применение этих смазок в вакуумных установках, подшипниках гироскопов и в узлах трения наземных механизмов, работающих в вакууме.

При снижении давления до 0,1—10 Па работоспособность смазочных материалов существенно меняется. Это обусловлено их испарением, изменением скорости срабатывания в зоне трения, ухудшением теплоотвода и другими факторами. В зависимости от состава срок службы смазки в вакууме обычно снижается, а иногда возрастает. Дальнейшее уменьшение давления ниже 0,1 Па вплоть до вакуума порядка 10—100 нПа практически не влияет на испаряемость и работоспособность смазок [92]. Встречающиеся в стандар-

тах и литературе указания о работоспособности смазок при давлении до (и ниже) 1 мПа или до 1 мкПа не обоснованы. Смазки, работоспособные при давлении 1 мПа, могут обеспечить нормальную работу и при давлении порядка 10 нПа.

Отличительные особенности смазок, применяемых в высоком вакууме, — низкая испаряемость и работоспособность в отсутствие кислорода. Наиболее соответствуют условиям работы в вакууме термостойкие смазки, которые и были в первую очередь использованы для узлов трения, эксплуатируемых в вакууме. Чаще всего использовали термостойкую смазку ЦИАТИМ-221, хорошо зарекомендовала себя и другая термостойкая смазка — ВНИИ НП-246. В нагруженных узлах лучшие результаты, чем смазка ЦИАТИМ-221 (на полисилоксанах), показали смазки на перфторалкилполиэфирах, а также смазка ВНИИ НП-207 (на смеси полисилоксанов с синтетическим углеводородным маслом). В ряде случаев эти смазки успешно применяются в узлах трения приборов и точных механизмов и при атмосферном давлении. В последние годы созданы специализированные смазки, рассматриваемые в настоящем разделе. Характеристики космических смазок приведены в табл. 31 и 32.

Смазка ВНИИ НП-274 (ГОСТ 19337—73)—высококачественная приборная смазка, которую благодаря низкой испаряемости можно применять в вакууме (до 10 нПа). Смазка достаточно термостойка. В стандарте указано, что смазка ВНИИ НП-274 работоспособна до 160 °С. Однако, учитывая тип загустителя (Li-мыло), нужно считать, что в подавляющем большинстве случаев максимальная температура ее применения не должна превышать 130 °С. Она является одной из самых морозостойких смазок — сохраняет работоспособность до —80 °С. Поскольку смазка ВНИИ НП-274 приготовлена на полихлорсилоксановой жидкости [62, с. 182; 63], она имеет удовлетворительные противозносовые характеристики. Но при работе в вакууме ее можно рекомендовать (как и все смазки на полисилоксанах) только для малонагруженных подшипников качения и маломощных редукторов. Хорошая механическая стабильность смазки обусловлена приготовлением ее частично на 12-LiOSt, входящем в состав гидрированного касторового масла. Смазка ВНИИ НП-274 не токсична.

Стандарт предусматривает выпуск двух марок смазки: обычной ВНИИ НП-274Н и фильтрованной — ВНИИ НП-274Ф. В первой из них не допускается наличие частиц диаметром более 75, а во второй — более 28 мкм. В результате фильтрации смазка гомогенизируется и несколько уплотняется. В частности, допустимая вязкость смазки при —40 °С и 100 с⁻¹ возрастает с 55 до 80 Па·с, а отпрессовываемость масла уменьшается с 20 до 18 %. В основном выпускают смазку ВНИИ НП-274Н, которую при изготовлении также фильтруют.

Смазка ВНИИ НП-274Н предназначена для миниатюрных приборных малонагруженных подшипников качения и для небольших редукторов, эксплуатируемых в высоком вакууме. Она работоспособна при средних частотах вращения — до 12 000—15 000 мин⁻¹. В подшипниках электромашин обеспечивает среднюю наработку подшипников при 130 °С — 2500—4000 ч; при 150 °С — 1000—1700 ч, при 175 °С — 500—800 ч [48 с. 154]. При испытании на стенде «Гистерезис» смазка обеспечила длительную (386 ч) его работу при 160 °С. При 150 °С и 15 000 мин⁻¹ смазка работоспособна в течение 600 ч [47, с. 3]. Ее применяют и в микроэлектромашинных, точных механизмах, приборах, работающих при нормальном давлении. В этих случаях применение смазки целесообразно только при том условии, что другие, более дешевые и доступные приборные смазки не обеспечивают нормальную работу механизма. Ограничение смазку можно применять в контакте с кислородом: в резбовых соединениях при концентрации кислорода 100 % — при давлениях до 4 мПа, 75 % — до 6,4 мПа, 50 % — до 16 мПа, 40 % — до 25 мПа и 30 % — до 40 мПа. На открытых поверхностях в атмосфере чистого кислорода допускается использование смазки в слое толщиной 20 мкм при давлениях не более 0,64 мПа. Гарантийный срок хранения смазки ВНИИ НП-274 3 года. Учитывая ее высокую стабильность, этот срок можно увеличить до 5 лет и более.

Таблица 31. Космические смазки

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
ВНИИ НП-274н, ВНИИ НП-274ф ГОСТ 19337—73 (УЛи8/16к2) ВНИИ НП-293 ТУ 38 101604—76 (УЛи6/15к2) ВНИИ НП-257 ГОСТ 16105—70 (ПкНа6/15кэ-д0)	Полихлорсилоксановая жидкость 162-170ВВ (ХС-2-1ВВ)	LiSt и 12-LioSt
ВНИИ НП-270 ТУ 38 10164—76 (УкНа6/15кэ-д)	Полиметилсилоксано- вая жидкость	Смесь Li-мыл
ВНИИ НП-258 ТУ 38.101349—79 (УСи5/12к)	Смесь полифенилметил- силоксановой жидкости 133-158 и динзеокилсе- бацината Смесь полифенилметил- силоксановой жидкости ФМ-6 и динзеокилсе- бацината Полиметилсикосано- вая жидкость	кNa-мыло HSt и NaNO ₂
		То же
		Силикагель

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс произ-водства	Цена за 1 т, руб.
		га-ран-тий-ный	реко-мен-дую-мый		
Антиокислительная при-садка	Тубы (марка 274и), шприцы стеклян- ные (марка 274ф)	3	5	100 0,3	187 000
—	Тубы	2	5	22	105 000
Антиокислительная при-садка фенил-1-нафтиламин (0,3 %) и MoS ₂ (3 %)	»	5	5	15	95 000
То же	»	2	—	13	145 000
—	Шприцы и банки стеклянные (до 200 г)	1	—	0	89 000 (в бан- ках) 191 570 (в шпри- цах)

Таблица 32. Основные характеристики космических смазок

Смазка	Температура каплепаде-ния, °С	Предел прочности, Па		
		20 °С	50 °С	80 °С
ВНИИ НП-274н	≥ 190 (190—210)	270—370	≥ 100 (150—350)	150—200
ВНИИ НП-274ф	≥ 175	270—370	≥ 100	150—200
ВНИИ НП-293	≥ 170 (190—205)	140—170	70—300	140—150
ВНИИ НП-257	≥ 190	80—100	≥ 80	20
ВНИИ НП-270	≥ 175	150	80—200	100
ВНИИ НП-258	—	100	0—40	0

Вязкость, Па·с				
—50 °С	—40 °С (100 с ⁻¹)	0 °С	20 °С	80 °С
300	≤ 55 (15—40)	80—100	50—65	45
300 80; 25 (—40 °С)	≤ 60 ≤ 19 (7—19)	80—100 18	50—65 12	45 35 (50 °С)
200	≤ 70	35	30	18
200	≤ 30	40	35	30
120	≤ 20 (7—18)	70	30	3

Смазка	Термоуп- рочение при 120 °С за 1 ч, %	Механическая стабильность			Испаряемость за 1 ч, %	
		исходный предел проч- ности при разрыве при 20 °С, Па	индекс разру- шения, %	индекс восста- новления, %	150 °С	200 °С
ВНИИ НП-274н	60—110	400—600	25—40	0—70	0,5	0,9—1,3
ВНИИ НП-274ф	60—110	400—600	25—40	0—70	0,5	0,9—1,3
ВНИИ НП-293	85—120	800	40	—40	0,8—1,2	3,2—7,3
ВНИИ НП-257	220	180	0	30	0,7	4,1
ВНИИ НП-270	40	200	0	0	0,7	6,5
ВНИИ НП-258	85	260	50	120	0,9	2,5

* Испытание на машине трения НИИЧаспрома: скорость скольжения 0,54 см/с, нагр
 ** То же, нагрузка 890 МПа.

Смазка ВНИИ НП-293 (ТУ 38 101604—76)— мягкая мазь серого цвета с розовым оттенком, по составу близкая к смазке ВНИИ НП-274 [92, с. 138], но отличается от нее тем, что изготовлена на полиметилсилоксановой жидкости [113]. Это обуславливает ухудшение противозносных свойств и повышение морозостойкости. Отличная морозостойкость позволяет применять смазку при температурах до —60 °С и ниже. При этом обеспечиваются малые сопротивления запуску подшипника. Смазка ВНИИ НП-293 может быть рекомендована только для малонагруженных подшипников с частотой вращения до 1000 мин⁻¹. При температурах выше 140 °С ухудшается работоспособность смазки. При нагреве выше 150 °С дисперсионная среда смазки полимеризуется. При 130 °С работоспособна в течение 800—2000 ч, при 150 °С — всего 300—400 ч [48, с. 154]. Рекомендуется для миниатюрных подшипников качения (внутренний диаметр до 7 мм) приборов при температурах до 150 °С и в условиях высокого вакуума. Гарантийный срок хранения смазки в таре 2 года; фактически без ухудшения свойств она может храниться существенно дольше.

Смазка ВНИИ НП-257 (ГОСТ 16105—70)— мягкая мазь черного цвета [18, с. 333], морозостойкая. Рекомендуется для применения при давлениях до 1 мкПа и ниже. Высокая испаряемость одного из компонентов дисперсионной среды — сложного эфира — существенно ограничивает длительную работу смазки ВНИИ НП-257 в открытом вакууме. При обычной температуре и нормальном давлении смазка обеспечивает работу подшипника в течение 5000 ч, в открытом вакууме — только в течение 150 ч. Однако в вакууме закрытого пространства, например в вакуумированных подшипниках гироскопов, работоспособность смазки ВНИИ НП-257 и других кНа-смазок на основе сложных эфиров может быть достаточна велика.

Недостатком смазки является растворимость в воде кНа-мыла. Поэтому, а также из-за склонности одного из ее компонентов (сложного эфира) к гидролизу смазку не следует применять в контакте с водой.

Коллоидная стабильность (груз 3 Н), %	Окисляе- мость при 120 °С за 10 ч, мг КОН/г смазки	Коэффициент трения *		Диаметр пятна износа **, мкм		Температур- ный интервал применения, °С
		сталь—ру- бин	сталь—ла- тунь	сталь—ру- бин	сталь—ла- тунь	
≤ 18 (7—15)	0	0,18	0,15	190	230	От —80 до 130 (160)
≤ 18	0	0,18	0,15	190	230	От —80 до 130 (160)
≤ 25 (18); 31 (груз 10 Н) ≤ 12	0,5	0,11	0,18	190	280	От —60 до 150
≤ 12	0	0,22	0,86	240	380	От —60 до 150
≤ 16 (13)	0,1	0,15	0,19	240	410	От —60 до 80 (150)
10	0	—	—	—	—	От —50 до 115

зка 230 МПа, время 180 мин.

При работе в паре сталь—рубин и особенно сталь—латунь смазка ВНИИ НП-257 характеризуется весьма высоким коэффициентом трения, а также высоким износом. При нанесении смазки на медь обесцвечивание поверхности или появление цветов побежалости не является признаком брака (это же относится к смазке ВНИИ НП-270).

Смазка ВНИИ НП-257 рекомендуется для подшипников и маломощных зубчатых передач. Ее применяют в узлах оптических приборов (например, в резьбовых соединениях), не соприкасающихся с оптическими деталями. Следует помнить об опасности конденсации паров дисперсионной среды на оптических линзах. Вследствие высокой стоимости смазки ее целесообразно использовать лишь в том случае, если ни одна другая, более дешевая и доступная смазка работу подшипников не обеспечивает. Ограниченно смазку ВНИИ НП-257 можно применять в контакте с кислородом. Однако ее стойкость к кислороду ниже, чем у смазки ВНИИ НП-274.

Смазка ВНИИ НП-270 (ТУ 38 10164—76)— мазь серого или черного цвета, по составу, свойствам и особенностям применения близкая к ВНИИ НП-257 [18, с. 334]. Отличается только тем, что изготовлена на полисилоксановой жидкости другой марки, подвергнутой специальной обработке, после которой ее испаряемость в вакууме уменьшается. Смазка рекомендуется для шарикоподшипников маломощных электродвигателей с частотой вращения до 10 000 мин⁻¹ при температурах от —60 до 80 °С и высоком вакууме (давление до 10 мкПа и ниже), а также в подшипниках электромоторов потенциометров [48, с. 140]. Может использоваться и в гироскопах. В указанных условиях смазка ВНИИ НП-270 обеспечивает длительную работу узлов трения: до 7500 ч при 80 °С и 15 000 мин⁻¹ [47, с. 3]; при температурах до 150 °С она работоспособна в течение короткого времени.

Смазка ВНИИ НП-258 (ТУ 38. 101349—79)— мягкая светлая мазь с хорошей морозостойкостью. Смазка рекомендуется для подшипников каче-

ний электромашин при температурах от -50 до 115°C и давлении до 1 МПа [18, с. 334]. Обеспечивает работу подшипников в этих условиях в течение 500 ч . Используется также в шарнирах и парах скольжения различных устройств однократного действия. Очевидна возможность применения смазки при давлениях вплоть до 10 МПа и, вероятно, при более высоких температурах.

АВТОМОБИЛЬНЫЕ СМАЗКИ

В основных узлах трения автомобилей (ступицах колес, подвеске, рулевом управлении и др.) применяют смазки общего назначения: солидолы, 1-13, графитную (УССА) и др. В настоящее время для легковых и грузовых автомобилей всех марок рекомендуют и успешно используют многоцелевую смазку литол-24. Эта смазка допущена к применению во всех узлах трения автомашин, а также тракторов, инженерных машин взамен солидолов, консталинов, 1-13, ЯНЗ-2, АМ карданной и других смазок общего назначения, за исключением графитной (УССА). Сведения о некоторых автомобильных смазках имеются в [114, 115].

Ассортимент автомобильных смазок неоправданно велик. Он может быть эффективно сокращен за счет исключения устаревших смазок, в том числе автомобильной (ЯНЗ-2), АМ карданной, а также за счет унификации. Так, взамен пяти смазок для карданных шарниров (АМ карданной, № 158, фиол-2у, крус, шрус-4), а также используемых для этих же целей солидолов, литол-24, фиол-2М, смесей масел со смазками вполне реально использовать одну смазку, например шрус-4.

Прогрессивным направлением является использование в отдельных агрегатах и узлах трения автомобилей несменяемых смазок (ЛСЦ-15, ЛЗ-31, шрус-4 и др.). Бессменная работа смазки определяется не столько ее свойствами, сколько рациональной конструкцией узла трения. При надежной герметизации срок службы большей части пластичных смазок в узле может достигать нескольких лет. Но при этом температура, скорости и нагрузки должны соответствовать типу смазки. Основные характеристики автомобильных смазок приведены в табл. 33 и 34.

Автомобильная (ГОСТ 9432—60)—гладкая мазь коричневого или черного цвета (старое название—автомобильная ЯНЗ-2). Максимальная температура применения смазки не должна (во избежание уплотнения) превышать $90\text{—}100^{\circ}\text{C}$. Нижний температурный предел применения смазки такой же, как и у На-смазок общего назначения. Заправлять ее в узлы трения солидолонагнетателем можно до -25°C . Смазка автомобильная почти неразтворима в воде, но при длительном пребывании во влажной среде эмульгируется. К недостаткам ее относятся также тиксотропное упрочнение после деформирования.

Смазку автомобильную применяют в ступицах колес, подшипниках водяного насоса и в других узлах автомобилей. Смазка автомобильная сейчас вытесняется многоцелевой смазкой литол-24, работоспособной не только в подшипниках качения, но и в узлах трения подвески и рулевого управления, где применение смазки автомобильной не допускается.

Смазка ЛСЦ-15 (ТУ 38 УССР 201224—80) готовится на тех же маслах, что и многоцелевые смазки литол-24 и фиолы. Название обозначает Литиевая Смазка с оксидом Цинка— 15% . Оксид цинка эффективно предотвращает ее окисление. Поэтому, а также благодаря хорошей адгезии к металлу, водостойкости и прекрасным консервационным свойствам, смазку ЛСЦ-15 применяют в качестве несменяемой в узлах трения автомобилей ВАЗ: в шарнирах и осях приводов педали газа, в рычагах выключения сцепления, шлицевых соединениях, втулках педали сцепления, механизмах стеклоподъемника, петлях дверей и др. Применяют смазку ЛСЦ-15 наряду с литолом-24 в ступицах колес автомобиля. Гарантийный срок хранения в таре смазки ЛСЦ-15 (1 год) явно занижен. Фактически она вполне стабильна при хранении в течение по крайней мере 5 лет. При необходимости смазку ЛСЦ-15 можно заменять смазками литол-24 или ШРБ-4.

Смазка ШРБ-4 (ТУ 38 УССР 201143—77)—практически единственная кВа-смазка, выпускаемая в СССР. Для создания комплексного мыла в смазку введен избыток свободных кислот—до $0,8\%$ в пересчете на HOI [116]. Смазка имеет высокую температуру плавления, водостойка, обладает достаточной морозостойкостью. Текстура смазки волокнистая. Поскольку смазка работает в контакте с резиновыми уплотнениями, предусмотрен контроль ее действия на изменение объема резины—не более $\pm 12\%$ после выдержки 70 ч при 70° .

Смазку ШРБ-4 применяют в шарнирах передней подвески, наконечниках тяг рулевого управления автомобилей ВАЗ. В достаточно герметичных узлах смазка может работать в течение длительного времени (до 100 тыс. км пробега) без смены и пополнения [117]. При необходимости смазку ШРБ-4 можно заменять смазками литол-24 или ЛСЦ-15. Гарантийный срок хранения смазки ШРБ-4 составляет 1 год. Фактически смазку можно хранить в течение более длительного времени. Смазка ШРБ-4 по назначению является аналогом смазки KB-521 фирмы Фнат.

АМ карданная (ГОСТ 5730—51)—липкая длинноволокнистая мазь светло- или темно-коричневого цвета. Она чувствительна к влаге и может вымываться из узлов трения. Карданную смазку используют в шаровых шарнирах карданов постоянной угловой скорости передних ведущих мостов автомобилей. Она рекомендуется для шарниров типа Тракта, Рэппа и особенно Вейса. Карданную смазку можно применять в узлах трения только при наличии надежных уплотнений.

Смазка АМ карданная устарела и в настоящее время вытесняется новыми смазками для карданных шарниров равных угловых скоростей шрус-4, крус. Только недостаточный выпуск этих смазок не позволяет уже сегодня полностью от нее отказаться. В ряде случаев смазку АМ карданную заменяют даже многоцелевой смазкой литол-24, а еще чаще ее применяют в смеси с маслами, хотя это и не рекомендуется.

Нормальная работа в шаровых шарнирах карданов смазок АМ карданная, литол-24 и любых других возможна только при правильном заполнении узлов трения. Недостаточное количество смазки приводит к сухому трению, избыток—к разрушению и вытеканию смазки.

Шрус-4 (ТУ 38.УССР 201312—81)—мазь серебристо-черного цвета. Шрус-4 сохраняет работоспособность до -40 и даже до -50°C . Смазка водостойка, испаряемость ее невелика, она имеет хорошую механическую стабильность, высокие противозносные и противозадирные характеристики. Значение индекса задира достигает $55\text{—}90$. При испытании в реальных шарнирах равных угловых скоростей автомобилей КРАЗ смазка шрус-4 превзошла все остальные смазки, включая новую смазку крус. Износ деталей снизился при использовании этой смазки в $5\text{—}10$ раз.

В настоящее время смазку шрус-4 применяют [118, с. 195; 119, с. 241] взамен смазки АМ карданная и фиол-2М в шарнирах равных угловых скоростей передних приводных колес автомобиля ВАЗ-2121 «Нива-1600» (до 100 тыс. км пробега). Она допущена к применению в таких же узлах тяжело нагруженных автомобилей семейства КРАЗ. По мере расширения производства смазки целесообразно ее использовать в качестве единой для шарниров равных угловых скоростей автомобилей всех марок. Возможно также использование смазки шрус-4 в игольчатых подшипниках карданных шарниров неравных угловых скоростей. Смазка шрус-4 по назначению является аналогом смазки моликот VN2461C фирмы Доу Корнинг (ФРГ).

Фиол-2у (ТУ 38.УССР 201266—79)—мягкая мазь серебристо-черного цвета. В большинстве случаев смазка фиол-2у работоспособна до -30°C ; при этой температуре ее вязкость близка к $2000\text{ Па}\cdot\text{с}$. В игольчатых подшипниках, шлицах может применяться при температурах до -40°C и ниже. Содержит MoS_2 , что улучшает противозносные свойства.

Фиол-2у—одна из лучших смазок для игольчатых подшипников крестовин карданного вала автомобилей [120, 121]. Используется в автомобилях ВАЗ всех модификаций и обеспечивает работу подшипников без пополнения в течение всего периода эксплуатации. Перспективно ее использование в

Таблица 33. Автомобильные смазки

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
Автомобильная ГОСТ 9432—60 (ОНа-Ка3/10-2)	Масло индустриальное И-12А	Na-Са-мыло (6 : 1) СЖК фракций C_{10} — — C_{20} (7 %), C_1 — C_4 (5,5 %)
ЛСП-15 ТУ 38 УССР 201224—80 (УЛи4/13-т2)	Смесь масел индустриального И-50А и веретенного АУ (по 33,5 %)	Li-мыло гидрированного касторового масла (12 %)
ШРБ-4 ТУ 38 УССР 201143—77 (УБа3/12-2)	Масло индустриальное И-20А	кВа-мыло хлопкового масла, 12-НoSt, СЖК фракций C_5 — C_6 или C_7 — C_9 и НAc (20 : 3 : 2,2 : 2,5)
АМ карданная ГОСТ 5730—51 (УНа2/10-2)	Масло АК-15 (80 %)	Na-мыло технического саломаса (8 %), хлопкового масла (2,5 %), касторового масла (3 %) и сосновой канифоли (4 %)
Шрус-4 ТУ 38 УССР 201312—81 (УЛи4/12-дт2)	Нефтяное масло	12-LioSt
Фиол-2у ТУ 38.УССР 201266—79 (УЛи4/12-дт2)	Смесь нефтяных масел	То же
№ 158 ТУ 38 101320—77 (УЛи-Пг4/12-1)	Авиационное масло МС-20 или остаточный масляный компонент ($v_{100} = 20 \text{ мм}^2/\text{с}$)	Li-K-мыла (16 и 4 %) HSt, касторового масла, канифоли (12 : 4,5 : 0,7)
ЛЗ-31 ГОСТ 24300—80 (УЛи4/13э3)	Сложный эфир № 2 с вязкостной присадкой совол (хлордифенил) (7 : 1)	LiSt (19 %)
Литол 459/5 ТУ 38 101207—75 (УЛи4/13-5)	Масло индустриальное И-20А	Li-мыло 12-НoSt (15 %) и HSt (2 %)
КСБ ТУ 38 УССР 2-01-115—76 (УНа4/13-м2/3)	Масло индустриальное И-50А	Na-мыло саломаса (7 %) и HSt (12 %)

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс производства	Цена за 1 т, руб.
		гарантийный	рекомендуемый		
Сульфокислота (0,6 %), вода (до 0,5 %)	Деревянные бочки, полиэтиленовые банки	5	5	100	310
Антиокислительная присадка дифениламин или нафтам-2 (0,3 %), ZnO (17 %), полиизобутилен П-20 (3,5 %)	Стальные бочки, бидоны из белой жести	1	5	7,1	1120
Антиокислительная присадка дифениламин (0,6 %)	Стальные бочки, литографированные банки, бидоны из белой жести	1	3	11,7	825
Вода (0,75 %)	Бидоны из белой жести	5	5	30	375
Антиокислительная, противозадирная присадки и антифрикционные добавки.	Стальные бочки, бидоны из белой жести	3	5	6,1	2320
Антиокислительные и другие присадки	Стальные бочки, банки из белой жести	3	3	1,5	2050
Антиокислительная и противозадирная присадка фталоцианин меди (2 %)	Бидоны и банки из белой жести	5	5	69	800; 1400 (в тубах)
Антиокислительная присадка дифениламин (0,2 %), антикоррозионная присадка бензотриазол (0,1 %)	Бидоны из белой жести	5	5	6	2080
Антиокислительная присадка нафтам-2 (0,5 %)	Банки из белой жести	5	5	—	945
Сера (0,3 %), пудра медная ПМС-20 (10 %), антиокислительные присадки антрахиноловая кислота (0,1 %) и нафтам-2 (0,5 %)	Бидоны из белой жести	1,5	—	0,1	560

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
ДТ-1 ТУ 38 УССР 2-01-116—76 (УНа4/12п-гд1) МЗ-10 ТУ 38 101622—76 (УЦн-Т4/5-г2) Дисперсол-1 ТУ 38 УССР 2-01-144—72 (УкКа-Т4/10-1/2)	Касторовое масло (90 %) Масло МВП Масло индустриальное И-40А	На-мыло касторового масла (10 %) ZnSt (10 %), церезин 65 или 75 (5 %) кСа-мыло 12-НoSt (8 %), HSt (1,5 %), HAc (2,8 %), церезин (6,5 %)

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс производства	Цена за 1 т, руб.
		гарантийный	рекомендуемый		
Графит С-1 (5,5 %), MoS ₂ марки ДМ-3 (4,5 %), вода (до 0,2 %)	Стальные бочки	2	5	0,4	3 400
Вязкостная присадка винипол (5 %), графит П (3 %)	Бидоны из белой жести	1	5	0,4	560
Растворитель уайт-спирит	Банки из белой жести	0,5	3	—	600

Таблица 34. Основные характеристики автомобильных смазок

Смазка	Температура каплепадения, °С	Предел прочности, Па		
		20 °С	50 °С	80 °С
Автомобильная	≥ 150 (160—170)	350—500	≥ 180 (180—400)	100—250
ЛСЦ-15	≥ 185 (185—200)	≥ 500 (500—800)	300—500	≥ 120 (200—400)
ШРБ-4	≥ 230 (235—240)	≥ 200 (200—400)	100—130	50—120
АМ карданная	≥ 115 (130—155)	500—700	250—400	100—250
Шрус-4	≥ 190 (195)	300—700	630	≥ 150 (360)
Фиол-2у	≥ 180 (185—195)	≥ 300 (400—450)	400—530	≥ 100 (120—160)
№ 158	≥ 132 (140—180)	150—500	≥ 120 (150—500)	50—100
ЛЗ-31	≥ 188 (190)	500—620	≥ 300 (300—600)	250—400
КСБ	≥ 170 (170—190)	300—800	200—400	50—150
ДТ-1	≥ 110	150	80	40
МЗ-10	≥ 70	210	100—150	0

Вязкость, Па·с					Пенетрация при 25 °С
—30 °С	—15 °С	0 °С	20 °С	80 °С	
≈ 1600	500—700	≤ 200 (100—200)	80—150	15—45	250
1000—3000	350	≤ 280 (150—280)	80—160	25—90	250—280
≈ 3 000	При —20 °С ≤ 800 (400—500)	80—160	40—70	30	265—295
5000—12 000	1200—1800	300—600	100—200	10—30	220—270
≤ 1800 (1800)	720	≤ 250 (240)	200	40	250—280
≤ 2000 (1200—2000)	290	≤ 170 (100—140)	140—180	30	255—295
4500—6000	700—1000	≤ 400 (200—350)	80—150	25	305
1500—1800	500	≤ 280 (250—280)	160	75	220—250
≈ 2500	1100	400—800	200—300	10—20	245—275
≈ 4000	—	230	90	2 (100 с ⁻¹)	315—345
≤ 1300 (—40 °С)	100—300	70—220	50—100	1 (1000 с ⁻¹)	270

Смазка	Термо- упрочне- ние при 120 °С за 1 ч, %	Механическая стабильность			Испаряемость за 1 ч, %	
		исходный предел прочности при разрыве при 20 °С, Па	индекс разру- шения, %	индекс восста- новления, %	100 °С	150 °С
Автомобильная	0—200	1000—2000	От —150 до 60	0—300	3,6	10—20
ЛСЦ-15	30	700—1200	10—40	±40	1	10—12
ШРБ-4	60	1000—2200	70—85	30—200	0,5	5—8
АМ карданная	25—150	1500—2000	60—80	0—50	1—2	5—7
Шрус-4	0	1300	60	0	При 120 °С ≤ 5 (2,8) 0,7—1,2	6—10
Фиол-2у	25	840—930	От 25 до 40	5—15		4—5,5
№ 158	20—60	400—900	60—90	От —20 до 50	0	0—2
ЛЗ-31	От —30 до 15	1500—4000	80—90	±20	1—2	3—5
КСБ	300	870	80	40	0	2,4
ДТ-1	210	320	50	20	0	2,2
МЗ-10	—	360	85	150	9	50

Кол- лондная стабиль- ность, %	Окисле- мость при 120 °С за 10 ч, мг КОН/г смазки	Смывае- мость при 40 °С за 6 ч, %	Противозадирные свойства нагрузка, Н		Темпера- турный интервал примене- ния, °С	Замене- тели
			заявления	сваривания		
2—5	1,1	0	400—890	2000—2240	От —30 до 100	Литол-24, 1—13
≤ 15 (10—15)	0,3	1,2	≥ 650 (710—890)	≥ 1200 (1400—1780)	От —40 до 130 (140)	Литол-24
≤ 10 (4—10)	≤ 1 (150 °С)	1,3	≥ 560 (600—1 100)	≥ 1780 (2250—3160)	От —30 до 130	Литол-24
10—15	0,4—1,4	100	590—750	1710—3780	От —10 до 100	Литол-24
≤ 16 (10—12)	0	0	≥ 1 000 (1410—1580)	≥ 5000 (7500—10 000)	От —40 до 120	—
≤ 12 (7—11)	0,35	0	≥ 980	≥ 1960 (2000)	От —30 (—40) до 100 (120)	Шрус-4
≤ 23 (5—15)	0,35—0,45	10—40	600—890	1780—2240	От —30 (—40) до 100 (120)	Шрус-4, фиол-2у
≤ 12 (9)	0,3—0,4	3	670—790	1410—2240	От —40 (—50) до 130	Литол-24
≤ 8 (6—8)	0,45	0	700	2250	От —30 до 110	—
11,7	0,35	100	≥ 872	≥ 2764	От —40 до 120	—
≤ 8 (груз 2 Н)	4	8,5	400	1780	От —40 до 50	Фиол-2М

игольчатых подшипниках автомобилей всех марок и других машин взамен смазки № 158 и других смазочных материалов. Может быть заменена смазкой шрус-4. Смазка Фиол-2у по назначению аналог смазки МРМ-2 фирмы «Фиат».

Смазка № 158 (ТУ 38 101320—77) представляет собой мягкую мазь гладкой текстуры. Синий цвет смазки обусловлен наличием в ней пигмента — фталоцианина меди, играющего роль дополнительного загустителя и антиокислительной присадки [122].

Температурный интервал применения (от —40 до 120 °С) смазки № 158 указан в технических условиях неточно и недифференцированно. Смазка имеет низкую морозостойкость, что объясняется приготовлением ее на вязком авиационном масле. В подшипниках качения электрооборудования автомобилей это не имеет большого значения, поскольку такие узлы трения не нуждаются в морозостойких смазочных материалах. Однако, как правило, ее следует применять при температурах не ниже —30 °С. Смазка № 158 работоспособна в течение длительного времени при температурах до 90—100 °С. Допустим ее кратковременный перегрев до 120 °С. Согласно техническим условиям, температура каплепадения смазки должна быть не ниже 130 °С, фак-

тически же этот показатель у большинства партий близок к 150 °С, а у некоторых достигает 180 °С.

Недостатки смазки № 158 — интенсивное окрашивание кожи, одежды, инструмента, верстаков при попадании на них смазки: известны случаи вредного ее воздействия на кожу рук. При систематической работе со смазкой № 158 требуется строгое выполнение всех правил техники безопасности.

Смазка № 158 предназначена для применения в автотракторном электрооборудовании (генераторы, стартеры, магнето), где она в течение нескольких лет обеспечивает работу подшипников качения без смены. Это исключает необходимость периодической смазки таких агрегатов при эксплуатации автомобилей и тракторов. Достаточно широко [123, с. 34] используют смазку № 158 в игольчатых подшипниках карданных шарниров непостоянной угловой скорости. Смазку можно не заменять в течение 300 тыс. км пробега. Столь длительное время без смены смазка № 158 может работать только в подшипниках карданных шарниров с двойной герметизацией.

Смазка ЛЗ-31 (ГОСТ 24300—80) — первая отечественная смазка, приготовляемая непрерывным методом. Она неводостойка, так как сложные эфиры

при взаимодействии с водой гидролизуются. Смазка содержит антикоррозионную присадку, однако по согласованию с потребителями разрешен ее выпуск и без этой присадки. Хорошие вязкостно-температурные свойства масляной основы, низкая испаряемость позволяют применять смазку в широком интервале температур. Однако морозостойкость смазки ЛЗ-31 посредственная, и применение ее при -50°C , как это рекомендует стандарт, возможно лишь в отдельных мощных механизмах. При закладке смазки ЛЗ-31 в выжимной подшипник сцепления автомобилей ЗИЛ и ГАЗ пополнять или заменять смазку в нем во время эксплуатации не требуется [124, с. 16]. Смазка ЛЗ-31 достаточно работоспособна в закрытых подшипниках авиационных электромашин при 120°C и $10\,000\text{ мин}^{-1}$. В этих условиях она проработала 1000 ч, а смазки ВНИИ НП-207 и свэм — 1670 и 990 ч [42, с. 81].

Литол-459/5 (ТУ 38 101207—75)—плотная смазка серо-зеленого цвета. Отличается особо высокой концентрацией загустителя. Используют ее только в распределителях зажигания автомобилей «Жигули». Работоспособна при температурах от -40 до 120°C с перегревом до 130°C . Сохраняет высокие вязкость и предел прочности — более 1200 Па при 80°C . Это позволяет сохранять запас смазки в негерметизированном узле в течение длительного времени — до 100 тыс. км пробега автомобиля. Весьма большая вязкость не влияет на работоспособность смазки при низких температурах в распределителе, так как она должна лишь осаливать соприкасающиеся с ней детали. Литол-459/5 по назначению является аналогом смазки Gr18VI фирмы Фиат. Смазку выпускают ограниченно по заказам.

Смазка КСБ (ТУ 38 УССР 2-01-115—76)—специализированная токопроводящая смазка. Для повышения электропроводности в нее вводят чешуйчатую медь с размером частиц до 50 мкм. Поскольку медь является сильным катализатором окисления, в смазку добавляют антиокислительную присадку. Наличие серы улучшает противоизносные свойства смазки КСБ.

Смазка КСБ растворима в воде. В основном ее применяют для смазывания контактов электрического переключателя указателя поворотов автомобилей ВАЗ. Она предотвращает искрение в контактах и снижает радиопомехи. Смазка обеспечивает нормальную работу контактов указателя поворота без замены и пополнения в течение всего срока эксплуатации автомобиля. Изготавливают смазку КСБ периодически по заказам.

Смазка ДТ-1 (ТУ 38 УССР 2-01-116—76)—плотная мазь, содержащая графит и дисульфид молибдена. Благодаря изготовлению на касторовом масле смазку ДТ-1 можно применять в контакте с резиновыми изделиями. Набухание резины 26-72 за 70 ч при 125°C в смазке ДТ-1 должно быть в пределах 2—15 % (об.).

Смазку ДТ-1 используют как монтажную при сборке Дисковых Тормозов (ДТ) передних колес автомобилей «Жигули». Антифрикционные добавки облегчают монтаж и особенно демонтаж деталей после длительной эксплуатации. Они придают смазке высокие противозадирные характеристики (Рк больше 890 Н, индекс задира не менее 45). Смазка ДТ-1 растворима в воде. За рубежом аналог смазки ДТ-1 по назначению — смазка SP-349 фирмы Фиат.

Смазка МЗ-10 (ТУ 38 101622—76)—мягкая смазка серого или черного цвета с зеленоватым оттенком. Редкая по составу смазка; загущена Zn-мол и содержит графит [125]. Используется для смазывания стеклоподъемников, замков, стопорных механизмов дверей на автомобилях ЗИЛ. Поскольку узлы трения дверей автомобиля работают в мягких условиях, их можно смазывать не только смазкой МЗ-10, но и многими другими, например смазкой фиол-2М. Для аналогичных узлов автомобилей ВАЗ применяют смазку дисперсол-1. Гарантийный срок хранения смазки в таре (1 год) явно занижен. Смазка сохраняет свои свойства при хранении в течение 5 лет и более.

Дисперсол-1 (ТУ 38 УССР 2-01-144—72)—мягкая мазь коричневого цвета. В технических условиях регламентируется температура каплепадения не ниже 85°C , пенетрация при 25°C — от 270 до 310 и коллоидная стабильность (отпрессовываемость масла не более 15 %). По назначению и применению аналогична смазке МЗ-10. Ее используют для механизмов стеклоподъемников автомобилей ВАЗ. В смазку, разбавленную уайт-спиритом, окунают

замки дверей и аналогичные детали этих автомобилей. После испарения растворителя на деталях остается тонкий слой смазки. Выпускают периодически по заказам.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СМАЗКИ

В СССР исторически сложился особый ассортимент смазок, предназначенных для железнодорожного транспорта. В последние годы, особенно в связи с развитием электровозной и тепловозной тяги, в механизмах подвижного состава железных дорог стали применять и смазки обычных типов — солидол С, I-13, ЦИАТИМ-201 и др. Однако в основном на железнодорожном транспорте используют специфические смазки.

Железнодорожные смазки можно разделить на несколько групп. В первую входят две смазки для букс подвижного состава железных дорог: ЖРО, ЛЗ-ЦНИИ. Для этой же цели разработана новая смазка ЕЖС. Во вторую — смазки для механизмов железнодорожных тормозов: ЖТКЗ-65, ЖТ-72 и ЖТ-79Л. Особняком стоят твердая брикетная смазка ЖД, антиаварийная смазка ЖА, антиобledenительная ЦНИИ-КЗ, а также рельсовые смазки ЖР (Ед и З) и контактная. Железнодорожная смазка кулисная ЖК близка по составу и свойствам к Na-смазкам для повышенных температур, например к смазке I-13. Железнодорожную антикоррозионную смазку АК, вполне аналогичную по составу и свойствам углеводородным консервационным смазкам общего назначения, например пушечной, выпускают в небольших количествах. Смазка метро (ТУ 38 101262—72) снята с производства в конце 1982 г. в связи с тем, что она использовалась только в буксах вагонов метрополитена типа Г, эксплуатация которых прекращена. Графитная смазка для полозов пантографов в настоящей книге не рассматривается, так как она представляет собой тесп — твердое смазочное покрытие. Сведения о ряде железнодорожных смазок имеются в [126—130]. Характеристики железнодорожных смазок приведены в табл. 35 и 36.

Железнодорожная ЛЗ-ЦНИИ (ГОСТ 19791—74) представляет собой модификацию смазки I-13 (общего назначения для повышенных температур); отличается наличием в ней противозадирной и антиокислительной присадок. Кроме того, смазку готовят на маловязком веретенном масле АУ [131]. Стандарт разрешает применять для приготовления смазки смесь масла веретенного АУ с индустриальным И-50А. Однако практически такую смесь не используют. Смазка ЛЗ-ЦНИИ имеет хорошие противозадирные и противозносные характеристики, предотвращает заедание трущихся поверхностей торцов роликов и бортов колес цилиндрических роликовых подшипников букс железнодорожных вагонов [132, с. 82]. Она пригодна для скоростных поездов. Стандарт гарантирует пробег букс 450 тыс. км в течение 5 лет. Расчетная долговечность подшипников со смазкой ЛЗ-ЦНИИ составляет 1748 тыс. км. Однако смазка ЛЗ-ЦНИИ имеет ряд недостатков, связанных с ее приготовлением на Na-мылах: низкую водостойкость, недостаточную консервационную эффективность, склонность к термоупрочнению.

В стандарте указано, что смазка ЛЗ-ЦНИИ работоспособна до -60°C . Однако фактически это не морозостойкая смазка, и ее применение ниже -40°C нецелесообразно. Смазка ЛЗ-ЦНИИ дублирует Li-смазку ЖРО, предназначенную для применения в аналогичных узлах трения (буксах) локомотивов.

Железнодорожная ЖРО (ТУ 32 ЦТ 520—83)—однородная гладкая мазь коричневого цвета. Осерненное касторовое масло существенно улучшает противозадирные свойства смазки [133]. Также как и все Li-смазки, она вполне водостойка. По морозостойкости смазки ЖРО и ЛЗ-ЦНИИ практически равноценны, минимальная температура их применения близка к -40°C . Приведенные в технических условиях сведения о работоспособности смазки ЖРО до -50°C не соответствуют значениям ее вязкости при низких температурах и не подтверждаются опытом применения.

Смазку ЖРО (Железнодорожную РОликовую) используют в буксах железнодорожных локомотивов, оснащенных подшипниками качения. Кроме того,

Таблица 35. Железнодорожные смазки

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
Железнодорожная ЛЗ-ЦНИИ ГОСТ 19791—74 (ИНа-Ка6/10-3)	Масло веретенное АУ, допускается в смеси с индустриальным И-50А (ν_{30} не более 8000 мм ² /с) То же	Na-Са-мыло (5:1) касторового масла (19 %)
Железнодорожная ЖРО ТУ 32 ЦТ 520—83 (УЛи5/12-3)	То же	Li-мыло HSt (11 %), HOI (1,5 %), осерненного касторового масла (7 %)
ЕЖС ТУ 38.УССР 201411—83 (УЛи6/13-3) Кулисная ЖК ТУ 32 ЦТ 549—83 (УНа3/8-1/2) Тормозная ЖТКЗ-65 ТУ 32 ЦТ 546—83 (УЛи6/11-1/3) Для автотормозных при- боров подвижного же- лезнодорожного состава ЖТ-72 ТУ 38 101345—77 (УкКа6/12к1) Для автотормозных при- боров ЖТ-79Л ТУ 32 ЦТ 1176—83 (НЛи6/12нк2) ЛЗ-31Т ТУ 38 101571—75 (УЛи5/10э)	Нефтяное масло Нефтяное масло ди- стиллятное 45 Индустриальное масло И-5А (велосит) (анили- новая точка 75—80 °С) Полиэтилсилоксановая жидкость 132-24 Смесь изопарафинового масла ИПМ и кремний- органической жидкости 132-24 (1,5:1) Сложный эфир № 2	12-LioSt Na-мыло жирового гуд- рона (15 %) Li-мыло (11 %) HSt и касторового масла (1:1) кСа-мыло (15 %) HSt и HAc (3:1) Li-мыло HSt (12 %) Li-мыло HSt (15 %)
Твердая ЖД ТУ 32 ЦТ 548—83 (БН а3/8-7) Антиаварийная ЖА ТУ 32 ЦТ 550—83 (УНа 3/10-г2/4) Антиобледенительная для токоприемников электроподвижного со- става ЦНИИ-КЗ ТУ 32 ЦТ 896—82 (УЛи-Т4/4-1)	Масло трансмиссионное для промышленного оборудования летнее (нигрол Л) Нефтяное масло ди- стиллятное 45 Масло индустриальное И-5А, пропиленгликоль (18 %), глицерин (5 %)	Na-мыла (30 %) сало- маса и жирового гуд- рона (20:7) Na-мыла асидол-мыло- нафта (40 %) Li-мыло касторового масла (5 %) и HSt (4 %), церезин 65 или 80 (0,6 %)

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс произ-вод-ства	Цена за 1 т, руб.
		гаран-тий-ный	реко-мен-дуе-мый		
Антиокислительная дифе- ниламин (0,7—1 %), про- тивоизносная ДФ-11 (5 %) присадки, вода (до 0,5 %)	Стальные бочки, би- доны из белой же- сти	5	5	100	780
Антиокислительная при- скадка дифениламин (1 %)	Стальные, деревян- ные (с полнэтиле- новыми вкладыша- ми) бочки, бидоны из белой жести	5	5	74	770
Антиокислительная, про- тивозадирная, антикорро- зионная присадки Вода (до 3 %)	Бидоны из белой жести Деревянные бочки	5	5	1,5 (1984 г.)	1700
Церезин (0,5—1 %), анти- окислительная присадка дифениламин (0,5—1 %), следы воды Антиокислительная при- скадка дифениламин (0,3 %), дибутилфталат (7,5 %)	Бидоны из белой жести Банки из белой же- сти	2	—	16,5	139
Антиокислительная при- скадка дифениламин (0,5 %) и пластификатор дибутилфталат (11 %)	Бидоны из белой жести	2	—	6,3	637
Антиокислительная при- скадка дифениламин (0,5 %) и анти- коррозийная бензотри- азол (0,1 %) присадки Вода (до 6 %), свободная щелочь (до 1,2 % NaOH)	Банки из белой же- сти	2	5	2,5	10 000
Антиокислительная при- скадка дифениламин (0,5 %) и пластификатор дибутилфталат (11 %)	Бидоны и банки из белой жести	3,5	5	0,5	4192
Антиокислительная дифе- ниламин (0,2 %) и анти- коррозийная бензотри- азол (0,1 %) присадки Вода (до 6 %), свободная щелочь (до 1,2 % NaOH)	То же	2	5	0,04	—
Графит ГС-4 или П (5— 7 %), вода (до 1 %)	Деревянные ящики (до 40 кг)	2	5	3,8	269
Антиокислительная дифе- ниламин (0,4 %) и анти- коррозийная акор-1 (0,7 %) присадки, стаби- лизатор ДФ-11 (1,8 %)	Деревянные бочки, бидоны из белой жести Стальные бочки, би- доны из белой же- сти	2	5	1,7	190
		0,75	—	0,7	819

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
Рельсовая ЖР ТУ 32 ЦТ 553—83 Ед (УНа-Ка3/8-г2)	Смесь осевого 3 и индустриального И-5А масел (73:5)	На-Са-мыла жирового гудрона (6 %), касторового масла (5 %), саломаса (4 %)
3 (УНа-Ка4/0-г0)	То же (45:35)	То же, кроме мыл саломаса
Контактная ТУ 38 УССР 201129—77 (УКа3/5-г3)	Смесь индустриальных масел И-12А и И-20А (1:4)	Гидратированные Са-мыла СЖК фракций широкой нетермообработанной (10 %) и С ₅ —С ₆ (6 %)

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс производства	Цена за 1 т, руб.
		гарантийный	рекомендуемый		
Графит ГС-4 или П (6—7 %), сера (1 %), озокерит (2—3 %), вода (до 0,5 %), свободная щелочь (до 1 % NaOH) То же	Деревянные бочки, стальные барабаны	1	2	2,8	282
То же	То же	1	2	0,9	274
Графит ГС-4 (30 %), вода (до 2 %)	Бидоны из белой жести	1	10	3,4	230

Таблица 36. Основные характеристики железнодорожных смазок

Смазка	Температура каплепадения, °С	Предел прочности, Па		
		20 °С	50 °С	80 °С
ЛЗ-ЦНИИ	≥ 130 (130—140)	700—1000	≥ 200 (280—600)	200—300
ЖРО	≥ 180 (180—190)	800—1000	≥ 350 (400—600)	150—250
ЕЖС	≥ 185 (190—200)	680—720	490	200—500 (350—480)
Кулисная	≥ 100	220—420	150—200	100—150
ЖТКЗ-65	≥ 120 (140—155)	300—700	200—400	130—250
ЖТ-72	170—200	830	≥ 50 (50—300)	140
ЖТ-79Л	170—192	750—920	≥ 100 (520—780)	350—420
ЛЗ-31Т	≥ 180 (195)	680	≤ 450 (600)	490
Антиаварийная ЦНИИ-КЗ	≥ 100 125—130	> 2000 360; при 25 °С ≥ 200 (670)	1140 200—400	380 100—200
Рельсовая Ед	≥ 95 (200)	820	420	380
3	≥ 95 (150)	140	130	150
Контактная	≥ 90 (97)	1500—2000	1100	600—700

Вязкость, Па·с					Пенетрация при 25 °С
—30 °С	—15 °С	0 °С	20 °С	80 °С	
1100	—	≤ 450 (200—400)	100—200	5—20	200—260
≤ 2000 (900—1500)	480—630	370—430	200—300	40—70	190—250
≤ 1000 (350—580)	250	≤ 300 (200—280)	120	10	210
1900	400—900	150—250	100—150	3—5 (100 с ⁻¹)	270—325
≤ 1500 (—50 °С)	300	150—310	70—150	20	230—300
При —55 °С	(—30 °С)	270	140	80	340
≤ 800 (300—800)	350	230	125	15—25	240—290
При —55 °С	350	≤ 150	160	30	210
≤ 800 (1200)	350	≈ 4000 ≤ 400 (105—230)	700—1000 30	100 25	190—275 310—340
525—890	160—410	—	—	—	—
1000	550	270	150	50	270—350
800	250	120	50	12	300—380
—	—	750—1500	200—400	30	≥ 240

Смазка	Термо- упрочне- ние при 120 °С за 1 ч, %	Механическая стабильность			Испаряемость за 1 ч, %	
		исходный предел прочности при разрыве при 20 °С, Па	индекс разру- шения %	индекс восстано- вления, %	100 °С	150 °С
ЛЗ-ЦНИИ	15—25	1600—2000	60—70	0—25	≤ 9 (3—4)	15—18 (120 °С)
ЖРО	0—10	2500—3500	85	±10	≤ 2,5	15
ЕЖС	≤ 15 (0—3)	870	≤ 50 (30—40)	≥ -20 (от -15 до 0)	2,4; при 120 °С ≤ 3 (2—3)	14
Кулисная	100—300	600—800	70—85	25—90	1,5—2	8—9
ЖТКЗ-65	±20	800—1500	75—90	0	15	55—60
ЖТ-72	70	1500	10	25	0,8	5
ЖТ-79Л	20—75	1100—1200	75—80	0—30	1,5—2	9—13
ЛЗ-31Т	0—25	1120	75	20	1,2	2—4
Антиаварийная	—40	—	—	—	2,1	8,7
ЦНИИ-КЗ	От -10 до -25	1100	80	30	15—28	40—58
Рельсовая						
Ед	250	1600	90	400	7	35
З	100	350	70	400	5	25
Контактная	—	1120	—50	10—80	2—3	10

Коллоид- ная стабиль- ность, %	Окисле- мость при 120 °С за 10 ч, мг КОН/г смазки	Смывае- мость при 40 °С за 6 ч, %	Противоадирные свойства, нагрузка, Н		Темпера- турный интервал применения, °С	Заменители
			заедания	сваривания		
≤ 23 (10—20)	0,15—0,25	100	800—1200	2000—2250	От -40 (-60) до 100	ЖРО, ЕЖС
≤ 12 (9—12)	0,1—0,25	2—3	350—450	1800—2000	От -40 (-50) до 120	ЛЗ-ЦНИИ, ЕЖС
≤ 15 (10—15)	0	5	790—1260	1780—3160	От -50 (-60) до 120 (130)	ЖРО, ЛЗ-ЦНИИ
4—12	0,8	100	550	1580	От -30 до 80 (100)	Литол-24, ЖРО
≤ 40 (25—35)	0,8	10	380	1000	От -60 до 110	ЖТ-79Л, ЖТ-72
При грузе 2 Н ≤ 10 (3—10)	0,1	3,5	250	1120	От -60 до 120 (150)	ЖТ-79Л, ЦИАТИМ-221
23—27; ≤ 15 (груз 2 Н)	2	2—7	≥ 400	≥ 1200	От -60 до 120 (150)	ЖТ-72
≤ 20 (19)	—	5—9	670	1410	От -50 до 100	ЛЗ-31
1	10	100	1000	5010	От -30 до 100	—
14—16	1,6	2	500	1120	От -40 до 40	—
3	—	100	890	7080	От -30 до 80	Графитная (УССА) То же
2	—	100	1000	5000	От -50 (-40) до 50 (0)	
≤ 3	—	0—3	790	4470	От 0 до 60	—

ее применяют во всех узлах трения с подшипниками качения, установленных на локомотивах, дизель-поездах и моторвагонном подвижном составе железных дорог. В частности, ее применяют в подшипниках тяговых электродвигателей. Смазка ЖРО обеспечивает длительный пробег (до 400 тыс. км) без смены в буксах.

Смазка ЕЖС (ТУ 38.УССР 201411—83) предназначена для замены смазок ЛЗ-ЦНИИ и ЖРО [134], как Единая Железнодорожная Смазка (ЕЖС). Маловязкая дисперсионная среда обеспечивает хорошую морозостойкость смазки, сохраняющей работоспособность до -50°C .

По механической стабильности смазка ЕЖС превосходит смазки ЛЗ-ЦНИИ и ЖРО. После пробега 400 тыс. км предел прочности при 50°C смазки ЛЗ-ЦНИИ снижается до 50—100 Па, при 80°C — до 0, а у смазки ЕЖС он сохраняется на уровне 230—250 и 160—210 Па соответственно. Вводимые присадки улучшают антиокислительные и консервационные свойства смазки. Особое значение имеют противозносные и приработочные свойства смазки ЕЖС при ее использовании в роликовых подшипниках букс, где реализуется трение скольжения торцев роликов по бурту кольца подшипника.

Всесторонние испытания подтвердили высокие эксплуатационные характеристики смазки ЕЖС. При пробеге 400 тыс. км она снизила долю поврежденных торцев роликов и буртов подшипников с 27 (на смазке ЛЗ-ЦНИИ) до 0,7 %. Расчетная долговечность подшипников с смазкой ЕЖС составила 1890 тыс. км. Следует полагать, что в будущем ЕЖС заменит применяемые сейчас смазки ЛЗ-ЦНИИ (в буксах вагонов) и ЖРО (в буксах локомотивов).

Кулисная ЖК (ТУ 32 ЦТ 549—83)— специализированная железнодорожная смазка, предназначенная для гнезд трения кулисного механизма, соединений рессорного подвешивания, опор топки и других механизмов паровозов. Смазку ЖК широко применяют как технологическую на заводах строительных материалов под названием кулисная ЖБК. По составу и свойствам она близка к жировым На-смазкам, используемым при повышенных температурах, но в ней несколько меньше загустителя. Кроме того, эту смазку готовят методом холодной варки, в связи с чем для нее характерна высокая щелочность (до 0,8 % NaOH). Кулисная смазка легко может быть заменена обычными смазками, вырабатываемыми нефтяной промышленностью, например смазкой литол-24, а для некоторых узлов трения — и солидолом С. Однако, поскольку кулисная смазка значительно дешевле, заменять ее пока нецелесообразно.

Тормозная ЖТКЗ-65 (ТУ 32 ЦТ 546—83) близка по составу и свойствам к Li-смазке ЦИАТИМ-201. Основное отличие смазки ЖТКЗ-65 — замена части HSt, идущей на приготовление мыла, касторовым маслом [135]. По всем основным характеристикам смазки ЦИАТИМ-201 и ЖТКЗ-65 одинаковы. Несколько лучшая морозостойкость смазки ЖТКЗ-65, большие отпрессовываемость и испаряемость масла объясняются приготовлением ее на менее вязком (чем даже МВП) масле — индустриальном И-5А (велосите). Используемое масло должно иметь высокую анилиновую точку, что соответствует низкому содержанию ароматических углеводородов. Благодаря этому смазка ЖТКЗ-65 не вызывает сильного набухания резиновых деталей тормозной аппаратуры [136].

Смазку ЖТКЗ-65 используют для механизмов железнодорожных тормозов, иногда в электроаппаратуре локомотивов. Распирение областей применения этой смазки нерационально, так как вместо нее почти всегда можно использовать однотипную смазку ЦИАТИМ-201. Поскольку в настоящее время появилась смазка ЖТ-72, практически совсем не взаимодействующая с резиной, смазку ЖТКЗ-65 употребляют главным образом в тех механизмах тормозов, где реализуется трение металла по металлу.

Для автотормозных приборов подвижного железнодорожного состава ЖТ-72 (ТУ 38 101345—77) представляет собой модификацию термостойкой смазки ЦИАТИМ-221. До 1977 г. смазку ЖТ-72 называли также смазкой ЦИАТИМ-221Д. Содержит дибутилфталат, обеспечивающий инертность смазки по отношению к резиновым деталям, с которыми она соприкасается [85,

с. 7; 137]. По всем основным характеристикам смазки ЦИАТИМ-221 и ЖТ-72 практически идентичны.

Смазку ЖТ-72 используют главным образом в тормозах локомотивов, а также в других случаях, когда реализуется трение резины по металлу. Гарантийный срок службы смазки в тормозных приборах пассажирских вагонов — 5 лет, грузовых — 3,5 года. Смазка ЖТ-72 дефицитна.

Для автотормозных приборов ЖТ-79Л (ТУ 32 ЦТ 1176—83)— новая смазка, призванная заменить смазки ЖТКЗ-65 и ЖТ-72 в механизмах железнодорожных тормозов. Смазка имеет существенно лучшие противозносные свойства по сравнению со смазкой ЖТ-72. Морозостойкость смазки хорошая, на резину она оказывает практически такое же небольшое действие, как и смазка ЖТ-72.

В настоящее время смазка ЖТ-79Л успешно выдержала испытания и допущена к применению в тормозах локомотивов. Организуются испытания смазки в тормозах вагонов. По мере увеличения выпуска смазка ЖТ-79Л должна вытеснять смазки ЖТКЗ-65 и ЖТ-72.

Смазка ЛЗ-31Т (ТУ 38 101571—75)— мягкая мазь от светло-желтого до светло-коричневого цвета. Представляет собой модификацию автомобильной смазки ЛЗ-31. В ней содержится несколько меньше загустителя и отсутствует вязкостная присадка совол. Имеет более высокий предел прочности при 50°C и пониженную вязкость при 0°C . В остальном свойства и особенности применения смазок ЛЗ-31 и ЛЗ-31Т практически идентичны.

Смазку ЛЗ-31Т применяют только в подшипниках качения кодовых трансмиттеров типа КПТ системы сигнализации на железных дорогах. Ее смазывают тихоходные (30 мин⁻¹) малонагруженные подшипники качения, непрерывно работающие в течение длительного времени. Шафы с кодовыми трансмиттерами располагаются в прирельсовой зоне, что ужесточает требования к смазке, работающей в загрязненной атмосфере. Следует все же полагать, что в этих узлах трения успешно могут быть использованы и другие смазки, например многоцелевая смазка литол-24.

Твердая ЖД (ТУ 32 ЦТ 548—83) относится к брикетным смазкам. Ее получают холодным способом, в связи с чем она содержит в большом количестве воду (до 6 %) и свободный едкий натр (до 1,2 %). Для приготовления длинных цилиндров (свечей) смазку продавливают шнеком через формирующее устройство, в результате чего она несколько размягчается. Максимальная температура применения 75—100 $^{\circ}\text{C}$. Соприкосновение смазки с водой недопустимо из-за того, что Na-мыло растворяется в воде.

Смазка ЖД предназначена для разрезных дышловых подшипников и для смазывания пальцев кривошипов в подшипниках, оборудованных плавающими втулками. Температура каплепадения смазки должна превышать 100 $^{\circ}\text{C}$ (фактически она близка к 200 $^{\circ}\text{C}$), пенетрация при 25 $^{\circ}\text{C}$ находится в пределах 35—70, а при 75 $^{\circ}\text{C}$ составляет 70—95, испаряемость смазки за 1 ч при 100 $^{\circ}\text{C}$ достигает 4 %, а при 150 $^{\circ}\text{C}$ — 7,2 %. Критическая нагрузка заедания смазки ЖД равна 710 Н, а сваривания — 3160 Н.

Антиаварийная ЖА (ТУ 32 ЦТ 550—83) раньше называлась смазкой Зевского. Она загущена Na-мылами нафтенных кислот, входящих в состав асидол-мылоафта. Поверхностно-активные вещества и антифрикционная добавка способствуют существенному улучшению смазочных и приработочных свойств смазки ЖА.

Смазку применяют при неисправности букс подвижного состава железных дорог. Ее закладывают в греющиеся буксы вагонов, оборудованные подшипниками скольжения, дополнительно к обычному осевому маслу. При этом выход подшипника из строя предотвращается благодаря приработке трущихся поврежденных поверхностей. Поэтому можно не отцеплять вагон на промежуточных станциях, не совпадающих с пунктами технического осмотра. Хорошие приработочные свойства смазки ЖА способствуют уничтожению царапин и рисок, а также других мелких повреждений поверхности оси и подшипника. Полноценного заменителя смазки ЖА нет. В связи с заменой подшипников скольжения в буксах вагонов на подшипники качения применение смазки ЖА сокращается.

Антиобледенительная для токоприемников электродвижного состава ЦНИИ-КЗ (ТУ 32 ЦТ 896—82)— мягкая мазь желтого или коричневого цвета. Смазка содержит гигроскопичные компоненты (пропиленгликоль, глицерин), улучшающие ее антиобледенительные характеристики. Поскольку смазка изготовлена на одном из самых маловязких нефтяных масел, ее можно применять не только при —40 °С, что рекомендуется техническими условиями, но и при более низких температурах. Смазка ЦНИИ-КЗ предназначена для защиты от обледенения токоприемников электровозов и другого электроподвижного состава.

Рельсовая ЖР (ТУ 32 ЦТ 553—83) по основным характеристикам мало отличается от железнодорожной смазки кулисной ЖК; обе получают методами холодной варки, чем и объясняется высокое содержание свободной щелочи. Рельсовую смазку используют для уменьшения бокового износа рельсов на кривых участках пути и гребней бандажей колесных пар [138].

Смазку ЖР марки Ед (единая) применяют летом и зимой при температурах до —30 °С, марки З (зимняя) — при особо низких температурах. В технических условиях указано, что смазку марки З применяют до —40 °С. Очевидно она вполне успешно может работать и при —50 °С. Но подача смазки на рельс при очень низких температурах может быть затруднена.

Выбор Na-Са-смазки в качестве смазочного материала для рельсов недостаточно обоснован, так как она растворима в воде. Только наличие графита в некоторой мере компенсирует этот недостаток. Более правильно смазывать рельсы на закруглениях железнодорожного пути графитированной Са-смазкой. Гарантийный срок хранения рельсовой смазки в таре установлен неоправданно коротким (1 год), даже учитывая недостаточную коллоидную стабильность ее можно хранить не менее двух лет.

Контактная (ТУ 38 УССР 201129—77) по составу и природе аналогична антифрикционным пластичным смазкам. Однако назначение ее весьма специфическое — ее применяют для смазывания накладок и стыков рельсов с целью обеспечения устойчивой электропроводности рельсовых путей при любых температурах. Контактная смазка имеет хорошую водостойкость и не смывается дождем. В смазку входит 30 % графита, который придает ей нужную электропроводность. Содержание большого количества мыл и графита обуславливает высокие предел прочности и вязкость смазки. Поэтому нанесение смазки на стыки зимой без разогрева затруднено. Низкая испаряемость и хорошая коллоидная стабильность обеспечивают сохранность смазки.

Гарантийный срок хранения контактной смазки в таре установлен неоправданно коротким — 1 год. Благодаря высокой стабильности контактная смазка сохраняет необходимые качества в течение длительного времени — до 10 лет и более. Заменителем контактной смазки может служить солидол С или смазка графитная (УССА) при введении в них соответственно 30 или 20 % графита.

МОРСКИЕ СМАЗКИ

Механизмы морских судов, особенно палубные и забортные, работают в условиях высокой влажности, контакта с морской водой и соевым туманом. Смазки для узлов трения таких механизмов должны эффективно защищать от коррозии. Температурный интервал работы морских смазок, как правило, узок. Морские смазки должны обеспечивать работу узлов трения при температурах от 0 до —30 и 50 °С. Высказываемые нередко требования, чтобы смазки для палубных или забортных механизмов были рассчитаны на работу при —40 °С и ниже, не обоснованы.

Стойкие в морской воде смазки используют в узлах трения как антифрикционные смазочные материалы с высокими защитными (от коррозии) характеристиками. Нередко их применяют и в качестве чисто консервационных смазок.

Издавна в механизмах морских судов применяют смазки АМС. Находят применение также морозостойкие смазки МС-70 и МУС-За. В настоящее вре-

Т а б л и ц а 37. Морские смазки

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель	Тара	Срок хранения, годы		Цена за 1 т, руб.
				гарантийный	рекомендуемый	
АМС-3 ГОСТ 2712-75 (УАл08-3)	Масло тяжелое цилиндровое 52	Al-мыло (20 %) HSt и HOI (3 : 1)	Бидоны из белой жести	5	10	860
АМС-1 ГОСТ 2712-75 (УАл27-1)	То же	То же (12 %) (2 : 1)	То же	5	10	720

Т а б л и ц а 38. Основные характеристики морских смазок

Смазка	Температура каплепадения, °С	Предел прочности, Па			Вязкость, Па·с			Пенетрация при 25 °С
		20 °С	50 °С	80 °С	0 °С	20 °С	50 °С	
АМС-3	≥ 100 (100—120)	450—1200	350—800	240—380	≤ 2000 (1200—2000)	400—700	150—250	200—250
АМС-1	≥ 90 (95—120)	60—200	50—120	30—130	≤ 1000 (700—1000)	100—200	30—60	300—350

Смазка	Механическая стабильность			Испаряемость при 130 °С за 1 ч, %	Коллоидная стабильность, %	Смываемость при 40 °С за 6 ч, %	Противоизадные свойства, нагрузка, Н		Температурный интервал применения, °С	Заменители
	исходный предел прочности при 20 °С, Па	индекс разрушения, %	индекс восстановления, %				заседания	сваривания		
АМС-3	350	50—60	—	0	1—5	0	790—850	1580—2000	От 0 до 75	АМС-1,
АМС-1	—	—	—	0	5—6	0	710—800	1580—2820	От —15 до 65	АМС-3,

мя хорошо зарекомендовали себя смазки литол-24 (литол-24РК), МЗ, зимол. Некоторые сведения о смазках, применяемых в судовых механизмах, имеются в [139]. Основные характеристики смазок, стойких в морской воде, приведены в табл. 37 и 38.

Смазка АМС (ГОСТ 2712—75) — полутекучая вязкая мазь черного цвета с зеленоватым отливом. Благодаря приготовлению на вязких нефтяных маслах, загущенных АІ-мылом, улучшаются адгезия смазки к металлу и ее консервационные свойства. Стандартом предусмотрен выпуск двух марок: АМС-1 и АМС-3. Смазка АМС-3 отличается повышенным содержанием загустителя. Реальное содержание масла в смазках АМС ниже указанного в стандарте. Свойства смазок АМС-1 и АМС-3 весьма близки, АМС-1 имеет несколько лучшую морозостойкость.

Смазки АМС служат для предотвращения коррозии металлических изделий в условиях их прямого контакта с морской водой. Основное достоинство смазок АМС — высокая липкость и водостойкость, малая смываемость водой. Благодаря этому, а также отличным консервационным свойствам смазки АМС применяют в механизмах кораблей, подводных лодок и гидросамолетов, когда возможен контакт с брызгами морской воды или даже при работе узла трения в воде. Применение смазок АМС в качестве антифрикционных ограничено узким температурным интервалом: от 0 (—15) до 70 °С. При температурах около 0 °С смазки АМС сильно загустевают, их вязкость становится выше, чем у смазки ЦИАТИМ-201 при —50 °С. Это не позволяет наносить смазку на защищаемые поверхности, затрудняет подачу по мазепроводам. Невысокая температура плавления исключает применение смазки АМС при повышенной температуре.

Смазки АМС могут быть успешно заменены многоцелевыми (литол-24, литол-24РК) и некоторыми морозостойкими (зимол), которые существенно превосходят их по морозостойкости и другим эксплуатационным характеристикам, а водой смываются так же незначительно.

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ СМАЗКИ

В станках, подъемно-транспортном оборудовании, металлургических установках широко применяют антифрикционные смазки общего назначения. Чаще всего узлы трения смазывают солидолом, а при температурах выше 65 °С — смазкой 1-13, консталином и другими смазками общего назначения. Все большее применение для индустриальных механизмов находят многоцелевые смазки — литол-24, фиолы. В нагруженных механизмах используют противозадирную смазку ЛС-1п. Электромашинные смазывают чаще всего специализированными смазками типа ВНИИ НП-242, а нередко устаревшими смазками типа 1-13. Горячие узлы металлургического оборудования, печей, сушилок требуют термостойких смазок типа униол-2, графитол, аэрол, силикол, БНЗ-4, применяемых практически только в индустриальных механизмах. Для механизмов, эксплуатируемых при особо низких температурах, требуются морозостойкие смазки.

В индустриальных механизмах и агрегатах широко распространены системы централизованной смазки. Их устанавливают на полиграфических, текстильных, пищевых, упаковочных и иных машинах, агрегатах, автоматизированных линиях. В этих системах за рубежом, как правило, применяют полужидкие смазки, содержащие загуститель в количестве, недостаточном для создания структурного каркаса и образования пластичной смазки [78, с. 288]. Полужидкие смазки используют также в герметизированных зубчатых редукторах. В СССР начат выпуск полужидких смазок типа трансол-100, -200, -300 (ТУ 38.УССР 201352—80, ТУ 38.УССР 201384—81) и шахтол (ТУ 38.УССР 201359—81). Они успешно заменяют зарубежные полужидкие смазки. В связи с тем, что эти смазки не относятся к пластичным, они в справочнике не рассматриваются. Наряду с упомянутыми в индустриальных механизмах используют специализированные смазки, рассмотренные в этом разделе. Основные характеристики индустриальных смазок приведены в табл. 39 и 40.

Смазки для металлургического оборудования

Оборудование металлургических заводов — доменные печи, прокатные станы, литейные машины — требует большого количества смазок. Предприятия Минчермета расходуют в год 28 тыс. т смазок [140, с. 217]. На сегодня наилучшей смазкой для основных механизмов металлургического оборудования является униол-2, который можно использовать как единую смазку прежде всего для централизованных систем смазывания. В связи с дефицитностью униола-2 продолжают применять смазку ИП-1. Однако стандарт на эту смазку отменен и ее выпускают по ведомственным техническим условиям. Выпуск смазки № 137 [11, с. 171] прекращен; ГОСТ 9974—62 на нее отменен.

Индустриальная ИП-1 (ТУ 38.101820—80) представляет собой жировой солидол на основе вязкого нефтяного масла. Для улучшения противозадирных свойств смазки две трети хлопкового масла, входящего в ее состав, предварительно осеряют.

Индустриальная Прокатная смазка ИП-1 — одна из самых распространенных пластичных смазок, вырабатываемых в СССР, и занимает первое место среди смазок, предназначенных для металлургического оборудования. Морозостойкость смазки ИП-1 неудовлетворительная. Выпускают две марки смазки: ИП-1Л (летнюю) и ИП-1З (зимнюю). Однако при отрицательных температурах даже зимний сорт смазки плохо прокачивается по мазепроводам. Смазка ИП-1 имеет хорошую водостойкость и удовлетворительную коллоидную стабильность. Гарантийный срок хранения смазки в таре 3 года, но фактически ее можно хранить без ухудшения качества в течение более длительного времени.

Применяют смазку ИП-1 в основном для подшипников прокатных станов и других узлов трения металлургического оборудования. Ее подают к узлам трения при помощи централизованной системы смазки.

Униол-2 (ГОСТ 23510—79) — модификация термостойкой смазки униол-1, получаемой на установке непрерывного действия. Отличается пониженным содержанием загустителя — кСа-мыла, благодаря чему хорошо прокачивается к узлам трения металлургического оборудования при помощи централизованных систем смазки. Высокая температура плавления мыла, низкая испаряемость и термостойкость обеспечивают эффективное применение смазки униол-2 в узлах трения, нагреваемых до 120—150 °С. Применение на кузнечно-прессовом оборудовании снизило расход смазки в 2—3 раза [141, с. 6].

Предел прочности смазки униол-2 при 50 и 80 °С невысок. Выпускавшиеся ранее партии смазки с более высоким пределом прочности — до 380 Па при 80 °С — хуже работали в системах смазывания металлургического оборудования.

Униол-2 имеет хорошие противозадирные свойства: индекс задира у него установлен не менее 36.

По эксплуатационным показателям эта смазка превосходит смазки ИП-1 и № 137 и вполне их заменяет. При этом расход смазки снижается в несколько раз [142, с. 21].

Смазки для скоростных шпинделей

Современные металлообрабатывающие станки оснащают шпинделями, рассчитанными на работу при высокой частоте вращения вплоть до $Dn \approx 6 \cdot 10^6$ мм/мин. Подшипники таких шпинделей при использовании обычных смазок неработоспособны. Раньше для них использовали приборные смазки, в том числе гироскопические типа ОКБ-122-7, ВНИИ НП-260 и некоторые другие, например смазку ЦИАТИМ-221. Особенно хорошие результаты дало применение смазки ВНИИ НП-223, но она крайне дефицитна. В последние годы для этих целей созданы специализированные смазки ЛКС-2, КБС, старт. Высокие частоты вращения характерны и для текстильного оборудования, в частности веретен прядильных машин. Для скоростных подшипников текстильных машин используют смазку сиол. Она заменила выпускавшиеся и использовавшиеся в прошлом для этих целей смазки текстильную ИТ [11, с. 172] и ВНИИ НП-262 [11, с. 165]. НТД на эти смазки (ОСТ 38.1.38—74 и ГОСТ 12031—66) отменены.

Таблица 39. Индустриальные смазки

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
Для металлургиче		
Индустриальная ИП-1Л, ИП-13 ТУ 38.101820—80 (УКа0/7-1) (УКа1/7-0) Униол-2 ГОСТ 23510—79 УкКа1/16-0	Масло цилиндрическое 11 или из анастасьевской нефти для производства смазок Авиационное масло МС-20 или остаточный масляный компонент	Са-мыло (15 %) хлоп- кового масла и саломас- а (3:1) кСа-мыло фракции СЖК C ₁₀ —C ₂₀ (12 %) и уксусной кислоты (4 %)
Для скоростных		
ЛКС-2 ТУ 38 4.01.71—80 (УкЛи4/13-2) КБС ТУ 38 4.01.63—80 (УКа3/11-3) Старт ТУ 38.401204—81 (УкНа4/14нэ1) Сиол ТУ 38 10152—74 (УСи2/13-д1)	Смесь синтетических масел Смесь нефтяных масел Смесь синтетического и нефтяного масел Нефтяные масла МС- 20, М-20А или остаточ- ные компоненты (ν_{50} = = 130—170 мм ² /с)	кLi-мыло Безводное Са-мыло 12- HoSt кNa-мыло Силикагель (аэросил Б-1), гидрофобизиро- ванный бутиловым спиртом (12 %)
Про		
Ротационная ИР ОСТ 38 1.37—74 (УАл2/7-1)	Авиационное масло МС-20	AlSt ₂ (8,5 %)

Таблица 40. Основные характеристики индустриальных смазок

Смазка	Температура каплевания, °C	Предел прочности, Па		
		20 °C	50 °C	80 °C
Для металлургиче				
ИП-1Л	≥ 85 (87—105)	250—450	≥ 130 (140—180)	0
ИП-13	≥ 80 (80—85)	150—350	≥ 100 (100—190)	0
Униол-2	≥ 205	410	150—350	100—300

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс производства	Цена за 1 т, руб.
		гарантийный	рекомендуемый		
ского оборудования					
Вода (до 2 %), сера (не менее 0,3 %)	Деревянные и стальные бочки, бидоны из белой жести, контейнеры на 1,4 т	3	5	100	340
Антиокислительная и антикоррозионная присадки	Стальные бочки	3	3	7,7	470
шпинделей					
Антиокислительная и антикоррозионные присадки	Бидоны из белой жести	2	2	—	40 000
Антиокислительные и антикоррозионные присадки	То же	2	2	—	12 000
Антиокислительная и противоизносная присадки	Банки из белой жести	1	2	0,02	15 000
MoS ₂ марки ДМ-1 (0,5 %), вода (до 0,1 %)	Бидоны из белой жести	3	3	0,2	1 800
чие					
—	То же	5	10	0,05	780

Вязкость, Па·с				Пенетрация при 25 °С
−30 °С	0 °С	20 °С	50 °С	
ского оборудования				
2000—4000	≤ 250 (200—250)	80—90	40—50	280—310
1000—2500	≤ 150 (100—150)	50—70	10—30	310—360
700 (−15 °С)	≤ 110	55	25	330—380

Смазка	Температура каплевания, °C	Предел прочности, Па		
		20 °C	50 °C	80 °C

Для скоростных

ЛКС-2	≥ 200	≥ 300 (480)	330	≥ 150 (240)
КБС	≥ 140	≥ 400 (900)	550	≥ 100 (330)
Старт	≥ 180	180—220	≥ 50 (150)	100
Сиол	—	≥ 200 (200—300)	140—180	80—200

Про

Ротационная	≥ 95 (95—140)	50—170	50—200	50—60
-------------	------------------	--------	--------	-------

Смазка	Термо- упрочне- ние при 120 °C за 1 ч, %	Механическая стабильность			Испаре- мость при 150 °C за 1 ч, %	Коллоид- ная стабиль- ность, %
		исходный предел прочности при разрыве при 20 °C, Па	индекс разру- шения, %	индекс восстано- вления, %		

Для металлургиче

ИП-1Л	—	500—1000	70—80	От —30 до 80	4—10	5—10
ИП-13	—	400—700	50—80	От —30 до 80	4—10	8—12
Униол-2	≤ 250	790	35	—30	1—2	≤ 12 (3—10)

Для скоростных

ЛКС-2	≤ 100 (15)	—	≤ 80	±40	1,5; ≤ 0,8 (100 °C)	≤ 12 (6,5)
КБС	≤ 100	1200	≤ 50 (30)	≥ —40 (—20)	5; ≤ 1 (100 °C)	≤ 15 (8)
Старт	175—250	270	40	10	3,5	При грузе 3 Н ≤ 15 (14)
Сиол	65—85	900—1600	0—50	15—250	6,5—10	При грузе 3 Н ≤ 18 (8—14)

Про

Ротацион- ная	—	400—1100	70—95	0—50	1—3	4—10
------------------	---	----------	-------	------	-----	------

Вязкость, Па·с				Пенетрация при 25 °C
—30 °C	0 °C	20 °C	50 °C	

шпинделей

530	≤ 180	—	—	265—295
1700	≤ 350 (260)	175	80	190—250
350—700	35—80	35	20—30	300—320
900	≤ 150 (90—120)	70—80	60—70 (80 °C)	310—340

чие

3000—4500	150—300	160—250	65	275—350 (300—350)
-----------	---------	---------	----	----------------------

Окисле- мость при 120 °C за 10 ч, мг КОН/г смазки	Смывае- мость при 40 °C за 6 ч, %	Противозадирные свойства, нагрузка, Н		Температурный интервал применения, °C	Заменители
		заедания	сваривания		

ского оборудования

1,5	4—8	550—650	1600—2000	От 0 до 70	ИП-13, Униол-2
1,5	12	550—650	1600—2000	От —10 до 70	ИП-1Л, Униол-2
0,2	4	≥ 890	≥ 2000 (2820)	От —10 (—30) до 160	Униол-1

шпинделей

1,1	0	630	1580	От —40 до 130	—
0	0	790	1580	От —30 до 110	—
≤ 0,6	80—95	1260	1780	От —40 до 140	—
0,4—0,8	—	630—790	1120—1580	До 130	—

чие

—	0	700	1600—2820	От —15 до 65	АМС-1
---	---	-----	-----------	--------------	-------

Смазка ЛКС-2 (ТУ 38 4.01.71—80)—мягкая мазь от светло-желтого до темно-коричневого цвета. Иногда поверхность смазки приобретает красноватую окраску, что обусловлено наличием в ее составе антиокислительной присадки. Это пока единственная kLi-смазка (Литиевая Комплексная Смазка—ЛКС), выпускаемая в СССР. Смазка работоспособна при температурах до 130 °С, а краткосрочно и до 150 °С. Ее можно применять и до —40 °С, хотя для станочного оборудования этого не требуется. Смазка ЛКС-2 близка по назначению, области применения и особенностям к смазке Isoflex NBU фирмы «Клюбер» [78, с. 267].

Смазку ЛКС-2 применяют в подшипниковых узлах главных шпинделей металлорежущих станков, оснащенных шариковыми и роликовыми подшипниками. Она может работать при Dn до $5 \cdot 10^5$ мм/мин и нагрузках до 1800—2000 МПа. Обычно скорости и нагрузки в шпинделях не столь высоки и составляют $3,5 \cdot 10^5$ — $4,5 \cdot 10^5$ мм/мин и 100—150 МПа. Выпуск смазки ограничен, изготавливают ее периодически по заказам.

Смазка КБС (ТУ 38 4.01.63—80) по внешнему виду сходна с ЛКС-2, отличаясь от нее несколько более плотной консистенцией. Смазка относится к классу безводных Са-смазок [143], загущаемых $12\text{-Ca}(\text{oSt})_2$ (Кальциевая Безводная Смазка—КБС). Данные о смазках этого типа приведены в [144]. По механической стабильности смазка КБС превосходит ЛКС-2, а по большинству других характеристик сходна с ней. Рекомендуемый температурный интервал применения —30 до 110 °С вполне достаточен для смазок данного типа. По назначению, области применения и особенностям смазка КБС близка к смазке Regal Starfak 2 фирмы «Тексако» [78, с. 238].

Смазка КБС предназначена для подшипниковых узлов координатно-расточных станков, оснащенных упорными роликовыми подшипниками, где до сих пор применяют жидкие масла. Она рассчитана на работу при тех же частотах вращения и нагрузках, что и смазка ЛКС-2. Выпуск смазки ограничен, вырабатывают ее периодически по заказам.

Старт (ТУ 38. 401204—81)—очень мягкая мазь коричневого цвета. Старое наименование ВНИИ НП-505. Сходна по составу и особенностям со смазкой ВНИИ НП-228. Близка по назначению, области применения и особенностям к смазке Isoflex LDS18 Special A фирмы «Клюбер» [78, с. 255], которую вполне заменяет.

Смазка старт предназначена для подшипников особо скоростных шпинделей при Dn до $6 \cdot 10^5$ мм/мин. Рассчитана на невысокие нагрузки порядка 60—80 МПа.

Сиол (ТУ 38 10152—74) готовят на остаточных масляных компонентах Новокуйбышевского и Омского НПК, их смесях с дистиллятными масляными компонентами этих же заводов, а также на смеси промышленных масел И-40А и И-20А Новокуйбышевского НПК. Сиол не плавится при нагревании до 300—400 °С [145]. Предел прочности его с повышением температуры практически не снижается, однако из-за достаточно высокой испаряемости дисперсионной среды сиол не рекомендуют применять при температурах выше 130 °С. Смазка отличается высокой водостойкостью, консервационные ее свойства, как и у всех Si-смазок, посредственные.

Смазка сиол предназначена для применения в скоростных подшипниках электровверетен и нажимных валков прядильных машин, работающих при частотах вращения до 16 тыс. мин⁻¹. Он обеспечивает их эксплуатацию без смены смазочного материала в течение длительного времени. Может использоваться и в других скоростных ненагруженных подшипниках качения.

Прочие смазки

Ротационная ИР (ОСТ 38 1.37—74)—липкая полутекучая мазь черного цвета. Смазку применяют только в узлах трения нескольких ротационных машин, в том числе установленных на печатном комбинате издательства «Правда». Использовать смазку в других механизмах не рекомендуют. В случае необходимости ее можно заменять близкой к ней по составу и свойствам

смазкой АМС-1. Смазка стабильна при хранении в таре в течение 5 лет (гарантируется стандартом) и даже в течение 10 лет и более, как это становится на практике.

БУРОВЫЕ СМАЗКИ



В буровом деле издавна используют резьбовые смазки, необходимые для обеспечения свинчивания и развинчивания бурильных труб и штанг. Они будут рассмотрены ниже в разделе «Резьбовые смазки». Сейчас достаточно широкое распространение получают антифрикционные и рабоче-консервационные смазки, снижающие трение буровой колонны о стенки скважины (геол), уменьшающие износ и трение в опорах шарошечных долот (долотолы). Последние используют также для консервации опор долот при длительном хранении. Буровые смазки готовят на тяжелых нефтяных маслах, что предопределяет их высокую вязкость уже при —15 °С. Это вполне допустимо, так как условия применения не требуют использования морозостойких смазок. Высокий уровень противозадирных свойств долотолов обусловлен введением в их состав антифрикционных добавок. Предтечей долотолов явилась смазка униол-1, применение которой в опорах долот серии ГНУ дало превосходные результаты [146, с. 29]. Характеристики буровых смазок приведены в табл. 41 и 42.

Геол-1 (ТУ 38 УССР 201385—82)—специализированная смазка для снижения трения и вибрации бурильных труб. Смазку наносят на поверхность бурильных труб и снарядов со съемными керноприемниками при алмазном бурении. Применяют также при скоростном бурении снарядами обычных конструкций. Смазка работоспособна в узком интервале температуры от —10 до 40 °С. Гарантийный срок хранения установлен 1 год. Смазка геол-1 заменяет смазки КАВС, в частности смазку КАВС-45.

Долотол НУ (ТУ 38 УССР 201371—81)—одна из трех смазок серии долотол предназначенных для узлов опор шарошечных долот низкооборотного бурения. Загущение безводным Са-мылом 12-NoSt улучшает ее механическую стабильность, консервационные и противозадирные характеристики. Индекс задира смазки долотол НУ превышает 60 (70—100).

Смазка предназначена для применения в узлах трения шарошечных долот с герметизированной опорой качения и скольжения и их консервации. Вполне заменяет зарубежные смазки аналогичного назначения, рекомендуемые фирмой «Дрессер», в частности смазку ХГ-107.

Долотол Н (ТУ 38 УССР 201369—81)—по назначению близка к смазке долотол НУ. Загущение 12-LioSt обеспечивает хорошую механическую стабильность. Смазка долотол Н имеет очень высокий индекс задира (≥ 75).

Смазку применяют в шарошечных долотах с негерметизированной опорой качения и скольжения. Удержание в узлах обеспечивается высоким пределом прочности смазки. Одновременно ее используют для консервации долот. Смазку рекомендуют применять при температурах до 150 °С, частотах вращения 300 мин⁻¹ и высоких контактных нагрузках — до 100 МПа. В этих условиях долотол Н обеспечивает работу узла в течение 200 ч. Долотол Н заменяет смазку ХГ-249, рекомендуемую для соответствующих шарошечных долот фирмой «Дрессер».

Долотол АУ (ТУ 38 УССР 201370—81)—наиболее термостойкая смазка из серии долотолов. По противозадирным свойствам близка к смазке долотол Н: индекс задира ≥ 75 (80—105).

Смазку применяют в шарошечных долотах с герметизированной опорой скольжения. Рекомендуется для использования при температурах от —30 до 200 °С. Фактически все долотолы следует применять при температурах не ниже —10 (—20 °С). Смазка долотол АУ сохраняет работоспособность даже при 250 °С, частоте вращения 150 мин⁻¹ и контактных нагрузках до 100 МПа. Долотол АУ заменяет смазку ХГ-304, рекомендуемую для соответствующих шарошечных долот фирмой «Дрессер».

Таблица 41. Буровые смазки

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
Геол-1 ТУ 38.УССР 201385—82 (УКа1/4-2) Долотол НУ ТУ 38 УССР 201371—81 (У6Ка3/11-2) Долотол Н ТУ 38 УССР 201369—81 (УЛи2/15-2) Долотол АУ ТУ 38 УССР 201370—81 (УкКа3/20-0)	Смесь нефтяных масел Нефтяное масло То же »	Гидратированное Са- мыло СЖК C ₁₀ —C ₁₆ 12-Ca(oSt) ₂ 12-LioSt кСа-мыло СЖК

Таблица 42. Основные характеристики буровых смазок

Смазка	Температура каплепадения, °C	Предел прочности, Па		
		20 °C	50 °C	80 °C
Геол-1 Долотол НУ	≥ 100 (130) ≥ 140 (150—190)	≥ 100 (530) ≥ 300 (400—1000)	510 ≥ 150 (300—500)	260 190—400
Долотол Н	≥ 185 (200)	≥ 600 (700—760)	580 (500)	≥ 200 (280—370)
Долотол АУ	≥ 230	≥ 120 (120—440)	≥ 100 (120—460)	120

Смазка	Термоупрочнение при 120 °C за 1 ч, %	Механическая стабильность			Испаре- мость при 100 °C за 1 ч, %
		исходный предел прочности при разрыве при 20 °C, Па	индекс разру- шения, %	индекс восстано- вления, %	
Геол-1 Долотол НУ	40 400	1400 420	90 0—30	105 —20	≤ 10 (2) 0
Долотол Н Долотол АУ	45—65 ≤ 70 (40—70)	560 220	±30 —140	—20 —30	0 0

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс произ- водства (план 1985 г.)	Цена за 1 т, руб.
		garan- тийный	рекомен- дуемый		
Адгезионные присадки и антифрикционные добавки	Стальные бочки	1	5	100	425
Антикоррозионная при- садка и антифрикцион- ные добавки	То же	3	5	72	4250
Противозадирная при- садка и добавки	»	3	5	14	6200
То же	»	3	5	6,8	9260

Вязкость, Па·с			Пенетрация при 25 °C
— 15 °C	0 °C	20 °C	
≈ 3700 ≈ 3000	≤ 1500 (680) 680	150 150	265—300 250—310 (260—300)
1200—2100	≤ 1000 (400)	170	250—310
870	≤ 1100 (600—900)	350	320—370

Коллоидная стабильность, %	Смываемость при 40 °C за 6 ч, %	Противозадирные свойства, нагрузка, Н		Температурный интервал применения, °C
		заедания	сваривания	
≤ 10 (2) ≤ 10 (2—5) ≤ 10 (5) ≤ 12 (2—6)	0 0 0 0	≥ 790 ≥ 1000 (1000—1680) ≥ 890 ≥ 1000 (1060—1300)	≥ 2240 ≥ 4000 (4000—7500) ≥ 9420 ≥ 8000 (8000—10 000)	От —10 до 40 От —30 до 110 От —20 до 150 От —30 до 200 (250)

КОНСЕРВАЦИОННЫЕ СМАЗКИ

Консервационные смазки занимают важное место в ряду пластичных смазок. На их долю приходилось 6,8 %, а вместе с канатными смазками 15,8 % всего производства пластичных смазок в СССР на 1983 г. Изготовление консервационных смазок сосредоточено в основном на нефтеперерабатывающих заводах. По-видимому, этим объясняется относительно небольшое число марок смазок, специально предназначенных для консервации машин и механизмов. Сейчас действуют пять государственных, один отраслевой стандарт и 14 технических условий на них. Широко применяют смазки пушечную, канатные 39У, БОЗ-1, торсиол-35, Е-1. Выпуск каждой из этих марок составляет от 3 до 15 тыс. т в год. Менее распространены смазки ПП-95/5 и ЗЭС. Остальные смазки выпускают в небольших количествах.

Для длительной и надежной защиты от коррозии металлических изделий наряду с консервационными можно применять многие антифрикционные смазки. В качестве консервационных смазочных материалов наиболее рационально использовать нерастворимые в воде, химически и коллоидно стабильные антифрикционные смазки с низкой испаряемостью и хорошими защитными свойствами. Из таких антифрикционных смазок можно назвать солидол С, литол-24 (особенно литол-24РК); для консервации механизмов, работающих при низких температурах, можно употреблять смазку МС-70, а для приборов — смазки ОКБ-122-7 или ГОИ-54п. В условиях возможного контакта с морской водой для консервации используют смазки АМС. Рекомендации по применению консервационных смазок приведены в ГОСТ 9.014—78 (СТ СЭВ 992—78). Сведения о некоторых консервационных смазках даны в [147, 148].

Консервационные смазки в соответствии с их особенностями целесообразно разбить на две группы: общего назначения и канатные. Особо нужно выделить кремнийорганические пасты (вазелины), используемые для защиты от загрязнения и влаги поверхности диэлектриков.

Смазки общего назначения

Доминирующее положение среди всех других консервационных смазок, выпускаемых в СССР, занимают углеводородные. Уже более 100 лет используют углеводородную смазку вазелин, представляющую собой смесь нефтяного масла с парафином и церезином. Эта смазка была известна под разными названиями: себомафт, вазелин, пушечное (нефтяное, или артиллерийское) сало, пушечная, ПВК и др. В настоящее время в СССР выпускают семь углеводородных смазок типа технического вазелина. Особое место занимает полужидкая алюминиевая смазка ЗЭС.

В неотвеченных случаях для консервации металлических изделий можно применять петролатум (смесь вязкого масла с твердыми парафинами и церезинами) — побочный продукт производства тяжелых авиационных масел. Петролатум — плотный вязкий материал — удобно наносить на металлические изделия только в расплавленном виде. Затруднено и его удаление при расконсервации. Однако низкая цена петролатума (60 руб/г) стимулирует его применение. Основные характеристики консервационных смазок приведены в табл. 43 и 44.

Пушечная (ГОСТ 19537—83) — густая липкая мазь коричневого цвета с пенетрацией при 25 °С около 150. До 1983 г. эту смазку выпускали под маркой ПВК. Сейчас стандарт вернул смазке первоначальное название, данное еще в XIX веке.

Смазку изготовляют сплавлением петролатумов ПСС, ПК или ПС с вязким маслом. При получении пушечной смазки на Орском петролатуме ПСС (светло-коричневом) содержание церезина повышают до 11—16 %. Температурный интервал применения смазки весьма узок. При температуре выше 50 °С она оплавляется и стекает с защищаемых поверхностей. В присутствии присадки МНИ-7 способность этой смазки удерживаться на вертикальных и наклонных поверхностях улучшается. При нагреве ниже 50 °С она сползает

Т а б л и ц а 43. Консервационные смазки

Смазка	Состав	Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс производства	Плотность при 15 °С
				гарантийный	рекомендуемый		
Пушечная ГОСТ 19537—83 (ЗТ5/5-5)	Сплав петролатума (60—70 %), масла базового М-11 (25—35 %) и церезина всех марок, кроме 57 (3—5 %) Петролатум	Антикоррозионная присадка МНИ-7 (0,9—1,1 %)	Стальные бочки, картонно-навивные баны, бидоны из белой жести	10	10	100	170
Вазелин технический для резинной промышленности ГОСТ 38.0156—79 (ЗТ5/4-3)	Сплав масла веретенного АУ с церезином и парафином (6:2:1)	Антикоррозионная МНИ-7 (0,2 %), вязкостная и адгезионная полиизобутилен П-85 (0,2 %) присадки	Стальные бочки на 100 л	5	10	17	130
Вазелин технический во-локнистый ВТВ-1 ТУ 38 101180—76 (ЗТ2/5-2)	Вазелин технический ВТВ-1 с 45 % бензина-раст-ворителя и 35 % пропеллента (хладопа-12)	NaOH или КОН (до 0,02 %)	Бидоны из белой жести	5	10	0,13	615
Автосмазка ВТВ-1 в аэрозольной упаковке ТУ 6-15-954—80	Сплав петролатума с парафином (5 %)	NaOH (до 0,3 %)	Аэрозольные баллоны на 130 и 145 г	1	—	0,1	—
Состав предохранитель-ный ПП-95/5 ГОСТ 4113—80 (ЗТ5/4-5)	Сплав церезина 75 или 80 (25 %) и масла цин-лидрового 11 (75 %)	NaOH (до 0,3 %)	Стальные бочки на 100 л	5	10	3,5	115
Антикоррозионная АК ТУ 32 ЦТ 552—78 (ЗТ5/5-3/4)	Нефтяное масло	Твердые углеводороды	Деревянные бочки, бидоны из белой жести	5	10	0,05	539
ПН ТУ 38.101876—81 (УТ3/5-7)	Масло тяжелое цилин-дровое 52 (вапор), А1-мыло фракции СЖК С10—С16 (9 %) и петро-латум (11 %)	МgSO ₄ (0,1 %)	Бидоны из белой жести	2	5	—	1630
ЗЭС ТУ 38 101474—74 (ЗАЛ-ГО/10-1/2)			То же	2	10	0,7	385

Таблица 44. Основные характеристики консервационных смазок

Смазка	Температура, °С		Предел прочности, Па		Вязкость, Па·с			Испаряемость при 150 °С за 1 ч, %	Коллоидная стабильность, %	Смываемость при 40 °С за 6 ч, %	
	капеледеления	сплошания	20 °С	50 °С	0 °С	20 °С	50 °С				70 °С (мм²/с)
Пушечная	≥ 60 (60—67)	≥ 50 (52—62)	1000—2500	50—180	1500—4000	100—400	0,5—0,6 (100 с ⁻¹)	≈ 20	0	1—4	0
Вазелин технический ВТВ-1	≥ 54 (54—64)	48	600—1800	60—80	2500—4000	150—400	8—12 (100 с ⁻¹)	≥ 30	0	1—3	0
ПП-95/5	≥ 54 (54—64)	68	> 1000	30	100—160; 280—300 (—15 °С)	20—80	0,2 (100 с ⁻¹)	≥ 13 (1—30)	15—17	4—5	0
Антикоррозионная ЗЭС	≥ 57 (58—68) ≥ 60 (64)	58	> 2000	190—270	≈ 10 000 (10 °С)	600—1500	1 (100 с ⁻¹)	30—35	0	0,9—1,1	0
	≥ 105 (110—120)	> 50	470	190	525	155	30	55	2,8	2,8	0
		130	150—500	100—250	1200—2000	250—450	50—100	—	0,5	3—4	0
Смазка	Материал пластмасс при контрольном испытании на коррозионное действие		Противозадирные свойства нагрузка, Н		Примерный срок защиты при консервации, годы	Максимальная температура применения, °С	Заменители				
			заедания	сваривания							
Пушечная	Медь		560—710	1410	5—10	50	Солидол С, ВТВ-1				
Вазелин технический	—		560	2000	5—10	40	Пушечная (при консервации металлов)				
ВТВ-1	Медь, сталь		400	1400—1580	5—10	40	Пушечная				
ПП-95/5	Медь, сталь		560	2000	5—10	40	Пушечная				
Антикоррозионная ЗЭС	Сталь		450	1780	3—5	50	Пушечная, ЗЭС				
	Латунь, сталь		450—840	1580—2820	5—10	100	АМС-1				

всем слоем («шубкой»). У пушечной смазки проверяют предохранительные свойства на стали в течение 30 ч при 50 °С.

При снижении температуры пушечная смазка сильно загустевает, ее вязкость резко увеличивается, уже при температурах ниже 10 °С она теряет подвижность. Поэтому нанесение смазки при таких температурах затруднено; точно так же невозможно ее применение при отрицательных температурах в качестве антифрикционной смазки.

Смазка пушечная вплоть до —50 °С сохраняет защитную способность и предотвращает коррозию металлов. Лишь в очень редких случаях при резких перепадах температур на поверхности защитного слоя смазки могут появиться трещины. Консервационная способность смазки связана с ее высокой водостойкостью. Как и все углеводородные смазки, она совершенно нерастворима в воде. Хорошие консервационные характеристики смазки обусловлены также отличной коллоидной стабильностью, высокой стойкостью к окислению и низкой испаряемостью. В процессе эксплуатации, а также при длительном хранении кислотное число смазки может повышаться и достигать нескольких миллиграммов КОН на 1 г смазки. Однако это не сказывается на ее коррозионной активности. При осмотре открытых металлических поверхностей, находившихся под слоем пушечной смазки в течение 7 лет, коррозионного поражения поверхности не наблюдалось. В то же время кислотное число смазки достигло почти 1 мг КОН/г. Введение присадки МНИ-7 в ряде случаев приводит к появлению в смазке следов водорастворимых кислот. Стандарт допускает слабо-розовое окрашивание водной вытяжки в присутствии индикатора, поскольку это не ухудшает, а даже улучшает антикоррозионные свойства смазки. Величина pH водной вытяжки должна быть от 4,5 до 5.

Смазкой пушечной защищают от коррозии металлические изделия любой формы и размеров. Она предотвращает ржавление изделий из черных и цветных металлов. Смазку применяют для консервации механизмов, упакованных в тару и хранящихся без тары. Пушечная смазка защищает от коррозии металлические изделия, находящиеся в закрытых складах, под навесами и даже на открытых площадках. Конечно, при прямом воздействии атмосферных осадков, ветра и солнца, а также других неблагоприятных факторов продолжительность эффективной защиты металлов смазкой снижается. Однако и в самых жестких условиях смазка способна защищать металлы от коррозии в течение нескольких лет (от двух до десяти) в зависимости от условий хранения механизмов [149].

Смазку выпускают в крупной таре — в деревянных и металлических бочках. Бидоны из белой жести емкостью 20 л используют при поставке смазки Министерству Обороны. Госкомсельхозтехнике смазку поставляют в картонно-навивных барабанах (с гарантийным сроком хранения 2 года).

Хорошие консервационные свойства и низкая стоимость обуславливают широкое использование смазки. Следует полагать, что она еще долго будет занимать важное место в ряду других консервационных материалов.

В 1970 г. расплавленной пушечной смазкой (в то время называвшейся ПВК) слоем толщиной 1,5—2 мм были покрыты оцинкованные стальные канаты, стягивающие ствол Останкинской телебашни. Смазка обеспечила надежную защиту канатов от коррозии в течение 14 лет. При анализе через 11 лет оказалось, что основные свойства, в том числе консервационная эффективность смазки не изменилась [172]. Пушечная смазка может защитить канаты от коррозии без смены многие годы и даже десятилетия.

Вазелин технический для резиновой промышленности (ОСТ 38.0156—79), известный в прошлом под названием вазелин технический УН (ГОСТ 782—59 отменен с 1975 г.), ранее широко использовали в качестве дешевой консервационной смазки. В настоящее время нефтеперерабатывающий завод им. Караваява вполне оправданно под наименованием технический вазелин поставляют петролатум, который полностью соответствует нормативным требованиям на эту смазку. Пенетрация вазелина без перемешивания при 25 °С составляет 170—175.

Вазелин технический применяют в качестве компонента (мягчителя) резиновых смесей. Однако его можно использовать и для консервации металло-

изделий, он лишь немного уступает пушечной смазке по температуре плавления, менее однороден по составу и свойствам. По стабильности при хранении в таре вазелин технический эквивалентен пушечной смазке.

Вазелин технический волокнистый ВТВ-1 (ТУ 38 101180—76) был создан для смазывания клемм аккумуляторов автомобилей ВАЗ. Благодаря присутствию в ВТВ-1 адгезионной присадки улучшается его адгезия к металлам, а изготовление на маловязком масле способствует лучшей морозостойкости по сравнению с пушечной смазкой. У вазелина ВТВ-1 проверяют растворимость в воде, глицерине, электролите, спирте, эфире, хлороформе. В этом отношении он не отличается от других углеводородных смазок. Следует полагать, что взамен вазелина ВТВ-1 вполне можно использовать более распространенную и в четыре раза более дешевую пушечную смазку, близкую по основным характеристикам к вазелину ВТВ-1. Вазелин ВТВ-1 вполне стабилен при хранении в таре в течение 10 лет и более. Гарантийный срок хранения, указанный в технических условиях (5 лет.), занижен.

Автосмазка ВТВ-1 в аэрозольной упаковке (ТУ 6-15-954—80) — раствор вазелина ВТВ-1 в бензине-растворителе для лакокрасочной промышленности [150, с. 34]. Аэрозольные упаковки с автосмазкой ВТВ-1 выпускают Новосибирский завод бытовой химии (630071 Новосибирск, Станционная ул., д. 78, тел. 41-00-33) с 1984 г. и завод Литбытхим (232028 Вильнюс, ул. Киркиму 7, тел. 45-84-59) Союзбытхима. Наносить консервационное покрытие на неокрашенные и декоративные металлические поверхности и клеммы аккумуляторов из аэрозольного баллона удобно. Рекомендуют использовать автосмазку и для предохранения от замерзания (до -40°C) замков автомобилей. При обращении с аэрозольными упаковками необходимо соблюдать общепринятые меры безопасности. Учитывая легкую воспламеняемость бензина — температура вспышки 33°C наносить смазку следует только на открытом воздухе или в хорошо проветриваемом помещении вдали от открытого огня. Максимальные температуры хранения баллонов 50°C . Завод в Вильнюсе упаковывает автосмазку ВТВ-1 в баллоны по 130 г, а в Новосибирске — по 145 г. В 1983 г. выпущено 100 тыс. баллонов. В 1984 г. планируется выпуск 200 000 баллонов.

Состав предохранительный ПП-95/5 (ГОСТ 4113—80) по внешнему виду, составу и свойствам аналогичен другим углеводородным консервационным смазкам, рассматриваемым выше. Эта плотная мазь предназначалась для предотвращения коррозии боеприпасов при особо долгом хранении [11, с. 212]. Пенетрация без перемешивания состава при 25°C близка к 160. Для нейтрализации продуктов окисления в смазку вводят 0,02 % NaOH или поташа, что никак не сказывается на коррозионной активности смазки ПП-95/5 по отношению к цветным металлам.

Антикоррозионная АК (ТУ 32 ЦТ 552—78) выпускается для железнодорожного транспорта. Смазка АК в 3—6 раз дороже, чем все другие смазки, описанные в этом разделе. По свойствам и особенностям применения антикоррозионная смазка мало отличается от пушечной смазки, технического вазелина и др. Ее температура каплепадения на $6-10^{\circ}\text{C}$ выше, чем у других консервационных смазок. Это объясняется большей температурой плавления загустителя — церезина. Смазка предназначена для покрытия стальных тросов и деталей контактной сети электрифицированных железных дорог. Вместо нее для этих целей вполне можно использовать пушечную смазку. Кроме того, для аналогичных целей (защита от коррозии линий электропередачи) применяют смазку ЗЭС. Появление и существование смазки АК ничем не оправдано. Она попала и без того достаточно многочисленную группу углеводородных защитных смазок общего назначения.

Смазка ПН (ТУ 38 101876—81) применяется для смазывания пазов малокалиберных спортивных патронов в процессе изготовления и обеспечивает их нормальную эксплуатацию в интервале температур от -30 до $+50^{\circ}\text{C}$. Смазка ПН апробирована на Московской олимпиаде в 1980 г. Температура каплепадения смазки ПН не ниже 60°C (фактически до 75°C), пенетрация при 25°C от 25 до 55 (по ГОСТ 11501—78, грз 0,5 Н), коллоидная стабильность не более 1,7 %. Гарантийный срок хранения смазки 2 года будет увеличен после накопления опыта.

Смазка ЗЭС (ТУ 38 101474—74) представляет собой мягкую вязкую черную мазь. Пенетрация смазки при 25°C находится в пределах от 270 до 335. Она достаточно близка по составу к смазке АМС-1, но отличается от нее пониженным содержанием загустителя и тем, что для ее получения используют Al-мыла фракции СЖК [151]. Несмотря на отсутствие пластичности смазка ЗЭС имеет достаточно высокую температуру каплепадения. Она хорошо удерживается на металлических поверхностях при высоких температурах ($90-100^{\circ}\text{C}$). Адгезию смазки проверяют следующим образом: слой смазки толщиной 2 мм, нанесенный на стальную пластинку, которая установлена под углом 45° , в течение 6 ч при 92°C не должен стекать и выделять масло. Высокая водостойкость и липкость обуславливают хорошие консервационные свойства смазки [152, с. 26].

К недостаткам этой смазки, как и почти всех консервационных смазок, относится высокая вязкость при отрицательных температурах, что затрудняет ее нанесение в зимнее время. В теплое время года она имеет полужидкую консистенцию, благодаря чему защищаемые поверхности достаточно удобно покрывать смазкой с помощью кисти или тампона, не расплавляя ее. При нанесении окунанием или распылением смазку ЗЭС разбавляют бензином (1:1). После нанесения защитного слоя толщиной 0,5—1,5 мм бензин на воздухе улетучивается за 20—30 мин.

Основное назначение смазки ЗЭС (Защитной ЭлектроСетевой) — защита от коррозии грозозащитных тросов и арматуры высоковольтных линий электропередачи любого напряжения, а также машин и механизмов, хранящихся или эксплуатируемых на открытом воздухе. Смазка ЗЭС предотвращает коррозию цветных и черных металлов. Отличные консервационные свойства делают ее пригодной для применения в контакте с морской водой, а также в тропиках. Гарантийный срок хранения смазки в таре 2 года. Фактически она сохраняет стабильность гораздо дольше.

КАНАТНЫЕ СМАЗКИ

Для предотвращения коррозии и уменьшения трения между отдельными волокнами и прядями стальных канатов служат специальные смазки. Их выпуск почти в 1,5 раза превышает производство консервационных смазок общего назначения. Канатные смазки делят на три группы: общего назначения для стальных канатов всех видов; фрикционные для канатов, используемых в подъемных механизмах с фрикционными шкивами; пропитки для пенковых сердечников канатов. В настоящее время выпускают многотоннажные канатные смазки общего назначения 39у, БОЗ-1, торсиол-35, а также смазку Е-1 для пропитки органических сердечников стальных тросов. Остальные канатные смазки готовят в ограниченных количествах. Все канатные смазки общего назначения (исключая торсиол-55) взаимозаменяемы. В случае отсутствия канатных смазок взамен них временно можно использовать обычные антифрикционные и консервационные смазки (солидол С, пушечную и др.). Желательно вводить в них 5—10 % графита. Некоторые сведения о канатных смазках даны в [148]. Основные характеристики канатных смазок приведены в табл. 45 и 46.

СМАЗКИ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Канатная 39у (ТУ 38. УССР 2-01-335—80) выпускается в весьма широких масштабах: в 1982 г. ее выпуск составил около 50 % от общего выпуска всех остальных канатных смазок (без учета пропиток). Наряду со смазкой 39у не менее широко применяют канатные смазки БОЗ-1 и торсиол-35.

По внешнему виду смазка 39у представляет собой плотную липкую мазь черного цвета. Она работоспособна в достаточно широком интервале температур, но не ниже -25°C (при температурах ниже -25°C смазка 39у не обеспечивает нормальную эксплуатацию канатов). Смазка рекомендована для

Смазка	Состав	Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс произ-водства	Цена за 1 т, руб.
				га-ран-тий-ный	реко-мен-дую-мый		
Общего назначения							
Канатная 39у ТУ 38.УССР 2-01-335—80 (КТ2/5-4)	Сплав нитрола зимнего (40 %), гудрона масляного (25 %), нефтяного церезина (19 %), СЖК фракции $\geq C_{20}$ (17 %)	Триэтаноламин (1,2 %)	Стальные бочки, железнодорожные цистерны	5	10	100	210
Канатная БОЗ-1 ТУ 39-9-157—75 (КТ2/5-4)	Сплав вязкого нефтяного дистиллята, озокерита Бондславского месторождения, петролатума	Антикоррозионная присадка	То же	5	10	92	270
Торсиол-35 марки А ТУ 38.УССР 2-01-214—80 (КТ4/5-3)	Сплав масел индустриального И-20А (50 %), пластификатора нефтяного (масла ПН-6) (20 %), церезина 80 (25 %)	Воски буроугольный (2 %) и торфяной (3 %)	Стальные бочки	3	5	32	430
Торсиол-35 марки Б ТУ 38.УССР 2-01-214—80 (КТ4/5-3)	То же	Воск буроугольный (4 %), церезин 80, модифицированный триэтаноламном (1 %)	То же	3	5		370
Функционные							
Торсиол-35Э ТУ 38.УССР 2-01-214—80 (КТ4/5)	Торсиол-35А в растворе перхлорэтлена (3:2)		Стальные бочки, бидоны и банки из белой жести	0,5	1,4	2,3	420
Торсиол-55 ГОСТ 20458—75 (КТ5/5кн2/3)	Сплав синтетического и нефтяного масел с твердыми углеводородами	Антикоррозионная присадка	Бидоны из белой жести	5	10	0,1	4840
Пропитки							
ВНИИ НП-278 ТУ 38 101630—76 (КТ3(5)/5)	Сплав октола-600 (30 %), монта-воска (25 %) с трансформаторным маслом		Полинзобутилен П-20 (15 %)	2	—	—	3300
Канатные КФ-10, КФ-10Э ТУ 38.УССР 201379—81 (КТ1/4-7)	Сплав битумного структурообразователя (61 %), масла ПН-6 (31 %), канифоли (3 %), петролатума (5 %); КФ-10Э тоже с растворителем — перхлорэтиленом		Мешки бумажные	2	5	0,05	300
Для пропитки органических сердечников стальных канатов Е-1, Е-1Т ГОСТ 15037—69 (КТ2/5-00)	Сплав нитрола зимнего и нефтяного церезина (6,5:2,5)	Нафтенат меди (20 %), сера (3 %)	Стальные бочки, железнодорожные цистерны	5	10	52	100
Для пропитки органических сердечников стальных канатов Е-9 ТУ 38.УССР 2-01-223—75 (КТ5/5кн-т00)	Сплав нитрола, синтетического масла, октола, озокерита	Нафтенат меди, сера	Бидоны из белой жести	3	—	—	3190

Таблица 46. Основные характеристики канатных смазок

Смазка	Температура, °С			Вязкость, Па·с			Испаряемость за 1 ч, %
	капае- ния	вспышки в откры- том тигле	морозо- стойкости по методу МакНИИ	0 °С	20 °С	100 °С (мм ² /с)	150 °С
39у	65—75	—	—25 *	2000	300—500	≥ 32	0,5
БОЗ-1	60—75	≥ 200	—20 *	> 4000	400	36—74	0,5
Торсиол-35А, торсиол-35Б	65—80	≥ 180	—35 *	250—360; 800—1400 (—15 °С)	20—75	≥ 8,5	0,8—1,5
Торсиол-55	60—80 (65—75)	≥ 160 (210—225)	—50 *	200—260; 1300 (—15 °С)	90—110	10—12	0
							3,5—4

Общего назначения

Фрикционные

КФ-10	≥ 70 (92)	≥ 220	—10 *	—	—	—	—
Пропитки							
Е-1	40—55	195	—20 **	800	30	40	1
Е-9	≥ 50 (56)	≥ 150	—50 **	370—425	80	30—50	1
							7
							4

* Смазка, нанесенная тонким слоем на стальную пластинку, не отслаивается при ударе молотком.

** Осуствует растрескивание и отслоение смазки от каната (органического сердечника) при его изгибе.

Продолжение табл. 46

Смазка	Сброс при испытании на центрифуге *, %	Материал пластинок при контрольном испытании на коррозионное действие	Противоударные свойства, нагрузка, Н		Температурный интервал применения, °С	Заменители
			заедания	скалывания		
39у	—	Сталь	710	1780	От —25 до 50	Торсиол-35
БОЗ-1	≤ 60	»	1000	3160	От —20 до 50	39у, торсиол-35
Торсиол-35А, торсиол-35Б	≤ 60	»	710	1250—1780	От —35 до 50	39у
Торсиол-55	0 (K _p = 4500)	Сталь, цинк	600—800	1250—1400	От —50 (—60) до 50	—
Общего назначения						
КФ-10	≤ 60 (6)	Сталь	—	—	От —10 до 40	—
Фрикционные						
Пропитки						
Е-1	—	Сталь	780	2240	До —20	—
Е-9	—	Сталь, медь, цинк	1000	2240	От —50 до 50	—

* Испытание проводят в течение 3 мин при 20 °С и факторе разделения K_p = 6270.

применения в тропиках. Хорошая водостойкость и высокая адгезия к металлу обуславливают отличные консервационные свойства смазки. Кроме того, она достаточно эффективно уменьшает износ стальных канатов. Все это позволяет увеличить сроки между нанесением смазки 39у на канаты. Смазку 39у применяют для рудничных и буровых канатов, тросов подъемно-транспортных машин и др.

Канатная БОЗ-1 (ТУ 39-9-157—75)— черная мазь мелкозернистой текстуры. По свойствам, назначению и особенностям применения сходна с канатной смазкой 39у. Смазку БОЗ-1 используют при изготовлении стальных канатов, в частности на Харьцызском сталепроволочно-канатном заводе. Она полностью совместима с другими канатными смазками общего назначения.

Торсиол-85 (ТУ 38 УССР 2-01-214—80) представляет собой однородную мягкую мазь бурого (черного) цвета. Выпускают две модификации смазки марок А и Б несколько различающиеся по составу. Пенетрация смазки торсиол-35А при 25 °С близка к 235. Торсиолы-35 предназначены для нанесения на стальные канаты шахтных подъемных установок при их изготовлении. Смазке торсиол-35Б присвоена высшая категория — государственный Знак качества.

По назначению и особенностям применения торсиолы-35 близки к смазке 39у, но отличаются лучшей морозостойкостью. Смазка торсиол-35 сохраняет работоспособность при температурах до —35 и даже до —40 °С. Ее можно успешно применять в южной и средней климатических зонах круглый год. В состав торсиола-35 вводят буроугольный и торфяной воски, повышающие адгезию и стойкость к старению [153; 154, с. 6].

Для смазывания стальных канатов при эксплуатации выпускают смазку торсиол-35Э, для приготовления которой используют торсиол-35А [155, с. 13]. Она представляет собой маловязкое масло темного цвета ($v_{50} = 10 - 20 \text{ мм}^2/\text{с}$) с температурой вспышки в открытом тигле не ниже 180 °С. Наличие в ее составе растворителя (перхлорэтилена) помогает проникновению смазки в глубь каната. После испарения растворителя все пряди и проволоки остаются покрытыми тонким слоем смазки.

Поскольку перхлорэтилен токсичен, при работе со смазкой торсиол-35Э необходимо строго выполнять требования техники безопасности, указанные в технических условиях на смазку. В частности, наносить смазку можно только в хорошо проветриваемом помещении; выдерживать канат нужно до полного испарения перхлорэтилена — не менее 1 ч; при нанесении смазки категорически недопустимо курение, работы с открытым огнем, электросварка и др.

Гарантийный срок хранения смазок торсиол-35А и торсиол-35Б в 1980 г. был увеличен с 1 года до 3 лет. Для смазки торсиол-35Э он составляет 6 мес. Несомненно, эти сроки должны быть увеличены (до 5 лет и более).

Торсиол-55 (ГОСТ 20458—75) применяют при температурах от —50 до 50 °С. Это наиболее морозостойкая из всех канатных смазок. Однако вязкость смазки торсиол-55 при —30 °С превышает 5000 Па·с. Пенетрация при 25 °С смазки торсиол-55 близка к 255. Смазка обладает хорошей адгезией к металлу, удовлетворительными противозносными и консервационными свойствами. Стоит эта смазка дороже, чем другие канатные смазки, поэтому ее следует употреблять только для стальных тросов ответственных механизмов при температурах ниже —40 °С, в частности для тросов управления самолетов и вертолетов. Работоспособность смазки торсиол-55 гарантируется в течение 12 лет (не считая года допустимого срока хранения в таре).

Фрикционные смазки

Смазка ВНИИ НП-278 (ТУ 38 101630—76) обеспечивает высокий коэффициент трения между канатом и шкивом [161, с. 17]. Смазка водостойкая, липкая. Хорошо защищает от коррозии. Температура каплепадения смазки не менее 60 °С. При испытании на морозостойкость по методу МакНИИ она не трескается и не отслаивается от стальной пластинки при ударе при —50 °С. Однако высокая вязкость заставляет рекомендовать ее к применению при температурах до —30 °С, хотя в технических условиях температурный интер-

вал ее применения установлен от —50 до 50 °С. Коррозионное испытание смазки проводят на стали. Сброс смазки при испытании на центрифуге должен отсутствовать (при факторе разделения Кр-1800) и не превышать 50 % при Кр-3600.

Смазку используют в ответственных подъемных устройствах с тяговыми шкивами. Ее также рекомендуют как консервационную для растяжек теле- и радиоантенн, хотя это совершенно не связано с ее основным назначением, техничностью и экономичностью не оправданно.

Смазку ВНИИ НП-278 готовят по заказам в ограниченных количествах.

Канатная КФ-10 (ТУ 38.УССР 201379—81) используется в многоканатных подъемных устройствах с фрикционными шкивами [156, с. 237; 157, с. 235]. При комнатной температуре имеет вид твердой хрупкой битумной мастики, липкой на ощупь. После нагрева до 50—60 °С размягчается и приобретает полужидкую консистенцию. При 110—120 °С смазка КФ-10 — вязкая липкая масса. Смазка имеет ограниченный температурный интервал применения: от —10 до 40 °С. У смазки нормируются фрикционные свойства: завод-изготовитель гарантирует значение коэффициента трения (не менее 0,28) смазанного стального каната по футеровочному материалу шкивов — пластику ПП-45. Периодически проверяют также набухание (не более 5 %) пластика ПП-45 в смазке. Упаковывают смазку в бумажные мешки с антадгезионным покрытием, так как хранить смазку в металлической таре не рекомендуется из-за ее высокой адгезии к металлу.

Выпускают смазку марки КФ-10Э в растворе перхлорэтилена, предназначенную для смазывания канатов шахтных многоканатных подъемных устройств, эксплуатации, аналогично тому, как это описано для смазки торсиол-35Э. Смазку выпускают в ограниченном количестве, к 1985 г. выпуск ее планируют увеличить.

Пропитки

Для пропитки органических сердечников стальных канатов (ГОСТ 15037—69) — как видно из названия, предназначена для пропитки на канатных заводах пеньковых сердечников стальных тросов. Имеет мягкую полутекучую консистенцию. Цвет черный. Благодаря пропитке улучшается водостойкость сердечников и стойкость к действию микроорганизмов [158]. Для повышения антисептического действия смазки в нее вводят нафтенат меди. Стандартом предусмотрен выпуск двух марок смазки: Е-1 и Е-1Т (тропическая). Содержание меди в Е-1 должно быть не менее 0,9 %, а Е-1Т — не менее 1,6 %. Выпуск смазки Е-1Т давно прекращен.

Пропитка пенькового сердечника улучшает смазывание стальных прядей и проволок каната. Относительно невысокая температура плавления смазки Е-1 играет в данном случае положительную роль, поскольку при размягчении и частичном расплавлении ее проникновение из сердечника в толщу стальных прядей канатов облегчается.

Для пропитки органических сердечников стальных канатов Е-9 (ТУ 38 УССР 2-01-223—75) используется при изготовлении канатов, работающих со смазкой торсиол-55. Сохраняет работоспособность до —50 °С. Изготавливают периодически по заказам.

КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИЕ ПАСТЫ (ВАЗЕЛИНЫ)

Кремнийорганические пасты получают загущением полисилоксановых жидкостей тонкодисперсным силикагелем. По внешнему виду они сходны с высокоочищенным белым вазелином, поэтому раньше было принято называть их кремнийорганическими вазелинами. Кремнийорганические пасты используют в электротехнической и электронной промышленности в качестве поверхностных изоляторов и гидрофобизаторов. Основные характеристики кремнийорганических паст приведены в табл. 47 и 48.

Вазелин кремнийорганический марки КВ-3/10Э (ГОСТ 15975—70) — Si-пластичная смазка [13, с. 22]. По внешнему виду — это паста серо-голубого цвета. Вазелин химически инертен, нетоксичен, взрывобезопасен; термостоек при 200 °С.

Таблица 47. Кремнийорганические пасты-вазелины

Смазка	Состав	Тара	Срок хранения, годы		Цена за 1 т, руб.
			гаран- тий- ный	реко- мен- дуе- мый	
Вазелин кремний-органический мар-ки КВ-3/10Э ГОСТ 15975—70	Диметилсилоксано-вая жидкость, загу-щенная силикаге-лем — аэросилом А-380	Банки стеклян-ные (500—5000 см³)	1	2	8300
Паста кремний-органическая КПД ТУ 6-02-833—78	То же	Банки стеклян-ные, бидоны из белой жести, фляги оцинко-ванные и алюми-ниевые	4 ме- сяца	—	7800
Паста кремний-органическая КПИ ТУ 6-02-1-404—82	Кремнийорганиче-ская жидкость 131-194, загущенная си-ликагелем-аэроси-лом А-380	Банки стеклян-ные (500 см³), бидоны и банки литографирован-ные	1	2	8100
Паста гидрофоб-ная ОРГРЭС-150 ТУ 38 101559—75	Смесь цилиндрического масла с полиметил-силоксановой жид-костью ПМС-400 или ПМС-500, загу-щенная аэросилом и петролатумом	Бидоны из белой жести	1	2	4200

Таблица 48. Основные характеристики кремнийорганических паст-вазелинов

Смазка	Предел прочности, Па			Вязкость, Па·с			Испаряемость при 150 °С за 1 ч, %	Коллоидная стабильность, %	Смазываемость при 40 °С за 6 ч, %	Противозадирные свойства, нагрузка, Н	
	20 °С	50 °С	80 °С	0 °С	20 °С	50 °С				заедания	сваривания
КВ-3/10Э	880	470	220	230	170	120	0	5	5	360	3160
КПД	660	1100	600	220	150	90		3	1,7	—	3550
ОРГРЭС-150	1800	60	0	730	300	6	2,2	3	1,7	—	—

Продолжение табл. 48

Смазка	Пенетрация при 25 °С до переме-шивания	Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см, не менее		Диэлектри-ческая прочная-сть при 20 °С и 1 МГц, не более	Электриче-ская прочность при 20 °С и 50 Гц, кВ/мм, не менее
		20 °С	150 °С		
КВ-3/10Э	≥ 215 (230—300) *	10 ¹⁴	10 ¹²	2,8	15
КПД	180—320	10 ¹⁴	10 ¹²	3	15
КПИ	180—280	—	10 ¹²	3	15
ОРГРЭС-150	180—250	—	—	—	10

* После перемешивания.

Вазелин КВ-3/10Э используют для защиты поверхности полупроводников в приборах корпусного исполнения (диодах, триодах, тиристорах) при температурах от —60 до 200 °С. Упаковывают его в герметичные широкогорлые стеклянные банки с винтовой крышкой или притертой пробкой. Гарантийный срок хранения вазелина в таре — 1 год, однако он сохраняет стабильность и при более длительном хранении.

Паста кремнийорганическая КПД (ТУ 6-02-833—78) по составу близка к вазелину КВ-3/10Э, отличается от него отсутствием структурирующей добавки. Паста предназначена в качестве вспомогательного изоляционного материала для изоляторов высоковольтных и контактных сетей. Благодаря гидрофобизирующему действию она предотвращает или уменьшает увлажнение и загрязнение поверхности изолятора. В результате снижается опасность поверхности утечки тока и короткого замыкания; по поверхности изолятора не растекается влага, а токопроводящие частицы обволакиваются смазкой и изолируются друг от друга. Смазки этого типа эффективны в течение 2 лет и более. При хранении в таре паста КПД недостаточно стабильна и уже через несколько месяцев разжижается.

Паста кремнийорганическая КПИ (ТУ 6-02-1-404—82) по составу, свойствам и назначению близка к пасте КПД, отличается от нее большей стабильностью при хранении.

Паста гидрофобная ОРГРЭС-150 (ТУ 38 101559—75) отличается от рассмотренных выше кремнийорганических вазелинов и паст тем, что в ее состав наряду с полиметилсилоксановой жидкостью и аэросилом входит нефтяное цилиндрическое масло и петролатум, что почти в два раза уменьшает ее цену. Эксплуатационные характеристики пасты ОРГРЭС при этом несколько снижаются, но уровень их позволяет использовать пасту для обработки поверхности изоляторов подстанций и ЛЭП.

УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ СМАЗКИ



Пластичные смазки употребляют в качестве уплотнительных материалов реже, чем в качестве антифрикционных и консервационных. На их долю приходится 0,52 % общего выпуска смазок в СССР. Чаще всего уплотнительные смазки используют в сальниковых уплотнениях насосов, арматуре трубопроводов — в кранах, задвижках, вентиллях и др. Работа арматуры высокого давления (прямоточных задвижек, пробковых кранов) без них невозможна. Широкое применение смазки находят в резьбовых соединениях буровых труб, труб нефте- и газопроводов для облегчения монтажа и особенно демонтажа

высокотемпературных и тяжело нагруженных резьбовых соединений. Особую группу составляют вакуумные уплотнительные смазки и замазки.

В настоящее время нефтяная промышленность выпускает по государственным стандартам уплотнительные смазки восьми марок и по отраслевым стандартам еще трех марок. Больше половины уплотнительных смазок — 15 наименований — выпускают по техническим условиям.

АРМАТУРНЫЕ СМАЗКИ

Эти смазки применяют для герметизации сальниковых уплотнений насосов, кранов, вентилях, дозаторов и других аналогичных устройств, набивки буферных полостей, которые служат ловушками для жидкостей. В последнем случае сама смазка (а не в сочетании с уплотнительными материалами типа асбестового шнура, кожаных манжет и др.) обеспечивает герметизацию. Для уплотнения сальниковых устройств наряду со специальными смазками используют антифрикционные и консервационные смазки обычных типов (например, в сальниках водопроводных кранов часто применяют солидол С или смазку графитную УССА). Некоторые сведения об уплотнительных смазках приведены в [159]. Основные характеристики арматурных смазок приведены в табл. 49 и 50.

Смазка ЛЗ-162 (ТУ 38 101315—77) — плотная мазь от светло-желтого до светло-серого цвета. Приготовлена на маловязком нефтяном масле; растворяется в нефтепродуктах и не растворяется в воде [160]. Вязкость смазки при -15°C сильно возрастает, однако гораздо меньше чем у других уплотнительных смазок. Рекомендуемые техническими условиями интервал температур — от -40 до 130°C , однако из-за высокой вязкости нижний температурный предел ее применения — около -25°C .

Смазка ЛЗ-162 предназначена [123, с. 34] для арматуры (прямосточные задвижки, пробковые краны) фонтанирующих нефтяных и газовых скважин, в том числе глубоких и сверхглубоких с давлением на забое до 100 МПа. В прямооточных задвижках смазка ЛЗ-162 обеспечивает герметичность при давлениях до 50 МПа и в пробковых кранах — до 12,5 МПа.

Арматол-238 (ТУ 38.101812—83) близка по назначению к смазке ЛЗ-162. Изготовление на смеси окисленного касторового масла с трибутилфосфатом существенно уменьшает растворимость смазки в жидких и газообразных углеводородах. Однако в бензине смазка частично растворяется. Благодаря загущению неорганическими веществами смазка арматол не плавится, хотя формально ее температура каплепадения установлена всего 160°C . Высокая кислотность (до 25 мг КОН на 1 г смазки) обусловлена изготовлением смазки на окисленном касторовом масле.

Смазка арматол-238 рекомендуется для герметизации запорных устройств устьевого нефтепромыслового оборудования нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений. Работоспособна при содержании в газе до 25 % (об.) H_2S и CO_2 . Технические условия рекомендуют ее для температур от -50 до 120°C . Однако вязкость смазки уже при -20°C превышает 2000 Па·с, а при -30°C арматол теряет подвижность, что заставляет сомневаться в работоспособности арматолов при особо низких температурах.

Наличие в смазке трибутилфосфата обуславливает ее раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки. При длительном контакте она может вызывать дерматит и конъюнктивиты. При работе с арматолом необходимо строго выполнять требования техники безопасности.

Смазка ЛЗ-ГАЗ 41 (ТУ 38 101644—76) — плотная мазь черного цвета. Рекомендуют для смазывания и герметизации пробковых кранов бытовых газовых плит. Не следует путать со смазкой «для газовых кранов» (см. ниже), предназначенной совершенно для других целей. Смазка ЛЗ-ГАЗ 41 обеспечивает надежную и длительную работу кранов газовых плит при температурах до 120°C . В зависимости от температуры герметичность сохраняется при 40—100 тыс. поворотов крана. Благодаря наличию в составе смазки MoS_2 и ацетиленового технического углерода она улучшает приработку трущихся поверхностей крана [162, с. 238]. Это особенно важно при плохом качестве заводской притирки пробки и корпуса крана. К достоинствам смазки относят-

ся также хорошая водостойкость, коллоидная стабильность, низкая испаряемость, удовлетворительные консервационные свойства [163]. Смазка ЛЗ-ГАЗ 41 и продукты ее разложения не токсичны. К недостаткам следует отнести повышенный крутящий момент (по сравнению с импортными смазками для газовых кранов), однако по мере работы смазки в кране крутящий момент снижается.

Для газовых кранов (ТУ 38 101316—78) получают частичным омылением касторового масла оксидом кальция. При этом получается чрезвычайно плотная смазка темно-желтого цвета, почти не растворимая в нефтепродуктах, но довольно хорошо растворимая в спирте и в других кислородсодержащих растворителях. Эту смазку используют в арматуре газовых магистралей и распределительных станций при давлениях до 4—5 МПа. Она не предназначена и мало пригодна для бтовых газовых плит. Морозостойкость смазки низка. По заказам готовят мягкий сорт смазки с пенетрацией (без перемешивания) от 70 до 115 при 25°C .

Смазка СГП (ТУ 38 101733—78) предназначена для шаровых кранов газопроводов крайнего Севера. Смазка для ГазоПроводов (СГП) в отличие от смазки для газовых кранов работоспособна при температурах до -60°C . Смазка СГП показала хорошие результаты при испытаниях в кранах газопроводов в районах Норильска и северного Урала.

Бензиноупорная (ГОСТ 7171—78) — плотная вязкая мазь темно-коричневого цвета. Состав смазки обеспечивает малую ее растворимость в бензине, бензоле и других органических растворителях, а также в воде. В то же время высокая вязкость масляной основы и большая концентрация загустителя препятствуют применению бензиноупорной смазки при температурах ниже 10°C . Вследствие низкой температуры каплепадения смазку нельзя использовать и при температурах выше 40°C . Столь узкий температурный интервал существенно уменьшает возможности ее применения. Однако в СССР нет нерастворимых в нефтепродуктах смазок с хорошими реологическими свойствами. Поэтому бензиноупорную смазку используют, хотя и очень ограничено. Ее иногда применяют при герметизации пробковых кранов и резьбовых соединений топливных и масляных систем некоторых двигателей. Правда, в ряде случаев в этом нет необходимости. Так, конусные соединения топливопроводов самолетов достаточно герметичны, тем не менее их иногда рекомендуют покрывать бензиноупорной смазкой.

Смазка ВНИИ НП-291 (ТУ 38 001198—74) — густая мазь коричневого цвета [164]. Предназначена для герметизации кранов, находящихся в системах подачи хозяйственно-питьевой воды. Смазка не содержит токсичных или вредных компонентов. Нерастворима в воде и углеводородах, имеет высокий предел прочности при 50°C и хорошую коллоидную стабильность.

Чрезвычайно высокая цена (не соответствующая стоимости ее компонентов и смазок аналогичного состава), так же как и в случае смазки ВНИИ НП-292 объясняет крайне ограниченное применение этих смазок для систем жизнеобеспечения космических аппаратов. Обе смазки выпускают периодически по заказам.

Смазка ВНИИ НП-292 (ТУ 38 101472—74) — очень плотная липкая мазь коричневого цвета. Предназначена для тех же целей, что и смазка ВНИИ НП-291. Не содержит токсичных компонентов, однако для использования в пробковых кранах систем питьевой воды требуется специальное разрешение. По свойствам сходна со смазкой ВНИИ НП-291, отличается от нее еще более высоким пределом прочности при 50°C — более 4000 Па. У смазки ВНИИ НП-292 оценивают адгезию специальным прибором, описанным в технических условиях на смазку. Прилипаемость регламентируется не менее 210 Па. Технические условия устанавливают гарантийный срок хранения смазки ВНИИ НП-292 в таре 1 год, однако он крайне занижен и может быть увеличен до 5 лет.

Насосная (ТУ 38 101311—78) представляет собой концентрированную графитную пасту мазеобразной, липкой консистенции темно-серого или черного цвета. Она нерастворима в нефтепродуктах, воде, спирте, глицерине и во многих других растворителях. Это позволяет применять ее в контакте с маслами и гидравлической жидкостью стеол М. Смазка имеет плохую моро-

Таблица 49. Арматурные смазки

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
ЛЗ-162 ТУ 38 101315—77 (АЛн-Цн3/13-т4)	Масло веретенное АУ	Li-Zn-мыла (3:1) фракции СЖК С ₁₇ —С ₂₀ (25 %)
Арматол-238 ТУ 38.101812—83 (АСи2/12п-г1)	Окисленное касторовое масло, трибутилфосфат	Аэросил
ЛЗ-ГАЗ 41 ТУ 38 101644—76 (АЛн-Ка0/12-тд3)	Масло промышленное И-50А	Li-Са-мыло (18 %) 12-HoSt и HSt (12:4)
Для газовых кранов ТУ 38 101316—78 (АКа0/5п7)	Касторовое масло	Са-мыло касторового масла (25 %)
СГП ТУ 38 101733—78 (АЛн-Ба6/10)	Смесь масел веретенно- го АУ и И-8А (3,5:1)	Li-Ва-мыло СЖК С ₁₇ — —С ₂₀ (16 %), касторо- вого масла (6 %), неф- тяных кислот (2 %)
Бензиноупорная ГОСТ 7171—78 (АЦн1/4п7)	Окисленное касторовое масло ($v_{100} \geq 200$ мм ² /с) с добав- кой глицерина (4 %)	Zn-мыло касторового масла (30 %)
ВНИИ НП-291 ТУ 38 001198—74 (АСи0/10п)	Окисленное касторовое масло	Силикагель А-380
ВНИИ НП-292 ТУ 38 101472—74 (АСи0/10-6)	Масло промышленное И-45А	Силикагель
Насосная ТУ 38 101311—78	Окисленное касторовое масло ($v_{100} = 65$ — 70 мм ² /с)	Коллоиднографитовый препарат С-1 или С-2 ≥ 30 (30—35 %)

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс произ-водства	Цена за 1 т, руб.
		гаран-тий-ный	реко-мен-дую-мый		
Слюда молотая (12 %), канифоль (0,7 %), Al ₂ O ₃ (0,15 %)	Бидоны из белой же-сти	5	5	100	590
Графит, вода (до 0,5 %)	То же	3	5	31	4385
Ионол (1,5 %), НГ-203А (1,5 %), техниче-ский углерод ацетиле-повый (5 %), MoS ₂ (3 %)	»	3	5	21	2960
Вода (до 3,5 %)	»	5	5	92	2350
Порошок свинца ПСА (6,5 %), вода (до 0,3 %)	»	1	3,5	4	750
Вода (до 2 %)	»	5	10	18	2600
Глицерин	Банки из белой жести, стеклянные и пласт-массовые, тубы	5	5	—	131 960
Вязкостная присадка полиизобутилен П-20	Банки из белой жести	1	5	0,03	85 000
Стабилизатор LiSt (0,3 %)	Бидоны из белой же-сти	1	5	3	3 320

Таблица 50. Основные характеристики арматурных смазок

Смазка	Температура каплепадения, °С	Предел прочности, Па			Вязкость, Па·с			Пенетрация при 25 °С без переме- шивания			
		20 °С		50 °С	80 °С	-15 °С	0 °С		30 °С	50 °С	
ЛЗ-162	≥ 149 (160—180)	930	≥ 280 (300—550)	200	1500	430	200	150—200			
Арматол-238	≥ 160	160	70	100	2000	1500	280	300—360			
ЛЗ-ГАЗ 41	≥ 165 (170—190)	450	280—380	≥ 180 (270)	900	460	300	250			
Для газовых кранов	≥ 60 (65—75)	> 1000	130	0	—	—	1500—1700	35—70			
СГП	—	920	≥ 200 (230—450)	190	900	450	250	—			
Бензинопорная	≥ 55 (57)	> 2500	300	0	—	—	2100	30—80			
ВНИИ НП-292	> 215	—	≥ 4000	> 2000	—	—	> 2500	100			
Насосная	≥ 140 (146)	150	30	0	2600	1300	280	300—350 (после пе- ремешивания)			
Смазка	Испаряемость, %	Коллоидная стабильность, %		Растворимость в углеводородах	Температурный интервал применения, °С						
		150 °С				200 °С					
ЛЗ-162	9,3	30	≤ 6 (3—6)	Растворима	От -25 (-40) до 130						
Арматол-238	8,8	21	≤ 15 (2,5)	Частично растворяема	От -50 (-20) до 120						
ЛЗ-ГАЗ 41	4,3	11	≤ 12 (6—9)	Растворима	До 120						
Для газовых кранов	4,2—4,6	10	1,3—2,8	Мало растворяема	От 0 до 50						
СГП	18	55	≤ 20 (10—15)	Растворима	От -50 до 120						
Бензинопорная	5,7	10	1,2	≤ 20 % * (10—20)	От 10 до 40						
ВНИИ НП-292	6,2	9	0,7	Нерастворима	От 0 до 100						
Насосная	2,6	8	—	То же	До 120						

* Испытание при 20 °С в смеси бензина и бензола (85 : 15).

** Испытание при 50 °С в масле МВД и стеоле М.

зостойкость, однако в уплотнениях ее можно использовать при достаточно низких температурах. Насосную смазку применяют в сальниковых уплотнениях нефтяных и грязевых насосов высокого давления, находящихся на буровых установках, и др.

РЕЗЬБОВЫЕ СМАЗКИ

Смазочные материалы широко применяют для облегчения свинчивания и развинчивания резьбовых соединений. Резьбовые смазки можно разделить на четыре группы: в первую войдут смазки Р-2, Р-402, Р-113, Р-416, используемые при работе буровых установок и эксплуатации скважин; во вторую — масляные пасты дисульфида молибдена: лимол, ВНИИ НП-232 и ВНИИ НП-225; третью группу составляют две смазки: лейнерная и графитная БВН-1, предназначенные для установки лейнеров и смазывания резьбовых соединений; в четвертую группу входят морозостойкие смазки снарядная и ВНИИ НП-263, которые служат для герметизации легконагруженных резьб под взрыватели [19, с. 308]. Основные характеристики резьбовых смазок приведены в табл. 51 и 52.

Смазки для бурового оборудования

Смазки для резьбовых соединений бурового оборудования отличаются тем, что содержат большие количества порошков мягких металлов, в том числе свинца, меди, цинка и их соединений [165, с. 162]. Поэтому они токсичны: попадание малых доз этих смазок в желудочно-кишечный тракт вызывает патологические изменения внутренних органов, при длительном воздействии они вредно влияют и на кожу. При работе с резьбовыми смазками требуется строгое соблюдение правил техники безопасности: запрещается курить, необходимо немедленно и тщательно удалять смазку, попавшую на кожу, протирая ее керосином, а затем обильно смывать водой с мылом.

Резьбовая Р-416 (ТУ 38 101708—78) представляет собой Li-Zn-смазку с антифрикционными добавками, которые улучшают противозносные свойства [166]. Поэтому ее можно использовать для нагруженных резьбовых соединений с крупной резьбой. В таких соединениях благодаря смазке существенно снижается износ при высоких скоростях свинчивания и развинчивания, а также предотвращается задиры и заедание. Герметичность соединений сохраняется при давлениях до 30 МПа. Смазка обеспечивает легкое соединение и разъединение часто свинчиваемых и развинчиваемых труб, составляющих буровую колонну, при роторном или ударном бурении нефтяных, газовых и других скважин.

Смазка Р-416 вполне водостойка и хорошо защищает металлы от коррозии. Удовлетворительные эксплуатационные свойства, доступность и меньшая цена (по сравнению со смазками Р-113 и Р-402) обеспечили смазке Р-416 широкое распространение. На ее долю приходится более 50 % выпуска всех резьбовых смазок для бурового оборудования.

Резьбовая Р-113 (ТУ 38 101708—78) по назначению аналогична смазке Р-416, но превосходит ее по максимальной температуре применения. Это Li-Al-смазка, которую готовят на смеси синтетического и нефтяного масел. Содержит те же антифрикционные добавки, что и смазка Р-416.

Высокие эксплуатационные характеристики смазки позволяют применять ее в наиболее ответственных случаях: для смазывания резьбовых соединений забойных двигателей, переводников, долот, замков бурильных труб глубоких и сверхглубоких скважин с температурой на забое до 200 °С. Поскольку она в два раза дороже смазки Р-416, ее следует использовать только при особом низких температурах окружающего воздуха или при высоких (100—200 °С) температурах в забое скважин. Во всех остальных случаях на резьбовые соединения замков бурильных труб, долот, забойных двигателей следует наносить смазку Р-416.

Резьбовая Р-402 (ТУ 38 101708—78) близка по составу к смазке Р-113, но содержит другие антифрикционные добавки. В состав смазки входят (в

Таблица 51. Резбовые смазки

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
Для бурового		
Резьбовая Р-416 ТУ 38 101708—78 (РЦн-ЛиЗ/10-5)	Масло веретенное АУ	Li-Zn-мыло (7,5 %) HSt и СЖК C ₁₇ —C ₂₁ (1:4), буроугольный воск (1,3 %)
Резьбовая Р-113 ТУ 38 101708—78 (РЛн-АлЗ/20кп-ст1/2)	Смесь масла индустриального И-50А и полисилоксановой жидкости 132-24 или ПЭС-5 (1:2) То же	LiSt (6 %), AlSt ₂ (1 %)
Резьбовая Р-402 ТУ 38 101708—78 (РЛи-Ал5/20кн-гсцм1/2)		То же
Для резьбовых соединений (Р-2) ТУ 38 101332—76 (РАлЗ/5-гсцм0/2)	Смесь индустриальных масел И-12А, И-40А или И-50А ($v_{50} = 30-45$ мм ² /с)	AlSt ₂ (6 %)
Дисульфидмолибдено		
Лимол ТУ 38.УССР 201146—80 (ДНЗ/12(40)-д1)	Масло авиационное МС-20 (35 %)	Силикагель — аэросил АМ-1-175 или АМ-1-300 (3 %), декстрин (0,5 %), оксид алюминия (1,5 %)
Паста ВНИИ НП-232 ГОСТ 14068—79 (ДЛиз/40-д3)	Масло индустриальное И-20А	LiSt (3 %)
Паста ВНИИ НП-225 ГОСТ 19782—74 (Д2/40к-д00)	Полифенилметилсилоксановая жидкость ПФМС-4	—
Графитовая ОСТ 26-07-1204—75 (АкКа10/55к-г)	Смесь смазки ЦИАТИМ-221 с графитом	
Лейнерно		
Лейнерная ГОСТ 5078—80 (РНаЗ/15-г3)	Масло индустриальное И-20А или И-20В	На-мыло (16 %) саломаса
Графитная БВН-1 ГОСТ 5656—60 (РТ5/12-г00)	Смесь масла веретенного АУ (70 %) и приборного МВП (до 100 %)	Церезин 75 или 80 (6,3 %)

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс производства	Цена за 1 т, руб.
		гарантийный	рекомендуемый		
оборудования					
Порошок свинца (59 %), оксид свинца (2,5 %), сульфид свинца (3,5 %), присадка триэтиленгликоль (0,4 %)	Бидоны из белой жести	5	10	100	1750
Порошок свинца ПСА (55 %), оксид свинца (3 %), сульфид свинца (7 %)	То же	5	10	19	2850
Графит П (21 %), порошки свинца ПСА (29 %) и цинка ПЦВ (14 %), медная пудра (5 %)	»	5	10	20	3400
Графит П (18 %), порошки свинца (29 %) и цинка (12 %), медная пудра (4 %), вода (до 0,2 %)	»	2	10	0—29	1300
вые и графитные пасты					
MoS ₂ марки ДМ-1 (60 %)	Банки из белой жести	1	5	4,7	14 200
MoS ₂ марки ДМ-2 (70 %)	То же	5	5	11	12 700
То же (50 %)	Банки из белой жести, тубы	5	5	1,2	30 000
том ГК-1 (3:2)		—	—	—	—
резьбовые					
Графит П (17 %)	Бидоны из белой жести	5	10	0,1	500
Коллоидно-графитовый препарат (5 %), антикоррозионная присадка МНИ-7 (0,3 %)	То же	5	5	37	550

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель
Для легконагру		
ВНИИ НП-263 ГОСТ 16862—71 (РСн5/10-1/2)	Масло турбинное 22	Силикагель БС (10 %)
Снарядная ВС ГОСТ 3260—75 (РКа5/6-3)	Масло промышленное И-5А (велосит)	Гидратированное Са- мыло (18 %) саломаса и касторового масла (по 8 %)

Таблица 52. Основные характеристики резьбовых смазок

Смазка	Температура каплепаде- ния, °C	Предел прочности, Па —		
		20 °C	50 °C	80 °C
Для бурового				
P-416	≥ 130 (135—150)	800—1200	800—1200	400—600
P-113	≥ 125 (130—160)	450—500	400—480	300—370
P-402	≥ 130 (132—150)	60—150	80—110	30—140
P-2	80—105	60—400	110—330	50—180
Дисульфидмолибденовые				
Лимол	≥ 240	250	220	170
ВНИИ НП-232	—	1800	750	500
ВНИИ НП-225	—	30	0	0
Лейнерно-				
Лейнерная	≥ 150 (150—165)	450—550	180—200	90
БВН-1	—	0	0	0
Для легконагру				
ВНИИ НП-263	—	160	≥ 100 (150—600)	90—200
Снарядная	≥ 70 (70—85)	300—500	100—250	0

Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения годы		Индекс произ- водства	Цена за 1 т, руб.
		гара- нти- ный	реко- мен- дую- мый		
женных резьб					
Антиокислительные присадки ЦИАТИМ- 339 (1 %), дифенил- амин (0,5 %) Вода (до 2 %)	Банки из белой жести	5	5	2,5	11 000
	Бидоны из белой же- сти	5	—	24	380

Вязкость, Па·с					Пенетрация при 25 °C
—30 °C	—15 °C	0 °C	20 °C	50 °C	

оборудования

—	1300—2500	500—1000	200—500	60—200	130—180
1200—2500	620	230—350	150—200	100—130	270—330
1100—1600	750	75—180	10—60	4—6	270—330
1300—2000	120	60—150	15—70	3—30	280—400

и графитные пасты

≈ 3000 (—20 °C)	—	250	60	25	310—340
1900—3000	2000	300	100	20	235
0	2150	120	20	7	420

резьбовые

3000—4000	900	300—420	110—130	30—50	220—270
50—150	35	20—40	8—12	—	Полужид- кая

женных резьб

350—600; при —50 °C 1400—3000	При —20 °C и 100 с ⁻¹ ≤ 180 (20—120) 180—280	50—150	30—90	25—65	300
230—490; при —50 °C 700—800		100—200	35—90	65	230—280

Смазка	Термоупрочнение при 120 °С за 1 ч, %	Испаряемость за 1 ч, %		Коллоидная стабильность, %
		150 °С	200 °С	
Для бурового				
P-416	40—50	4,5—6,5	25	≤ 8 (1—8)
P-113	От —30 до 70	1—3	7	≤ 8 (1—8)
P-402	От —10 до 25	2,5—4,5	10	≤ 8 (1—8)
P-2	—	3—6	11.8	2—6
Дисульфидмолибденовые				
Лимол	400	≤ 1 (120 °С)	3,5	При грузе 3 Н ≤ 6 (2—4)
ВНИИ НП-232	140	6,6	17	≤ 4 (2—4)
ВНИИ НП-225	40	0	При 350 °С 17	10—15
Лейнерно-				
Лейнерная	0	8,3	33	6—12
БВН-1	—	22	72	—
Для легконагру				
ВНИИ НП-263	125—250	14	50	При грузе 3 Н ≤ 18 (3—12)
Снарядная	—	60; 20 (100 °С)	—	15—35

больших концентрациях) добавки, которые способствуют уменьшению трения при свинчивании труб: свинец — при малых нагрузках, цинк — при средних, медь — при высоких.

Смазка Р-402 предназначена для резьбовых соединений обсадных и насосно-компрессорных труб. Главным образом ее используют для смазывания резьб обсадных труб глубоких газоконденсатных скважин с температурой забоя до 200 °С, а также для насосно-компрессорных труб любых типов. Из-за высокой стоимости смазки Р-402 ее целесообразно применять только в арктических районах и при разработке месторождений, где температура в забое скважины выше 100 °С. В остальных случаях выгоднее использовать смазку для резьбовых соединений Р-2.

Для резьбовых соединений (Р-2) (ТУ 38 101332—76) в течение многих лет была основной смазкой, применяемой для облегчения свинчивания и развинчивания резьбовых соединений обсадных и насосно-компрессорных труб буровых скважин. Сейчас ее в значительной мере вытеснили новые смазки: Р-402, Р-113 и Р-416. Основной смазки Р-2 является мягкая А1-смазка, в которую введены те же добавки, что и в смазку Р-402.

Благодаря хорошей морозостойкости смазку Р-2 легко наносить на резьбу зимой (до —30 °С). При нагревании перед употреблением нельзя допускать расплавления смазки, так как это вызывает ее необратимое изменение вслед-

Противоадгезионные свойства, нагрузка, Н		Температурный интервал применения, °С	Заменители
заедания	сваривания		

оборудования			
1260	3780	От —30 до 100	P-113
1780—2000	3780—4470	От —30 до 200	P-416 (до 100 °С)
1120—2240	7940—10 000	От —50 до 200	P-2 (до 50 °С)
Отсутствует	6310	От —30 до 50	P-402

и графитные пасты			
≥ 2240 (отсутствует)	≥ 3160 (отсутствует)	До 120 (350)	ВНИИ НП-232
Отсутствуют		До 300 (400)	Лимол
Отсутствует	7940	От —40 (—60) до 250 (350)	ВНИИ НП-232, лимол

резьбовые			
950—1000	3780	От —15 до 120	Графитная (УССА), БВН-1
360	1780	От —50 до 50	Графитная (УССА), лейнерная

женных резьб			
730—1000	1780	От —50 до 100	ГОИ-54п
400	2240	От —50 до 60	ГОИ-54п, ВНИИ НП-263

ствие осаждения тяжелых добавок. Смазка водостойка и имеет удовлетворительные консервационные свойства. Она обеспечивает герметичность в стыках труб при давлении 70 МПа, предотвращает повреждение резьбы при периодическом подъеме и демонтаже насосно-компрессорных труб в период ремонта скважин (через 0,5—1,5 года). Смазка сохраняет эксплуатационные свойства в течение всего срока службы скважины (20—30 лет) и работоспособна при температурах от —30 до 50 °С.

Гарантийный срок хранения в таре смазки Р-2 для бурового оборудования установлен 2 года. Фактически и ее, и смазки Р-402, Р-113 и Р-416 по данным завода-изготовителя (ЛОПНМЗ) можно хранить без ухудшения качества 10 лет и более.

Заменителем Р-2 служит смазка Р-402 или в крайнем случае графитная (УССА), которая, однако, по эксплуатационным свойствам значительно уступает специализированным резьбовым смазкам.

Дисульфидмолибденовые и графитные пасты

В эту группу входят три дисульфидмолибденовые и одна графитная (графитовая смазка) пасты. Изготовление графитовой смазки прекращено, в связи с чем ниже в табл. 51 указан лишь ее состав, а особенности не рассматриваются. Она заменена пастой ВНИИ НП-232.

Лимол (ТУ 38 УССР 201146—80) представляет собой темно-серую, почти черную пасту [167].

Лимол имеет исключительно высокие противозадирные свойства — заедание и сваривание при испытании на ЧШМ не достигаются даже при нагрузке 3000—4000 Н. В технических условиях указано, что лимол следует употреблять в качестве монтажной смазки для сборки узлов трения скольжения при средних и высоких нагрузках и температуре до 120 °С. Фактически лимол можно применять также для смазывания резьбовых соединений, тяжело нагруженных пар трения (особенно для облегчения приработки), прессовых посадок и др. Эта паста вполне работоспособна при температурах до 200—250 °С. Ее наносят на обезжиренные поверхности трущихся деталей щеткой или шпирцем (слоем в несколько микрометров).

Гарантийный срок хранения пасты лимол в таре, установленный техническими условиями (1 год), занижен. Паста вполне пригодна к употреблению через 5 лет хранения и более.

Паста ВНИИ НП-232 (ГОСТ 14068—79) по составу, назначению и свойствам практически идентична пасте лимол. Ее готовят на маловязком масле, что несколько снижает вязкость при очень низких температурах и повышает испаряемость при 100—200 °С. Увеличение концентрации MoS_2 с 60 до 70 % приводит к получению более густой пасты (по сравнению с пастой лимол). Несмотря на отмеченные различия, обе пасты вполне взаимозаменяемы.

Паста ВНИИ НП-232 нашла широкое применение в разных отраслях техники при монтажных работах, в качестве приработочного смазочного материала, резьбовой смазки. В некоторых тихоходных узлах трения (подшипники скольжения и качения, шарниры) применяется как термостойкая и противозадирная смазка. В стандарте указано, что паста ВНИИ НП-232 рекомендуется к применению для шлицевых соединений и ходовых резьб до 300 °С, для неподвижных резьбовых соединений до 400 °С. Испытание паст ВНИИ НП-232 и ВНИИ НП-225 в стальных болтах М16 × 2 показало, что они обеспечивают легкое развинчивание болтовых соединений после их нагрева до 500 °С в течение 10 ч. Крутящий момент при развинчивании возрастает при использовании смазки ВНИИ НП-232 на 15 %, ВНИИ НП-225 — в два раза. После испарения (полного или частичного) масла И-20А дисульфид молибдена обеспечивает при этих температурах смазывание трущихся поверхностей. Выделение масла на поверхности паст ВНИИ НП-232 и лимол при хранении не служит браковочным признаком. В этом случае перед употреблением пасту следует перемешать до получения однородной массы.

Паста ВНИИ НП-225 (ГОСТ 19782—74) отличается от паст лимол и ВНИИ НП-232 тем, что она приготовлена на синтетическом масле. Паста ВНИИ НП-225 недостаточно стабильна: при хранении тяжелый MoS_2 выпадает в осадок, сверху остается практически чистая полифенилметилсилоксановая жидкость. В этом случае перед применением ее нужно тщательно перемешать до получения однородной массы. Расслоение пасты допускается стандартом.

При использовании дисульфидмолибденовых паст природа их масляной основы имеет второстепенное значение. Поэтому пасты ВНИИ НП-225, ВНИИ НП-232 и лимол достаточно взаимозаменяемы. По работоспособности и термостойкости паста ВНИИ НП-225 уступает ВНИИ НП-232. При испытании в резьбе паровой арматуры в течение 2000 ч при 285 °С смазка ВНИИ НП-225 превратилась в твердую плотную массу, что привело к сильному износу ходовой резьбы шпинделя. Работоспособность смазки ВНИИ НП-232 оказалась несколько лучше. В присутствии пасты ВНИИ НП-225 повышается коэффициент трения, а долговечность при работе пар трения на ней в 6—10 раз меньше, чем при использовании пасты ВНИИ НП-232. Паста ВНИИ НП-225 при нагреве в течение 100 ч до 200 °С вызывает коррозию стали ШХ-15Ш и 9Х18Ш, а также бронзы БрАЖМц 10-3-1,5 [60, с. 47].

Пасту ВНИИ НП-225 рекомендуют [168] для резьбовых соединений, нагреваемых до высоких температур, например для анодированного алюминиевого сплава АЛ-9, нагреваемого до 250 °С, и для нержавеющей стали 1Х18Н9Т, нагреваемой до 350 °С. В последнее время пасту ВНИИ НП-225 начали применять в тяжело нагруженных тихоходных узлах трения, работающих

при температурах от —40 до 300 °С. В частности, ее используют для смазывания подшипников и направляющих горячих конвейеров, узлов трения туннельных печей и др.

Лейнерно-резьбовые смазки

Лейнерная (ГОСТ 5078—80) — плотная черная мазь, получившая название в связи с тем, что ее использовали для облегчения установки лейнеров в стволы артиллерийских орудий старых систем. Сейчас лейнерную смазку применяют главным образом для смазывания резьбовых соединений, нагреваемых до высоких температур, например резьб дульных тормозов, а также некоторых механизмов затворов орудий.

Верхний температурный предел применения лейнерной смазки, указанный в табл. 52, относится к ее нанесению или возможному применению в узлах трения. В неподвижных резьбовых соединениях ее, так же как и смазку БВН-1, можно применять при температурах до 500—600 °С. Основа смазки при этом может удалиться из зазоров, но оставшийся графит облегчит демонтаж соединения.

Графитная БВН-1 (ГОСТ 5656—60) — полужидкая композиция, используемая для тех же целей, что и лейнерная смазка, но значительно отличающаяся от нее по составу. Готовят ее смешением маловязкого масла со смазкой ГОИ-54п и вводят относительно небольшое количество коллоидно-графитового масляного препарата. Взамен смазок БВН-1 и лейнерной успешно используют смазку графитную (УССА) или специализированные резьбовые смазки. Получение и применение смазки БВН-1 и лейнерной основаны на устоявшейся традиции.

Смазки для легконагруженных резьб

Смазка ВНИИ НП-263 (ГОСТ 16862—71) приготовлена на маловязком масле и сохраняет работоспособность при низких температурах. При температурах выше 80—100 °С она высыхает. Смазка ВНИИ НП-263 имеет хорошую водостойкость. Следует обратить внимание на ее консервационные свойства, так как Si-смазки в этом отношении недостаточно эффективны.

Смазка ВНИИ НП-263 облегчает ввертывание и вывертывание взрывателей к боеприпасам. Кроме того, она обеспечивает герметичность резьбового соединения, не допуская при нормальном давлении и неглубоком вакууме проникновения паров воды, воздуха и др. Смазку ВНИИ НП-263 можно использовать вместо снарядной смазки.

Снарядная ВС (ГОСТ 3260—75) по внешнему виду напоминает белый или светло-желтый вазелин. Это жировой солидол, приготовленный на очень маловязком масле. Снарядную смазку нельзя применять при температурах выше 50 °С, но можно использовать до —50 °С. Стандарт предусматривает испытание при —55 °С не вывертывание смазанной мастичной пробки из очага головной части 45-мм осколочного снаряда ключом с рукояткой длиной 10 см. Как и все солидолы, снарядная смазка водостойка, однако консервационные ее характеристики не слишком высоки. К недостаткам снарядной смазки относятся также неудовлетворительная коллоидная стабильность и высокая испаряемость.

Снарядная смазка предназначена для применения в специфическом узле трения — резьбе очка снарядов и сухопутных мин под взрыватель. Из-за указанных выше недостатков вместо снарядной смазки нередко используют смазку ВНИИ НП-263.

Не вполне удовлетворительные эксплуатационные характеристики и узкая область применения делают снарядную смазку, а также смазку ВНИИ НП-263 мало перспективными. Они работают при небольших нагрузках в интервале температур от —50 до 50—100 °С. Потребность в применении специальной смазки в мягких условиях эксплуатации резьбовых соединений сомнительна. Замена ее могут служить смазка ГОИ-54п и другие морозостойкие смазки.

ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИЕ И ВАКУУМНЫЕ ЗАМАЗКИ И СМАЗКИ

При консервации и длительном хранении машин и механизмов часто необходимо герметизировать различные щели, мелкие отверстия и неплотности для предотвращения попадания внутрь механизма пыли, влаги и др. В этих случаях нужны уплотнительные замазки. В настоящее время нефтяная промышленность выпускает один сорт уплотнительной замазки ЗЗК-3у.

Для соединений вакуумных систем смазки и замазки обычных типов непригодны. В различных руководствах по лабораторным работам приводятся рецепты вакуумных смазок и замазок. Удобнее, однако, пользоваться готовыми продуктами, вырабатываемыми нефтяной промышленностью и рассмотренными ниже. Основные характеристики замазок и смазок приведены в табл. 53 и 54.

Замазка ЗЗК-3у (ГОСТ 19538—74)— плотная темно-коричневая паста. Ее можно использовать для герметизации машин во всех климатических зонах СССР. Высокая вязкость Замазки Защитной Клейкой (ЗЗК) препятствует ее нанесению на швы к неплотности на холоду. Для облегчения промазывания зазоров и неплотностей замазку подогревают. Хорошая пластичность предотвращает образование трещин при охлаждении замазки.

Замазку ЗЗК-3у рекомендуют для герметизации щелей в люках, крышках, дверях и других неплотностях боевых и транспортных машин при их длительной консервации. Ее можно использовать и при консервации станков и другого оборудования, укрытых кожухами, чехлами и щитками. Гарантийный срок хранения замазки 5 лет, но практически замазку ЗЗК-3у можно хранить и использовать гораздо дольше (7—10 лет и более).

Вакуумная (ОСТ 38 0183—75)— липкая каучукоподобная желтая или темно-коричневая мазь. Ранее она была известна под названием «смазка Рамзая». Для повышения липкости в вакуумную смазку вводят натуральный каучук. Благодаря отсутствию легких фракций давление насыщенных паров смазки резко уменьшается. Вакуумную смазку нельзя применять при температурах выше 55 °С. Высокая вязкость лимитирует ее употребление и при низких температурах. Узкий температурный интервал работоспособности смазки не имеет особого значения, поскольку ее используют главным образом в лабораторных приборах и установках, расположенных в закрытых помещениях.

Вакуумная смазка годится для уплотнения подвижных соединений вакуумных установок, изготовленных из стекла или металла. Ее применяют в аппаратуре шлюзовых камер электронных микроскопов, для герметизации пробковых кранов, стеклянных и металлических соединений вакуумных систем и др.

Смазка ВНИИ НП-298 (ТУ 38 101287—72)— бесцветная или светло-желтая мазь. Имеет характерную плотную резинообразную структуру, высокую липкость и низкую испаряемость при достаточно высоких температурах и одновременно хорошую морозостойкость. Загущение силикагелем придает смазке термостойкость.

Смазка ВНИИ НП-298 предназначена для смазывания и уплотнения стеклянных и металлических подвижных соединений. Ее применяют в вакуумных установках для термохимической обработки металлов в агрессивных средах. Работоспособна в вакууме до 10 мкПа и ниже. Узкая область применения предопределяет ограниченный выпуск смазки.

Смазка ВНИИ НП-300 (ТУ 38 101298—72)— липкая мазь темно-коричневого цвета. Является полноценным аналогом известных зарубежных уплотнительных вакуумных смазок общего назначения типа апиезон [169]. Характеризуется низким давлением насыщенных паров. Рекомендуется для смазывания подвижных соединений лабораторных высоковакуумных установок. Используют ее и в качестве неподвижной жидкой фазы для газожидкостных хроматографов. Выпускается в ограниченном количестве, главным образом по заказам.

Замазка вакуумная (ОСТ 38 0194—75)— однородная плотная пластичная масса. Применяется для уплотнения разборных, но неподвижных соединений вакуумных установок.

Таблица 53. Герметизирующие и вакуумные замазки и смазки

Смазка	Дисперсионная среда	Загуститель	Присадки, добавки и др.	Тара	Срок хранения, годы		Индекс производства	Цена за 1 т, руб.
					гарантийный	рекомендуемый		
Замазка ЗЗК-3у ГОСТ 19538—74	Масло тяжелое цилиндровое 52 (вапор)	Ал-мыло СЖК C ₁₀ —C ₁₆ (18—23 %), петролатум (18—23 %)	Синтетический каучук СКБ-45 (0,25—0,30 %)	Бидоны из белой жести	5	10	100	700
Вакуумная ОСТ 38 0183—75 (ВТ0/4-3)	Тяжелая фракция вазелинового медицинского масла (ν ₅₀ = 65—120 мм ² /с)	Церезин (20 %)	Натуральный каучук (15 %)	Банки из белой жести, тубы	5	10	8,3	1850
ВНИИ НП-298 ТУ 38 101287—72 (ВСи5/25к-3)	Полнетицилоксановая жидкость ПМС-400	Силикагель БС	—	То же	5	5	0,1	23 500
ВНИИ НП-300 ТУ 38 101298—72 (ВТ0/5)	Нефтяное масло П-40	Остаток перегонки петролатума — фракция выше 500 °С	Натуральный каучук	Тубы	2	5	—	57 000
Замазка вакуумная ОСТ 38 0194—75	Тяжелая фракция вазелинового медицинского масла (ν ₅₀ = 65—120 мм ² /с)	Смазка вакуумная (11 %), церезин (9 %)	Косметический каолин (60 %)	Бумажные гильзы (100 г)	5	10	2,8	2 110

Таблица 54. Основные характеристики герметизирующих и вакуумных замазок и смазок

Смазка	Температура калечения, °С	Предел прочности, Па			Вязкость, Па·с				Температурный интервал применения, °С	Заменители
		20 °С	50 °С	80 °С	-40 °С	0 °С	20 °С	50 °С		
33К-3у (замазка)	≥ 115 (120—150)	> 2000	> 1000	> 500	—	—	> 4000	830		
Вакуумная	≥ 50 (54—73)	> 1000	90	0	—	1000	350—550	20—70		
ВНИИ НП-298	—	440	200	≥ 150 (330)	≤ 800 (560)	380	260	200		
ВНИИ НП-300	≥ 60	1600	20	0	—	> 5000	450	2,3 (100 с ⁻¹)		
Вакуумная (замазка)	240	—	> 2000	1000	—	—	—	600		

Смазка	Пенетрация без переме- шивания при 25 °С	Испаряемость за 1 ч, %		Коллоидная стабильность, %	Температурный интервал применения, °С	Заменители
		150 °С	200 °С			
33К-3у (замазка)	40—80	0	5,9	1—2	От -40 до 50	—
Вакуумная	235	0,5—1,5	11	0,5	От 0 до 40	ВНИИ НП-300
ВНИИ НП-298	220—250	0	0,6; ≤ 5 (3 ч)	≤ 6,5 (2—3)	От -50 до 250	—
ВНИИ НП-300	120	0	За 6 ч ≤ 5 (4)	≤ 3 (2,1)	От 0 до 50	Вакуумная
Вакуумная (замазка)	≥ 70	1	4,5	—	От 10 до 40	—

Перечень смазок, поступающих в розничную продажу

Наименование	ГОСТ, ТУ	Тара	Цена за 1 кг, руб.
Солидол С, пресс-солидол С	ГОСТ 4366—76	Полимерные или ме- таллические банки на 0,5 и 1 кг	0,25
Солидол Ж, пресс-солидол Ж	ГОСТ 1033—79	То же	0,40
Графитная (УССА)	ГОСТ 3333—80	Тубы на 80—200 г	0,55
1-13 жировая	ОСТ 38.01145—80	Полимерные или ме- таллические банки на 0,5 и 1 кг	1,20
Консталин-1, -2	ГОСТ 1957—73	То же	1,60
Литол-24	ГОСТ 21150—75	Тубы на 80—200 г	2,10
Фиол-1	ТУ 38.УССР 201247—80	То же	2,10
ЦИАТИМ-201	ГОСТ 6267—74	Полимерные или ме- таллические банки на 0,5 и 1 кг	2,10
Автомобильная (ЯНЗ-2)	ГОСТ 9432—60	То же	0,50
ШРБ-4	ТУ 38 УССР 201143—77	Тубы на 80—200 г	1,00
№ 158	ТУ 38 101320—77	То же	1,00
Пушечная	ГОСТ 19537—83	Полимерные или ме- таллические банки на 0,5 и 1 кг	0,40
Вазелин техниче- ский волокнистый ВТВ-1	ТУ 38 101180—76	Полимерные банки на 0,8 кг	0,75
Автосмазка ВТВ-1	ТУ 6-15-954—80	Аэрозольные баллоны на 130 и 145 г	0,75 и 0,83 за бал- лон

Примечание. Цены даны по Прейскуранту № 083 (с дополнениями до 01.01.1984 г.). «Розничные цены на нефтепродукты». М., Прейскурантгиз, 1981.

Литература

1. Государственные стандарты СССР. Указатель. 1984. М., Изд-во стандартов. 1985, т. 1—4.
2. Государственные стандарты СССР. Информационные указатели, 1984, № 1—5.
3. Смазки. Государственные стандарты Союза ССР. Сост. В. В. Силицын. М., Изд-во стандартов, 1982, ч. 1, 240 с., ч. 2, 272 с.
4. Отраслевые и республиканские стандарты. Указатель. 1983. М., Изд-во стандартов, 1984, т. 1—4.
5. Отраслевые и республиканские стандарты. Информационные указатели, 1983, № 1—5.
6. Указатель отечественных нормативно-технических документов, международных и иностранных стандартов. Смазки пластичные./Сост. В. В. Силицын, А. А. Осипов. М., ВНИИКИ, 1982. 131 с.
7. Технические условия. Информационные указатели. 1979—1983, № 1—12.
8. Силицын В. В. Пластичные смазки и оценка их качества. М., Изд-во стандартов, 1975. 192 с.
9. Заборская З. М., Платонова В. Е., Сикорский И. А. — В кн.: Пластичные смазки. Материалы Всесоюз. науч.-техн. конф., Бердянск, 1971. Киев, Наук. думка, 1971. 251 с.

10. *Синицын В. В.* Нефтепереработка и нефтехимия. Респ. межвед. сб. Киев, Наук. думка, 1981, вып. 21. 96 с.
11. *Синицын В. В.* Пластичные смазки в СССР. Ассортимент. Справочник. М., Химия, 1979. 272 с.
12. Технические условия на консистентные смазки. М., Транспорт, 1976. 56 с.
13. *Музовская О. А., Якушева Т. М., Попелева Г. С., Зубова М. М.* Кремнийорганические продукты, выпускаемые в СССР. Каталог справочник/Под ред. А. И. Горбунова. М., Химия, 1975. 71 с.
14. Хлорфторуглеродные смазочные материалы и жидкости. М. — Л., Химия, 1966. 7 с.
15. *Чередниченко Г. И., Недбайлюк П. Е., Бровин И. Л.* Нефтепереработка и нефтехимия. Респ. межвед. сб. Киев, Наук. думка, 1975, вып. 12. 139 с.
16. ВНИИ НП 50 лет. Проспект. М., ВНИИ НП, 1983. 21 с.
17. *Ищук Ю. Л.* — В кн.: Трение, изнашивание и смазка. Справочник/Под ред. И. В. Крагельского, В. В. Аликина. М., Машиностроение, 1978. Кн. 1. 400 с.
18. *Соломонник Г. Б.* — В кн.: Товарные нефтепродукты, свойства и применение. Справочник. 2-е изд./Под ред. В. М. Школьников. М., Химия, 1978. 472 с.
19. *Синицын В. В.* Подбор и применение пластичных смазок. М., Химия, 1969. 376 с.
20. *Синицын В. В.* То же. 2-е изд. 1974. 416 с.
21. *Виноградов Г. В., Синицын В. В.* — В кн.: Технические нормы на нефтепродукты. Справочная книга. 16-е изд./Под ред. Н. Г. Пучкова. М., Гостоптехиздат, 1957. 452 с.
22. *Великовский Д. С. и др.* Консистентные смазки. М., Химия, 1966. 264 с.
23. Прейскурант № 04-02. Оптовые цены промышленности на нефтепродукты с 1.1.1982 (с дополнениями до 1.7.1984). М., Прейскурантиздат, 1980. 64 с.
24. Прейскурант № 04-04. Оптовые цены предприятий на нефтепродукты с 1.1.1982 (с дополнениями до 1.7.1984). М., Прейскурантиздат, 1980. 63 с.
25. Прейскурант № 04-04-58. Оптовые цены на продукцию нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий для внутриминистерского потребления с 1.1.1982 (с дополнениями до 1.7.1984). М., Миннефтехимпром, 1980. Ч. 1, 28 с.
26. Прейскурант № 05-02. Оптовые цены на синтетические смолы и пластические массы с 1.1.1982 (с дополнениями до 1.1.1984). М., Прейскурантиздат, 1980. 254 с.
27. Прейскурант № 05-02-45. Оптовые цены на синтетические смолы и пластические массы для внутриминистерского потребления с 1.1.1982 (с дополнениями до 1.1.1984). М., Химия, 1981. 48 с.
28. Прейскурант № 61216—1981/6. МПС СССР 23.3.1983. 16 с.
29. Прейскурант № 34-04. Оптовые цены на масла растительные и другие продукты масложировой промышленности с 1.1.1982 (с дополнениями до 1.1.1984). М., Прейскурантиздат, 1981. 147 с.
30. *Ищук Ю. Л. и др.* — Химия и технология топлив и масел. 1966, № 8. с. 43—47.
31. *Ищук Ю. Л. и др.* — Нефтепереработка и нефтехимия. Респ. межвед. сб. Киев. Наук. думка, 1965. 184 с.
32. Справочник по применению и нормам расхода смазочных материалов/Под ред. Е. А. Эминова. 4-е изд. М., Химия, 1977, Т. 1, 384 с.
33. *Ищук Л. П. и др.* А.с. 362865 (СССР); Открытия. Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1972, № 28, с. 195.
34. *Ищук Ю. Л.* Докт. дис. Киев, ВНИИПКнефтехим, 1978.
35. *Бронфин И. Б. и др.* — В кн.: Пластичные смазки. Материалы II Всесоюз. науч.-техн. конф., Бердянск, 1975. Киев, Наук. думка, 1975. 167 с.
36. *Лагунов В. Б., Голощапов Г. А.* — В кн.: Пластичные смазки. Тез. докл. III Всесоюз. науч.-техн. конф., Бердянск, 1979. Киев, Наук. думка, 1979. 256 с.
37. *Халывка Е. П., Мнищенко В. Г., Шевцов В. М.* — Химия и технология топлив и масел, 1979, № 11, с. 23.
38. *Малкин Л. С., Бурлак И. З.* — В кн.: Пластичные смазки. Тез. докл. III Всесоюз. науч.-техн. конф., Бердянск, 1979. Киев. Наук. думка, 1979, 256 с.
39. *Синицын В. В. и др.* — Химия и технология топлив и масел, 1981, № 11, с. 37.
40. *Сенчуков П. П. и др.* — В кн.: Пластичные смазки. Тез. докл. III Всесоюз. науч.-техн. конф., Бердянск, 1979. Киев, Наук. думка, 1979. 265 с.
41. *Степанянц С. А. и др.* А.с. 334870 (СССР). Открытия. Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1972, № 34, с. 196.
42. *Раскуражева Г. Н., Макарова Г. Д.* — Тр. ВНИПЦ, 1981, вып. 4(110), 96 с.
43. *Наконечная М. Б.* Канд. дис. М., МИНХиГП им. Губкина, 1970.
44. *Ищук Ю. Л. и др.* А.с. 167936 (СССР) Бюл. изобр. и товарн. знаков, 1965, № 3, с. 42.
45. *Халывка Н. П. и др.* — В кн.: Пластичные смазки. Тез. докл. III Всесоюз. науч.-техн. конф., Бердянск, 1979. Киев, Наук. думка, 1979. 256 с.
46. *Романько В. Д. и др.* — В кн.: Химия, технология и применение смазочных материалов. Сб. научн. тр. ВНИИПКнефтехим. Киев, Наук. думка, 1979. 160 с.
47. *Крахмалев С. И., Климов К. И., Никоноров Е. М.* — В кн.: Пластичные смазки. Сб. науч. труд. ВНИИ НП. М., ЦНИИТЭнефтехим, 1979, вып. 31. 100 с.
48. *Никоноров Е. М.* — В кн.: Приборные шариковые подшипники. Справочник. М., Машиностроение, 1981. 352 с.
49. Технические условия на нефтепродукты. М., Недра, 1969. 399 с.
50. Товарные нефтепродукты, их свойства и применение. Справочник/Под ред. Н. Г. Пучкова. М., Химия, 1971. 414 с.
51. *Тропкина Г. Н. и др.* А.с. 214717 (СССР). Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1968, № 12, с. 72.
52. *Кобзова Р. И. и др.* — Химия и технология топлив и масел, 1967, № 3, с. 53.
53. *Кобзова Р. И. и др.* — Химия и технология топлив и масел, 1972, № 9, с. 49.
54. *Шарф Ф. Х. и др.* А.с. 414293, (СССР). Открытия. Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1974, № 5, с. 90.
55. *Равикович Р. С. и др.* А.с. 476308 (СССР); Открытия, Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1975, № 25, с. 81.
56. *Опарина Е. М. и др.* А.с. 308058 (СССР). Открытия. Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1971, № 21, с. 88.
57. *Шульженко И. В., Кобзова Р. И.* — Химия и технология топлив и масел, 1973, № 9, с. 53.
58. *Кобзова Р. И. и др.* — Химия и технология топлив и масел, 1968, № 5, с. 26.
59. *Опарина Е. М. и др.* — В кн.: Теория смазочного действия и новые материалы. М., Наука, 1965. 246 с.
60. *Егорова З. Д. и др.* — В кн.: Пластичные смазки. Сб. науч. тр. ВНИИ НП, вып. 31. М., ЦНИИТЭнефтехим, 1979. 100 с.
61. *Егорова А. М. и др.* А.с. 131433 (СССР); Бюлл. изобр., 1960, № 17, с. 35.
62. *Скрябин В. П., Климов К. И.* — В кн.: Пластичные смазки. Тез. докл. III Всесоюз. науч.-техн. конф., Бердянск, 1979. Киев, Наук. думка, 1979. 256 с.
63. *Егорова З. Д. и др.* — Нефтепереработка и нефтехимия, 1982, № 2, с. 40.
64. *Иванов Б. А.* Безопасность применения материалов в контакте с кислородом. М., Химия, 1974. 287 с.
65. *Кобзова Р. И., Чепурова М. Б.* — В кн.: Пластичные смазки. Сб. науч. тр. ВНИИ НП. М., ЦНИИТЭнефтехим. 1982, вып. 43, 153 с.
66. *Лендьял И. В., Ищук Ю. Л., Синицын В. В.* — Химия и технология топлив и масел, 1978, № 7, с. 27.

67. Вайншток В. В. и др. А. с. 307100; Открытия. Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1971, № 20, с. 79.
68. Каневский Б. Л., Саверский А. С., Климов К. И. — В кн.: Подшипниковая промышленность. Науч.-техн. сб. М., НИИинформ. авт. пром., 1971, № 5, с. 12.
69. Заславский Ю. С. Радиационная стойкость смазочных материалов. М., Атомиздат, 1961. 160 с.
70. Михеев В. А., Николаев В. В., Никоноров Е. М. — В кн.: Пластичные смазки. Тр. ВНИИ НП, 1976, вып. 16. 140 с.
71. Таранова Н. В., Кобзова Р. И. — Нефтепереработка и нефтехимия, 1967, № 1, с. 18—19; в кн.: Пластичные смазки. Материалы II Всесоюз. науч.-техн. конф., Бердянск, 1975. Киев, Наук. думка, 1975, с. 83.
72. Космонавтика. Маленькая энциклопедия. М., СЭ, 1970.
73. Николаева Т. Н. — Хим. пром., 1959, № 5, с. 388; в кн.: Тр. ГИПХ, 1960, вып. 44, с. 150.
74. Бялко В. К. — Зав. лаб., 1953, т. 19, № 4, с. 498.
75. Messina J. — NLGI Spokesman, 1963, v. 27, N 6, p. 177.
76. Christian J. B., Arkless B. — Lubric. Eng., 1974, v. 30, p. 136.
77. Messina J. — In: Proc. 4th Nat. SAMPE Symp. Mater. Compatibility a. Contaminat. Control Processes, Hollywood, 1962.
78. Силицын В. В. Пластичные смазки за рубежом. Справочник. М., Химия, 1983. 328 с.
79. Трофимова Е. П., Трофимов Н. И. — В кн.: Химия и технология неорганических фторсоединений. Сб. науч. тр. ГИПХ, Л., 1978, с. 22.
80. Поддубный В. Н., Авчина С. А., Каракаш С. И. — В кн.: Защитные смазки, составы и ингибиторы. М., ЦНИИТЭнефтехим, 1966. 83 с.
81. Макеева Е. Д. и др. — В кн.: Теория смазочного действия и новые материалы. М., Наука, 1966. 246 с.
82. Кобзова Р. И., Егорова З. Д. — Нефтепереработка и нефтехимия, 1973, № 10, с. 48.
83. Алексеев В. Е. и др. — В кн.: Арматуростроение. Сб. науч. тр. ЦКБА. Л., 1979. 88 с.
84. Рыбалов С. А., Гридунова Е. Б., Цыбук Е. С. — В кн.: Проблемы создания и испытаний высокотемпературных смазочных материалов. Тез. докл. Всесоюз. конф., 1970. 43 с.
85. Бабицкий Б. А. и др. — В кн.: Тр. ВНИИ ЖТ, М., Транспорт, 1973, вып. 490. 121 с.
86. ОСТ 26-04-1208—75. Материалы смазочные для работы в газообразных кислородсодержащих средах, 1975.
87. Романцев М. Ф. и др. — В кн.: Пластичные смазки. Материалы II Всесоюз. науч.-техн. конф., Бердянск, 1975. Киев, Наук. думка, 1975. 167 с.
88. Гриневич Р. В., Цасюк В. В. — В кн.: Применение синтетических материалов. Кишинев, 1975. 200 с.
89. Огородникова Г. Ф. и др. — Производство шин, резинотехнических и асбестотехнических изделий, 1976, № 7, с. 36.
90. Островская Т. К. и др. — В кн.: Пластичные смазки. Сб. науч. тр. ВНИИ НП, М., ЦНИИТЭнефтехим, 1982, вып. 43. 153 с.
91. Фигатнер А. М., Бондарь С. Е., Фискин С. А. — Станки и инструмент, 1971, № 9, с. 13.
92. Климов К. И., Скрыбин В. П., Никоноров Е. М., Химия и технология топлив и масел, 1973, № 9, с. 51.
93. Фуке Г. И., Гальцова Н. Е. А. с. 121208 (СССР); Бюл. изобр., 1959, № 14, с. 25.
94. Поляков В. С., Сульженко Н. К., Семенов В. П. А. с. 146903 (СССР); Бюл. изобр., 1962, № 9, с. 45.
95. Левенто Р. А. и др. А. с. 386981 (СССР); Открытия. Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1973, № 27, с. 72.
96. Вайншток В. В. и др. А. с. 215377 (СССР); Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1968, № 18, с. 57.
97. Вайншток В. В. и др. — В кн.: Производство и улучшение качества пластичных смазок. М., ЦНИИТЭнефтехим, 1970. Ч. 2. 198 с.
98. Соболевский М. В. и др. А. с. 430151 (СССР); Открытия. Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1974, № 20, с. 79.
99. Абакумова Г. С. и др. — В кн.: Пластичные смазки. Тез. докл. III Всесоюз. науч.-техн. конф., Бердянск, 1979. Киев, Наук. думка, 1979, 256 с.
100. Таранова Н. В. и др. — Там же.
101. Абакумова Г. С., Михайлов В. В., Атаева О. В. — Там же.
102. Прохоров М. В. — Тр. ВНИИ ЭМ, 1971, т. 37, 390 с.
103. Энтин Г. Я. и др. А. с. 301082; (СССР); Открытия, изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1972, № 28, с. 195.
104. Атаева О. В. и др. — В кн.: Пластичные смазки. Сб. науч. тр. ВНИИ НП, М., ЦНИИТЭнефтехим, 1979, вып. 31, 100 с.
105. Вдовиченко П. Н. и др. — Нефтепереработка и нефтехимия, 1979, № 10, с. 24.
106. Вдовиченко П. Н. и др. — В кн.: Управление надежностью машин. Тез. докл. науч.-техн. конф., Кировоград, 1978. Киев, 1978. 252 с.
107. Атаева О. В., Бакалейников М. Б., Крахмалев С. И. — В кн.: Повышение надежности смазываемых узлов трения авиационной техники. Тез. докл. I Всесоюз. науч.-техн. конф., М., 1983. 41 с.
108. Шадкина С. А., Черткова Н. Я., Пунктова О. Н. — Там же.
109. Гаркунов Д. Н., Лозовский В. Н., Шимановский В. Г. А. с. 179409 (СССР); Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1966, № 5, с. 50.
110. Резников М. Е. Топлива и смазочные материалы для летательных аппаратов. М., Воениздат, 1973. 231 с.
111. Павлов И. В. и др. — В кн.: Пластичные смазки. Тез. докл. III Всесоюз. науч.-техн. конф., Бердянск, 1979. Киев, Наук. думка, 1979. 256 с.
112. Кемурджиан А. Л. и др. Планетоходы. М., Машиностроение, 1982. 320 с.
113. Носов М. И., Тикунова Г. В. — Тр. ВНИИП, 1981, вып. 4 (110), 96 с.
114. Дорфман В. С. и др. Современные материалы в автомобилестроении. Справочник. М., Машиностроение, 1977. 267 с.
115. Павлов В. П., Заскалько П. П. Автомобильные эксплуатационные материалы. М., Транспорт, 1982. 208 с.
116. Бердянский ОНМЗ. А. с. 469734 (СССР); Открытия. Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1975, № 17, с. 73.
117. Стерхова Л. Н. и др. — В кн.: Пластичные смазки. Материалы Всесоюз. науч.-техн. конф., Бердянск, 1971. Киев, Наук. думка, 1971. 251 с.
118. Халявка Е. П. и др. — В кн.: Управление надежностью машин. Тез. докл. Респ. науч.-техн. конф., Кировоград, 1978. Киев, 1978. 252 с.
119. Вдовиченко П. Н. и др. — В кн.: Пластичные смазки. Тез. докл. III Всесоюз. науч.-техн. конф., Бердянск, 1979. Киев, Наук. думка, 1979. 256 с.
120. Вдовиченко П. Н. и др. — Нефтепереработка и нефтехимия, 1979, № 3, с. 23.
121. Халявка Е. П. и др. — Химия и технология топлив и масел, 1979, № 11, с. 25.
122. Энтин Г. Я., Нисская Р. И. А. с. 139391 (СССР); Бюл. изобр. 1961, № 13, с. 34.
123. Энтин Г. Я. — В кн.: Производство и улучшение качества пластичных смазок. М., ЦНИИТЭнефтехим, 1970, Ч. 2. 198 с.
124. Облухова О. С. и др. — В кн.: Производство смазочных материалов. М., ЦНИИТЭнефтегаз, 1963. 84 с.
125. Громова Л. Г., Бакалейников М. Б. — Там же.
126. Воронов Н. М. и др. Нефтяное топливо и смазочные материалы на железнодорожном транспорте. Справочник. 2-е изд. М., Транспорт, 1972. 296 с.
127. Цуркан И. Г. Смазочные материалы в вагонном хозяйстве. М., Транспорт, 1977. 128 с.
128. Мурзин Л. Г., Гончаров В. М. Топливо, смазка, вода. М., Транспорт, 1981. 256 с.
129. Цуркан И. Г., Кузнецов В. П., Гверцман А. А. Смазочные и защитные материалы. М., Транспорт, 1981. 160 с.
130. Цуркан И. Г., Казарновский С. Н., Колотухин И. Н. Смазочные и защитные материалы. М., Транспорт, 1974. 152 с.

131. Цуркан И. Г. и др. А.с. 245958 (СССР). Изобр. Пром. образцы, Товарн. знаки, 1969, № 20, с. 57.
132. Яцыно А. Т., Цуркан И. Г., Мирза А. И. — Тр. ЦНИИ МПС, 1977, вып. 583. 128 с.
133. Петров С. А. и др. А.с. 329781 (СССР), Открытия. Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1975, № 35, с. 178.
134. Ищук Л. П. и др. — Нефтепереработка и нефтехимия, 1982, № 2, с. 20.
135. Блудченко И. Ф. и др. А.с. 195013 (СССР); Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1967, № 9, с. 50.
136. Цуркан И. Г., Гарсков Ю. Е., Корз И. Д. — Тр. ВНИИ ЖТ, 1967, вып. 335, с. 117.
137. Бабицкий Б. А. и др. А.с. 340682 (СССР); Открытия. Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1972, № 18, с. 85.
138. Блудченко И. Ф. и др. А.с. 159251 (СССР); Бюл. изобр. и товарн. знаков, 1963, № 24, с. 37.
139. Абрамович В. Р. и др. Справочник по современным судостроительным материалам. Л., Судостроение, 1979. 584 с.
140. Дзюй С. и др. — В кн.: Пластичные смазки. Тез. докл. III Всесоюз. науч.-техн. конф., Бердянск, 1979. Киев, Наук. думка, 1979. 256 с.
141. Гридасов В. Н. и др. — В кн.: Химия, технология и применение смазочных материалов. Сб. науч. тр. ВНИИПКнефтехим. Киев. Наук. думка, 1979. 160 с.
142. Халыва Н. П. и др. — В кн.: Повышение качества смазочных материалов и эффективность их применения. Сб. науч. тр. ВНИИПКнефтехим. М., ЦНИИТнефтехим, 1977. 196 с.
143. Дугина Л. Н., Краснокутская М. Е. Наконечная М. Б. — Химия и технология топлив и масел, 1982, № 11, с. 26.
144. Ищук Ю. Л. и др. Состояние и перспективы развития, производства и применения безводных и комплексных кальциевых смазок. М., ЦНИИТнефтехим. 1980. 72 с.
145. Синицын В. В. и др. А.с. 193653 (СССР); Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1967, № 7, с. 78.
146. Губарев А. С. и др. — Нефтепереработка и нефтехимия, вып. 21, с. 29. Киев, Наук. думка, 1981. 96 с.
147. Шехтер Ю. Н. и др. Рабоче-консервационные смазочные материалы. М., Химия, 1979. 256 с.
148. Новиков И. К., Маковецкий П. С. Защитные смазочные антикоррозионные материалы. Киев, Урожай, 1976. 128 с.
149. Поддубный В. Н., Вайншток В. В. — В кн.: Защитные смазки и масла для консервации машин и оборудования. М., МДНТП, 1964. Сб. 2. 107 с.
150. Смертенко М. И., Иокубаускене Б., Валюкевич Р. — В кн.: Повышение качества смазочных материалов и эффективности их применения. М., ЦНИИТнефтехим, 1977. 196 с.
151. Карасев Г. А. и др. А.с. 288211 (СССР); Открытия. Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1970, № 36, с. 98.
152. Песков В. Д. и др. — В кн.: Защитные смазки, составы и ингибиторы. М., ЦНИИТнефтехим, 1966. 83 с.
153. Коберидзе Л. В., Симашко В. В., Ищук Ю. Л. — Нефтепереработка и нефтехимия, 1978, № 3, с. 17.
154. Коберидзе Л. В., Симашко В. В., Ищук Ю. Л. — В кн.: Вопросы химии и технологии смазочных материалов. М., ЦНИИТнефтехим, 1981. 135 с.
155. Недбайлюк Н. С., Коберидзе Л. В., Симашко В. В. — В кн.: Повышение качества смазочных материалов и эффективность их применения. М., ЦНИИТнефтехим, 1977. 196 с.
156. Недбайлюк Н. С., Симашко В. В., Федоренко И. Н. — В кн.: Пластичные смазки. Тез. докл. III Всесоюз. науч.-техн. конф., Бердянск, 1979, Киев, Наук. думка, 1979. 256 с.
157. Бережнинский В. И., Дмитриев В. П. — Там же.
158. Степанянц С. А. и др. А.с. 238066 (СССР); Открытия. Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1969, № 9, с. 63.
159. Фуks И. Г., Вайншток В. В. Уплотнительные смазочные материалы. М., ЦНИИТнефтехим, 1968. 90 с.
160. Энтин Г. Я. и др. А.с. 227469 (СССР); Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1968, № 30, с. 64.
161. Островская Т. К. и др. А.с. 218363 (СССР). Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1975, № 21, с. 83. — В кн. Пластичные смазки. Сб. трудов ВНИИ НП. М., ЦНИИТнефтехим, 1977, вып. 24. 116 с.
162. Забелина Н. П., Мецанинов С. М., Сморгонская Е. Ф. — В кн.: Пластичные смазки. Тез. докл. III Всесоюз. науч.-техн. конф. Бердянск, 1979. Киев, Наук. думка, 1979. 256 с.
163. Забелина Н. П. и др. А.с. 727675 (СССР); Открытия. Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1980, № 14, с. 124.
164. Макеева Е. Д., Кобаль Г. Н., Шимелис И. Н. А.с. 211714 (СССР); Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1968, № 8, с. 73.
165. Щербюк Н. Д., Якубовский Н. В. Резьбовые соединения труб нефтяного сортамента и забойных двигателей. М., Недра, 1974. 253 с.
166. Афанасьев И. Д. и др. А.с. 194214 (СССР); Изобр. Пром. образцы. Товарн. знаки, 1967, № 8, с. 55.
167. Янив А. А. и др. — Нефтепереработка и нефтехимия, 1976, № 2, с. 17.
168. Сентюрихина Л. Н. и др. — Химия и технология топлив и масел, 1967, № 1, с. 23.
169. Назарова Л. И., Никоноров Е. М., Волобуев Н. К. — Нефтепереработка и нефтехимия, 1973, № 12, с. 49.
170. Островская Т. К., Бакалейников М. Б., Михеев В. А. — В кн. Нефть, процессы и продукты ее углубленной переработки. Сб. науч. тр. ВНИИ НП, М., ЦНИИТнефтехим, 1983, вып. 44. 132 с.
171. Щепстыев Н. А. и др. Информ. листок № 0059—79, серия 10.04. М., ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1979. 2 с.
172. Островская Т. К., Мерзляков Т. А., Поплевин В. И. — Нефтепереработка и нефтехимия, 1981, № 5, с. 23.

Выпускаемые смазки*

Автомобильная 114, 32, 37, 38, 41, 63, 65, 114
 Автосмазка ВТВ-1 в аэрозольной упаковке 148
 АК см. Антикоррозионная АК
 АМ карданная 115, 32, 37, 114
 АМС-1 134, 132, 144, 149
 АМС-3 134, 132, 144
 АН 88, 94
 Антиаварийная ЖА 131, 123
 Антикоррозионная АК 148, 123
 Антиобледенительная для токоприемников электроподвижного состава ЦНИИ-КЗ 132, 123
 Арматол-238 158
 АЦ-1 88, 89
 АЦ-3 88, 89
 Аэрол 47, 39, 40, 53, 134

 БВН-1 см. Графитная БВН-1
 Бензиноупорная 159
 БНЗ-3 39, 36
 БНЗ-4 53, 39, 40, 134
 БНЗ-5 54, 39, 53
 БОЗ-1 см. Канатная БОЗ-1

 Вазелин кремнийорганический КВ-3/10Э 155, 157
 Вазелин технический волокнистый ВТВ-1 148
 Вазелин технический для резиновой промышленности 147, 148
 Вакуумная 172
 Вакуумная замазка см. Замазка вакуумная
 Вакуумная МЗ-5 94
 ВК 88
 ВНИИ НП-207 46, 39, 40, 95, 99, 109, 122
 ВНИИ НП-210 54, 39
 ВНИИ НП-214 46, 39, 40
 ВНИИ НП-219 47, 39, 40, 46, 95
 ВНИИ НП-220 46, 39, 40, 95
 ВНИИ НП-223 86, 87, 95, 102, 135
 ВНИИ НП-225 см. Паста ВНИИ НП-225
 ВНИИ НП-228 86, 85, 87, 88, 95, 102
 ВНИИ НП-231 54, 39, 55
 ВНИИ НП-232, см. Паста ВНИИ НП-232
 ВНИИ НП-233, 55, 39, 79

 ВНИИ НП-235 55, 39
 ВНИИ НП-242 95, 99, 134
 ВНИИ НП-246 55, 39, 109
 ВНИИ НП-247 47, 40, 46
 ВНИИ НП-248 94
 ВНИИ НП-254 103, 63, 65, 102
 ВНИИ НП-257 112, 79, 88, 113
 ВНИИ НП-258 113
 ВНИИ НП-260 87, 85, 95, 135
 ВНИИ НП-261 103, 39, 102
 ВНИИ НП-263 171
 ВНИИ НП-269 56
 ВНИИ НП-270 113
 ВНИИ НП-271 63
 ВНИИ НП-273 68
 ВНИИ НП-274 109, 47, 79, 88, 112
 ВНИИ НП-275 68
 ВНИИ НП-278 154
 ВНИИ НП-279 69
 ВНИИ НП-280 78
 ВНИИ НП-281 108, 102
 ВНИИ НП-282 77, 69, 76, 78, 88
 ВНИИ НП-283 78, 69
 ВНИИ НП-286 87
 ВНИИ НП-290 89, 88
 ВНИИ НП-291 159
 ВНИИ НП-292 159
 ВНИИ НП-293 112
 ВНИИ НП-294 75, 74
 ВНИИ НП-295, 76, 74
 ВНИИ НП-298 172
 ВНИИ НП-299 89, 88
 ВНИИ НП-300 172
 ВНИИ НП-501 55, 39
 ВНИИ НП-502 95
 ВС см. Снарядная ВС
 ВТВ-1 см. Вазелин технический волокнистый ВТВ-1

 Геол-1 141
 Гидрофобная паста ОРГРЕС-150 см.
 Паста гидрофобная ОРГРЕС-150
 ГОИ-54п 64, 56, 65, 79, 88, 144, 171
 Графитная 29, 114, 132, 169
 Графитная БВН-1 171
 Графитол 47, 39, 40, 53, 134

 Дельта I 89, 88
 Дельта III 89, 88
 Дисперсол-1 122
 Для автотормозных приборов ЖТ-79Л 131, 123

Для автотормозных приборов подвижного железнодорожного состава ЖТ-72 130, 123
 Для газовых кранов 159
 Для пропитки органических сердечников стальных канатов Е-1 155, 144, 149
 Для пропитки органических сердечников стальных канатов Е-9 155
 Для резьбовых соединений (Р-2) 168
 Долотол АУ 141
 Долотол Н 141
 Долотол НУ 141
 ДТ-1 122

Е-1 см. Для пропитки органических сердечников стальных канатов Е-1
 Е-9 см. Для пропитки органических сердечников стальных канатов Е-9

ЖА см. Антиаварийная ЖА
 ЖБК см. Кулисная ЖБК
 ЖД см. Твердая ЖД
 Железнодорожная ЖРО 123, 130
 Железнодорожная ЛЗ-ЦНИИ 123, 32, 130
 Жировой консталин см. Консталин-1, -2
 Жировой пресс-солидол см. Пресс-солидол Ж
 Жировой солидол см. Солидол Ж и Солидол жировой
 ЖК см. Кулисная ЖК
 ЖР марки Ед см. Рельсовая ЖР марки Ед
 ЖР марки З см. Рельсовая ЖР марки З
 ЖРО см. Железнодорожная ЖРО
 ЖТ-72 см. Для автотормозных приборов подвижного железнодорожного состава ЖТ-72
 ЖТ-79Л см. Для автотормозных приборов ЖТ-79Л
 ЖТКЗ-65 см. Тормозная ЖТКЗ-65

Замазка вакуумная 172
 Замазка ЗЗК-3у 172
 ЗЗК-3у см. Замазка ЗЗК-3у
 Зимол 63, 28, 29, 33, 62, 64, 65, 115, 132, 134
 ЗЭС 140, 144, 148

Индустриальная ИП-13, 135, 41
 Индустриальная ИП-1Л 135, 41
 ИП-13 см. Индустриальная ИП-13
 ИП-1Л см. Индустриальная ИП-1Л
 ИР см. Ротационная ИР

Канатная БОЗ-1 154, 144, 149
 Канатная КФ-10 155
 Канатная КФ-10Э 155
 Канатная 39у 149, 144
 Карданная АМ см. АМ карданная
 КБС 140, 135
 КВ-3/10Э см. Вазелин кремнийорганический КВ-3/10Э
 КМ см. Колесная мазь КМ
 Колесная 25
 Колесная мазь 25
 Колесная мазь КМ 25
 Консталин-1 33, 29, 32, 37, 41, 63, 95, 114, 134
 Консталин-2 33, 29, 32, 37, 41, 63, 95, 114, 134
 Контактная 132, 123
 КПД см. Паста кремнийорганическая КПД
 КПИ см. Паста кремнийорганическая КПИ
 Кремнийорганическая паста КПД см. паста кремнийорганическая КПД
 Кремнийорганическая паста КПИ см. паста кремнийорганическая КПИ
 Кремнийорганический вазелин КВ-3/10Э см. Вазелин кремнийорганический КВ-3/10Э
 Криогель 79
 Крус 115
 КСБ 122, 94
 КСТ 77
 Кулисная ЖБК 130
 Кулисная ЖК 130, 32
 КФ-10 см. Канатная КФ-10
 КФ-10Э см. Канатная КФ-10Э

ЛДС-1 99, 46, 95
 ЛДС-2 99, 46, 95
 Лейнерная 171
 ЛЗ-ГАЗ 41 158
 ЛЗ-ЦНИИ см. Железнодорожная ЛЗ-ЦНИИ
 ЛЗ-31 121
 ЛЗ-31Т 131
 ЛЗ-32м 88
 ЛЗ-32у 88
 ЛЗ-162 153
 Лимол 170, 39, 65
 Литя 63, 29, 33, 56, 62, 64, 65, 88

* Основные сведения об отдельных марках смазок даны на страницах, выделенных жирным шрифтом и приведенных первыми.

Литол-24 36, 25, 29, 32, 33, 39, 56, 63,
65, 95, 99, 114, 115, 130, 132,
134, 144
Литол-24РК 38, 132, 134, 144
Литол-459/5 122
ЛКС-2 140, 135
ЛПИ-7 88
ЛС-1П 65, 37, 134
ЛСЦ-15 114, 115

Мазь колесная см. Колесная мазь
Мазь колесная КМ см. Колесная
мазь КМ
МБ-9А 88
МЗ 65, 63, 64, 132
МЗ-5 см. Вакуумная МЗ-5
МЗ-10 122
Морская МУС-3А 65, 132
МС-70 64, 56, 63, 132, 144
МУС-3А см. Морская МУС-3А

Насосная 159
НК-50 см. Самолетомоторная туго-
плавкая СТ (НК-50)

ОКБ-122-7 79, 85, 88, 95, 102, 135,
144
ОКБ-122-7-5 85
ОРГРЭС-150 см. Паста гидрофобная
ОРГРЭС-150
Орлон 94, 88, 89

Паста ВНИИ НП-225 170, 55, 65
Паста ВНИИ НП-232 170, 39, 55, 65
Паста гидрофобная ОРГРЭС-150 157
Паста кремнийорганическая КПД

157
Паста кремнийорганическая КПИ

157
Паста 164-39 94
ПН 148

ПП 95/5 см. Состав предохранитель-
ный ПП 95/5

Пресс-солидол Ж 29, 37
Пресс-солидол С 29, 28, 37

Протон 94
Пушечная 144, 88, 123, 148, 149
ПФМС-4С 54, 65

Р-1 88
Р-2 см. Для резьбовых соединений
(Р-2)
Р-113 см. Резьбовая Р-113
Р-402 см. Резьбовая Р-402
Р-416 см. Резьбовая Р-416

Резьбовая Р-113 163, 168, 169
Резьбовая Р-402 163, 168, 169
Резьбовая Р-416 163, 168, 169
Рельсовая ЖР марки Б 132, 123
Рельсовая ЖР марки З 132, 123
Ротационная ИР 140
РС-1 см. Часовая РС-1 общего на-
значения

Самолетомоторная тугоплавкая СТ
(НК-50) 108, 39, 56, 102, 103

Свинцоль-01 103, 65, 102
Свинцоль-02 103, 65, 102

Свэм 99, 46, 95, 122

СГП 159

Силкоп 52, 39, 134

Синтетический пресс-солидол см.
Пресс-солидол С

Синтетический солидол см. Солидол
С и Солидол синтетический

Сиол 140

Снарядная ВС 171

Солидол Ж 29, 37, 38

Солидол жировой 29, 63, 65, 95, 114,
134

Солидол С 28, 25, 29, 37, 38, 41, 63,
123, 132, 144, 149

Солидол синтетический 25, 63, 65, 95,
114, 134

Состав предохранительный ПП 95/5
148, 144

СОТ 89, 88

СТ см. Самолетомоторная тугоплав-
кая СТ (НК-50)

Старт 140, 86, 135

Твердая ЖД 131, 123

Тормозная ЖТКЗ-65 130, 123, 131

Торсиол-35А 154, 144, 149

Торсиол-35Б 154, 144, 149

Торсиол-35Э 154

Торсиол-55 154, 149

Трансол-100, -200, -300 134

Униол-1 40, 33, 37, 65, 99, 141

Униол-2 135, 33, 40, 134

Фиол-1 38

Фиол-2 38

Фиол-2М 38, 65, 115, 122

Фиол-2У 115

Фиол-3 38

Фиол-4 99, 95

Фторуглеродная 3Ф 77, 78

Фторуглеродная 10-ОКФ 76, 77, 78

ЦИАТИМ-201 56, 28, 37, 38, 63, 65,
79, 85, 88, 94, 102, 103, 123,
130

ЦИАТИМ-202 85, 37, 79

ЦИАТИМ-203 62, 37, 65, 102, 103

ЦИАТИМ-205 69, 37

ЦИАТИМ-221 41, 37, 39, 40, 46, 56,
68, 79, 88, 94, 95, 99, 109, 130,
135

ЦИАТИМ-221с 45, 39, 40

ЦНИИ-КЗ см. Антиобледенительная
для токоприемников электро-
подвижного состава ЦНИИ-КЗ

Часовая РС-1 общего назначения 87

Шахтол 134

ШРБ-4 114

Шрус-4 115, 120

Электра-1 95

Эра 102, 45, 62, 85, 87, 103

ЭШ-176 99, 37, 95

1-13 жировая 32, 37, 38, 41, 63, 65,
95, 114, 123, 134

ЦКП 88

2АС 88

2СК 88

2ЦКП 88, 89

3СК 88

3ЦКП 88

3Ф см. Фторуглеродная 3Ф

4-1 88

4СК 88

4ЦКП 88, 89

6-2 88

7-2 88

10-1 88

10-1Ф 88

10-2 88

10-ОКФ см. Фторуглеродная 10-ОКФ

11-1 88

14-5 88

16Б 88

16Г 88

20-О 88

20-Р 88

39у см. Канатная 39у

164—39 см. Паста 164-39

№ 2 88, 89

№ 7 88

№ 8 76, 69, 77, 78

№ 9 108, 63, 102

№ 12 88

№ 17 88, 89

№ 158 120

Измененные наименования смазок

Автомобильная для переднего веду-
щего моста АМ (карданная)
см. АМ карданная

Бензиноупорная БУ см. Бензиноупор-
ная

БНЗ-3 для горнорудного оборудо-
вания, см. БНЗ-3

БУ см. Бензиноупорная

Вазелин технический УН см. Вазе-
лин технический для резиновой
промышленности

ВЛ см. Лейнерная

ВНИИ НП-286М см. Эра

ВНИИ НП-288 см. Свэм

ВНИИ НП-505 см. Старт

ВНИИ НП-514 см. Электра-1

Графитная УСсА см. Графитная

Для автотормозных приборов ЖТКЗ-
65 см. Тормозная ЖТКЗ-65

Для горнорудного оборудования
БНЗ-3 см. БНЗ-3

Для роликовых подшипников ЖРО
см. Железнодорожная ЖРО

Дышлаовая ЖД см. Твердая ЖД

Зуевского см. Антиаварийная ЖА

Канатная массового назначения тор-
сиол-35, торсиол-35Э см. Тор-
сиол-35А, Торсиол-35Б, Тор-
сиол-35Э

Консталин УТ-1 см. Консталин-1

Консталин УТ-2 см. Консталин-2

Крон I см. Дельта I

Крон III см. Дельта III

Лейнерная ВЛ см. Лейнерная

ЛВК см. Пушечная

Пресс-солидол жировой см. пресс-со-
лидол Ж

Пресс-солидол синтетический см.
пресс-солидол С

Пресс-солидол УС-1 см. Пресс-солидол Ж
Пресс-солидол УСс-1 см. Пресс-солидол С

Рамзая см. Вакуумная

Солидол УС-1 см. Пресс-солидол Ж
Солидол УС-2 см. Солидол Ж
Солидол УСс-1 см. Пресс-солидол С
Солидол УСс-2 см. Солидол С

Твердая паровозная дышлавая ЖД см. Твердая ЖД

УН см. Вазелин технический для резиновой промышленности
Универсальная среднеплавкая УС-1 см. Пресс-солидол Ж
Универсальная среднеплавкая УС-2 см. Солидол Ж
Универсальная среднеплавкая УСс-1 см. Пресс-солидол С

Не выпускаемые смазки (устаревшие)

Артиллерийское сало 144
АЦ-2* 88

ВНИИ НП-206 55
ВНИИ НП-222 55
ВНИИ НП-234 55
ВНИИ НП-236 55
ВНИИ НП-262 135
ВНИИ НП-264 69
ВНИИ НП-287 68

Для пропитки органических сердечников стальных канатов Е-1Т* 155

КАВС 141
КАВС-45 141
КС* 77
Мадия 25

Универсальная среднеплавкая УСс-2 см. Солидол С
Универсальная тугоплавкая УТ-1 см. Консталин-1
Универсальная тугоплавкая УТ-2 см. Консталин-2
УС-1 см. Пресс-солидол Ж
УС-2 см. Солидол Ж
УСс-1 см. Пресс-солидол С
УСс-2 см. Солидол С
УСс-А см. Графитная
УТ-1 см. Консталин-1
УТ-2 см. Консталин-2

ЦИАТИМ-221Д см. Для автотормозных приборов подвижного железнодорожного состава ЖТ-72

ШИПС-02 см. ВНИИ НП-283

Электросил-1с см. Паста 164—39

ЯНЗ-2 см. Автомобильная

Масленочная мазь 25
Метро 32, 123

Нефтяное сало (Нефтесало) 144
ПК 95

Пушечное сало (Пушсало) 144

Себонафт 144
Северол-1 63

Тавот 25
Твердая буксовая ЖБ
Текстильная ИТ 135

БА* 77
№ 137 41, 135

* Техническая документация на смазку действует.

Указатель нормативно-технической документации на смазки

Государственные стандарты

ГОСТ 1033—79 Смазка солидол жировой. Технические условия
ГОСТ 1957—73 Смазка консталин (консталин-1, консталин-2). Технические условия
ГОСТ 2712—75 Смазка АМС (АМС-1, АМС-3). Технические условия
ГОСТ 3260—75 Смазка снаряжная ВС. Технические условия
ГОСТ 3276—74 Смазка пластичная ГОИ-54п. Технические условия
ГОСТ 3333—80 Смазка графитная. Технические условия
ГОСТ 4113—80 Состав предохранительный ПП-95/5. Технические условия
ГОСТ 4366—76 Смазка солидол синтетический (солидол С, пресс-солидол С). Технические условия
ГОСТ 5078—80 Смазка лейнерная. Технические условия
ГОСТ 5573—67 Смазка самолетомоторная тугоплавкая СТ. Технические условия
ГОСТ 5656—60 Смазка графитная БВН-1. Технические условия
ГОСТ 5730—51 Смазка АМ карданная. Технические условия
ГОСТ 6267—74 Смазка ЦИАТИМ-201. Технические условия
ГОСТ 7171—78 Смазка бензиноупорная. Технические условия
ГОСТ 8551—74 Смазка ЦИАТИМ-205. Технические условия
ГОСТ 8773—73 Смазка ЦИАТИМ-203. Технические условия
ГОСТ 9432—60 Смазка автомобильная. Технические условия
ГОСТ 9433—80 Смазка ЦИАТИМ-221. Технические условия
ГОСТ 9762—76 Смазка МС-70. Технические условия
ГОСТ 11110—75 Смазка ЦИАТИМ-202. Технические условия
ГОСТ 12030—80 Смазка ВНИИ НП-223. Технические условия
ГОСТ 12330—77 Смазка ВНИИ НП-228. Технические условия
ГОСТ 14068—79 Паста ВНИИ НП-232. Технические условия
ГОСТ 14296—78 Смазка ВНИИ НП-279. Технические условия
ГОСТ 15037—69 Смазка для пропитки органических сердечников стальных канатов. Технические условия
ГОСТ 15975—70 Вазелин кремнийорганический марки КВ-3/10Э
ГОСТ 16105—70 Смазка ВНИИ НП-257. Технические условия
ГОСТ 16862—71 Смазка ВНИИ НП-263. Технические условия
ГОСТ 18179—72 Смазка ОКБ-122-7
ГОСТ 18852—73 Смазка ВНИИ НП-246
ГОСТ 19337—73 Смазка ВНИИ НП-274. Технические условия
ГОСТ 19537—83 Смазка пушечная. Технические условия
ГОСТ 19538—74 Смазка ЗЗК-3у
ГОСТ 19774—74 Смазка ВНИИ НП-207. Технические условия
ГОСТ 19782—74 Паста ВНИИ НП-225. Технические условия
ГОСТ 19791—74 Смазка железнодорожная ЛЗ-ЦНИИ. Технические условия
ГОСТ 19832—74 Смазка ВНИИ НП-260. Технические условия
ГОСТ 20421—75 Смазка ВНИИ НП-242
ГОСТ 20458—75 Смазка Торсиол-55. Технические условия
ГОСТ 21150—75 Смазка Литол-24. Технические условия
ГОСТ 21532—76 Смазка часовая РС-1 общего назначения
ГОСТ 23510—79 Смазка УНИОЛ-2. Технические условия
ГОСТ 24296—81 Смазка ВНИИ НП-282
ГОСТ 24300—80 Смазка ЛЗ-31. Технические условия

Отраслевые стандарты

ОСТ 6-02-205—78 Смазка фторуглеродная 10-ОКФ
ОСТ 26-07-1204—75 Приготовление графитовой смазки
ОСТ 38.1.37—74 Смазка ротационная ИР
ОСТ 38.0156—79 Вазелин технический для резиновой промышленности



ОСТ 38.0183—75 Смазка вакуумная	ОСТ 38.01196—80 Смазка ВНИИ
ОСТ 38.0194—75 Смазка вакуумная	ОСТ 38.01283—75 Смазка условия
ОСТ 38.01113—76 Смазка ВНИИ	ОСТ 38.01295—83 Смазка Литва
ОСТ 38.01145—80 Смазка 1-13 жи- ровая. Технические условия	ОСТ 95.419—76 Смазка УПИ, КС, КСТ, 5А. Жидкость Б-1 и М-1
ОСТ 38.01180—80 Смазка	ОСТ 95.510—77 Масло-8, смазка № 8
ЦИАТИМ-221с. Технические условия	

Республиканские стандарты

РСТ БССР 486—78 Мазь колесная	РСТ УССР 1016—81 Смазка колес- ная
-------------------------------	---------------------------------------

Технические условия

ТУ 6-02-1-404—82 Паста кремний- органическая КПИ	ТУ 38.10152—74 Смазка спол
ТУ 6-02-796—78 Смазка фторугле- родная 3Ф	ТУ 38.10164—76 Смазка ВНИИ
ТУ 6-02-833—78 Паста кремнийор- ганическая КПД	ТУ 38.10171—74 Морская смазка
ТУ 6-02-917—79 Смазка ПФМС-4С	ТУ 38.10181—77 Смазка ВНИИ
ТУ 6-02-989—77 Паста 164-39	ТУ 38.10183—75 Смазка ВНИИ
ТУ 6-15-954—80 Автосмазка ВТВ-1 в аэрозольной упаковке	ТУ 38.10196—76 Смазка ЭШ-176
ТУ 32 ЦТ 520—83 Смазка железно- дорожная ЖРО	ТУ 38.10180—76 Вазелин техниче- ский волокнистый ВТВ-1
ТУ 32 ЦТ 546—83 Смазка тормоз- ная ЖТКЗ-65	ТУ 38.10181—77 Смазка ВНИИ
ТУ 32 ЦТ 548—83 Смазка твердая ЖД	ТУ 38.101207—75 Смазка литол- 459/5
ТУ 32 ЦТ 549—83 Смазка кулисная ЖК	ТУ 38.101233—75 Смазка фиол-2М
ТУ 32 ЦТ 550—83 Смазка анти- аварийная ЖА	ТУ 38.101273—72 Смазка ВНИИ
ТУ 32 ЦТ 552—78 Смазка анти- коррозийная АК	ТУ 38.101275—72 Смазка ВНИИ
ТУ 32 ЦТ 553—83 Смазка рельсо- вая ЖР «Ед», «З»	ТУ 38.101287—72 Смазка ВНИИ
ТУ 32 ЦТ 743—76 Мазь колесная КМ	ТУ 38.101298—72 Смазка ВНИИ
ТУ 32 ЦТ 896—82 Смазка антиоб- леденительная для токоприем- ников электроподвижного со- става ЦНИИ-КЗ	ТУ 38.101297—78 Смазка ВНИИ
ТУ 32 ЦТ 1176—83 Смазка для ав- тотормозных приборов ЖТ- 79Л	ТУ 38.101298—72 Смазка ВНИИ
ТУ 38.001116—73 Смазка № 9	ТУ 38.101311—78 Паста насосная
ТУ 38.001178—79 Смазка ВНИИ	ТУ 38.101315—77 Смазка ЛЗ-162
НП-228	ТУ 38.101316—78 Смазка для газо- вых кранов
ТУ 38.001198—74 Смазка ВНИИ	ТУ 38.101320—77 Смазка № 158
НП-291	ТУ 38.101324—72 Смазка ВНИИ
ТУ 38.001263—76 Смазка МЗ	НП-299
ТУ 38.001264—76 Смазка Литва	ТУ 38.101332—76 Смазка для резь- бовых соединений (Р-2)
ТУ 38.10123—81 Смазка ВНИИ	ТУ 38.101345—77 Смазка для авто- тормозных приборов подвиж- ного железнодорожного соста- ва ЖТ-72
НП-281	ТУ 38.101349—79 Смазка ВНИИ
	НП-258

ТУ 38.101382—73 Смазка СОТ	ТУ 38.101924—82 Смазка криогель
ТУ 38.101383—73 Смазка АЦ (АЦ- 1, АЦ-2, АЦ-3)	ТУ 38.101950—83 Смазка эра
ТУ 38.101471—74 Смазка ВНИИ	ТУ 38.101982—84 Смазка свэм
НП-219	ТУ 38 УССР 2-01-115—76 Смазка КСБ
ТУ 38.101472—74 Смазка ВНИИ	ТУ 38 УССР 2-01-116—76 Смазка ДТ-1
НП-292	ТУ 38 УССР 201129—77 Смазка контактная
ТУ 38.101474—74 Смазка ЗЭС	ТУ 38 УССР 201143—77 Смазка ШРБ-4
ТУ 38.101475—74 Смазка ВНИИ	ТУ 38 УССР 2-01-144—72 Смазка дисперсол-1
НП-220	ТУ 38 УССР 201145—77 Смазка ЛС-1П
ТУ 38.101476—74 Смазка ВНИИ	ТУ 38 УССР 201146—80 Смазка лимол
НП-273	ТУ 38 УССР 2-01-150—78 Смазка униол-1
ТУ 38.101505—74 Смазка ВНИИ	ТУ 38 УССР 201171—79 Смазка аэрол
НП-214	ТУ 38 УССР 201172—77 Смазка графитол
ТУ 38.101559—75 Паста гидрофоб- ная ОРГРЭС-150	ТУ 38 УССР 201188—79 Смазка фиол-2
ТУ 38.101571—75 Смазка ЛЗ-31Т	ТУ 38 УССР 201197—80 Смазка БНЗ (БНЗ-4, БНЗ-5)
ТУ 38.101577—76 Смазка свин- цоль-01	ТУ 38 УССР 2-01-214—80 Смазка торсиол-35 (торсиол-35А, тор- сиол-35Б, торсиол-35С)
ТУ 38.101578—76 Смазка свин- цоль-02	ТУ 38 УССР 2-01-223—75 Смазка для пропитки органических сердечников стальных канатов Е-9
ТУ 38.101588—80 Смазка ОКБ-122- 7-5	ТУ 38 УССР 201224—80 Смазка ЛСЦ-15
ТУ 38.101603—76 Смазка ВНИИ	ТУ 38 УССР 201247—80 Смазка фиол-1
НП-271	ТУ 38 УССР 201266—79 Смазка фиол-2у
ТУ 38.101604—76 Смазка ВНИИ	ТУ 38 УССР 201285—82 Смазка зимол
НП-293	ТУ 38 УССР 201291—77 Смазка ЛДС (ЛДС-1, ЛДС-2)
ТУ 38.101622—76 Смазка МЗ-10	ТУ 38 УССР 201312—81 Смазка шрус-4
ТУ 38.101630—76 Смазка ВНИИ	ТУ 38 УССР 201324—79 Смазка фиол-3
НП-278	ТУ 38 УССР 2-01-335—80 Смазка канатная 39у
ТУ 38.101643—76 Смазка ВНИИ	ТУ 38 УССР 201342—80 Смазка литол-24РК
ТУ 38.101644—76 Смазка ЛЗ-ГАЗ 41	ТУ 38 УССР 201357—80 Смазка БНЗ-3
ТУ 38.101687—77 Смазка ВНИИ	ТУ 38 УССР 201369—81 Смазка долотол Н
НП-233	ТУ 38 УССР 201370—81 Смазка долотол АУ
ТУ 38.101702—77 Смазка ЛПИ-7	ТУ 38 УССР 201371—81 Смазка долотол НУ
ТУ 38.101708—78 Смазки резьбо- вые Р-113, Р-402, Р-416	
ТУ 38.101733—78 Смазка СГП	
ТУ 38.101751—78 Смазка ВНИИ	
НП-295	
ТУ 38.101771—79 Смазка ВНИИ	
НП-502	
ТУ 38.101805—80 Смазка орион	
ТУ 38.101812—83 Смазка пластич- ная арматол-238	
ТУ 38.101818—80 Смазка ВНИИ	
НП-280	
ТУ 38.101820—80 Смазка инду- стриальная ИП-1 (ИП-1Л, ИП- 13)	
ТУ 38.101833—80 Смазка дельта (дельта I, дельта II)	
ТУ 38.101876—81 Смазка ПН	
ТУ 38.101880—81 Смазка ВНИИ	
НП-290	
ТУ 38.101891—81 Смазка ВНИИ	
НП-275	
ТУ 38.101918—82 Смазка ВНИИ	
НП-501	

ТУ 38.УССР 201379—81 Смазка канатная КФ-10(КФ-10Э)	ТУ 38 40158—73 Смазка ВНИИ НП-269
ТУ 38 УССР 201385—82 Смазка геол-1	ТУ 38 4.01.63—80 Смазка КБС
ТУ 38.УССР 201398—83 Смазка фиол-4	ТУ 38 4.01.71—80 Смазка ЛКС-2
ТУ 38.УССР 201411—83 Смазка ЕЖС	ТУ 38 401204—81 Смазка старт
ТУ 38 3012—70 Смазка вакуумная МЗ-5	ТУ 38 401301—80 Смазка электра-1
ТУ 38.40146—83 Смазка ВНИИ НП-254	ТУ 38.401325—81 Смазка ВНИИ НП-247
	ТУ 38.401341—81 Смазка ВНИИ НП-261
	ТУ 39-9-157—75 Смазка канатная БОЗ-1

Владимир Владимирович
Синицын

Пластичные
смазки
в СССР

Редактор Г. М. Медникова
Художественный редактор Н. В. Носов
Технические редакторы В. М. Скитина,
С. Ю. Титова
Корректор О. Е. Иваницкая

ИБ 1716

Сдано в наб. 03.04.84. Подп. в печ. 31.08.84.
Т-18604. Формат бумаги 60×90^{1/16}. Бумага
тип. № 2. Гарнитура литературная. Печать
высокая. Усл. печ. л. 12,0. Усл. кр.-отг. 12,375.
Уч.-изд. л. 15,12. Тираж 23 000 экз. Цена
80 коп. Заказ № 129. Изд. № 2663

Ордена „Знак Почета“ издательство
„Химия“, 107076, Москва, Стромынка, 21,
корп. 2

Ленинградская типография № 2 головное
предприятие ордена Трудового Красного
Знамени Ленинградского объединения
„Техническая книга“ им. Евгения Соколовой
Союзполиграфпрома при Государственном
комитете СССР по делам издательств,
полиграфии и книжной торговли.
198052, г. Ленинград, Л-52, Измайловский
проспект, 29