

**В.А. ЛИХАНОВ, Р.Р. ДЕВЕТЬЯРОВ, С.А. РОМАНОВ**

# **СПРАВОЧНИК ПО ТОПЛИВАМ И МАСЛАМ**



**КИРОВ 2015**

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВЯТСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

**КАФЕДРА ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ,  
АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ**

**В.А. ЛИХАНОВ, Р.Р. ДЕВЕТЬЯРОВ, С.А. РОМАНОВ**

**СПРАВОЧНИК ПО ТОПЛИВАМ  
И МАСЛАМ**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

**КИРОВ 2015**

УДК 631.372

**Лиханов В.А., Деветьяров Р.Р., Романов С.А.** Справочник по топливам и маслам: Учебное пособие.- Киров: ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, 2015. – 164 с.

Пособие разработано академиком Российской Академии транспорта, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой тепловых двигателей, автомобилей и тракторов **Лихановым В.А.** и доцентами этой же кафедры, кандидатом технических наук **Деветьяровым Р.Р., Романовым С.А.**

Пособие рассмотрено и рекомендовано к печати учебно-методической комиссией инженерного факультета Вятской ГСХА (протокол № 3 от 04.12.2014 г.).

**Рецензенты:** профессор кафедры эксплуатации мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин, кандидат технических наук Л.А. Жолобов (ФГБОУ ВПО Нижегородская ГСХА); заведующий кафедрой эксплуатации и ремонта машинно-тракторного парка, доктор технических наук, профессор Р.Ф. Курбанов (ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА).

Учебное пособие «Справочник по топливам и маслам» предназначено для проведения лабораторных занятий студентов инженерного факультета по направлениям:

190601.62 - Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов;

110800.62 - Агроинженерия.

© В.А. Лиханов, Р.Р. Деветьяров, С.А. Романов, 2015

© ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, 2015

## О Г Л А В Л Е Н И Е

1. Моторные масла. Требования, классификация и система обозначений	5
1.1. Требования, предъявляемые к современным моторным маслам	5
1.2. Классификации и системы обозначений моторных масел	7
1.2.1. Классификация моторных масел по вязкости	7
1.2.2. Международная классификация моторных масел по вязкости SAE J-300 DEC 99	9
1.2.3. Классификация моторных масел по уровню эксплуатационных свойств	11
1.2.4. Международная классификация моторных масел по API	11
1.2.5. Международная классификация моторных масел по ILSAC	19
1.2.6. Международная классификация моторных масел по ACEA	21
1.2.7. Классификации моторных масел по составу	33
1.3. Как выбрать масло для вашего автомобиля?	35
2. Трансмиссионные масла. Требования, классификация и системы обозначений	41
3. Гидравлические масла. Требования, классификация и системы обозначений	50
4. Масла для технологического оборудования и специальной техники	54
4.1. Индустриальные масла	54
4.1.1. Требования, классификация и система обозначений	54
4.1.2. Ассортимент индустриальных масел	56
4.2. Энергетические масла. Требования, классификация и система обозначений	60
4.2.1. Турбинные масла	60
4.2.2. Электроизоляционные масла	60
4.2.3. Компрессорные масла	63
4.2.4. Масла для компрессоров холодильных машин	66
4.3. Судовые масла	67
4.4. Тепловозные масла	67
4.5. Масла для авиационных двигателей	67
4.5.1. Масла для поршневых двигателей	68

4.5.2. Масла для турбореактивных двигателей	68
4.5.3. Масла для турбовинтовых двигателей	72
4.6. Масла для газоперекачивающих агрегатов	72
4.7. Технологические масла	77
5. Моторные топлива	79
5.1. Автомобильные бензины	79
5.1.1. Основные свойства	80
5.1.2. Состав бензинов и их свойства	84
5.1.3. Технология производства бензина	87
5.1.4. Классификация и ассортимент автомобильных бензинов	92
5.2. Дизельные топлива	106
5.2.1. Основные свойства	106
5.2.2. Ассортимент дизельных топлив	110
6. Пластичные смазки	122
6.1. Состав пластичных смазок	122
6.2. Классификация пластичных смазок	125
6.3. Ассортимент и области применения смазок	126

# **1. МОТОРНЫЕ МАСЛА. ТРЕБОВАНИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ И СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЙ**

## **1.1. Требования, предъявляемые к современным моторным маслам**

Общими тенденциями развития двигателестроения являются: увеличение соотношения мощности и объёма двигателя (далее «литровая мощность»), повышение его экономичности и надёжности, улучшение пусковых свойств, уменьшение массогабаритных показателей. Решение любой из этих проблем тесно связано с вопросами применения моторных масел. Для обеспечения надёжной работы двигателей применяемые в них масла должны обладать определёнными эксплуатационными свойствами.

Надёжность работы двигателя во многом определяется выбором масла с оптимальной вязкостью. В широком диапазоне условий эксплуатации наиболее эффективны масла с пологой вязкостно-температурной характеристикой (т.е. масла, вязкость которых в наименьшей степени меняется при изменении температуры масла).

Для обеспечения минимального износа деталей двигателя лучше использовать масла большей вязкости. Однако чрезмерное повышение вязкости увеличивает потери на трение, а это ведет к повышенному расходу топлива. Снижение исходной вязкости, как правило, улучшает прокачиваемость масел при низких температурах, которая характеризует способность масла своевременно поступать к местам смазки при пуске двигателя. Чем лучше прокачиваемость, тем ниже износ деталей двигателя при пуске и тем выше его коэффициент полезного действия (КПД) за счет уменьшения расхода топлива. Поэтому конструкторы стремятся к выбору оптимальной величины вязкости масла в зависимости от типа двигателя и условий его эксплуатации.

В целях облегчения веса двигателя конструкторы прибегают к уменьшению емкости систем смазки, а это приводит к возрастанию кратности циркуляции масла и интенсификации его окисления. Эффективное снижение скорости образования нагаров и лаков в системе смазки двигателя возможно только в том случае, если масло обладает достаточно высокими моуще-диспергирующими и антиокислительными свойствами.

Для увеличения надежности и обеспечения высокого ресурса работы двигателя необходимо, чтобы моторные масла имели высокий уровень противоизносных и противозадирных свойств.

Для снижения коррозионного износа деталей цилиндропоршневой группы и вкладышей коленчатого вала, вызываемого кислыми продуктами сгорания топлива, моторные масла должны обладать нейтрализующим действием.

Требования к маслу определяются не только типом двигателя, конструктивными особенностями агрегатов, но и условиями эксплуатации, а также качеством топлива. Так, при работе на непрогретом двигателе и (или) некачественном топливе в результате неполного сгорания топлива происходит попадание продуктов неполного сгорания в картер с последующим окислением и загрязнением масла. В результате этого в условиях конденсации влаги в картере двигателя может значительно повышаться интенсивность образования низкотемпературных отложений (шлама). Предотвратить шламообразование в картере двигателя можно за счет применения масел с высокими диспергирующими свойствами.

Надежность двигателей в значительной степени зависит от способности моторных масел сохранять свои эксплуатационные свойства при обводнении. Это особенно характерно для масел, используемых в судовых дизелях.

Современные масла должны сохранять эксплуатационные свойства длительное время (от 500 до 2000 мото-часов работы двигателя, примерно 12...45 тыс. км пробега). Срок смены масел должен быть увязан со сроками смены фильтрующих элементов и режимами технического обслуживания автомобилей. При этом должен обеспечиваться низкий расход масла на угар.

Условия работы масел в двигателях различных типов и конструкций могут сильно различаться, что затрудняет выбор масла для конкретного двигателя. Для облегчения выбора масел с учетом условий эксплуатации и особенностей техники разработаны их классификации.

Основными путями повышения «литровой мощности» в современных и перспективных двигателях являются: повышение степени сжатия в цилиндрах двигателя, оптимизация состава топливно-воздушной смеси (например, прямой впрыск топлива под

высоким давлением) и введение наддува воздуха. Однако это приводит к росту тепловых и механических нагрузок на детали двигателя, условия работы масла существенно ужесточаются. Интенсивный контакт масла с прорывающимися в картер газами увеличивает скорость его окисления. Воздействие горячих газов и нагретых поверхностей на пленку масла на деталях цилиндропоршневой группы приводит к образованию высокотемпературных углеродистых отложений (нагаров и лаков). Закоксовывание поршневых канавок может привести к уменьшению подвижности поршневых колец, повышенному износу и задиру поверхности гильзы цилиндра, а в конечном итоге - к поломке поршневых колец с потерей компрессии двигателя.

## **1.2. Классификации и системы обозначений моторных масел**

В основу российской системы обозначений моторных масел, предусмотренной ГОСТ 17479.1-85, положены сведения о принадлежности масла к одному из классов вязкости и группе эксплуатационных свойств.

### **1.2.1. Классификация моторных масел по вязкости**

Вязкость - важнейшая характеристика моторного масла. Российский ГОСТ 17479.1-85 «Масла моторные. Классификация и обозначение» разделяет масла в зависимости от величины кинематической вязкости при различных температурах на следующие вязкостные классы:

- летние масла - 8, 10, 12, 14, 16, 20, 24;
- зимние масла - 3<sub>з</sub>, 4<sub>з</sub>, 5<sub>з</sub>, 6<sub>з</sub>, 6, 8;
- всесезонные масла - обозначаются дробным индексом (например, 5<sub>з</sub>/12, 6<sub>з</sub>/14 и т.д.).

Масло класса 8 нередко используют как в летний, так и в зимний период эксплуатации.

Для всех сортов нормируются пределы кинематической вязкости при 100 °С, а для зимних и всесезонных сортов дополни-

тельно нормируется величина кинематической вязкости при  $-18^{\circ}\text{C}$  (определяется до момента введения стандартов на нормирование динамической вязкости при отрицательных температурах). Классы вязкости в соответствии с ГОСТ 17479.1-85 представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1 - Классы вязкости по ГОСТ 17479.1-85

Класс вязкости по ГОСТ 17479.1-85	Кинематическая вязкость, $\text{мм}^2/\text{с}$ , при температуре		
	$+100^{\circ}\text{C}$		$-18^{\circ}\text{C}$
	не менее	не более	не более
3 <sub>3</sub>	3,8	-	1250
4 <sub>3</sub>	4,1	-	2600
5 <sub>3</sub>	5,6	-	6000
6 <sub>3</sub>	5,6	-	10400
6	5,6	7,0	-
8	7,0	9,3	-
10	9,3	11,5	-
12	11,5	12,5	-
14	12,5	14,5	-
16	14,5	16,3	-
20	16,3	21,9	-
24	21,9	26,1	-
3 <sub>3</sub> /8	7,0	9,5	1250
4 <sub>3</sub> /6	5,6	7,0	2600
4 <sub>3</sub> /8	7,0	9,3	2600
4 <sub>3</sub> /10	9,3	11,5	2600
5 <sub>3</sub> /10	9,3	11,5	6000
5 <sub>3</sub> /12	11,5	12,5	6000
5 <sub>3</sub> /14	12,5	14,5	6000
6 <sub>3</sub> /10	9,3	11,5	10400
6 <sub>3</sub> /12	11,5	12,5	10400
6 <sub>3</sub> /14	12,5	14,5	10400
6 <sub>3</sub> /16	14,5	16,3	10400

Для всесезонных масел цифра в числителе характеризует зимний класс, а в знаменателе - летний; буква «з» указывает на то, что масло - загущенное, т.е. содержит загущающую (вязкост-

ную) присадку. Так, всесезонное масло класса вязкости 5<sub>з</sub>/12 по кинематической вязкости при 100°С соответствует летнему маслу класса 12, а при -18°С - зимнему маслу класса 5<sub>з</sub>.

### 1.2.2. Международная классификация моторных масел по вязкости SAE J-300 DEC 99

В большинстве развитых стран мира общепринятой служит классификация моторных масел по вязкости, установленная SAE (Американским обществом автомобильных инженеров) в стандарте SAE J-300 DEC 99 и введенная в действие с августа 2001 г. (табл. 1.2).

Таблица 1.2 - Классификация моторных масел по вязкости

Класс вязкости	Низкотемпературная (динамическая) вязкость		Высокотемпературная вязкость		
	проворачивание (по методу ASTM D 5293)	прокачиваемость (по методу ASTM D 4684)	кинематическая при +100°С (по методу ASTM D 445)	динамическая при +150°С и скорости сдвига 10 <sup>6</sup> с <sup>-1</sup> (по методу ASTM D 4683)	
	максимальная вязкость, МПа·с, при температуре		min	max	
0W	6200 при -35°С	60000 при -40°С	3,8	-	-
5W	6600 при -30°С	60000 при -35°С	3,8	-	-
10W	7000 при -25°С	60000 при -30°С	4,1	-	-
15W	7000 при -20°С	60000 при -25°С	5,6	-	-
20W	9500 при -15°С	60000 при -20°С	5,6		-
25W	13000 при -10°С	60000 при -15°С	9,3	-	-
20	-	-	5,6	9,3	2,6
30	-	-	9,3	12,5	2,9
40	-	-	12,5	16,3	2,9*
40	-	-	12,5	16,3	3,7**
50	-	-	16,3	21,9	3,7
60	-	-	21,9	26,1	3,7

Примечание: \* - для классов SAE 0W-40, 5W-40, 10W-40;

\*\* - для классов SAE 40, 15W-40, 20W-40, 25W-40.

Таблица 1.3 - Примерное соответствие классов вязкости моторных масел по ГОСТ 17479.1-85

Класс вязкости		Класс вязкости	
по ГОСТ 17479.1-85	по SAE J-300	по ГОСТ 17479.1-85	по SAE J-300
3 <sub>з</sub>	5W	24	60
4 <sub>з</sub>	10W	3 <sub>з</sub> /8	5W-20
5 <sub>з</sub>	15W	4 <sub>з</sub> /6	10W-20
6 <sub>з</sub>	20W	4 <sub>з</sub> /8	
6	20	4 <sub>з</sub> /10	10W-30
8		5 <sub>з</sub> /10	15W-30
10	30	5 <sub>з</sub> /12	
12		5 <sub>з</sub> /14	15W-40
14	40	6 <sub>з</sub> /12	20W-30
16		6 <sub>з</sub> /14	20W-40
20	50	6 <sub>з</sub> /16	

Данная классификация содержит 11 классов:

- **6 зимних** - 0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W (W - winter, зима);

- **5 летних** - 20, 30, 40, 50, 60.

Всесезонные масла имеют двойное обозначение через дефис, причем первым указывается зимний (с индексом w) класс, а вторым - летний, например, SAE 5W-40, SAE 10W-30 и т.д. Зимние масла характеризуют два максимальных значения низкотемпературной (динамической, в отличие от кинематической для ГОСТа) вязкости и нижний предел кинематической вязкости при 100°C. Летние масла характеризуют пределы кинематической вязкости при 100°C, а также минимальное значение динамической высокотемпературной (при 150°C) вязкости при градиенте скорости сдвига  $10^6 \text{ с}^{-1}$ .

В обеих вязкостных классификациях (ГОСТ, SAE) чем меньше цифра в числителе с индексом «з» (ГОСТ) или перед буквой «W» (SAE), тем меньше вязкость масла при низкой температуре и соответственно легче холодный пуск двигателя. Чем больше цифра, стоящая в знаменателе (ГОСТ) или после дефиса (SAE), тем больше вязкость масла при высокой температуре и надежнее смазывание двигателя в летнюю жару.

В табл. 1.3 приведено примерное соответствие классов вязкости моторных масел по ГОСТ 17479.1-85 классам вязкости по SAE J-300.

### **1.2.3. Классификация моторных масел по уровню эксплуатационных свойств**

Согласно ГОСТ 17479.1-85, моторные масла российского производства по уровню эксплуатационных свойств разделены на 6 групп, обозначаемых первыми шестью буквами русского алфавита и цифровыми индексами (табл. 1.4). Чем дальше от начала алфавита отстоит буква в маркировке моторного масла, тем выше уровень его качества. Соответствие масел группе устанавливается на основании результатов моторных и лабораторных испытаний, включенных в Комплексы методов квалификационной оценки (КМКО) и утвержденных Госстандартом РФ. Индексом «1» маркируются масла, предназначенные для эксплуатации бензиновых двигателей, индексом «2» - для эксплуатации дизелей. Универсальные масла, предназначенные для эксплуатации в обоих типах двигателей, цифрового индекса не имеют. В случае соответствия масла сразу нескольким эксплуатационным классам, они указываются друг за другом в порядке возрастания требований к качеству. Последним в маркировке моторного масла (в случае необходимости) стоит буквенно-цифровой индекс, характеризующий особенности применения данного конкретного масла.

### **1.2.4. Международная классификация моторных масел по API**

Наиболее известной международной классификацией моторных масел по областям применения и уровню эксплуатационных свойств является классификация API (Американского института нефти). Со времени введения (1947 г.) данная классификация неоднократно дополнялась, однако присущий ей принцип деления масел на 2 категории (S и C) сохранился до настоящего времени.

Таблица 1.4 - Группы эксплуатационных свойств моторных масел по ГОСТ 17479.1-85

Группы масел по ГОСТ 17479.1-85	Рекомендуемая область применения
А	Нефорсированные бензиновые двигатели и дизели
Б <sub>1</sub>	Малофорсированные бензиновые двигатели, работающие в условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений и коррозии подшипников
Б <sub>2</sub>	Малофорсированные дизели
В <sub>1</sub>	Среднефорсированные бензиновые двигатели, работающие в условиях, способствующих окислению масла и образованию всех видов отложений
В <sub>2</sub>	Среднефорсированные дизели, предъявляющие повышенные требования к антикоррозионным и противоизносным свойствам масел, а также к их склонности к образованию высокотемпературных отложений
Г <sub>1</sub>	Высокофорсированные бензиновые двигатели, работающие в тяжелых условиях, способствующих окислению масла и образованию всех видов отложений, коррозии и ржавлению
Г <sub>2</sub>	Высокофорсированные дизели без наддува или с умеренным наддувом, работающие в условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений
Д <sub>1</sub>	Высокофорсированные бензиновые двигатели, работающие в эксплуатационных условиях, более тяжелых, чем для масел группы Г <sub>1</sub>
Д <sub>2</sub>	Высокофорсированные дизели с наддувом, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях или тогда, когда применяемое топливо требует использования масел с высокой нейтрализующей способностью, антикоррозионными и противоизносными свойствами, малой склонностью к образованию всех видов отложений
Е <sub>1</sub>	Высокофорсированные бензиновые и дизельные двигатели, работающие в эксплуатационных условиях, более тяжелых, чем для масел группы Д <sub>1</sub> и Д <sub>2</sub>
Е <sub>2</sub>	Отличаются повышенной диспергирующей способностью, лучшими противоизносными свойствами

В данной системе классификации моторные масла маркируются двухбуквенным индексом. Первая буква означает категорию: к категории «S» (Service) относятся масла для 4-тактных бензиновых двигателей, к категории «C» (Commercial) - масла, предназначенные для дизелей автомобильного транспорта, внедорожной строительной и сельскохозяйственной техники. Универсальными называют масла, которые могут применяться для смазывания бензиновых и дизельных двигателей. Второй буквой является показатель группы масла по уровню эксплуатационных свойств. Чем дальше от начала латинского алфавита расположена буква, тем выше уровень эксплуатационных свойств моторного масла.

В настоящее время в категории «S» классификация API включает 12 классов масел в следующем порядке возрастания требований к их качеству (SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SJ, SL, SM, SN), а в категории «C» - 13 классов (CA, CB, CC, CD, CD-2, CF, CF-1, CF-2, CF-4, CG-4, CH-4, CI-4 и CJ-4) (табл. 1.5). Цифры при обозначении классов CD-2, CF-4, CF-2 и CG-4 дают дополнительную информацию об использовании данного класса масел в 2-тактных или 4-тактных дизелях, соответственно. Для обозначения универсальных масел принята двойная маркировка, например SF/CC, SG/CD, CF-4/SH и т.п.

В настоящее время API выдает лицензии на выпуск масел только высших категорий качества (не ниже SH), предназначенных для бензиновых двигателей не позднее 1994 года выпуска. Для эксплуатации бензиновых двигателей, выпущенных после 1997 года, предназначены масла класса SJ. Наиболее совершенное масло категорий SL, SM и SN на частично или полностью синтетической основе с высокоэффективным пакетом присадок надлежит эксплуатировать в самых совершенных бензиновых турбонаддувных, многоклапанных двигателях производства 2001 года и позже, вынужденных работать в наиболее напряженных условиях. Для дизельных масел лицензии API выдаются на продукты категории качества не ниже CF. Высшей группой масел категории «C» является группа CI-4 и CJ-4, предназначенная для эксплуатации высокооборотных 4-тактных дизелей, по токсичности выбросов удовлетворяющих нормам 2004 года. Данная категория масел предназначена к введению с октября 2002 года. Од-

нако при поставке масел на экспорт и при их производстве в третьих странах могут вырабатываться масла и более низких классов по API.

Таблица 1.5 - Международная классификация моторных масел по API

API	Область применения
1	2
Для бензиновых двигателей	
SA	Двигатели, работающие в легких условиях, используется только по требованию производителя (устаревший класс)
SB	Двигатели, работающие при умеренных нагрузках, используется только по требованию производителя (устаревший класс)
SC	Двигатели, работающие с повышенными нагрузками (годы выпуска автомобилей 1964...1967) (устаревший класс)
SD	Среднефорсированные двигатели, работающие в тяжелых условиях (годы выпуска автомобилей 1968...1971) (устаревший класс)
SE	Высокофорсированные двигатели, работающие в тяжелых условиях (годы выпуска автомобилей 1972...1979) (устаревший класс)
SF	Масла данной категории предназначены для двигателей моделей 1988 года и старше, питаемых этилированным бензином. Они имеют более эффективные, чем предыдущие категории, противоокислительные, противоизносные, антикоррозийные свойства и обладают меньшей склонностью к образованию высоко- и низкотемпературных отложений и шлака (устаревший класс)
SG	Масла предназначены для двигателей моделей 1993 года и старше, работающих на неэтилированном бензине с оксигенатами. Удовлетворяют требованиям, выдвигаемым к маслам для дизельных двигателей категории API CC и CD. Имеют более высокую термическую и противоокислительную стабильность, улучшенные противоизносные свойства, уменьшенную склонность к образованию отложений и шлама. Выдача лицензий прекращена в конце 1995 года

1	2
SH	<p>Моторные масла для бензиновых моторов начиная с 1994 года выпуска. Класс принят в 1992 году для моторных масел, рекомендуемых с 1993 г. Этот класс характеризуется более высокими требованиями по сравнению с классом SG, и был разработан, как заменитель последнего, для улучшения антинагарных, противоокислительных, антиизносных свойств масел и повышенной защиты от коррозии. Моторные масла этого класса предназначены для использования в бензиновых моторах легковых машин, микроавтобусов и легких грузовых автомобилей, в соответствии с рекомендациями их производителей. Моторные масла данного класса тестировались в соответствии с требованиями Ассоциации производителей химической продукции (СМА). Моторные масла этого класса могут использоваться в тех случаях, когда производителем автомобиля рекомендуется класс SG или более ранний</p>
SJ	<p>Моторные масла для использования в бензиновых моторах начиная с 1996 года выпуска. Данный класс описывает автомасла, которые используются в бензиновых двигателях, начиная с 1996 года выпуска. Моторные масла этого класса предназначены для использования в бензиновых моторах легковых и спортивных машин, микроавтобусов и легких грузовых машин, которые обслуживаются в соответствии с требованиями производителей автомобилей. SJ предусматривает такие же минимальные стандарты, как и SH, а также дополнительные требования к нагарообразованию и работе при низких температурах. Моторные масла, удовлетворяющие требованиям API SJ, могут применяться в тех случаях, когда производителем автомобиля рекомендуется класс SH или более ранние</p>
SL	<p>Моторные масла для двигателей машин, выпущенных после 2000 года. В соответствии с требованиями производителей автомобилей, автомасла этого класса применяются в многоклапанных, турбированных моторах, работающих на обеднённых смесях топлива, соответствующих современным повышенным требованиям по экологии, а также энергосбережению. Автомасла, соответствующие требованиям API SL могут использоваться в случаях, когда автопроизводителем рекомендуется класс SJ или более ранние.</p>

SM	Утвержден 30 ноября 2004 года. Моторные масла для современных бензиновых (многоклапанных, турбированных) двигателей. По сравнению с классом SL моторные масла, соответствующие требованиям API SM должны обладать более высокими показателями защиты от окисления и преждевременного износа деталей двигателя. Кроме того, повышены стандарты относительно свойств масла при низких температурах. Моторные масла этого класса могут быть сертифицированы по классу энергосбережения ILSAC. Моторные масла, соответствующие требованиям API SL, SM могут применяться в случаях, когда производителем автомобиля рекомендуется класс SJ или более ранние
SN	Утвержден в 1 октября 2010 года. Основное отличие API SN от предыдущих классификаций API в ограничении содержания фосфора для совместимости с современными системами нейтрализации выхлопных газов, а также комплексное энергосбережение. То есть, масла, классифицируемые по API SN, будут приблизительно соответствовать ACEA C2, C3, C4, без поправки на высокотемпературную вязкость
Для дизелей	
CB	Среднефорсированные двигатели без наддува, работающие при повышенных нагрузках на сернистом топливе
CC	Высокофорсированные двигатели (в том числе с умеренным наддувом), работающие в тяжелых условиях. Масла для дизельных двигателей без наддува. Допускается применение для двигателей с турбонаддувом, работающих в легком или среднем режиме и для бензиновых двигателей большой мощности. Масла данной категории содержат антикоррозийные присадки и присадки, предотвращающие образование высоко- и низкотемпературных отложений
CD	Высокофорсированные двигатели с высоким наддувом, работающие в тяжелых условиях на высокосернистом топливе. Типичная категория масел для дизельных двигателей с турбонаддувом и без, для которых требуется эффективный контроль за накоплением продуктов износа. Допускается применение топлива с повышенным содержанием серы. Масла содержат присадки, предотвращающие образование высокотемпературных отложений и предохраняющие подшипники от коррозии.
CD+	Категория создана для удовлетворения требованиям японских автопроизводителей. Масла обладают повышенной устойчивостью к окислению, загущению (под влиянием накопления сажи) и повышенной защитой клапанного механизма от износа

1	2
СЕ	Высокофорсированные перспективные двигатели с высоким турбонаддувом, работающие в тяжелых условиях. Масла предназначены для форсированных и мощных дизельных двигателей с турбонаддувом и без, работающих как при малых оборотах и больших нагрузках, так и при больших оборотах и больших нагрузках
CF	Категория введена в 1994 году. Масла предназначены для внедорожной техники, для двигателей с распределенным впрыском, включая двигатели, работающие на топливе с содержанием серы более 0,5% масс. Масла данной категории эффективно подавляют образование нагара на поршнях и коррозию медных сплавов подшипников
CF-4	Для высокоскоростных, четырехтактных двигателей с турбонаддувом. Масла предназначены для высокоскоростных мощных четырехтактных дизельных двигателей с турбонаддувом и без него. Отвечают всем требованиям качества категории API SE и, кроме того, обладают меньшим расходом на угар и меньшей склонностью к нагарообразованию на поршнях. Отвечают повышенным требованиям по токсичности отработанных газов
CG-4	Масла предназначены для высоконагруженных, высокоскоростных, четырехтактных дизельных двигателей грузовых автомобилей магистрального типа использующих топливо с содержанием серы менее 0,05% масс. и немагистрального типа (содержание серы может достигать 0,5% масс.). Эффективно подавляют образование высокотемпературного нагара на поршнях, износ, пенообразование, окисление, образование сажи (эти свойства необходимы для двигателей новых магистральных тягачей и автобусов). Категория создана для удовлетворения требованиям стандартов США по токсичности отработанных газов (редакция 1994 года)

1	2
СН-4	<p>Масла данной категории предназначены для высокоскоростных, четырехтактных двигателей, выполняющих требования жестких стандартов 1998 года по токсичности отработанных газов. Отвечают высочайшим требованиям не только американских, но и европейских производителей дизельных двигателей. Специально сформулированы для применения в двигателях, использующих топливо с содержанием серы до 0,5% масс. В отличие от категории API CG-4, допускается применение дизельного топлива с содержанием серы более 0,5%, что является важным преимуществом в странах, в которых распространены высокосернистые топлива (Южная Америка, Азия, Африка). Масла удовлетворяют повышенным требованиям по уменьшению износа клапанов и уменьшению образования нагара</p>
CI-4	<p>Введен в 2002 г. Для высокоскоростных 4-тактных двигателей, разработанных в соответствии с требованиями стандарта 2002 года по эмиссии выхлопных газов. Для двигателей с рециркуляцией выхлопных газов. Для использования с топливами с &lt; 0,5% серы</p>
CI-4 PLUS	<p>Новый эксплуатационный класс моторных масел для дизельных двигателей. По сравнению с API CI-4 повышены требования к удельному содержанию сажи, а также испаряемости и высокотемпературному окислению. При сертификации в данной классификации моторное масло должно тестироваться в семнадцати моторных тестах.</p>
CJ-4 -	<p>Действует с 1 октября 2006. Данный класс разработан специально для тяжело нагруженных двигателей. Отвечает ключевым требованиям по нормам выбросов NOx и твердых частиц для двигателей 2007 года выпуска. На масла CJ-4 вводятся лимиты по некоторым показателям: зольность меньше чем 1,0%, сера 0,4%, фосфор 0,12%. Новая классификация вмещает требования более ранних категорий API CI-4 PLUS, CI-4, но несет значительные изменения требования в ответ на потребности новых двигателей, которые отвечают новым экологическим стандартам 2007 и более поздних моделей.</p>

### 1.2.5. Международная классификация моторных масел по ILSAC

Американская ассоциация производителей автомобилей (ААМА) и Японская ассоциация производителей автомобилей (JAMA) совместно создали Международный комитет по стандартизации и апробации моторных масел (**ILSAC - International Lubricant Standardization and Approval Committee**). От имени этого комитета издаются стандарты качества масел для бензиновых двигателей легковых автомобилей: ILSAC GF-1, ILSAC GF-2, ILSAC GF-3, ILSAC GF-4 и ILSAC GF-5.

По уровню требований к эксплуатационным свойствам они практически идентичны требованиям к маслам классов SJ и SL по API, но обязательно предъявляют высокие требования к экономии топлива и отсутствию компонентов, отрицательно влияющих на каталитический дожигатель отработанных газов.

По классификации ILSAC при испытаниях на стандартизованном моторном стенде SEQ IIIЕ масла группы GF-2 должны экономить не менее 1,5% бензина (Energy Conserving I), а масла группы GF-2 (Energy Conserving II) - 2,3% бензина в сравнении с работой двигателя на эталонном масле класса вязкости 15W-40.

Масла, сертифицированные по API на соответствие требованиям ILSAC, маркируются стандартным символом (знаком качества в виде шестеренки с текстом внутри рисунка на английском языке «Американский институт нефти, для бензиновых двигателей, сертифицировано») (табл. 1.6). Классификация масел по API на получение знака «Донат» в сочетании со знаком ILSAC характерна для американских производителей.

Основные отличия масел категории ILSAC:

- динамическая вязкость при высокой температуре и высокой скорости сдвига (HTHS) от 2,6 до 2,9 мПа·с;
- малая летучесть (по NOACK или ASTM);
- хорошая фильтруемость при низких температурах (испытание General Motors);
- низкая склонность к пенообразованию (испытание ASTM D892/D6082 Sequence I-IV);
- обязательная экономия топлива (испытание ASTM, Sequence VIA);

- малое содержание фосфора (для предотвращения засорения катализатора).

Стандарт ILSAC GF-5 требует, чтобы масла отвечали обоим новым стандартам API SN и API Resource Conserving. Вязкие масла, такие как SAE 10W-40 и 20W-50, имеющие API SN, не отвечают требованиям ILSAC GF-5.

Таблица 1.6 - Международная классификация моторных масел по ILSAC

<b>Категория ILSAC</b>	<b>Описание</b>
GF-1 устарела	Соответствует требованиям качества классификации API SH; классы вязкости SAE 0W-XX, SAE 5W-XX, SAE 10W-XX; где XX - 30, 40, 50, 60
GF-2 введена в 1996 году	Соответствует требованиям качества по классификации API SJ, классы вязкости: дополнительно к GF-1 - SAE 0W-20, 5W-20
GF-3 введена в 2001 году	Соответствует классификации API SL. Отличается от GF-2 и API SJ существенно лучшими антиокислительными и противозносными свойствами, а также меньшей испаряемостью. Требования к классам ILSAC GF-3 и API SL во многом совпадают, но масла класса GF-3 являются энергосберегающими
GF-4 введена в 2004 году	Соответствует классификации API SM с обязательными энергосберегающими свойствами. Классы вязкости SAE 0W-20, 5W-20, 0W-30, 5W-30 и 10W-30. Отличается от категории GF-3 более высокой стойкостью к окислению, улучшенными моющими свойствами и меньшей склонностью к образованию отложений. Кроме того, масла должны быть совместимыми с каталитическими системами восстановления отработанных газов
GF-5 введена в 2010 году	Соответствует требованиям классификации API SM с более жесткими требованиями к экономии топлива, совместимости с каталитическими системами, испаряемости, моющим свойствам, стойкости к образованию отложений. Вводятся новые требования по защите систем турбонаддува от образования отложений и совместимости с эластомерами. Основные же отличия ILSAC GF-5 от предыдущей классификации GF-4, в возможности работы с биотопливом, улучшенной защитой от износа и коррозии, большей топливной экономичности, улучшенной совместимостью с уплотнительными материалами и улучшенной защитой от шламообразования

### 1.2.6. Международная классификация моторных масел по ACEA

Классификация ACEA - Association des Constructeurs Europeens de L'Automobile (Ассоциация Европейских Производителей Автомобилей). ACEA принята в Европе в замен существовавшей ранее ССМС в 1995 году. Эта классификация устанавливает новую, более жесткую по сравнению с ССМС, европейскую классификацию моторных масел по эксплуатационным свойствам.

В объединение ACEA входят следующие компании: BMW, VolksWagen, Daimler-Crysler, MAN, Porsche, Volvo, Renault, SAAB-Scania, Rolls-Royce, Fiat, RVI, Ford-Europe, Rover, Iveco, DAF, GM-Europe.

Классификация «ACEA European Oil Sequences for Service Fill Oils 1998» состоит из трех классов последовательности испытаний - А, В, Е. Каждый класс в свою очередь подразделяется на категории, обозначенные арабскими цифрами. Далее указывается год введения в действие, а также может быть указание на второе, более позднее, издание данной нормы.

А - бензиновые двигатели (А1, А2, А3 и А5);

В - дизельные двигатели малой мощности, устанавливаемые на легковые и грузовые автомобили малой мощности (В1, В2, В3, В4 и В5);

Е - дизельные двигатели для тяжелого транспорта (Е1, Е2, Е3, Е4, Е5 и Е7).

Цифра после буквы обозначает уровень требований. Чем больше номер, тем выше требования. Исключениями являются уровни А1 и В1, которые относятся к маслам с малой вязкостью, т.е. «топливосберегающим». Класс В4 в основном совпадает с классом В2, но дополнен испытаниями на двигателях с непосредственным впрыском топлива.

Европейская комиссия управления качества для моторных масел EELQMS (European Engine Lubricant Quality Management System) служит для гарантированного обеспечения качества продукции моторных масел в Европе на основе надежных методов испытаний при контролируемых условиях.

Каждый производитель (поставщик масел), который хочет рекламировать и сбывать свои продукты в соответствии со стан-

дартами качества ACEA, обязан проводить испытания в соответствии с требованиями EELQMS.

Все испытательные лаборатории должны быть сертифицированы в соответствии со стандартом ISO 9001, испытательные стенды должны быть сертифицированы с требованиями EN 45001. Процесс испытаний регистрируется в European Registration Centre (ERC), но именных сертификатов при этом не выдается.

Таблица 1.7 - Международная классификация моторных масел по ILSAC

<b>Описание классов и категорий</b>	
<b>Обозначение класса</b>	<b>Описание</b>
1	2
A1	Масла с особо низкой вязкостью. При высоких температурах и большим градиентом сдвига экономят расход топлива и не теряют стабильные смазывающие свойства. Применяются только в тех случаях, если это специально рекомендовано производителем двигателя
A2	Масла с нормальными эксплуатационными свойствами. Пригодны для использования во многих бензиновых двигателях при обычной периодичности смены масла
A3	Масла с высокими эксплуатационными характеристиками. Пригодны при более длительных интервалах смены масла и для применения в качестве всесезонных масел с низкой вязкостью. Имеют стабильную вязкость (stay-in-grade)
B1	Масла с особо низкой вязкостью. При высоких температурах и большим градиентом сдвига экономят расход топлива и не теряют стабильные смазывающие свойства. Применяются по рекомендации производителя двигателя
B2	Используются главным образом в дизельных двигателях с промежуточным (не прямым) впрыском при обычной периодичности смены масла
B3	Используются главным образом в дизельных двигателях с промежуточным (не прямым) впрыском пригодны, также при более длительных интервалах смены масла и для применения в качестве всесезонных масел с низкой вязкостью
B4	Преимущественно используются в дизельных двигателях с непосредственным впрыском топлива, если для них рекомендованы масла данного качества

1	2
E1	Используются в безнаддувных дизельных двигателях и в турбодвигателях с небольшим наддувом при легких и средних условиях эксплуатации и обычном интервале смены масла
E2	Используются в безнаддувных дизельных двигателях и в турбодвигателях при условиях эксплуатации от средних до тяжелых и при обычных интервалах смены масла
E3	Масла специально предназначенные для обеспечения особой чистоты поршня и образования зеркальной поверхности (bore polishing), уменьшают износ и образование нагара. Рекомендуются для дизельных двигателей Euro-1 и Euro-2 при тяжелых условиях эксплуатации. Могут использоваться при более длительных интервалах смены масла в соответствии с предписаниями производителя
E4	Масла, эксплуатационные свойства которых превосходят свойства масел класса E3. Рекомендуются для быстроходных дизельных двигателей Euro-1 и Euro-2 при очень тяжелых условиях эксплуатации. Могут использоваться при более длительных интервалах смены масла в соответствии с предписаниями производителя. Имеют стабильную вязкость (stay-in-grade)
<b>С 1996 года спецификация несколько ужесточена и часто обозначается ACEA-96</b>	
Обозначение класса	Описание
A1-96	Масла с максимальным эффектом экономии топлива для бензиновых двигателей (без турбонаддува) легковых автомобилей и микроавтобусов. Масла предназначены для двигателей, допускающих применение масел с низкой высокотемпературной вязкостью (при 150°C) в условиях высоких скоростей сдвига (2,9...3,5 МПа·с), благодаря чему достигается достаточно высокая степень экономии топлива. Для таких двигателей масло обладает достаточно высокими противозносными свойствами. Недопустимо применение масел этой категории для двигателей требующих HTHSRV >3,5 МПа·с. Этот класс не имеет аналогов в ранее принятой классификации ССМС

1	2
A2-96	<p>Масла для бензиновых двигателей легковых автомобилей и микроавтобусов, соответствующие группе API не ниже SG, а также существовавшей до 1996 года и отмененной в настоящее время классификации ССМС G-4. Это многофункциональные моторные масла SAE 10W-40, 15W-40, 20W-40, 20W-50 с ограниченными потерями на испарение. Универсальные масла, допускаемые к применению в большинстве бензиновых двигателей при нормальных интервалах замены масла; уровень эксплуатационных свойств не обеспечивает достаточной степени защиты высокофорсированных двигателей</p>
A2-96, выпуск 2	Требования к качеству остались без изменений (в сравнении с ACEA A2-96)
A3-96	<p>Стандартный класс масел для бензиновых двигателей легковых автомобилей и микроавтобусов с турбонаддувом и без, соответствующие группе API не ниже SH и классификации ССМС G-5. Эти масла, по сравнению с двумя первыми классами, обладают улучшенными моюще-диспергирующими, противоизносными, антиокислительными и энергосберегающими свойствами. К ним относятся нетрадиционные легкоходовые полусинтетические моторные масла SAE 10W30, 10W-40 с ограниченными потерями на сдвиг и испарение. Универсальные масла с высочайшими эксплуатационными свойствами для высокоэффективных мощных бензиновых двигателей. При указаниях автопроизводителей допускаются удлиненные интервалы замены, круглогодичное использование и применение в тяжелых режимах эксплуатации</p>
V1-96	<p>Топливосберегающие масла для дизельных двигателей легковых автомобилей и микроавтобусов. Это очень высокий класс не имеет аналогов в ранее существовавшей классификации ССМС. Масла предназначены для двигателей, допускающих применение масел с низкой высокотемпературной вязкостью в условиях высоких скоростей сдвига (2,9...3,5 МПа·с), благодаря чему достигается достаточно высокая степень экономии топлива. Для таких двигателей масло обладает достаточно высокими противоизносными свойствами. Недопустимо применение масел этой категории для двигателей требующих НТНСRV &gt;3,5 МПа·с</p>

1	2
В2-96	Стандартный класс многодиапазонных моторных масел для дизельных двигателей легковых автомобилей и микроавтобусов, включая двигатели с турбонаддувом. Уровень качества превышает требования класса API SE и устаревшего ССМС PD-2. Универсальные масла, допускаемые к применению в большинстве дизельных двигателей (прежде всего без непосредственного впрыска топлива) легковых автомобилей и фургонов, при нормальных интервалах замены масла. Уровень эксплуатационных свойств не обеспечивает достаточной степени защиты высокофорсированных двигателей
В3-96	Обозначает масла для дизельных двигателей легковых автомобилей и микроавтобусов. Эти масла, по сравнению с двумя первыми классами, обладают улучшенными моюще-диспергирующими, противоизносными, антиокислительными и топливосберегающими свойствами. Не имеет аналога на сберегающие масла для дизельных двигателей легковых автомобилей и микроавтобусов. Это очень высокий класс не имеет аналогов в ранее существовавшей классификации ССМС. Масла с высокой стабильностью свойств, предназначенные для применения в высокопроизводительных дизельных двигателях (прежде всего без непосредственного впрыска топлива) легковых автомобилей и легких фургонов. При указаниях автопроизводителей допускаются удлиненные интервалы замены, круглогодичное использование и применение в тяжелых режимах эксплуатации
E1-96	Обозначает энергосберегающие масла для дизельных двигателей тяжелых грузовых автомобилей и автопоездов, соответствующие группе API не ниже CD. Масла этого класса не имеют аналогов в ССМС. Масло, заменяющее ССМС D4, но более высокого качества. Стандартное масло для мощных дизельных двигателей без турбонаддува. Соответствуют требованиям спецификации Mercedes-Benz 227.1. С сентября 1999 года этот класс исключен из классификации
E2-96	Обозначает стандартный класс одно- и многодиапазонных моторных масел для обычных и турбонаддувных дизельных двигателей тяжелых грузовых автомобилей и автопоездов. Уровень качества превышает требования API CD и устаревшего класса ССМС PD-4

1	2
E2-96, выпуск 3	Новый промежуточный уровень качества, превышающий ACEA E1-96. Масло категории качества SHPD. Улучшенные противоизносные свойства, уменьшено полирование цилиндров, образование нагара и отложений (по сравнению с ACEA E1-96). Соответствует требованиям спецификации Mercedes-Benz 228.1. Соответствуют требованиям спецификации MAN 271
E2-96, выпуск 5	Масла со стандартным уровнем эксплуатационных свойств для дизелей без наддува и с турбонаддувом, применимые с нормальным интервалом между сменами масла
E3-96	Обозначает масла экстра-класса с повышенными топливосберегающими свойствами. Уровень эксплуатационных свойств - не ниже SHPD (Super High Performance Diesel) для дизельных турбонаддувных двигателей тяжелых грузовых автомобилей и автопоездов. Полностью заменяют масла группы API CF-4 и устаревшего класса CCMC PD-5. Обеспечивают удлиненные интервалы замены масла
E3-96, выпуск 3	Масло, заменяющее CCMC D5, но более высокого качества. Улучшенные свойства по сравнению с SHPD маслом ACEA E2-96. Соответствует требованиям спецификации Mercedes-Benz 228.3. Соответствуют требованиям спецификации MAN M3275
<b>Классификация ACEA 1998</b>	
Обозначение класса	Описание
A1-98	По сравнению с A1-96, значительно ужесточены требования к эксплуатационным параметрам. Новый уровень эксплуатационных свойств позволяет использовать масла данной категории в двигателях допускающих применение масел с НТНСRV менее 3,5 МПа·с, с удлиненными интервалами замены. В двигателях данных конструкций достигается высокая степень энергосбережения. Включено обязательное испытание на экономию топлива CEC L-54-T-96
A3-98	В дополнение к A3-96, усложнены условия прохождения высокотемпературных тестов Peugeot TU3 (CEC-L-55-T-95) и GM-Buick (Sequence III)
B1-98	По сравнению с B1-96, включены дополнительные критерии при прохождении теста на двигателе OM 602A (CEC-L-51-T-95). Включено обязательное испытание на экономию топлива M111 (FE) (CEC-L-54-T-96)

1	2
B2-98	В дополнение к ACEA B2-96, включены дополнительные проходные критерии при прохождении теста на двигателе OM 602A (CEC-L-51-T-95)
B3-98	В дополнение к B3-96, включены дополнительные проходные критерии при прохождении теста на двигателе OM 602A (CEC-L-51-T-95)
B4-98	Новая категория, предназначенная для применения в дизельных двигателях с непосредственным впрыском топлива легковых автомобилей и фургонов; базовые требования совпадают с требованиями категории B2-98. Дополнительно проводится испытание в четырехцилиндровом двигателе VW D1 с непосредственным впрыском топлива (CEC-L-54-T-96) объемом 1,9 литра
<b>Классификация ACEA 1999</b>	
Обозначение класса	Описание
E4-99	Новое, наиболее совершенное масло для мощных и быстроходных дизелей Euro-1, Euro-2 и Euro-3. Соответствуют требованиям спецификации Mercedes-Benz 228.5 и MAN M3277. Масло продленного интервала замены
E4-99, выпуск 3	Стойкие к механической деструкции и старению масла, обеспечивающие высокую чистоту поршней, малый износ и предотвращающие негативное влияние сажи на свойства масла. Рекомендованы для применения в высокооборотных дизелях, работающих в особо тяжелых условиях эксплуатации, выполняющих требования Euro-1, Euro-2, Euro-3 и Euro-4 по эмиссии токсичных веществ, и работоспособных при значительно увеличенных интервалах между сменами масла в соответствии с рекомендациями автопроизводителей. Они применимы при отсутствии сажевых фильтров и для двигателей с рециркуляцией отработанных газов, с системой катализаторов снижения уровня оксидов азота
E5-99	Новое, наиболее совершенное масло, не имеющее аналогов по качеству. Для мощных и быстроходных дизелей Euro-1, Euro-2 и Euro-3. Отвечает требованиям не только европейских, но и американских производителей автомобилей. Масло отличается стабильностью свойств и предназначено для продленного интервала замены. От масла E4 отличается соответствием новым строгим требованиям, которые предъявляются к новейшим американским дизельным двигателям.

<b>Классификация ACEA 2002</b>	
<p>Редакция 2002 года предъявляет более жесткие, эксплуатационные требования к маслам чем API, разделяет их на 3 класса и содержит 14 категорий (указаны в скобках): А - для бензиновых двигателей (А1-02, А2-96 выпуск 3, А3-02, А4-XX - резервная, А5-02); В - для дизелей легковых автомобилей (В1-02, В2-98 выпуск 2, В3-98 выпуск 2, В4-02 и В5-02); Е - для дизелей грузовых автомобилей (Е2-96 выпуск 4, Е3-96 выпуск 4, Е4-99 выпуск 2 и Е5-02).</p> <p>Чем больше числовое значение, стоящее рядом с буквой, тем выше категория масла по эксплуатационным характеристикам. Последние две цифры указывают год утверждения класса</p>	
Обозначение класса	Описание
А5-02	<p>Новейшая категория для масел с высочайшими эксплуатационными свойствами для высокоэффективных мощных бензиновых двигателей. Сверх удлиненный интервал замены, допускающий применение масел с низкой высокотемпературной вязкостью в условиях высоких скоростей сдвига (2,9...3,5 МПа·с), благодаря чему достигается достаточно высокая степень экономии топлива. Эти масла могут не подходить для некоторых двигателей. При необходимости смотрите инструкцию по пользованию автомобилем</p>
В5-02	<p>Новейшая категория для масел с высочайшими эксплуатационными свойствами для дизельных двигателей легковых автомобилей и легких грузовиков(автобусов). Сверх удлиненный интервал замены, допускающий применение масел с низкой высокотемпературной вязкостью в условиях высоких скоростей сдвига (2,9...3,5 МПа·с), благодаря чему достигается достаточно высокая степень экономии топлива. Эти масла могут не подходить для некоторых двигателей. При необходимости смотрите инструкцию по пользованию автомобилем</p>

1	2
<b>Классификация ACEA 2004</b>	
<p>Европейская ассоциация производителей автомобилей (ACEA) с конца 2004 года ввела новую классификацию моторных масел, существенно отличающуюся от предшествующей. Главные отличия следующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- прежние классы А (масла для бензиновых двигателей) и В (масла для дизелей легковых автомобилей, фургонов, микроавтобусов) объединены в один новый класс А/В, который распространяется на универсальные масла, предназначенные для применения во всех названных двигателях (А1/В1-04, А3/В3-04, А3/В4-04, А5/В5-04);</li> <li>- введен новый класс С на масла, совместимые с каталитическим нейтрализатором отработавших газов и сажевыми фильтрами (С1-04, С2-04, С3-04);</li> <li>- из класса Е (масла для тяжелых грузовиков) исключены две категории и введены две новые (Е2-96, выпуск 5, Е4-99, выпуск 3, Е6, Е7).</li> </ul> <p>В значительной мере обновление классификации ACEA обусловлено введением в 2005 году новых ужесточенных требований Euro-4 по токсичности отработавших газов и необходимостью обеспечения длительной работы агрегатов их обезвреживания. Классификация ACEA 2004 года подразделяет масла на одиннадцать категорий. Описание основных характеристик и назначение масла каждой категории дано ниже в таблице</p>	
Обозначение класса	Описание
А1/В1-04	Масла, предназначенные для применения в бензиновых двигателях и дизелях легких транспортных средств, в которых возможно использование масел, снижающих трение, масляязких при высокой температуре и высокой скорости сдвига (от 2,9 до 3,5 МПа·с). Эти масла могут быть не пригодны для смазывания некоторых двигателей. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации
А3/В3-04	Стойкие к механической деструкции масла с высокими эксплуатационными свойствами, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях легких транспортных средств и/или для применения с увеличенными интервалами между сменами масла в соответствии с рекомендациями изготовителей двигателей, и/или для применения в особо тяжелых условиях эксплуатации, и/или всесезонного применения маловязких масел
А3/В4-04	Стойкие к механической деструкции масла с высокими эксплуатационными свойствами, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях с непосредственным впрыском топлива

1	2
A5/B5-04	<p>Стойкие к механической деструкции масла, предназначенные для применения с увеличенными интервалами между сменами масла в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях легких транспортных средств, в которых возможно использование масел, снижающих трение, масловязких при высокой температуре и высокой скорости сдвига (от 2,9 до 3,5 МПа·с). Эти масла могут быть не пригодны для смазывания некоторых двигателей. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации</p>
C1-04	<p>Стойкие к механической деструкции масла, совместимые с агрегатами нейтрализации отработанных газов, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях легких транспортных средств, оборудованных сажевыми фильтрами и трехкомпонентными катализаторами. Они пригодны для двигателей, в которых возможно использование масел, снижающих трение, масловязких при высокой температуре и высокой скорости сдвига (2,9 МПа·с). Эти масла имеют наименьшую сульфатную зольность и самое низкое содержание фосфора и серы и могут быть не пригодны для смазывания некоторых двигателей. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации и справочниками</p>
C2-04	<p>Стойкие к механической деструкции масла, совместимые с агрегатами нейтрализации отработанных газов, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях легких транспортных средств, оборудованных сажевыми фильтрами и трехкомпонентными катализаторами. Они пригодны для двигателей, в которых возможно использование масел, снижающих трение, масловязких при высокой температуре и высокой скорости сдвига (2,9 МПа·с). Эти масла увеличивают срок службы сажевых фильтров и катализаторов и дают экономию топлива. Необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации и справочниками</p>
C3-04	<p>Стойкие к механической деструкции масла, совместимые с агрегатами нейтрализации отработанных газов, предназначенные для применения в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях легких транспортных средств, оборудованных сажевыми фильтрами и трехкомпонентными катализаторами, увеличивают срок службы последних.</p>

1	2
Е6	<p>Стойкие к механической деструкции и старению масла, обеспечивающие высокую чистоту поршней, малый износ и предотвращающие негативное влияние сажи на свойства масла. Рекомендованы для применения в высокооборотных дизелях, работающих в особо тяжелых условиях эксплуатации, выполняющих требования Euro-1, Euro-2, Euro-3 и Euro-4 по эмиссии токсичных веществ, и работоспособных при значительно увеличенных интервалах между сменами масла в соответствии с рекомендациями автопроизводителей. Они применимы при наличии или отсутствии сажевых фильтров и для двигателей с рециркуляцией отработанных газов, с системой катализаторов снижения уровня оксидов азота. Масла данной категории следует применять в сочетании с малосернистым дизельным топливом (содержание серы не более 0,005%)</p>
Е7	<p>Стойкие к механической деструкции и старению масла, обеспечивающие высокую чистоту поршней, малый износ и предотвращающие негативное влияние сажи на свойства масла. Рекомендованы для применения в высокооборотных дизелях, работающих в особо тяжелых условиях эксплуатации, выполняющих требования Euro-1, Euro-2, Euro-3 и Euro-4 по эмиссии токсичных веществ, и работоспособных при значительно увеличенных интервалах между сменами масла в соответствии с рекомендациями автопроизводителей. Обладают высокими противоизносными свойствами, стойкостью к старению, предотвращают образование отложений в турбокомпрессоре и негативное влияние сажи на свойства масла. Они применимы в автомобилях без сажевых фильтров и в большинстве двигателей, имеющих рециркуляцию отработанных газов и систему катализаторов снижения уровня оксидов азота.</p>

Таблица 1.8 - Примерное соответствие европейской (ACEA) и американской (API) классификаций моторных масел

ACEA 98-99					ACEA 2002			
A1-98	A2-96 выпуск 2	A3-98	A3-99	A5-01	A1-02	A2-96 выпуск 3	A3-02	A5-02
API					API			
SH		SJ		SL	нет соответствия			

ACEA 98-99					ACEA 2002				
B1-98	B2-98	B3-98	B4-98 (99)	B5-01	B1-02	B2-98 выпуск 2	B3-98	B4-02	B5-02
API					API				
CE	CF-4		CG-4	CH-4	нет соответствия				

ACEA 98-99					ACEA 2002			
E1-96 выпуск 2	E2-96 выпуск 3	E3-96 выпуск 3	E4-99	E5-99	E1-96 выпуск 4	E2-96 выпуск 4	E4-99	E5-02
API					API			
CD	CF-4		CG-4	CH-4	нет соответствия			

Внутри каждой категории эксплуатационные свойства соответствующих масел выделены в отдельные группы, обозначаемые цифрой после буквы. Чем больше цифра, тем в более жестких условиях работает двигатель и, соответственно, выше требования к качеству масла. Последние две цифры (через дефис) в маркировке масла обозначают год введения данной категории. Для некоторых новых классов оставлено обозначение старого класса, но с добавлением более позднего номера выпуска.

Примеры обозначений: A1 - 98; B3 - 98, выпуск 2; E3 - 96, выпуск 4; B5 - 02 и т.д.

В группы A1, B1, A5, B5 выделены специальные маловязкие, так называемые энергосберегающие масла, снижающие трение и позволяющие тем самым экономить не менее 2,5 % топлива. При этом по остальным эксплуатационным свойствам эти масла должны быть не хуже уровня 2.

### **Пример маркировки моторного масла М-10-Г<sub>2</sub>(к).**

Буква «М» обозначает принадлежность к моторным маслам, цифра 10 - класс вязкости, для которого величина кинематической вязкости при температуре 100 °С нормируется в пределах 9,3...11,5 мм<sup>2</sup>/с (сСт), буква «Г» с индексом 2 обозначает, что по эксплуатационным свойствам масло относится к группе «Г» и предназначено для высокофорсированных дизелей. Буква «к» означает, что данное масло предназначено преимущественно для применения в автомобилях КамАЗ. В отличие от него в ассортименте моторных масел имеется марка М-10-Г<sub>2</sub>, предназначенная для тракторных дизелей.

### **1.2.7. Классификации моторных масел по составу**

Потенциал нефтяных смазок не безграничен, и он уже исчерпан по ряду параметров: термическая стабильность, антиокислительная стойкость, износостойкость и энергосберегающая способность, температурно-вязкостные свойства.

Принципиальное отличие синтетических смазок от нефтяных или, как их часто называют, минеральных, заключается в том, что в качестве основы применяются материалы, которые синтезируют химическим путем из органических компонентов, а не переработкой нефти. Синтез с использованием определенных химических соединений позволяет получать продукты с запланированными свойствами. В основном это полиальфаолефины (ПАО), или сложные эфиры, обладающие значительно более высокими по сравнению с нефтяными основами значениями названных выше параметров.

Синтетические масла - лучшее из того, что предлагает современная нефтехимия. Они обладают рядом преимуществ по сравнению с минеральными. Они легкотекучие, следовательно, обеспечивают меньшие потери мощности на трение и, как следствие, снижение расхода топлива и имеют самые низкие температуры прокачки, т.е. позволяют работать двигателю даже при температуре ниже минус 30°С. Они имеют меньшую испаряемость при высокой температуре, повышенный срок службы. Главный недостаток, ограничивающий их повсеместное применение, - это

большая цена. Синтетические масла в среднем в два-пять раз дороже минеральных.

Компромиссное решение - смесь из синтетической и минеральной основ. «Полусинтетика» дешевле, но несколько уступает по качеству и сроку службы. Ее можно использовать в высокофорсированных бензиновых двигателях и дизелях, а также в двигателях с турбонаддувом.

Другой компромисс - облагораживание минерального масла в ходе процесса гидрокрекинга: продукт получается близким по исходным свойствам, но стареет такое масло еще быстрее. Кстати, многие известные компании не утруждают себя точными формулировками, выдавая «гидрокрекинг» за «полусинтетику» и даже за «синтетику».

Минеральные масла наиболее дешевые и используются в двигателях средней напряженности. Использование этих масел на отечественных автомобилях самое оптимальное. Выигрыш в уменьшении потерь на трение и снижении расхода топлива при использовании синтетики или полусинтетики может и не покрыть значительных затрат на масло.

Минеральные масла изготавливаются из нефти путем дистилляции и рафинирования. Для обеспечения требуемого уровня эксплуатационных характеристик такие масла обычно содержат большое количество различных присадок, которые имеют обыкновение в процессе эксплуатации довольно быстро разрушаться, вследствие чего такие масла требуют более частой замены.

Минеральные масла различаются по химическим видам, содержанию серы и по вязкости (которая может быть от 5 до 700 сСт). Используются при умеренных температурах. Известны три химических вида минеральных масел: парафиновые, нафтеновые и ароматические. Ароматическая составляющая на практике составляет лишь незначительную компоненту парафиновых или нафтеновых масел. Существенные различия между парафиновыми и нафтеновыми маслами обусловлены разной зависимостью вязкости от температуры и давления. Кроме того, парафиновые масла стоят дороже, поскольку требуют больше циклов переработки, чем нафтеновые.

Содержание серы в масле зависит от источника сырой нефти и процесса переработки. Небольшие количества серы в

масле желательны для обеспечения хорошей смазки и окислительных свойств. При содержании естественной серы от 0,1 до 1,0% обеспечивается снижение интенсивности изнашивания. Слишком много серы вредно для эксплуатационных свойств машины, так как это может корродировать уплотнения. Излишняя сера может быть удалена из нефти при переработке, но отражается на цене нефтепродуктов. В зависимости от месторождения содержание серы в сырой нефти изменяется от 0 до 8%.

Гидрокрекинговые масла (leichtlauf, extra high performance, extra wigh performance). Эти масла изготавливают из базовых минеральных масел, получаемых в процессе гидрокрекинга из нефти и комплекса присадок. Разные производители по-своему называют процесс получения масел с помощью гидрокрекинга.

Полусинтетические масла (Synthetic, Semi-Synthetic, Synthetic Based, Synthetic Blend). Полусинтетические масла, как правило, содержат в базовом продукте смесь продуктов перегонки и ПАО плюс пакет функциональных присадок, причем синтетический компонент составляет 20...40%.

Они улучшают условия пуска холодного двигателя, эффективно очищают двигатель и обеспечивают хорошую защиту от износа. Типовое значение вязкости 10W-40.

Синтетические масла (Fully Synthetic, 100% synthetic). Синтетические масла тоже имеют нефтяную основу, но являются специально разработанной заменой минеральным маслам, производятся другими способами и обладают существенно отличающейся от предыдущих молекулярной структурой.

### **1.3. Как выбрать масло для вашего автомобиля?**

Современные российские моторные масла вполне выдерживают сравнение с зарубежными аналогами той же потребительской категории.

Ведущие российские производители масел, в том числе и нефтяная компания «ЛУКОЙЛ», классифицируют и обозначают продукцию как по ГОСТ 17479.1-85, так и по международным стандартам SAE и API, что облегчает оценку уровня их качества в сравнении с зарубежными маслами.

Дилер при заказе масел на реализацию или покупатель при выборе масла для конкретного автомобиля должны решить вопрос: какое масло выбрать?

В международной практике действуют общие правила по подбору моторных масел.

С учетом требований двигателя Вашего автомобиля и температуры окружающего воздуха моторное масло подбирается по двум основным критериям:

- вязкость по классификации SAE;
- уровень эксплуатационных свойств по классификации API или ACEA.

Вязкость и ее зависимость от температуры в широком диапазоне (от температуры окружающего воздуха в момент холодного пуска зимой до температуры масла при максимальной нагрузке двигателя летом) являются одними из основных свойств моторного масла.

Для двигателей различной конструкции температурные диапазоны работоспособности масла (рис. 1.1) данного класса по SAE существенно отличаются. Они зависят от мощности стартера и многих других конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов.

При пробеге автомобиля до 25% от планового ресурса двигателя (новый двигатель) необходимо применять масла класса SAE 10W-30 или 5W-30 (всесезонно) для регионов средней полосы РФ.

При пробеге автомобиля 25...75% от планового ресурса двигателя (технически исправный двигатель) целесообразно летом применять масла класса SAE 10W-40, 15W-40, зимой – SAE 5W-30 и 10W-30 или SAE 5W-40 (всесезонно).

При пробеге автомобиля более 75% от планового ресурса двигателя (старый двигатель) следует летом применять масла класса SAE 15W-40 и 20W-50, зимой - SAE 5W-40 и 10W-40 или SAE 5W-50 (всесезонно).

Типичные диапазоны работоспособности наиболее часто используемых зимних, летних и всесезонных масел.

-40°C	-30°C	-20°C	-10°C	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C
SAE 0W									
	SAE 5W								
	SAE 10W								
		SAE 15W							
			SAE 20W						
				SAE 30					
				SAE 40					
					SAE 50				
	SAE 5W-40								
	SAE 5W-30								
	SAE 10W-30								
	SAE 10W-40								
		SAE 15W-40							
		SAE 20W-50							

Примечание: выпускаются синтетические моторные масла классов вязкости SAE 0W-30 и SAE 10W-60 для применения при температурах окружающего воздуха ниже -40 °C и выше +50 °C, соответственно.

Рисунок 1.1 - Типичные диапазоны работоспособности зимних, летних и всесезонных масел

При подборе моторного масла в соответствии с мощностью и конструктивными особенностями двигателя следует учитывать тот факт, что современные моторные масла ведущих российских производителей, лидером среди которых является компания «ЛУКОЙЛ», не уступают маслам известных зарубежных фирм одной группы эксплуатационных свойств.

Однако классифицировать такие высококачественные продукты в соответствии с ГОСТ 17479.1-85 невозможно, так как в России отсутствует испытательное оборудование для определения уровня эксплуатационных характеристик даже групп Д и Е, введенных в 1999 году, не говоря уже о более высококачествен-

ных маслах (табл. 1.9).

Таблица 1.9 - Примерное соответствие групп моторных масел по уровню эксплуатационных свойств по ГОСТ 17479.1-85 и по API

Группа масла		Группа масла	
ГОСТ 17479.1	API	ГОСТ 17479.1	API
А	SB	Д <sub>1</sub>	SF
Б	SC/CA	Д <sub>2</sub>	CD
Б <sub>1</sub>	SC	Е <sub>1</sub>	SG
Б <sub>2</sub>	CA	Е <sub>2</sub>	CF, CF-4
В	SD/CB	нет аналогов в отечественной классификации	SHx
В <sub>1</sub>	SD		CG-4
В <sub>2</sub>	CB		SJ
Г	SE/CC		CH-4
Г <sub>1</sub>	SE		SL
Г <sub>2</sub>	CC		CI-4

В отличие от классификации API любой член ACEA в дополнение к единым требованиям классификации масел может выдвигать свои специфические требования путем введения дополнительных испытаний в двигателе собственной конструкции, специальных испытаний на совместимость с резинотехническими изделиями или испытаний на определение сроков замены и т.д. Такие дополнительные требования излагаются в фирменных спецификациях на моторные масла. Наибольшее распространение получила спецификация по моторным маслам фирмы Daimler Chrysler (Mercedes-Benz).

Соответствие масел определенному уровню требований по API, ACEA, спецификации Mercedes-Benz (MB) или Volkswagen (VW) позволяет объективно оценивать качество фасованных моторных масел, предлагаемых различными российскими и зарубежными производителями (табл. 1.8).

Для смазки форсированных европейских, американских и японских бензиновых двигателей с наддувом и дизельных двигателей с турбонаддувом легковых автомобилей и легких грузовиков выпуска после 1995 года должны применяться масла, отвечающие европейским требованиям ACEA A3-98, B3-98,

API SJ/CF-4 и классификациям автомобильных фирм: 229.1, 229.3 Mercedes-Benz, 502.00 и 505.00 Volkswagen, BMW, LB 4507, Porsche. Таким высоким требованиям из ассортимента российских моторных масел отвечают моторные масла «ЛУКОЙЛ-ЛЮКС» API SJ/CF классов вязкости SAE 5W-30, 5W-40, 10W-40 и 15W-40, «ЛУКОЙЛ-СИНТЕТИК» SAE 5W-40 API SL/CF и SJ/CF.

Масла «ЛУКОЙЛ-ЛЮКС» и «ЛУКОЙЛ-СИНТЕТИК» имеют лицензию API на простановку знака «Донат».

Применение масел последнего поколения обеспечивает высокую чистоту деталей двигателя и длительный ресурс его работы, позволяет максимально увеличить интервалы замены масел (до 15...30 тыс. км пробега).

Таблица 1.10 - Ориентировочное соответствие современных классификаций моторных масел

Классификация	ACEA	API	ILSAC	MB	VW	ГОСТ 17479.1
Масла для бензиновых двигателей легковых автомобилей	A1-98	SH	GF-1	229.3	503.00	-
	A2-96 выпуск 2		-	229.1	502.00	Д <sub>1</sub>
	A3-98	SJ	GF-2	229.3	503.00	-
	A3-99			229.5	503.01	-
	A5-01	SL	GF-3			-
	-04	-	GF-4		-	-
Масла для легких высокооборотных дизелей легковых автомобилей	B1-98	CE	-	229.3	505.00	Д
	B2-98		-	229.1		
	B3-98	CF-4	-	229.3	505.01	-
	B4-98 (99)	CG-4	-	229.5	506.00	-
	B5-01	CH-4	-		506.01	-
E1-96 выпуск 2	CD	-	228.0	-	E <sub>2</sub>	
Масла для тяжелых дизелей грузовых автомобилей и внедорожной автотракторной техники	E2-96 выпуск 3	CF-4	-	228.1	-	Д <sub>2</sub>
	E3-96 выпуск 3		-	228.2	-	
	E4-99	CG-4	-	228.3	-	-
	E5-99	CH-4	-	228.5	-	-

В настоящее время в России выработано и предлагается по-

требителю универсальное моторное масло нового поколения высшего мирового качества «ЛУКОЙЛ-АВАНГАРД» SAE 10W-40 API CF-4/SG, ACEA E2-04.

Указанное масло рекомендовано к применению фирмами «Mercedes-Benz» и «Man» со сроками смены до 45 тыс. км для турбонаддувных и до 60 тыс. км для безнаддувных дизелей, в то же время оно отвечает требованиям высшей группы качества для современных бензиновых двигателей.

Продукция ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеорг-синтез» изготавливается под контролем системы менеджмента качества, сертифицированной BVQI и ГОСТ Р в соответствии с требованиями ISO 9001.

## **2. ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА**

### **Требования, классификация и системы обозначений**

В разнообразных редукторах, коробках передач, раздаточных коробках, ведущих мостах и конечных передачах применяются прямозубые и косозубые цилиндрические, конические, спирально-конические, гипоидные и червячные передачи. Вид передачи, особенности конструкции узла и условий его эксплуатации определяют требования к смазочным маслам.

Трансмиссионные масла должны обладать:

- высокими противоизносными и противозадирными свойствами;
- хорошими вязкостно-температурными характеристиками, обеспечивающими требуемое качество смазывания деталей при холодном пуске изделия и необходимый уровень вязкости в диапазоне максимально высоких рабочих температур;
- малой коррозионной агрессивностью, в том числе по отношению к деталям из цветных металлов;
- высокой термоокислительной стабильностью, обеспечивающей постоянство вязкости в течение всего межсменного интервала;
- высокими защитными свойствами против ржавления;
- незначительным воздействием на материал уплотнителей;
- малой токсичностью.

Вопросы правильного назначения сорта масла для каждой конкретной конструкции узла значительно упрощаются благодаря имеющимся классификациям трансмиссионных масел по вязкости и эксплуатационным свойствам.

Система классификации и обозначений трансмиссионных масел российского производства регламентирована ГОСТ 17479.2 «Масла трансмиссионные. Классификация и обозначение».

Требования к значениям отдельных показателей для незагущенных трансмиссионных масел содержатся в ГОСТ 23652 «Масла трансмиссионные. Технические условия». Для загущенных масел они определены рядом технических условий предприятий и отраслевых стандартов.

Согласно ГОСТ 17479.2, обозначение трансмиссионного

масла состоит из групп знаков, первая из которых «ТМ» определяет вид смазочного материала (трансмиссионное масло). Цифра, следующая за обозначением вида, характеризует группу эксплуатационных свойств (возможные направления использования масла). Последующая цифра указывает на принадлежность масла к определенному классу вязкости. Наряду с этим могут использоваться дополнительные знаки, характеризующие отличительные особенности нефтепродукта. Для этого применяются строчные буквы, например «рк» для рабоче-консервационных масел, «з» - для масел, содержащих вязкостную (загущающую) присадку.

Пример обозначения трансмиссионного масла:

ТМ-5-12 (рк), где ТМ - трансмиссионное масло, 5 - эксплуатационная группа (универсальное масло с противозадирными присадками высокой эффективности, в том числе для гипоидных передач), 12 - класс вязкости. Дополнительный знак «рк» свидетельствуют о том, что оно может использоваться в качестве рабоче-консервационного.

Для масел российского производства установлено 4 класса вязкости (табл. 2.1). Для каждого класса вязкости нормированы пределы кинематической вязкости при температуре 100°С и, кроме того, для классов вязкости 9, 12 и 18 - значения отрицательных температур, при которых обеспечивается удовлетворительный режим смазывания деталей. В качестве такого критерия выбрано значение динамической вязкости, не превышающей 150 Па·с (150000 сП).

В зависимости от назначения и свойств (возможных областей применения) трансмиссионные масла разделены на 5 групп (табл. 2.2). Там же приведены основные сведения по составу масла каждой группы.

Наибольшее распространение за рубежом получили классификация трансмиссионных масел SAE J306 (ред. июля 1998 г.) по вязкости (табл. 2.3), а также классификация трансмиссионных масел API (США) по уровню эксплуатационных свойств.

Ориентировочное соответствие классов вязкости и групп эксплуатационных свойств, предусмотренных ГОСТ 17479.2, классификациями SAE J-306 и API, указано в табл. 2.4.

Таблица 2.1 - Классы вязкости трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2

<b>Класс вязкости</b>	<b>Кинематическая вязкость при температуре 100°С, мм<sup>2</sup>/с (сСт)</b>	<b>Температура, при которой динамическая вязкость не превышает 150 Па·с, °С, не выше</b>
9	6,00...10,99	-35
12	11,00...13,99	-26
18	14,00...24,99	-18
34	25,00...41,00	-

Таблица 2.2 - Классификация трансмиссионных масел по группам эксплуатационных свойств в соответствии с ГОСТ 17479.2

<b>Группа</b>	<b>Состав масла</b>	<b>Область применения</b>
1	Минеральное масло без присадок	Цилиндрические, конические и червячные передачи, работающие при контактных напряжениях от 900 до 1600 МПа и температуре масла в объеме до 90°С
2	Минеральное масло с противоизносными присадками	То же, при контактных напряжениях до 2100 МПа и температуре масла в объеме до 130°С
3	Минеральное масло с противозадирными присадками умеренной эффективности	Цилиндрические, конические, спирально-конические и гипоидные передачи, работающие при контактных напряжениях до 2500 МПа и температуре масла в объеме до 150°С
4	Минеральное масло с противозадирными присадками высокой эффективности	Цилиндрические, спирально-конические и гипоидные передачи, работающие при контактных напряжениях до 3000 МПа и температуре масла в объеме до 150°С
5	Минеральное масло с противозадирными присадками высокой эффективности и многофункционального действия, а также универсальные масла	Гипоидные передачи, работающие с ударными нагрузками при контактных напряжениях выше 3000 МПа и температуре масла в объеме до 150°С

Таблица 2.3 - Классификация SAE J306 по вязкости автомобильных трансмиссионных масел

Класс вязкости по SAE	Максимальная температура достижения динамической вязкости 150 Па·с, °С*	Кинематическая вязкость при 100 °С, мм <sup>2</sup> /с**	
		минимум	максимум
70W	-55	4,1	-
75W	-40	4,1	-
80W	-26	7,0	-
85W	-12	11,0	-
80	-	7,0	11,0
85	-	11,0	13,5
90	-	13,5	24,0
140	-	24,0	41,0
250	-	41,0	-

Примечание: \* - с использованием метода ASTM D 2983;

\*\* - с использованием метода ASTM D 445.

Таблица 2.4 - Соответствие классов вязкости и групп эксплуатационных свойств трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2 зарубежным классификациям SAE J306 и API

Класс вязкости по ГОСТ 17479.2	Класс вязкости по SAE J306	Группа масла по ГОСТ 17479.2	Группа масла по API
9	75W	TM-1	GL-1
12	80W/85W	TM-2	GL-2
18	90	TM-3	GL-3
34	140	TM-4	GL-4
-	80W-90	TM-5	GL-5
-	75W-90		

Таблица 2.5 - Классификация API трансмиссионных масел по уровню эксплуатационных свойств

Группа по API	Группа по ГОСТ	Свойства и область применения
1	2	3
GL-1	TM-1	Минеральные масла без присадок или с антиокислительными и противопенными присадками без противозадирных компонентов для применения, среди прочего, в коробках передач с ручным управлением с низкими удельными давлениями и скоростями скольжения. Цилиндрические, червячные и спирально-конические зубчатые передачи, работающие при низких скоростях и нагрузках
GL-2	TM-2	Червячные передачи, работающие в условиях GL-1 при низких скоростях и нагрузках, но с более высокими требованиями к антифрикционным свойствам. Могут содержать антифрикционный компонент
GL-3	TM-3	Трансмиссионные масла с высоким содержанием присадок с уровнем эксплуатационных свойств MIL-L-2105. Эти масла применяются предпочтительно в ступенчатых коробках передач и рулевых механизмах, в главных передачах и гипоидных передачах с малым смещением в автомобилях и безрельсовых транспортных средствах для перевозки грузов, пассажиров и для нетранспортных работ. Спирально-конические передачи, работающие в умеренно жестких условиях. Обычные трансмиссии со спирально-коническими шестернями, работающие в умеренно жестких условиях по скоростям и нагрузкам. Обладают лучшими противоизносными свойствами, чем GL-2

1	2	3
GL-4	TM-4	Трансмиссионные масла с высоким содержанием присадок с уровнем эксплуатационных свойств MIL-L-2105. Эти масла применяются предпочтительно в ступенчатых коробках передач и рулевых механизмах, в главных передачах и гипоидных передачах с малым смещением в автомобилях и безрельсовых транспортных средствах для перевозки грузов и пассажиров и для нетранспортных работ. Гипоидные передачи, работающие в условиях высоких скоростей при малых крутящих моментах и малых скоростей при больших крутящих моментах. Обязательно наличие высокоэффективных противозадирных присадок
GL-5	TM-5	Масла для гипоидных передач с уровнем эксплуатационных свойств MIL-L-2105 C/D. Эти масла предпочтительно применяются в передачах с гипоидными коническими зубатыми колесами и коническими колесами с круговыми зубьями для главной передачи в автомобилях и в карданных приводах мотоциклов и ступенчатых коробках передач мотоциклов. Специально для гипоидных передач с высоким смещением оси. Для самых тяжелых условий эксплуатации с ударной и знакопеременной нагрузкой. Гипоидные передачи, работающие в условиях высоких скоростей при малых крутящих моментах и ударных нагрузках на зубья шестерен. Должны иметь большое количество серофосфорсодержащей противозадирной присадки
GL-6		Гипоидные передачи с увеличенным смещением, работающие в условиях высоких скоростей, больших крутящих моментов и ударных нагрузок. Имеют большее количество серофосфорсодержащей противозадирной присадки, чем масла GL-5

Примечание: - группа GL-6 в настоящее время практически не используется;  
 - при необходимости область применения группы GL-5 дополняется соответствующей информацией в технической документации на эти масла.

### **Масла для автоматических коробок ATF.**

Масла для автоматических коробок передач не подчиняются требованиям API. В связи с тем, что к ним предъявляются особые требования, крупнейшие производители этих коробок разработали отдельные спецификации для автоматических трансмиссионных жидкостей - ATF (Automatic Transmission Fluids).

В настоящее время действуют следующие спецификации:

- для коробок передач производства «Дженерал моторс», Dexron, Dexron II и III и Allison;

- для коробок передач производства «Форд», Mercon - V2C 138-CJ или M2C 166H.

Эти спецификации указываются на банках и канистрах, в которых расфасовано масло. Для европейских автомобилей, на которых установлены коробки фирмы ZF, заливаются масла по спецификации «Дженерал Моторс».

Таблица 2.6 - Спецификации масел для автоматических и полуавтоматических коробок передач

<b>Компания «GM»</b>		<b>Компания «Ford»</b>	
Год введения	Наименование спецификации	Год введения	Наименование спецификации
1949	Type A	1959	M2C33-D
1957	Type A Suffix A (ATF TASA)	1961	M2C33-D
1967	Dextron	1967	M2C33-F (Type F)
1973	Dextron II C	1972	SQM-2C9007A, M2C33-G (Type G)
1981	Dextron II D	1975	SQM-2C9010A, M2C33-G (Type CJ)
1991	Dextron II E	1987	EAPM-2C166-H (Type H)
1991	Dextron II I	1987	Mercon
1994	Dextron IV	1998	Mercon V

### **Спецификации фирмы General Motors.**

Поскольку к трансмиссионным жидкостям для автоматических коробок передач предъявляются особые требования, крупнейшая фирма по производству коробок передач General Motors

CO (Дженерал моторс корпорейшн) уже давно разрабатывает отдельные спецификации для автоматических трансмиссионных жидкостей (Automatic Transmission Fluids - ATF).

ATF типа А обозначала тот тип масла, который был пригоден для автоматических коробок передач легковых автомобилей. Маслам, с успехом прошедшим испытания, присваивались квалификационные номера AQ. Квалификационные номера AQ устанавливались по договору с фирмой General Motors бронетанковым исследовательским центром «Amour Research» в виде «Amour Qualification N».

DEXRON (B) - действующие в настоящее время спецификации для жидкостей для автоматических коробок передач фирмы General Motors. Многие изготовители или покупатели подобных коробок передач тоже пользуются этими спецификациями. Допуск фирмой General Motors производится под так называемым номером «B».

DEXRON II, III, IV является новейшей спецификацией жидкостей для автоматических коробок передач. В ней ужесточаются требования, предъявляемые к жидкостям для автоматических трансмиссий. Она включает все предыдущие спецификации, а в целях охраны окружающей среды запрещает применение спермацетового масла в качестве присадки.

### **Спецификации фирмы Ford.**

Жидкости для автоматических трансмиссий типа F, согласно последним спецификациям фирмы Ford M2C33F и M2C33G, по коэффициенту трения существенно отличаются от жидкостей DEXRON. Фирма Ford отдает предпочтение коэффициенту трения, который увеличивается со снижением скорости скольжения, в то время как фирма General Motors требует снижения коэффициента трения в этом случае.

Жидкости для автоматических трансмиссий типа ATF согласно спецификациям фирмы Ford M2C138-CJ и M2C166H можно частично заменять жидкостями DEXRON II.

Жидкости для автоматических КПП серии ATF (Dexron II, Plus Dexron III, ATF-A) разработаны с учетом требований, предъявляемых к трансмиссиям, работающим в условиях высоких механических и термических нагрузок, и могут быть использованы

в трансмиссиях любых легковых автомобилей, гидравлических усилителях руля и сцепления. Жидкости для автоматических КПП группы ATF представлены двумя марками ATF II D Plus и Dexron III. Первая из них предназначена для работы в сильно нагруженных трансмиссиях и относится к категории Extrimal Pressure («экстремальное давление»). Сбалансированный пакет специальных присадок обеспечивает высокие антикоррозионные свойства. По своим параметрам жидкость отвечает требованиями десятка ведущих автомобилестроительных компаний мира. Dexron III рекомендована для применения в автоматических трансмиссиях легковых автомобилей, легких грузовиков и минивэнов.

Большое разнообразие конструкций механических и автоматических коробок передач автомобилей классических, переднеприводных и полноприводных моделей требует от маслопроизводителей выпуска широкой гаммы трансмиссионных масел. Ведущие мировые компании стараются предусмотреть все жизненные ситуации, чтобы в руках автомобилистов в нужное время оказалось масло, полностью отвечающее конкретным условиям эксплуатации.

Кроме требований General Motors и Ford при оценке качества масел для автоматических коробок передач часто используются заводские спецификации фирм: Deimler Chrysler, MAN, Toyota, Allison, Renk, Voith, ZF и др. Для европейских автомобилей, на которых установлены коробки фирмы ZF, заливаются масла по спецификации «General Motors».

### 3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАСЛА

#### Требования, классификация и системы обозначений

В гидросистемах различных исполнительных механизмов применяются специальные гидравлические масла. Поскольку их основной функцией является приведение в действие исполнительных механизмов за счет гидростатического давления, их часто называют гидравлическими жидкостями. Гидравлические жидкости на нефтяной основе готовят с использованием глубоочищенных базовых масел и антиокислительных, антикоррозионных, противоизносных, вязкостных, антифрикционных и антипенных присадок. Широко применяются гидравлические жидкости и без присадок.

Гидравлические жидкости работают в различных климатических условиях и в широком диапазоне рабочих температур. В связи с этим они должны обладать хорошими вязкостно-температурными свойствами, то есть иметь относительно малое изменение вязкости с изменением температуры. Таким требованиям могут отвечать только те жидкости, у которых индекс вязкости значительно выше, чем у обычных масел на минеральной основе.

Система обозначений гидравлических масел, применяемых в транспорте и промышленном оборудовании, установлена ГОСТ 17479.3-85. Обозначение гидравлических масел состоит из групп знаков, первая из которых «МГ» означает «минеральное гидравлическое». Цифры, следующие за обозначением вида масла, характеризуют класс вязкости. Буква, следующая за обозначением класса вязкости, указывает на принадлежность масла к определенной группе эксплуатационных свойств.

Пример обозначения гидравлического масла: МГ-15-В, где МГ - минеральное гидравлическое масло, 15 - класс вязкости (средняя величина кинематической вязкости этого класса  $15 \text{ мм}^2/\text{с}$  (сСт)), В - группа масла по эксплуатационным свойствам (содержит антиокислительные, антикоррозионные и противоизносные присадки).

В зависимости от величины кинематической вязкости при температуре  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  гидравлические масла делятся на 10 классов вязкости, указанных в табл. 3.1. Пределы кинематической вязко-

сти для каждого класса установлены такими, какими они предусмотрены классификацией индустриальных масел по вязкости ISO 3449-75.

В зависимости от эксплуатационных свойств гидравлические масла делятся на группы А, Б, В (табл. 3.2).

Действующий ассортимент нефтяных гидравлических масел (рабочих жидкостей для гидравлических систем) включает свыше 20 марок.

Таблица 3.1 - Классы вязкости гидравлических масел

Класс вязкости	Пределы кинематической вязкости при температуре 40 °С, мм <sup>2</sup> /с		Средняя величина кинематической вязкости для класса, мм <sup>2</sup> /с (сСт)
	минимум	максимум	
5	4,14	5,06	4,6
7	6,12	7,48	6,8
10	9,0	11,0	10,0
15	13,5	16,5	15,0
22	19,8	24,2	22,0
32	28,8	35,2	32,0
46	41,4	50,6	46,0
68	61,2	74,8	68,0
100	90,0	110,0	100,0
150	135,0	165,0	150,0

В зарубежной практике условные обозначения гидравлических масел также складываются из обозначений группы масла и класса вязкости. По стандарту ISO 6074/7-82 для гидравлических масел различных групп установлены категории НН, НL, НМ и НV (табл. 3.3).

В табл. 3.4 приведено обозначение гидравлических масел существующего ассортимента в соответствии с классификацией по ГОСТ 17479.3-85.

Таблица 3.2 - Группы эксплуатационных свойств  
для гидравлических масел

Группа масла по эксплуатационным свойствам	Сведения о составе*	Рекомендуемая область применения
А	Минеральные масла без присадок	Гидросистемы с шестеренчатыми и поршневыми насосами, работающие при давлении до 15 МПа и температуре масла в объеме до 80 °С
Б	Минеральные масла с антиокислительными и антикоррозионными присадками	Гидросистемы с насосами всех типов, работающие при давлении до 25 МПа и температуре масла в объеме более 80 °С
В	Минеральные масла с антиокислительными, антикоррозионными и противоизносными присадками	Гидросистемы с насосами всех типов, работающие при давлении до 25 МПа и температуре масла в объеме более 90 °С

Примечание: \* допускается добавление загущающих и антипенных присадок в гидравлические масла всех групп.

Таблица 3.3 - Категории гидравлических масел по ISO 6074/7-82

Категория по ISO	Состав масла	Классы вязкости, предусмотренные данной категорией
НН	Неингибированное минеральное масло	10, 15, 22, 32, 46, 68, 100, 150
НЛ	Минеральное масло с ингибиторами окисления и коррозии	10, 15, 22, 32, 46, 68, 100, 150
НМ	Минеральное масло с ингибиторами окисления, коррозии и противоизносными присадками	10, 15, 22, 32, 46, 68, 100, 150
НV	Как НМ, но с улучшенными вязкостно-температурными свойствами	15, 22, 32, 46, 68, 100

Таблица 3.4 - Обозначение товарных гидравлических масел

Обозначение масла по ГОСТ 17479.3-85	Товарная марка	Обозначение масла по ГОСТ 17479.3-85	Товарная марка
МГ-5-Б	МГЕ-4А, ЛЗ-МГ-2	МГ-22-В	«Р»
МГ-7-Б	МГ-7-Б, РМ	МГ-32-А	«ЭШ»
МГ-10-Б	МГ-10-Б, РМЦ	МГ-32-В	«А», МГТ
МГ-15-Б	АМГ-10	МГ-46-В	МГЕ-46В
МГ-15-В	МГЕ-10А, ВМГЗ	МГ-68-В	МГ-8А, (М8-А)
МГ-22-А	АУ	МГ-100-Б	ГЖД-14С
МГ-22-Б	АУП		

В таблицу кроме чисто гидравлических масел включены масла марок «А», «Р», МГТ, отнесенные к категории трансмиссионных масел для гидромеханических передач. Однако благодаря высокому индексу вязкости, хорошим низкотемпературным и эксплуатационным свойствам и из-за отсутствия у гидравлических масел такого уровня вязкости они также используются в гидрообъемных передачах и гидросистемах навесного оборудования наземной техники.

Некоторые давно разработанные и выпускаемые гидравлические масла по значению вязкости не строго соответствуют классу по классификации, обозначенной ГОСТ 17479.3-85, а занимают промежуточное положение. Например, масло ГТ-50, имеющее вязкость при 40°С 17...18 мм<sup>2</sup>/с, находится в ряду классификации между 15 и 22 классами вязкости.

## **4. МАСЛА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

### **4.1. Индустриальные масла**

#### **4.1.1. Требования, классификация и система обозначений**

В единой системе обозначений индустриальных масел учтено их применение в различном промышленном оборудовании, например в ткацких и токарных станках, прессах, прокатных станках, в редукторах и узлах трения, гидравлических системах и т.п., при различных условиях эксплуатации. Индустриальные масла работают в узлах трения на открытом воздухе и в помещениях.

Разнообразие требований машиностроителей и широкий температурный диапазон применения индустриальных масел обусловили необходимость выделения их в самостоятельную группу.

Классификация индустриальных масел отражена в ГОСТ 17479.4 «Масла индустриальные. Классификация и обозначение», который разработан с учетом требований международных стандартов ISO 3448 «Смазочные материалы индустриальные. Классификация вязкости» и ISO 6743 «Классификация смазок и индустриальных масел».

Обозначение индустриальных масел включает группы знаков, разделенных между собой дефисом. Первая группа (буква «И») подтверждает принадлежность к индустриальным маслам, вторая группа знаков (прописные буквы) - принадлежность к группе по назначению, третья группа (прописная буква) - принадлежность к подгруппе по эксплуатационным свойствам и четвертая группа (цифра) - характеризует класс кинематической вязкости.

Пример обозначения индустриального масла:

И-ГН-Е-68, где И - индустриальное масло, ГН -масло предназначено для гидравлических систем и направляющих скольжения, Е - масло с антиокислительными, антикоррозионными, адгезионными, противоизносными, противозадирными и противоскачковыми присадками для машин и механизмов с повышенными требованиями к условиям работы, 68 - класс вязкости.

По назначению индустриальные масла делят на 4 группы (табл. 4.1), по уровню эксплуатационных свойств - на 5 подгрупп

(табл. 4.2), по величине кинематической вязкости при 40°C - на 18 классов (табл. 4.3). Деление масел по назначению соответствует стандартам ISO 3448.

Таблица 4.1 - Группы промышленных масел по назначению

Группа по ГОСТ 17479.4	Соответствие группы по ISO 6743/0-81	Область применения
Л	F	Легконагруженные узлы (шпиндели, подшипники и др. соединения)
Г	H	Гидравлические системы
Н	G	Направляющие скольжения
Т	C	Тяжелонагруженные узлы (зубчатые передачи)

Таблица 4.2 - Подгруппы промышленных масел для машин и механизмов промышленного оборудования по эксплуатационным свойствам по ГОСТ 17479.4

Подгруппа масла	Состав масла	Рекомендуемая область применения
1	2	3
А	Нефтяные масла без присадок	Машины и механизмы промышленного оборудования, условия работы которых не предъявляют особых требований к антиокислительным и антикоррозионным свойствам масел
В	Нефтяные масла с антиокислительными и антикоррозионными присадками	Машины и механизмы промышленного оборудования, условия работы которых не предъявляют особых требований к антиокислительным и антикоррозионным свойствам масел
С	Нефтяные масла с антиокислительными, антикоррозионными и противоизносными присадками	Машины и механизмы промышленного оборудования, содержащие антифрикционные сплавы цветных металлов, условия работы которых предъявляют повышенные требования к антиокислительным, антикоррозионным и противоизносным свойствам масел

1	2	3
Д	Нефтяные масла с антиокислительными, противоизносными и противозадирными присадками	Машины и механизмы промышленного оборудования, условия работы которых предъявляют повышенные требования к антиокислительным, антикоррозионным, противоизносным и противозадирным свойствам масел
Е	Нефтяные масла с антиокислительными, антикоррозионными, адгезионными, противоизносными, противоскачковыми присадками	Машины и механизмы промышленного оборудования, условия работы которых предъявляют повышенные требования к противозадирным и антиокислительным, адгезионным, противоизносным, противозадирным и противоскачковым свойствам масел

Таблица 4.3 - Классы вязкости промышленных масел по ISO 3448

Класс вязкости	Вязкость кинематическая при 40°C, мм <sup>2</sup> /с	Класс вязкости	Вязкость кинематическая при 40°C, мм <sup>2</sup> /с
2	1,9...2,5	68	61...75
3	3,0...3,5	100	90...110
5	4,0...5,0	150	135...165
7	6,0...8,0	220	198...242
10	9,0...11,0	320	288...352
15	13,0...17,0	460	414...506
22	19,0...25,0	680	612...748
32	29,0...35,0	1000	900...1100
46	41,0...51,0	1500	1350...1650

#### 4.1.2. Ассортимент промышленных масел

##### Масла общего назначения.

В эту группу входят нефтяные масла без присадок и с присадками (легированные) вязкостью при 50°C от 2,2 до 190 мм<sup>2</sup>/с,

получаемые из малосернистых и сернистых нефтей. Такие масла служат для смазывания наиболее распространенных узлов и механизмов оборудования в различных отраслях промышленности. К маслам без присадок не предъявляют особых требований, их эксплуатационные свойства обеспечиваются естественной нефтяной природой масел. В группу легированных масел включены масла с определенным комплексом свойств, обеспечивающих универсальность их применения.

**Масла без присадок.** Эти масла, выпускаемые по ГОСТ 20799-88, представляют собой очищенные дистиллятные или смесь дистиллятных и остаточных масел. Применяют в машинах и механизмах промышленного оборудования, условия работы которых не предъявляют особых требований к антиокислительным и антикоррозионным свойствам масел, а также в качестве гидравлических жидкостей.

**Масла И-5А, И-8А** - дистиллятные, из малосернистых и сернистых нефтей селективной очистки. Применяют в различных отраслях промышленности для смазывания наиболее широко распространенных легконагруженных, высокоскоростных узлов и механизмов, замасливания волокон и в производстве масел, смазок и резин. Кроме того, их применяют для жирования кож, изготовления паст, мастик, оконной замазки и др. Ряд отраслей народного хозяйства используют эти масла в качестве рабочей жидкости для гидравлических систем различных строительных машин.

**Масла И-12А, И-12А<sub>1</sub>** - дистиллятные из сернистых нефтей селективной очистки. Служат для смазывания втулок, подшипников веретен ровничных и других машин, узлов котлонных и кетельных машин, шпинделей металлорежущих станков, работающих с частотой вращения до 5 тыс. мин<sup>-1</sup>, для направляющих бабок фильернорасточных, фильернополировочных и других станков, для подшипников маломощных электродвигателей с кольцевой системой смазки, в качестве рабочих жидкостей в объемных гидроприводах, работающих в закрытом помещении и на открытом воздухе, для поршневой группы аммиачных компрессоров и для многих других видов оборудования. Используют также для изготовления масел с присадками, пластичных антифрикционных и консервационных смазок, эмульгирующих соста-

вов, технологических смазок и жидкостей. В зависимости от требований их можно заменить смесью одного из масел И-20А или И-30А с маловязкими маслами И-5А или И-8А.

**Масла И-20А, И-30А, И-40А, И-50А** - дистиллятные или смесь дистиллятного с остаточным из сернистых и малосернистых нефтей селективной очистки. Их употребляют в качестве рабочих жидкостей в гидравлических системах станочного оборудования, автоматических линий, прессов, для смазывания легко- и средненагруженных зубчатых передач, направляющих качения и скольжения станков, где не требуются специальные масла, и других механизмов. Наиболее широко применяют масло И-20А в гидравлических системах промышленного оборудования, для строительных, дорожных и других машин, работающих на открытом воздухе. Применение указанных масел в тех или иных механизмах зависит от их вязкости: по мере ее увеличения масла используют в более нагруженных и менее быстроходных механизмах. Указанные масла можно заменить легированными маслами ИГП-18, ИГП-30, ИГП-38 и ИГП-49 (ТУ 38.101413-97) соответствующей вязкости.

В производстве индустриальных масел И-Л-С и ИГП с присадками используют, как правило, высокоиндексные базовые масла серии ВИ (ТУ 38.101308-97), характеристики которых приведены в таблице, а также масла-компоненты селективной очистки и из продуктов глубокого гидрирования нефтяных фракций.

#### **Масла с присадками (легированные).**

**Масла индустриальные И-Л-С и ИГП** выпускают в соответствии с ТУ 38.1011191-97 и ТУ 38.101413-97. Это дистиллятные, остаточные или смесь дистиллятных и остаточных нефтяных масел из сернистых нефтей глубокой селективной очистки с антиокислительной, противоизносной, антикоррозионной и антипенной присадками. Применяют их в основном для смазывания современного отечественного и импортного оборудования в различных отраслях народного хозяйства, для эксплуатации которого необходимы масла с улучшенными эксплуатационными свойствами.

Основными показателями, характеризующими эксплуатационные свойства масел ИГП, являются вязкость, стабильность

против окисления, антикоррозионные свойства и стойкость к пенообразованию.

В связи с применением в гидравлических системах современного промышленного оборудования фильтров тонкой очистки (25, 10 и 5 мкм) важное значение приобретает такое свойство нефтяных масел, как фильтруемость.

Масла ИГП можно применять взамен соответствующих по вязкости масел общего назначения по ГОСТ 20799-88. Преимущества легированных масел ИГП в сравнении с маслами без присадок подтверждены многолетней практикой их производства и применения.

**Масла И-Л-С-5, И-Л-С-10, И-Л-С-22** (взамен ИГП-4, ИГП-6, ИГП-8, ИГП-14) применяют для смазывания легконагруженных высокоскоростных механизмов (шпиндели, подшипники и сопряженные с ними соединения).

**Масла ИГП-18, ИГП-30, ИГП-38, ИГП-49** служат рабочими жидкостями в гидравлических системах станков, автоматических линий, прессов. Используют для смазывания высокоскоростных коробок передач, мало- и средненагруженных редукторов и червячных передач, вариаторов, электромагнитных и зубчатых муфт, подшипниковых узлов, направляющих скольжения и качения и в других узлах и механизмах, где требуются масла с улучшенными антиокислительными и противоизносными свойствами.

**Масла ИГП-72, ИГП-91, ИГП-114** используют в гидравлических системах тяжелого прессового оборудования и для смазывания шестеренчатых передач, средненагруженных зубчатых и червячных редукторов, в циркуляционных системах смазки различного оборудования.

**Масла ИГП-152, ИГП-182** используют для смазывания нагруженных зубчатых и червячных передач, коробок скоростей, редукторов и других узлов.

## **4.2. Энергетические масла. Требования, классификация и система обозначений**

В группу энергетических масел принято включать турбинные, электроизоляционные, компрессорные масла и масла для холодильных машин.

### **4.2.1. Турбинные масла**

Турбинные масла предназначены для смазывания и охлаждения подшипников различных паровых и газовых турбин, гидротурбин и турбокомпрессорных машин. Используются в качестве рабочих жидкостей в системах регулирования турбоагрегатов, а также в циркуляционных системах промышленного оборудования.

Турбинные масла должны обладать хорошей стабильностью против окисления, не выделять при длительной работе осадков, не образовывать стойкой эмульсии с водой, которая может проникать в смазочную систему при эксплуатации, защищать поверхность от коррозии.

Единой классификации для турбинных масел нет. Основные требования к эксплуатационным и физико-химическим свойствам изложены в Правилах технической эксплуатации станций и сетей Российской Федерации (РД 34.20.501-95 РАО «ЕЭС России») и Инструкции по эксплуатации нефтяных турбинных масел (РД 34.43.102-96 РАО «ЕЭС России»).

Основной ассортимент турбинных масел и области их применения представлены в табл. 4.4.

### **4.2.2. Электроизоляционные масла**

Изоляционные масла являются жидкими диэлектриками, обеспечивающими изоляцию токонесущих частей электрооборудования (трансформаторов, конденсаторов, кабелей и др.), служат теплоотводящей средой, способствуют быстрому гашению электрической дуги в масляных выключателях. К этой группе относятся

трансформаторные, конденсаторные, кабельные масла и масло для выключателей.

Таблица 4.4 - Ассортимент и области применения турбинных масел

Турбинные масла	Область применения
Тп-22с ТУ 38.101821-83	Предназначено для высокооборотных паровых турбин, а также центробежных и турбокомпрессоров. Является наиболее распространенным маслом
Тп-22Б ТУ 38.401-58-48-92	То же, но обладает улучшенными антиокислительными свойствами. Применяется в турбокомпрессорах производств аммиака
Тп-30 и Тп-46 ГОСТ 9972-74	Применяются в судовых паросиловых установках с тяжело нагруженными редукторами и для вспомогательных механизмов
Т22 ГОСТ 32-74	Бесприсадочное масло из беспарафинистых мало-сернистых бакинских нефтей. Предназначено для высокооборотных паровых турбин
Т30 ГОСТ 32-74	Бесприсадочное масло. Предназначено для гидротурбин, низкооборотных паровых турбин, а также центробежных и турбокомпрессоров, работающих с высокооборотными нагруженными редукторами
Т46 ГОСТ 32-74	Бесприсадочное масло. Применяется в судовых паротурбинных установках (турбозубчатых агрегатах) и других вспомогательных судовых механизмах с гидроприводом
Т57 ГОСТ 32-74	Бесприсадочное масло. То же, когда требуется большая вязкость, чем у Т46
Масло для судовых газовых турбин ГОСТ 10289-79	Предназначено для смазывания и охлаждения редукторов и подшипников судовых газовых турбин

### **Трансформаторные масла.**

Электроизоляционные свойства масел определяются тангенсом угла диэлектрических потерь. Диэлектрическая прочность трансформаторных масел ухудшается из-за наличия волокон и воды, поэтому механические примеси и вода в маслах должны быть полностью удалены. Низкая температура застывания (не

выше минус 45°С) необходима для сохранения их текучести при низких температурах. Для обеспечения отвода тепла трансформаторные масла должны обладать небольшой вязкостью, иметь температуру вспышки не ниже 95, 125, 135 и 150°С для разных марок.

Наиболее важное свойство трансформаторных масел - стабильность против окисления, т.е. способность сохранять исходные параметры при длительной работе.

Согласно действующему РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования», регламентировано содержание воздуха и воды в масле, указаны значения показателей масла, по которым его эксплуатационное состояние оценивается как нормальное. В том же РД даны значения показателей, при которых масло подлежит замене.

Таблица 4.5 - Ассортимент и области применения трансформаторных масел

<b>Наименование</b>	<b>Область применения</b>
Ткп ТУ 38.101890-81	Оборудование напряжением до 500 кВ включительно
Масло селективной очистки ГОСТ 10121-76	Оборудование напряжением до 220 кВ включительно
Масло Т-1500У ТУ 38.401-58-107-97	Оборудование напряжением до 500 кВ и выше
Масло ГК ТУ 38.1011025-85	Оборудование высших классов напряжения. Удовлетворяет требованиям МЭК 296 к маслам класса ПА
Масло ВГ ТУ 38.401978-98	То же
Масло АГК ТУ38.1011271-89	Удовлетворяет требованиям МЭК 296 к маслам класса ПА и частично ША. Рекомендовано к применению в масляных выключателях и трансформаторах арктического исполнения
Масло МВТ ТУ 38.401927-92	Удовлетворяет требованиям МЭК 296 к маслам класса ША. Рекомендовано к применению в масляных выключателях и трансформаторах арктического исполнения

По рабочему напряжению (кВ) трансформаторные масла делятся на 5 уровней: до 15 (включительно), от 16 до 35 (включительно), от 60 до 150 (включительно), от 220 до 500 и свыше 750.

Основной ассортимент и области применения трансформаторных масел представлены в табл. 4.5.

### **Кабельные масла.**

Кабельные масла служат пропиточной и изолирующей средой в маслонаполненных кабелях. Основные требования, предъявляемые к этим маслам, - хорошие диэлектрические свойства с высоким удельным электрическим сопротивлением, низкий тангенс угла диэлектрических потерь, а также устойчивость к воздействию ионизированного электрическим полем газа (газостойкость), стабильность электрических свойств при длительном нагревании.

Выпускаются две основные марки: КМ-22 ТУ 38.301029-89 и МНК-4В ТУ 38.401-58-76-93. Первая применяется для варки пропиточных масс силовых кабелей напряжением до 35 кВ с бумажной изоляцией, а вторая - для тех же целей, но с улучшенными показателями по старению при воздействии электрического поля.

### **4.2.3. Компрессорные масла**

В зависимости от областей применения и предъявляемых требований компрессорные масла подразделяют на классы: для поршневых и ротационных компрессоров, для турбокомпрессорных машин, для холодильных компрессоров.

#### **Масла для поршневых и ротационных компрессоров.**

Масла этого класса широко применяют для смазывания компрессоров, эксплуатируемых в различных отраслях промышленности и на транспорте. В поршневых и ротационных компрессорах смазочное масло находится в прямом соприкосновении со сжатым газом, имеющим высокую температуру. Состав и свойства газа в значительной мере определяют требования к маслу и его работоспособность.

В поршневых компрессорах масла применяют для смазыва-

ния цилиндров и клапанов, а также в качестве уплотняющей среды для герметизации камеры сжатия. Детали механизма движения обычно смазывают индустриальными маслами. В компрессорах с единой системой смазки цилиндров и механизма движения применяют только компрессорные масла.

В соответствии с правилами, утвержденными Ростехнадзором, температура воздуха после каждой ступени сжатия воздушных компрессоров не должна быть выше  $170^{\circ}\text{C}$  для общепромышленных компрессоров и выше  $180^{\circ}\text{C}$  - для компрессоров технологического назначения. В таких условиях основным эксплуатационным свойством масел, обеспечивающим долговечную, эффективную и безопасную работу компрессоров, является их термоокислительная стабильность и способность предотвращать или сводить к минимуму образование коксообразных масляных отложений в нагнетательных линиях компрессоров.

Применительно к компрессорным машинам вязкость является одной из основных эксплуатационных характеристик масла. От вязкости зависят потери энергии на трение, износ поверхностей трения деталей, уплотнение поршневых колец, время запуска компрессора, температура поверхностей трения.

Обозначения российских компрессорных масел установлены в соответствии с разработанным в 80-х годах их унифицированным ассортиментом. Согласно классификации, масла разделяют на группы:

- первая - для компрессоров, работающих при умеренных режимах, сжимающих воздух и другие не растворимые в масле газы при температуре нагнетания ниже  $160^{\circ}\text{C}$ ;
- вторая - то же, при температуре нагнетания ниже  $180^{\circ}\text{C}$ ;
- третья - для компрессоров, работающих в тяжелых условиях при температуре нагнетания ниже  $200^{\circ}\text{C}$ ;
- четвертая - для компрессоров высокого давления, работающих в особо тяжелых условиях при температуре нагнетания выше  $200^{\circ}\text{C}$ .

В соответствии с классификацией масла маркируют следующим образом. Буква «К» означает принадлежность к компрессорным маслам. Группа масла указывается цифрой после «К», за исключением первой группы. Затем после дефиса следует цифра, соответствующая кинематической вязкости при  $100^{\circ}\text{C}$ .

Примеры обозначений: масло К-12 - компрессорное, относится к первой группе классификации, вязкостью 12 мм<sup>2</sup>/с при 100°С; К4-20 - масло компрессорное, относится к четвертой группе классификации, вязкостью 20 мм<sup>2</sup>/с при 100°С.

На НПЗ ОАО «ЛУКОЙЛ» вырабатываются компрессорные масла с присадками.

**Масло КЗ-10** (ТУ 38.401724-88) вырабатывают из смеси малосернистых нефтей методом селективной очистки. Содержит композицию присадок, снижающих образование отложений нагара в нагнетательной линии компрессора, а также улучшающих антиокислительные, антикоррозионные, смазывающие и антипенные свойства. Предназначено для смазывания поршневых компрессоров с температурой нагнетания до 200°С, а также ротационных компрессоров.

**Масло КЗ-10Н** (ТУ 38.401905-92) вырабатывают по той же технологии, что и масло КЗ-10. Содержит дополнительно присадку, понижающую температуру застывания. Обладает улучшенными пусковыми свойствами при низких температурах окружающего воздуха. Область применения та же, что и масла КЗ-10.

**Масло К2-24** (ТУ 38.401-58-43-92) вырабатывают из смеси волгоградских и малосернистых западно-сибирских нефтей методом селективной очистки. Содержит присадку, улучшающую антиокислительные и противоизносные свойства. Применяют для смазывания многоступенчатых поршневых компрессоров высокого давления, в том числе компрессоров воздухоразделительных установок.

### **Масла для турбокомпрессоров.**

Для смазывания центробежных и турбокомпрессорных машин в основном применяют турбинные масла, среди которых наиболее распространены для этой цели масла Тп-22С и Тп-22Б. В турбокомпрессорах, спаренных с высоконагруженными редукторами, условия работы часто диктуют применение более вязкого, специально разработанного компрессорного масла Кп-8С (ТУ 38.1011296-90). В тех случаях, когда от масла требуется высокая устойчивость к образованию осадка и хорошая антиокислительная стабильность, в компрессорах следует применять масла Тп-22Б и Кп-8С.

#### 4.2.4. Масла для компрессоров холодильных машин

К компрессорным маслам для холодильных машин предъявляют специфические требования, обусловленные непрерывным контактом смазывающего материала с хладагентом, а также постоянным изменением температуры и давления среды. Для компрессоров холодильных машин рекомендуется применять минеральные и синтетические масла с достаточно низкой температурой застывания и высокой химической стабильностью. Под химической стабильностью принято понимать склонность масел к взаимодействию с хладагентами на основе галогенопроизводных углеводородов жирного ряда при повышенных температурах и давлении. Важнейшими эксплуатационными характеристиками холодильных масел являются их способность к взаимному растворению с хладагентами, а также температура, при которой из растворов выпадают хлопья парафина. Температура хлопьеобразования в растворе хладагента R-12 составляет для масла: ХФ12-16 - минус 50С°, ХА-30 - минус 40 С°, ХС-40 – минус 55°С.

Необходимо также контролировать агрессивность смесей хладагента с маслом по отношению к металлам и другим материалам, применяемым в холодильных машинах.

Для компрессоров холодильных машин применяют масла серии ХА и ХФ в соответствии с ГОСТ 5546-86:

- **ХА-30** - смесь дистиллятного и остаточного нефтяных масел;
- **ХФ12-16** - нефтяное масло с антиокислительной присадкой;
- **ХФ22-24** - нефтяное загущенное масло;
- **ХФ22С-16** - синтетическое масло с антиокислительной присадкой.

Кроме масел по ГОСТ 5546-86 для компрессоров холодильных машин, работающих в диапазоне температур -50...+150°С, можно применять синтетическое масло **ВНИИНП ХС-40** (ТУ 38.101763 - 78), а для промышленных фреоновых холодильных машин - нефтяное масло **ХМ-35** (ТУ 38.1011158-88).

### 4.3. Судовые масла

Дизели морских и речных судов, вспомогательные силовые агрегаты эксплуатируются на дизельных топливах с содержанием серы до 0,5%, а судовые среднеоборотные дизели с большим диаметром цилиндра и крейцкопфные дизели - до 1,5%. Это требует повышения температурных пределов работоспособности, высоких моющедиспергирующих, антиокислительных, нейтрализующих и противоизносных свойств. Специальное требование: судовые масла должны обладать деэмульгирующими качествами.

В соответствии с ГОСТ 12337 «Масла моторные для дизельных двигателей. Технические условия» вырабатывается 12 марок судовых масел различного уровня качества и назначения.

Обозначение судовых масел регламентируется ГОСТ 17479.1-85.

### 4.4. Тепловозные масла

Среднеоборотные дизели тепловозов эксплуатируются на дистиллятных топливах с содержанием серы до 0,5%. К тепловозным маслам предъявляются умеренные требования по температурным пределам работоспособности, уровню моющедиспергирующих, антиокислительных, нейтрализующих и противоизносных свойств.

В соответствии с ГОСТ 12337, а также техническими условиями предприятий вырабатывается около 10 марок тепловозных масел различного уровня качества и назначения.

Обозначение масел для смазывания тепловозных дизелей регламентируется ГОСТ 17479.1-85.

### 4.5. Масла для авиационных двигателей

В зависимости от типа двигателей летательных аппаратов масла условно делятся на масла для газотурбинных, поршневых двигателей и различных агрегатов вертолетов.

В авиации эксплуатируется два типа газотурбинных двигателей: турбореактивные и турбовинтовые. В турбореактивных двигателях используют маловязкие масла, а в турбовинтовых - более вязкие (поскольку требуется смазка редуктора воздушного винта).

#### **4.5.1. Масла для поршневых двигателей**

В поршневых двигателях масла работают в тяжелых условиях, создаваемых высокими температурами в зоне поршневых колец, внутренней части поршней, клапанов и других деталей.

Для обеспечения смазывания двигателя в условиях высоких температур, давлений и нагрузок применяют высоковязкие масла, подвергнутые специальной очистке. Такие масла должны иметь высокую смазочную способность, не быть агрессивными к металлам, сплавам и другим конструкционным материалам и обладать достаточной стабильностью к окислению при высоких температурах и в условиях хранения.

**Масло МС-14** (ГОСТ 21743-76) - масло селективной очистки. Применяют в осевых шарнирах втулок винтов вертолетов и в качестве базового для некоторых моторных масел и смазок. Масло МС-14 в настоящее время не производится.

**Масло МС-20** (ГОСТ 21743-76) - масло селективной очистки. Применяют в поршневых двигателях самолетов; в составе маслосмесей с маслами МС-8, МС-8п (в различных соотношениях) в смазочных системах турбовинтовых двигателей; в осевых шарнирах втулок винтов вертолетов; для смазывания мотокомпрессоров газоперекачивающих агрегатов, а также в качестве базового компонента для некоторых моторных масел и смазок.

#### **4.5.2. Масла для турбореактивных двигателей**

В связи с конструктивными особенностями газотурбинных двигателей (ГТД) условия работы смазочных масел в них существенно отличаются от условий работы масел в поршневых двигателях. В отличие от поршневого двигателя смазочное масло в

ГТД изолировано от камеры сгорания (зоны горения топлива); кроме того, в наиболее ответственных узлах трения реализуется в основном трение качения, а не скольжения, как в поршневых двигателях (коэффициент трения качения на порядок ниже коэффициента трения скольжения). Вал турбокомпрессора в ГТД хорошо сбалансирован и при большой частоте вращения и больших осевых и радиальных нагрузках работает без резких переменных нагрузок.

Современные газотурбинные двигатели характеризуются жесткими условиями работы: высокие температуры (до 300°С и выше), большие частоты вращения турбин (12000...20000 мин<sup>-1</sup>). Напряженность работы масла в таких условиях эксплуатации ГТД определяется количеством тепла, которое необходимо отвести от поверхностей трения деталей, и при прочих равных условиях характеризуется скоростью прокачивания масла через двигатель.

### **Минеральные масла.**

В России широкое распространение получили авиационные масла на минеральной основе. Это связано с их высоким качеством и относительно невысокой стоимостью.

**Масло МС-8п** (ОСТ 38 101163-78) - наиболее широко применяемое масло на нефтяной основе с комплексом высокоэффективных присадок. Производят из западно-сибирских и смеси западно-сибирских и приуральских нефтей. Предназначено для газотурбинных двигателей дозвуковых и сверхзвуковых самолетов, у которых температура масла на выходе из двигателя не более 150°С. Используют в составе маслосмесей с авиационным маслом МС-20 (в соотношении 25:75, 50:50 и 75:25) в турбовинтовых двигателях, а также для консервации маслосистем авиационных двигателей. Применяют в корабельных газотурбинных установках и в газоперекачивающих агрегатах. Масло МС-8п разработано взамен масел МК-8 и МК-8п, оно значительно превосходит их по ряду эксплуатационных показателей, в частности, по вязкости при низких температурах, термоокислительной стабильности, ресурсу работы.

**Масло МС-8рк** (ТУ 38.1011181-88) - рабоче-консервационное масло на базе масла МС-8п с добавлением ин-

гибитора коррозии. Предназначено для смазывания и консервации авиационных двигателей. Равноценно маслу МС-8п по эксплуатационным показателям и значительно превосходит по консервационным характеристикам. При консервации маслосистем авиационных двигателей срок защиты составляет: для масла МК-3...8 месяцев, для масла МС-8п - 1 год, для масла МС-8рк – 4...8 лет.

**Масла МК-8, МК-8п** (ГОСТ 6457-66) - масла на нефтяной основе, производились из Бакинских нефтей. Области их применения аналогичны областям применения масел МС-8п и МС-8рк. В настоящее время не производятся.

### **Синтетические масла.**

**Масло ИПМ-10** (ТУ 38.101299-90) - синтетическое углеводородное с комплексом высокоэффективных присадок. Работоспособно в интервале температур от  $-50$  до  $+200^{\circ}\text{C}$ . Применяют в теплонапряженных газотурбинных двигателях военной и гражданской авиации с температурой масла на выходе из двигателя до  $200^{\circ}\text{C}$ , а также в авиационных турбохолодильниках в качестве унифицированного сорта масла и в других агрегатах, в частности, в газоперекачивающих агрегатах с приводом от авиационного двигателя. Можно использовать для недлительной консервации.

**Масло ВНИИ НП-50-1-4ф** (ГОСТ 13076-86) - синтетическое диэфирное с присадками, повышающими противоизносные свойства и термоокислительную стабильность. Применяют в двигателях с температурой масла на выходе до  $+175^{\circ}\text{C}$  и в турбохолодильниках.

**Масло ВНИИ НП-50-1-4у** (ТУ 38.401-58-12-91) - синтетическое диэфирное, содержащее эффективную композицию антиокислительных присадок, позволяющих применять масло при температуре от  $-60$  до  $+200^{\circ}\text{C}$  с перегревом до  $+225^{\circ}\text{C}$ . Допущено к применению во всех авиационных ГТД. Может заменить масло ВНИИ НП-50-1-4ф. Совместимо с маслом ВНИИ НП-50-1-4ф во всех соотношениях, не требуется замена резин и конструкционных материалов. Используют как одно из основных в военной технике. Рекомендуются для перспективной техники.

**Масло Б-3В** (ТУ 38.101295-85) - синтетическое на основе сложных эфиров пентаэритрита и жирных кислот с комплексом

присадок. Применяют в газотурбинных двигателях, редукторах вертолетов и другой технике с температурой масла на выходе из двигателя до 200°C. Обладает высокими смазывающими свойствами. Недостаток: выпадение в осадок противозадирной присадки при низкой температуре эксплуатации в результате окисления с последующим растворением осадка в масле при +70...90°C.

**Масло 36/1-КУА** (ТУ 38.101384-78) - синтетическое на основе сложных эфиров с комплексом присадок; обладает высокими противозадирными свойствами. Используют в газотурбинных двигателях с температурой масла на выходе из двигателя +200°C. В настоящее время не вырабатывается.

**Масло ЛЗ-240** (ТУ 301-04-010-92) - синтетическое на основе сложных эфиров пентаэритрита и жирных кислот с комплексом присадок. Рекомендуются для использования в тех же двигателях, в которых применяется масло Б-3В.

**Масло ПТС-225** (ТУ 38.401-58-1-90) - синтетическое высоко-стабильное на основе сложных эфиров пентаэритрита и синтетических жирных кислот C<sub>5</sub>-C<sub>9</sub>. Работоспособно в интервале температур от -60 до +225°C. Рекомендовано к применению в теплонапряженной авиационной технике, а также в качестве унифицированного масла для обработки новых теплонапряженных авиационных газотурбинных двигателей. Масло обладает улучшенными вязкостно-температурными свойствами и высокой термоокислительной стабильностью. Рекомендуются для перспективной авиатехники, а также взамен товарных нефтяных и синтетических авиамасел. По своим физико-химическим и эксплуатационным свойствам наиболее (по сравнению с другими маслами) соответствует американской спецификации MIL-L-23699F.

**Масло ВТ-301** (ТУ 38.101657-85) - синтетическое на основе кремнийорганической жидкости с присадкой. Характеризуется максимальной (по сравнению с другими маслами) термоокислительной стабильностью, низкой летучестью, хорошими низкотемпературными свойствами. Можно использовать в газотурбинных двигателях с температурой масла на выходе из двигателя до +250...280°C.

### 4.5.3. Масла для турбовинтовых двигателей

Особенности конструкции турбовинтовых двигателей связаны с наличием в них многоступенчатых зубчатых передач (редукторов), которые предназначены для передачи больших усилий и работают при больших частотах вращения. Выдержать такие нагрузки, как показывает опыт эксплуатации, могут масла с повышенной вязкостью. Поэтому для турбовинтовых двигателей применяют масла с более высокой вязкостью, чем для турбореактивных.

Требования, предъявляемые к маслам для турбовинтовых двигателей, следующие:

- пологая вязкостно-температурная кривая и хорошая прокачиваемость при низких температурах;
- высокие противоизносные и противозадирные свойства;
- устойчивость к окислению в условиях высоких температур (150...175°C) и контакта с воздухом и различными авиационными материалами;
- инертность по отношению к металлам, сплавам, резинам, покрытиям, клеям и другим конструкционным материалам;
- минимальные вспениваемость и испаряемость.

**Маслосмесь СМ-4,5** (ТУ 0253-007-39247202-96) - смесь авиационных масел МС-8п и МС-20 в соотношении 75:25. Предназначена для применения в самолетах с турбовинтовыми двигателями.

**Масло МН-7,5у** (ТУ 38.101722-85) - унифицированное масло на нефтяной основе с комплексом присадок. Разработано взамен маслосмесей, масел МН-7,5 и ВНИИНП-7. Можно применять в турбовинтовых двигателях всех типов при температуре масла на выходе из двигателя до 150°C.

### 4.6. Масла для газоперекачивающих агрегатов

Газоперекачивающие агрегаты (ГПА), устанавливаемые на компрессорных станциях (КС) различного назначения, предназначены для компримирования природного газа с целью его

транспортирования по магистральным газопроводам при температуре окружающей среды от  $-55$  до  $+45^{\circ}\text{C}$ .

ГПА различают по типу привода компрессоров (нагнетателей):

- газотурбинные с приводом центробежных нагнетателей от стационарных газотурбинных установок (ГТУ) или от конвертированных транспортных (авиационных и судовых) газотурбинных двигателей (ГТД);

- электроприводные (ЭГПА) с приводом центробежных нагнетателей от электродвигателей;

- поршневые (газомотокомпрессоры), в которых поршневой компрессор выполнен как одно целое с газовым двигателем.

Масляные системы предназначены обеспечивать смазывание подшипников и других пар трения, охлаждение узлов газоперекачивающих установок (ГПУ), уплотнение вала нагнетателя, работу систем регулирования и защиты, а также

- надежную работу на всех режимах (включение, пуск и аварийная остановка при изменяющихся внешних температурных условиях);

- охлаждение масла с минимальными затратами мощности на его прокачку;

- пожарную безопасность;

- отделение от масла газов, механических примесей и воды;

- исключение образования в системе воздушных пробок;

- прогрев масла при запуске (или при нахождении агрегата в «горячем резерве»);

- запас масла, достаточный для пробега между нагнетательными перепадами заправки;

- минимальные расходы (потери) масла в процессе эксплуатации;

- достаточную прочность и вибростойкость элементов системы, герметичность соединения;

- простоту обслуживания.

**Масла для ГПА со стационарными ГТУ и электроприводами.**

В ГПА такого типа широко используют турбинные масла для смазывания и охлаждения подшипников скольжения нагнетателя, стационарных ГПУ, электродвигателей, зубчатых муфт,

торсионного вала, а также для обеспечения постоянного превышения давления масла по сравнению с давлением газа на всех режимах работы агрегата с целью исключения прорыва газа из нагнетателя в контейнер турбоагрегата.

Масло в нагнетателе выполняет две функции:

- смазывает (и охлаждает) опорные и упорные подшипники ротора;

- уплотняет радиальные зазоры между ротором и статором нагнетателя для ограничения утечек газа в атмосферу.

В современных турбоагрегатах масла работают при повышенных температурах в циркуляционных системах, где к маслу имеется свободный доступ воздуха, а кроме того возможно попадание воды. В связи с этим качество газотурбинных масел определяют такие показатели, как стабильность против окисления, склонность к эмульгированию и вспениванию, способность защищать металлические поверхности от коррозии.

Одна из наиболее важных эксплуатационных характеристик газотурбинных масел - стабильность против окисления и способность сохранять ее в условиях длительной эксплуатации в широком интервале температур. От этого зависит работоспособность масла и срок его службы.

Для смазывания нагнетателей применяют взаимозаменяемые масла Тп-22с и Тп-22Б.

### **Масла для газомотокомпрессорных ГПА.**

Газомоторный компрессор (ГМК) представляет собой агрегат, состоящий из поршневого газового двигателя (силовой части) и поршневого компрессора, соединенных между собой общим коленчатым валом и рамой.

Смазочная система двигателей ГМК необходима для уменьшения сил трения и износа поверхностей, а также для отвода тепла, выделяющегося при трении, для охлаждения силовых поршней, удаления металлических и неметаллических частиц из зазоров, создания максимальной герметичности между поршнем и цилиндром, в сальниковых уплотнениях и других узлах агрегата (при нормальных зазорах).

К маслу, предназначенному для газовых двигателей, предъявляют следующие требования:

- высокая стабильность, обеспечивающая длительную работу масла без замены;
- отсутствие золы, вызывающей перебои в работе запальных свечей, приводящей к калильному зажиганию, задиру цилиндрических втулок и забиванию продувочных окон;
- хорошие противоизносные свойства, обеспечивающие длительную работу двигателя до ремонта;
- высокие моющие свойства, устраняющие отложение лака и нагара на деталях двигателя.

Температура вспышки масла, применяемого для компрессоров, должна быть на 20...50°С выше температуры нагнетания.

В поршневых компрессорах смазочное масло находится в прямом соприкосновении со сжатым газом, имеющим высокую температуру. Основным эксплуатационным свойством масел, влияющим на долговечную, эффективную и безопасную работу компрессоров, является их стабильность и способность предотвращать или сводить к минимуму коксообразные отложения в нагнетательных линиях компрессоров. Причиной пожаров, возникающих в смазываемых маслом компрессорах, обычно является образование твердых продуктов распада и уплотнение масла при его эксплуатации.

Наиболее оптимальным, удовлетворяющим требованиям к смазке газомотокомпрессоров является масло МС-20.

**Масло МС-20** - остаточное, селективной очистки, вырабатывается из малосернистых парафиновых и беспарафиновых нефтей. Характеризуется высокой вязкостью, хорошими смазывающими свойствами, отличной адгезией, температурой вспышки выше +265°С, но недостаточными низкотемпературными свойствами, что исключает его хранение в зимних условиях Севера и Сибири на открытых площадках, так как для его перекачки на компрессорной станции требуются специальные мощные насосы.

Широкое применение в газомотокомпрессорах нашло масло МГД-14м, разработанное взамен масла МС-20.

**Масло МГД-14м** (ТУ 38.101930-83) вырабатывают из сернистых нефтей. Содержит специальную композицию присадок. Предназначено для смазывания двигателей и компрессорной части газомотокомпрессоров и аналогичных им агрегатов, работа-

ющих на природном газе. Это масло применимо и в циркуляционной, и в лубрикаторной смазочных системах газомотокомпрессоров.

### **Масла для ГПА с приводом от конвертированных авиационных или судовых ГТД.**

Все большее распространение получают ГПА, в которых в качестве приводов используются конвертированные авиационные или судовые газотурбинные двигатели, имеющие одну общую особенность: каждый такой привод состоит из двух отдельных модулей.

Первый модуль, представляющий собственно модификацию базового двигателя, называют газогенератором. Второй модуль - свободная (или силовая) турбина (СТ), приводящая во вращение нагнетатель ГПА.

Выбор того или иного сорта масла для ГТД определяется теплонапряженностью элементов его конструкции, контактирующих с маслом.

Применяемое масло должно иметь достаточную термическую и термоокислительную стабильность. Оно не должно разлагаться (с испарением легких фракций и выпадением из него смолистых веществ) при контакте с наиболее нагретыми стенками масляных полостей привода через уплотнения вращающихся валов.

Масла, применяемые для смазывания ГТД, должны отвечать таким же требованиям, как и масла для авиационных турбореактивных двигателей.

Среди нефтяных масел наиболее широкое применение получили авиационное масло МС-8п, МС-8гп и масло для судовых газовых турбин по ГОСТ 10289-70. Применяют также рабочеконсервационное масло МС-8рк.

Масло для судовых газовых турбин по ГОСТ 10289-79 рекомендовано для использования в некоторых ГПА, разработанных на базе судовых газовых турбин. Его изготавливают на основе трансформаторного масла из сернистых или малосернистых нефтей с добавлением антиокислительной и противоизносной присадок.

**Масло МС-8гп** (ТУ 0258-003-4006542-97) разработано на базе масла МС-8п, но технология получения базового компонента, температура застывания которого  $-45^{\circ}\text{C}$  (в отличие от  $-55^{\circ}\text{C}$  для масла МС-8п), более простая; комплекс присадок сохранился прежним. Масло МС-8гп предназначено для использования только в газотурбинных двигателях ГПА.

Для смазывания теплонапряженных перспективных двигателей типа НК-36СТ, АЛ-31СТ предназначены высококачественное масло **Петрим** по ТУ 38.401939-92 и углеводородное масло **ИПМ-10** по ТУ 38.1011299-90.

Наличие нескольких сортов масел для смазывания нагнетателей и приводов с авиационными и судовыми двигателями в составе ГПА создает технические сложности при эксплуатации и экономически неэффективно. Создание и применение унифицированного масла позволит улучшить обеспечение и обслуживание ГПА, решит ряд экономических вопросов, повысит надежность работы КС. Как универсальное можно рассматривать масло **Эридан** для смазывания ГТД и трансмиссии самолетов и вертолетов.

**Масло Эридан** (ТУ 38.401829-90) обладает высоким уровнем термической ( $+370^{\circ}\text{C}$ ) и термоокислительной ( $180\dots 200^{\circ}\text{C}$ ) стабильности, трибологических характеристик (противоизносных, антифрикционных и противозадирных), а также хорошими антикоррозионными свойствами (не хуже, чем у масла МС-8рк).

#### 4.7. Технологические масла

К этим маслам относятся жидкости и масла, применяемые в производстве резин, резиновых технических изделий, синтетических каучуков, а также масла для производства химических волокон.

**Масла-мягчители и пластификаторы парафинонафтового основания.**

ПМ (ТУ 38.401172-90) - масло-мягчитель для резиновой промышленности. Получают из дистиллятов малосернистых нефтей путем селективной очистки, депарафинизации и гидроочистки. Применяют в производстве шинных резин и резинотех-

нических изделий.

Нетоксол (ТУ 38.101999-84) - масло-мягчитель для резиновой промышленности. Высокоочищенное нефтяное масло, получаемое из дистиллята малосернистых нефтей селективной очисткой, депарафинизацией и гидроочисткой. Применяют в производстве резиновых изделий пищевого и медицинского назначения, в качестве компонента для получения ветеринарного вазелина и закалочной среды при вакуумной термической обработке высоколегированных сталей на предприятиях авиационной промышленности и общего машиностроения, а также в производстве резиновой обуви.

#### **Ароматические масла-мягчители и пластификаторы.**

ПН-6 (ТУ 38.1011217-89) - нефтяной пластификатор. Представляет собой концентрат ароматических углеводородов, получаемый компаундированием экстрактов селективной (фенольной) очистки масляных фракций нефти. В зависимости от целей применения вырабатывают ПН-6к, используемый в качестве пластификатора-наполнителя синтетических дивинил- и метилстирольных каучуков, и ПН-6ш, используемый в качестве мягчителя резиновых смесей, применяемых для изготовления шин и других изделий.

## **5. МОТОРНЫЕ ТОПЛИВА**

### **5.1. Автомобильные бензины**

Бензин - продукт переработки нефти, представляющий собой горючее с низкими детонационными характеристиками. Из сырой нефти производится до 50% бензина. Эта величина включает природный бензин, бензин крекинг-процесса, продукты полимеризации, сжиженные нефтяные газы и все продукты, используемые в качестве промышленных моторных топлив.

Бензины предназначены для применения, в поршневых двигателях внутреннего сгорания с принудительным воспламенением (от искры). В зависимости от назначения их разделяют на автомобильные и авиационные.

Несмотря на различия в условиях применения, автомобильные и авиационные бензины характеризуются в основном общими показателями качества, определяющими их физико-химические и эксплуатационные свойства.

Современные автомобильные и авиационные бензины должны удовлетворять ряду требований, обеспечивающих экономичную и надежную работу двигателя, и требованиям эксплуатации: иметь хорошую испаряемость, позволяющую получить однородную топливовоздушную смесь оптимального состава при любых температурах; иметь групповой углеводородный состав, обеспечивающий устойчивый, бездетонационный процесс сгорания на всех режимах работы двигателя; не изменять своего состава и свойств при длительном хранении и не оказывать вредного влияния на детали топливной системы, резервуары, резинотехнические изделия и др. В последние годы экологические свойства топлива выдвигаются на первый план.

Важными показателями, определяющими работоспособность бензина в двигателе с искровым зажиганием, являются: антидетонационные свойства, испаряемость, стабильность при хранении, способность предотвращать отложения в системе впуска.

Применение бензина не должно вызывать коррозии деталей топливной аппаратуры и разъедание резинотехнических или полимерных изделий.

Содержание в бензинах ароматики, бензола, олефинов и серы ограничивается для снижения уровня концентрации вредных

веществ в отработавших газах двигателя (ОГ).

Для предотвращения отложений на деталях топливной аппаратуры, впускного тракта и свечах зажигания в бензинах ограничивается содержание смол, соединений фосфора, марганца, железа и других зольных добавок.

В связи с высокой токсичностью не рекомендуется применение соединений свинца в качестве добавок и присадок в бензин.

### **5.1.1. Основные свойства**

#### **Антидетонационные свойства.**

Мощностные и экономические показатели двигателя с зажиганием от искры ограничиваются октановым числом, которое позволяет ему работать без детонации в стандартных условиях эксплуатации. Высокие температуры, высокие степени сжатия, бедные смеси и установка раннего угла опережения зажигания приводят к детонации, которая представляет собой взрывное сгорание последних порций топливовоздушной смеси, поступивших в цилиндры двигателя.

При работе двигателя в условиях детонации резко падает его мощность, идет перегрев и интенсивный износ деталей цилиндропоршневой группы, выброс канцерогенов в ОГ.

Химический и групповой состав бензина определяет его антидетонационные свойства (способность сопротивляться детонации).

Антидетонационная стойкость бензина измеряется двумя стандартными методами испытаний. В обоих испытаниях используется один и тот же одноцилиндровый двигатель с регулируемой степенью сжатия, соединенный с динамометром. Различаются только методы испытаний.

По методу ГОСТ 8226-82 (ASTM D 2699) измеряют «Исследовательское октановое число» (ИОЧ), а по методу ГОСТ 511-82 (ASTM D 2700) - «Моторное октановое число» (МОЧ).

В обоих испытаниях подбирают степень сжатия на испытуемом топливе, которая вызывает ощутимую детонацию, а потом подбирают эталонные топлива, которые дают чуть более слабую

или чуть более сильную детонацию.

Поскольку эталонные топлива представляют собой смесь изооктана (октановое число 100) и н-гептана (нормального гептана) (октановое число 0), содержание изооктана в топливе, которое совпадает по интенсивности детонации с испытуемым, и есть октановое число.

Из двух методов «моторный» наиболее жесткий и коррелирует с работой реального двигателя при высокой скорости, высокой температуре и частичном открытии заслонки карбюратора. МОЧ большинства бензинов ниже, чем ИОЧ, определяемое в менее жестких условиях. ИОЧ коррелирует, прежде всего, со способностью бензина противодействовать детонации на разгоне, после разгона и при работе в «дизельном» режиме (калильное зажигание). Разница между двумя показателями октанового числа (ИОЧ - МОЧ) называется «чувствительностью бензина».

Ни одно из испытаний не коррелирует точно с действительными условиями применения бензинов в двигателях автомобилей, условия движения которых непрерывно меняются. Лучше прогнозирует качество «дорожное октановое число» (ДОЧ), и для его измерения существуют различные методы испытания в дорожных условиях или на беговых барабанах на полноразмерном двигателе. Поскольку не найдется даже двух абсолютно одинаковых полноразмерных двигателей, ДОЧ не может использоваться как контрольный метод.

В ряде стран мира для маркировки бензина в качестве компромисса принят показатель «Антидетонационный индекс» (АДИ). Он представляет собой среднеарифметическое значение ИОЧ и МОЧ  $\left( 87(\text{АДИ}) = \frac{92(\text{ИОЧ} + 82(\text{МОЧ}))}{2} \right)$ .

На заправочных колонках на американском континенте и в инструкциях, прилагаемых к автомобилю при поставках в США, Канаду и Мексику, принято обозначение АДИ, в Европе - ИОЧ. В России для маркирования низкооктановых бензинов принято обозначение МОЧ (А-72, А-76), а для высокооктановых - ИОЧ (АИ-92, АИ-95, АИ-98).

Требования к октановому числу непостоянны. По мере старения двигателя автомобиля требуемое октановое число возрастает.

тает на 1...3 пункта по сравнению с тем, которое было у двигателя нового автомобиля, из-за образования отложений в камере сгорания. Более высокие температуры окружающего воздуха повышают требования к октановому числу, тогда как большая абсолютная влажность и высота над уровнем моря понижают эти требования.

Для обеспечения процесса сгорания необходимо перевести топлива из жидкой фазы в парообразную и смешать с воздухом в определенном соотношении, т.е. создать рабочую смесь.

В зависимости от конструкции двигателя возможны два способа образования рабочей смеси.

При первом способе в карбюраторе и впускном тракте происходит испарение бензина и образование горючей смеси, затем паровоздушный поток распределяется по цилиндрам. Вследствие неполного испарения бензина идет образование жидкой пленки на стенках впускного тракта. Из-за разности в скоростях движения паров и жидкой пленки в цилиндры поступает рабочая смесь, неоднородная по качеству и составу.

При втором способе бензин впрыскивается с помощью форсунок непосредственно в камеру сгорания или во впускной трубопровод.

Подготовка горючей смеси с помощью карбюратора отличается простотой и надежностью и используется в большинстве российских автомобилей, однако в этом случае предъявляются более жесткие требования к испаряемости бензина.

Непосредственный (инжекторный) впрыск бензина с помощью насоса высокого давления и форсунок используется во всех современных двигателях иномарок и в последних моделях двигателей российских автозаводов.

Инжекторная система впрыска обеспечивает более равномерное распределение топлива по цилиндрам и более экономичную и динамичную работу двигателя, снижение токсичности отработавших газов.

### **Испаряемость.**

К физико-химическим показателям, от которых в наибольшей степени зависит испаряемость бензинов, относят давление насыщенных паров и фракционный состав. Эти два параметра

определяют пусковые свойства бензинов, их склонность к образованию паровых пробок, физическую стабильность.

Пусковые свойства бензинов ухудшаются с понижением давления насыщенных паров, и при давлении ниже 34 кПа запуск двигателя невозможен. Присутствие в бензине бутанов и других низкокипящих фракций положительно влияет на его пусковые свойства.

Однако чрезмерное содержание в составе бензина легкокипящих фракций, особенно в летнее время года в жаркий день, может вызвать неполадки в работе прогретого двигателя, связанные с образованием паровых пробок в системе топливоподачи.

Требования к испаряемости автомобильных бензинов в значительной мере зависят от температурных условий их применения. Бензины по фракционному составу и давлению насыщенных паров подразделяются по ГОСТ 2084-77 на два вида: зимний и летний.

По показателям испаряемости в ГОСТ Р 51105-97 предусматривается пять классов испаряемости бензинов, что позволяет поставлять и рационально применять бензины с учетом конкретных климатических условий регионов в данное время года.

По EN 228: 99 регламентированы параметры десяти классов испаряемости бензинов, однако каждая страна ЕС вправе вырабатывать бензины определенных классов, увязывая это с климатическими особенностями своего региона и национальным законодательством.

### **Химическая стабильность.**

Химическую стабильность товарных бензинов и их компонентов оценивают стандартными методами путем ускоренного окисления при температуре 100°C и давлении кислорода по ГОСТ 4039-88. Этим методом определяют индукционный период, т.е. время от начала испытания до начала процесса окисления бензина. В нормативно-технической документации нормы на индукционный период установлены от 360 до 1200 мин.

Бензины, характеризующиеся индукционным периодом не менее 900 мин, могут сохранять свои свойства в течение гарантийного срока хранения 5 лет, т.е. предназначены для длительного хранения.

### **Предотвращение отложений в системе впуска.**

Система впуска включает в себя карбюратор или форсунку, впускные клапаны (толкатель, седло клапана, головка впускного клапана) и впускной коллектор.

Товарные бензины содержат несгораемые компоненты (смолы, зольные присадки), из-за которых в высокотемпературных зонах впускной системы, в том числе на свечах зажигания, образуются отложения. В соответствии с требованиями российских нормативных документов и международных спецификаций по топливам бензины должны обладать способностью снижать или устранять отложения.

В стандартах EN 228:99, ГОСТ Р 51105-99 и ГОСТ Р 51866-2002 рекомендовано использование в бензинах моющих присадок.

Эксплуатационные и физико-химические показатели качества автомобильных бензинов, выпускаемых на нефтеперерабатывающих компаниях, полностью соответствует современным российским требованиям ГОСТ Р 51105-99, ГОСТ 2084-77 и ТУ. Планируется в ближайшие годы выполнить комплекс технических и технологических мероприятий по переходу всех компаний на выработку бензинов международного уровня качества по новому ГОСТ Р 51866-2002 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный», который является полным аналогом стандарта EN 228.

### **5.1.2. Состав бензинов и их свойства**

Бензин представляет собой смесь углеводородов состоящих в основном из предельных 25...61%, непредельных 13...45%, нафтеновых 9...71%, ароматических 4...16% углеводородов с длиной молекулы углеводорода от C 5 до C 10 и числом углеродных атомов от 4...5 до 9...10 со средней молекулярной массой около 100Д. Также в состав бензина могут входить примеси серо-, азот- и кислородсодержащих соединений.

Бензин - это самая легкая фракция из жидких фракций нефти. Эту фракцию получают в числе разных процессов возгонки нефти. По этому от фракционного состава бензинов зависят легкость и надежность пуска двигателя, полнота сгорания, дли-

тельность прогрева, приемистость автомобиля и интенсивность износа деталей двигателя. Фракционный состав бензинов определяется согласно ГОСТ 51105-97.

Легкие фракции бензина характеризуют пусковые свойства топлива: чем ниже температура выкипания топлива, тем лучше пусковые свойства. Для запуска холодного двигателя необходимо, чтобы 10% бензина выкипало при температуре не выше 55 градусов (зимний сорт) и 70 градусов (летний) по Цельсию. Зимние сорта бензина имеют более легкий (чем летние) фракционный состав. Легкие фракции нужны только на период пуска и прогрева двигателя.

Основная часть топлива называется рабочей фракцией. От ее испаряемости зависят: образование горючей смеси при разных режимах работы двигателя, продолжительность прогрева (перевод с холостого хода под нагрузку), приемистость (возможность быстрого перевода с одного режима на другой). Содержание рабочей фракции должно совпадать с 50% отгона. Минимальный интервал температур от 90% до конца кипения улучшает качество топлива и снижает его склонность к конденсации, что повышает экономичность и уменьшает износ деталей двигателя. Температуру выкипания 90% топлива иногда называют точкой росы.

### **Свойства бензинов.**

Бензины - легковоспламеняющиеся бесцветные или слегка желтые (при отсутствии специальных добавок) жидкости, имеющие плотность 700...780 кг/м<sup>3</sup>. Бензины имеют высокую летучесть и температуру вспышки в пределах 20...40 градусов по Цельсию. Температура кипения бензинов находится в интервале от 30 до 200°C. Температура застывания - ниже минус 60 градусов. При сгорании бензинов образуется вода и углекислый газ. При концентрациях паров в воздухе 70...120 г/м<sup>3</sup> образуются взрывчатые смеси.

Автомобильные бензины в силу своих физико-химических характеристик должны обладать следующими свойствами:

- однородность смеси;
- плотность топлива - при +20°C должна составлять 690...750 кг/м<sup>3</sup>;

- небольшую вязкость - с ее увеличением затрудняется протекание топлива через жиклеры, что ведет к обеднению смеси. Вязкость в значительной степени зависит от температуры. При изменении температуры от +40 до -40°С расход бензина через жиклер меняется на 20...30%;

- испаряемость - способность переходить из жидкого состояния в газообразное. Автомобильные бензины должны обладать такой испаряемостью, чтобы обеспечивались легкий пуск двигателя (особенно зимой), его быстрый прогрев, полное сгорание топлива, а также исключалось образование паровых пробок в топливной системе;

- давление насыщенных паров: чем выше давление паров при испарении топлива в замкнутом пространстве, тем интенсивнее процесс их конденсации. Стандартом ограничивается верхний предел давления паров летом - до 670 ГПа и зимой - от 670 до 930 ГПа. Бензины с более высоким давлением склонны к образованию паровых пробок, при их использовании снижается наполнение цилиндров и теряется мощность двигателя, увеличиваются потери от испарения при хранении в баках автомобилей и на складах;

- низкотемпературные свойства - способность бензина выдерживать низкие температуры;

- сгорание бензина. Под «сгоранием» применительно к автомобильным двигателям понимают быструю реакцию взаимодействия углеводородов топлива с кислородом воздуха с выделением значительного количества тепла. Температура паров при горении достигает 1500...2400°С.

### **Присадки.**

Присадки - вещества, добавляемые (обычно в количествах 0,05...0,1%) к топливам, минеральным и синтетическим маслам для улучшения их эксплуатационных свойств. К присадкам относятся: антидетонаторы, антиокислители, ингибиторы коррозии и др.

### **Сырьё для получения бензина.**

Сырьём для получения бензина является нефть. Нефть - это природная жидкая смесь разнообразных углеводородов с не-

большим количеством других органических соединений; ценное полезное ископаемое, залегающее часто вместе с газообразными углеводородами (попутные газы, природный газ).

Соединения сырой нефти - это сложные вещества, состоящие из пяти элементов - С, Н, S, О и N, причем содержание этих элементов колеблется в пределах 82...87% углерода, 11...15% водорода, 0,01...6% серы, 0...2% кислорода и 0,01...3% азота.

Углеводороды - основные компоненты нефти и природного газа. Простейший из них – метан  $\text{CH}_4$  – является основным компонентом природного газа. Все углеводороды могут быть подразделены на алифатические (с открытой молекулярной цепью) и циклические, а по степени ненасыщенности углеродных связей – на парафины и циклопарафины, олефины, ацетилены и ароматические углеводороды. Обычная сырая нефть из скважины - это зеленовато-коричневая, легко воспламеняющаяся маслянистая жидкость с резким запахом.

Химически нефти очень различны и изменяются от парафиновых, которые состоят большей частью из парафиновых углеводородов, до нафтеновых или асфальтеновых, которые содержат в основном циклопарафиновые углеводороды; существует много промежуточных или смешанных типов. Парафиновые нефти по сравнению с нафтеновыми или асфальтеновыми обычно содержат больше бензина и меньше серы и являются главным сырьем для получения смазочных масел и парафинов. Нафтеновые типы сырых нефтей в общем, содержат меньше бензина, но больше серы, мазута и асфальта.

### **5.1.3. Технология производства бензина**

#### **Перегонка.**

Поступающая нефть нагревается в змеевике примерно до  $320^\circ\text{C}$ , и разогретые продукты подаются на промежуточные уровни в ректификационной колонне. Такая колонна может иметь от 30 до 60 расположенных с определенным интервалом поддонов и желобов, каждый из которых имеет ванну с жидкостью. Через эту жидкость проходят поднимающиеся пары, которые омываются стекающим вниз конденсатом. При надлежащем

регулировании скорости обратного стекания (т.е. количества дистиллятов, откачиваемых назад в колонну для повторного фракционирования) возможно получение бензина наверху колонны, керосина и светлых горючих дистиллятов точно определенных интервалов кипения на последовательно снижающихся уровнях. Обычно для того, чтобы улучшить дальнейшее разделение, остаток от перегонки из ректификационной колонны подвергают вакуумной дистилляции.

### **Термический крекинг.**

Склонность к дополнительному разложению более тяжелых фракций сырых нефтей при нагреве выше определенной температуры привела к очень важному успеху в использовании крекинг-процесса. Когда происходит разложение высококипящих фракций нефти, углерод и углеродные связи разрушаются, водород отрывается от молекул углеводородов и тем самым получается более широкий спектр продуктов по сравнению с составом первоначальной сырой нефти. Например, дистилляты, кипящие в интервале температур 290...400°C, в результате крекинга дают газы, бензин и тяжелые смолоподобные остаточные продукты. Крекинг-процесс позволяет увеличить выход бензина из сырой нефти путем деструкции более тяжелых дистиллятов и остатков, образовавшихся в результате первичной перегонки.

### **Каталитический крекинг.**

Катализатор – это вещество, которое ускоряет протекание химических реакций без изменения сути самих реакций. Каталитическими свойствами обладают многие вещества, включая металлы, их оксиды, различные соли.

**Процесс Гудри.** Исследования Э.Гудри огнеупорных глинистых катализаторов привели к созданию в 1936 году эффективного катализатора на основе алюмосиликатов для крекинг-процесса.

Среднекипящие дистилляты нефти в этом процессе нагревались и переводились в парообразное состояние; для увеличения скорости реакций расщепления, т.е. крекинг-процесса, и изменения характера реакций эти пары пропускались через слой катализатора. Реакции происходили при умеренных температурах

430...480°C и атмосферном давлении в отличие от процессов термического крекинга, где используются высокие давления. Процесс Гудри был первым каталитическим крекинг-процессом, успешно реализованным в промышленных масштабах.

### **Риформинг.**

Риформинг - это процесс преобразования линейных и нециклических углеводородов в бензолподобные ароматические молекулы. Ароматические углеводороды имеют более высокое октановое число, чем молекулы других углеводородов, и поэтому они предпочтительней для производства современного высокооктанового бензина.

Существуют два основных вида риформинга: термический и каталитический. В первом соответствующие фракции первичной перегонки нефти превращаются в высокооктановый бензин только под воздействием высокой температуры; во втором преобразование исходного продукта происходит при одновременном воздействии как высокой температуры, так и катализаторов. Более старый и менее эффективный термический риформинг используется до сих пор, но в развитых странах почти все установки термического риформинга заменены на установки каталитического риформинга.

Если бензин является предпочтительным продуктом, то почти весь риформинг осуществляется на платиновых катализаторах, нанесенных на алюминийоксидный или алюмосиликатный носитель.

Реакции, в результате которых при каталитическом риформинге повышается октановое число, включают:

- дегидрирование нафтенов и их превращение в соответствующие ароматические соединения;
- превращение линейных парафиновых углеводородов в их разветвленные изомеры;
- гидрокрекинг тяжелых парафиновых углеводородов в легкие высокооктановые фракции;
- образование ароматических углеводородов из тяжелых парафиновых путем отщепления водорода.

### **Полимеризация.**

Кроме крекинга и риформинга существует несколько других важных процессов производства бензина. Первым из них, который стал экономически выгодным в промышленных масштабах, был процесс полимеризации, который позволил получить жидкие бензиновые фракции из олефинов, присутствующих в крекинг-газах.

Полимеризация пропилена – олефина, содержащего три атома углерода, и бутилена – олефина с четырьмя атомами углерода в молекуле - дает жидкий продукт, который кипит в тех же пределах, что и бензин, и имеет октановое число от 80 до 82. Нефтеперерабатывающие заводы, использующие процессы полимеризации, обычно работают на фракциях крекинг-газов, содержащих олефины с тремя и четырьмя атомами углерода.

### **Алкилирование.**

В этом процессе изобутан и газообразные олефины реагируют под действием катализаторов и образуют жидкие изопарафины, имеющие октановое число, близкое к таковому у изооктана. Вместо полимеризации изобутилена в изооктен и затем гидрирования его в изооктан в данном процессе изобутан реагирует с изобутиленом и образуется непосредственно изооктан.

Все процессы алкилирования для производства моторных топлив производятся с использованием в качестве катализаторов либо серной, либо фтороводородной кислоты при температуре сначала 0...15°C, а затем 20...40°C.

### **Изомеризация.**

Другой важный путь получения высокооктанового сырья для добавления в моторное топливо – это процесс изомеризации с использованием хлорида алюминия и других подобных катализаторов.

Изомеризация используется для повышения октанового числа природного бензина и нафтенных с прямолинейными цепями. Улучшение антидетонационных свойств происходит в результате превращения нормальных пентана и гексана в изопентан и изогексан.

Процессы изомеризации приобретают важное значение, особенно в тех странах, где каталитический крекинг с целью повышения выхода бензина проводится в относительно незначительных объемах. При дополнительном этилировании, т.е. введении тетраэтилсвинца, изомеры имеют октановые числа от 94 до 107 (в настоящее время от этого способа отказались ввиду токсичности образующихся летучих алкилсвинцовых соединений, загрязняющих природную среду).

### **Гидрокрекинг.**

Давления, используемые в процессах гидрокрекинга, составляют примерно от 70 атм. для превращения сырой нефти в сжиженный нефтяной газ (LP-газ) до более чем 175 атм., когда происходят полное коксование и с высоким выходом превращение парообразной нефти в бензин и реактивное топливо. Процессы проводят с неподвижными слоями (реже в кипящем слое) катализатора. Процесс в кипящем слое применяется исключительно для нефтяных остатков – мазута, гудрона. В других процессах также использовалось остаточное топливо, но в основном – высококипящие нефтяные фракции, а кроме того, легкокипящие и среднестиллятные прямогонные фракции. Катализаторами в этих процессах служат сульфидированные никель-алюминиевые, кобальт-молибден-алюминиевые, вольфрамовые материалы и благородные металлы, такие как платина и палладий, на алюмосиликатной основе.

Там, где гидрокрекинг сочетается с каталитическим крекингом и коксованием, не менее 75...80% сырья превращается в бензин и реактивное топливо. Выработка бензина и реактивных топлив может легко изменяться в зависимости от сезонных потребностей. При высоком расходе водорода выход продукции на 20...30% выше, чем количество сырья, загружаемого в установку. С некоторыми катализаторами установка работает эффективно от двух до трех лет без регенерации.

#### **5.1.4. Классификация и ассортимент автомобильных бензинов**

Все бензины отличаются друг от друга как по составу, так и по свойствам, так как их получают не только как продукт первичной возгонки нефти, но и как продукт попутного газа (газовый бензин) и тяжелых фракций нефти (крекинг-бензин).

Бензины классифицируют по разным основаниям, включая интервалы температур кипения, октановое число, содержание серы:

- крекинг-бензины;
- бензин газовый;
- пиролиз;
- этилированные бензины.

##### **Крекинг-бензины.**

Крекинг-бензины содержат значительный процент тех компонентов, при смешении которых образуется моторное топливо. Однако их прямое использование во многих странах законодательно ограничивается, поскольку они содержат заметное количество олефинов, а именно олефины являются одной из главных причин образования фотохимического смога.

Крекинг-бензин представляет собой продукт дополнительной переработки нефти. Обычная перегонка нефти дает всего 10...20% бензина. Для увеличения его количества более тяжелые или высококипящие фракции нагревают с целью разрыва больших молекул до размеров молекул, входящих в состав бензина. Это и называют крекингом. Крекинг мазута проводят при температуре 450...550°C. Благодаря крекингу можно получать из нефти до 70% бензина.

##### **Бензин газовый.**

Бензин газовый представляет собой продукт переработки попутного нефтяного газа, содержащий предельные углеводороды с числом атомов углерода не менее трех. Различают стабильный (БГС) и нестабильный (БГН) варианты газового бензина. БГС бывает двух марок: легкий (БЛ) и тяжелый (БТ). Применяется в качестве сырья в нефтехимии, на заводах органического син-

теза, а также для компаундирования автомобильного бензина (получения бензина с заданными свойствами путем его смешивания с другими бензинами).

### **Пиролиз.**

Пиролиз – это крекинг при температурах 700...800°C. Крекинг и пиролиз позволяют довести суммарный выход бензина до 85%.

### **Этилированные бензины.**

Этилированные бензины. Это вид бензинов, который получил своё название главным образом из-за входящей в его состав антидетонационной присадки антидетонатора - тетраэтилсвинца (ТЭС), служащей для повышения октанового числа в бензинах. ТЭС представляет собой маслянистую бесцветную жидкость с плотностью 1652,4 кг/м<sup>3</sup>. Температура кипения ТЭС составляет 200°C, он растворим в бензине и органических растворителях, чрезвычайно ядовит, относится к первой группе опасности по отравляющему действию. ТЭС неустойчив: под действием температуры, солнечного света, воды, воздуха разлагается с образованием белого осадка.

ТЭС используют в смеси с так называемыми «выносителями», при сгорании превращающимися свинцовые соединения в газообразное состояние. Смесь ТЭС и «выносителя» называется этиловой жидкостью, а бензины, к которым добавлена этиловая жидкость, - этилированными.

Для отличия этилированных бензинов от неэтилированных первые окрашиваются в яркие цвета. Эффективно повышают октановое число бензинов первые 0,5...2 мл этиловой жидкости. Способность повышать свое октановое число от прибавления этиловой жидкости зависит от химического состава бензина. Превышение оптимального количества способствует увеличению нагарообразования и освинцовывания деталей. Образующиеся нагары провоцируют калильное зажигание. Отработанные газы автомобилей, работающих на этилированном бензине, имеют повышенную токсичность за счет свинцовых соединений.

### **Ассортимент автомобильных бензинов.**

Автомобильные бензины включены в номенклатуру продукции, подлежащей обязательной сертификации. Нормативную базу подтверждения соответствия при обязательной сертификации в системе ГОСТ Р составляют стандарты. На сегодняшний день в России требования по качеству бензинов, в том числе и по октановому числу, нормируются несколькими стандартами и техническими условиями. Все они действуют, и это создает определенные неудобства в четком понимании, какой из предлагаемых бензинов может применяться в автомобиле. В то же время много марок автомобильных бензинов выпускается по отдельным техническим условиям, обязательная сертификация которых ранее не проводилась в связи с отсутствием нормативной базы.

В обращении на территории России находятся неэтилированные автомобильные бензины. Данные бензины подразделяются на соответствующие классы и в зависимости от классов присваивается марка. В данное время все бензины выпускаются по техническому регламенту и по соответствующим ГОСТам.

С введением технического регламента «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту», а также действию ряда ГОСТов: ГОСТ Р 51105-97 «Бензины автомобильные. Общие технические требования», ГОСТ Р 51866-2002 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия», ГОСТ Р 54283-2010 «Топлива моторные. Единое обозначение автомобильных бензинов и дизельных топлив, находящихся в обращении на территории Российской Федерации» обязательной сертификации на соответствие подлежат автомобильные бензины, выпускаемые по всем видам документации.

ГОСТ Р 51105-97 «Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия» распространяется на неэтилированные бензины для автомобильного транспорта и введен в действие с 1 января 1999 года.

ГОСТ Р 51105-97 в зависимости от октанового числа, определенного только исследовательским методом, установил марки неэтилированных автомобильных бензинов, применяемых и выпускаемых в России:

- Нормаль – 80;

- Регуляр – 92.

Бензин «Нормаль-80» предназначен для использования в бензиновых двигателях грузовых автомобилей.

Бензин «Регуляр-92» предназначен для использования взамен этилированного бензина АИ-93.

Пример обозначения бензина при заказе и в нормативной документации: неэтилированный бензин марки Регуляр-92 (Нормаль-80) по ГОСТ Р 51105-97.

Требования к качеству автомобильных бензинов по ГОСТ Р 51105-97 по октановому числу и концентрации свинца приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Показатели качества автомобильных бензинов по ГОСТ Р 51105-97

Наименование показателя	Значение для класса				Метод испытания
	2 ОКП 02 5115	3 ОКП 02 5116	4 ОКП 02 5117	5 ОКП 02 5119	
1	2				3
1. Октановое число, не менее: - по моторному методу - по исследовательскому	83,0 92,0				По ГОСТ Р 52946 или по ГОСТ 511 По ГОСТ Р 52947 или 8226
2. Концентрация свинца, г/дм <sup>3</sup> , не более	отсутствие				По ГОСТ Р ЕН 237 или ГОСТ 51942
3. Концентрация марганца, мг/дм <sup>3</sup> , не более	отсутствие				По ГОСТ Р 51925
4. Концентрация фактических смол, мг на 100 см <sup>3</sup> бензина, не более	5,0				По ГОСТ 1567
5. Индукционный период бензина, мин, не менее	360				По ГОСТ 4039 или ГОСТ Р 52068
6. Концентрация серы, мг/кг, не более	500	150	50	10	По ГОСТ 51947 ГОСТ Р 52660
7. Объемная доля бензола, %, не более	5,0	1,0			По ГОСТ 29040 или ГОСТ Р 52714

Продолжение табл. 5.1

1	2			3
8. Объемная доля углеводов, %, не более: - олефиновых - ароматических	- -	18,0 42,0	18,0 35,0	По ГОСТ Р 52063
9. Массовая доля кислорода, %, не более	-	2,7		По ГОСТ Р ЕН 13132 или ГОСТ Р 52256
10. Объемная доля оксигенатов, %, не более: - метанола - этанола - изопропилового спирта - изобутилового спирта - третбутилового спирта - эфиров (С5 и выше) - других оксигенатов	-	отсутствие 5,0 10,0 10,0 7,0 15,0 10,0		По ГОСТ Р ЕН 13132 или ГОСТ Р 52256
11. Испытание на медной пластине	Класс 1			ГОСТ 6321
12. Внешний вид	Чистый, прозрачный			
13. Плотность при 15°C, кг/м <sup>3</sup>	725...780			ГОСТ Р 51069 или ГОСТ Р ИСО 3675
14. Концентрация железа, г/дм <sup>3</sup> , не более	отсутствие			По ГОСТ Р 52530
15. Объемная доля монометиланилина (N-метиланилин), %, не более	1,3	1,0	отсутствие	По ГОСТ Р 54323

1. Автомобильный бензин марки Нормаль-80 вырабатывают с октановым числом 80,0 по исследовательскому методу и 76,0 по моторному методу.

2. Норма по показателю 13 для автомобильного бензина марки Нормаль-80 устанавливается 700,0...750,0 кг/м<sup>3</sup>.

Примечания:

- выпуск в оборот автомобильных бензинов классов 2, 3, 4, 5, производится в соответствии со сроками, установленными техническим регламентом «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту»;

- автомобильные бензины, предназначенные для длительного хранения (5 лет) в Росрезерве и Министерстве обороны, должны иметь индукционный период не менее 1200 мин. и не должны содержать спирты и моющие присадки.

Таблица 5.2 - Испаряемость бензинов по ГОСТ Р 51105-97  
«Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия»

Наименование показателя	Значение для класса						Метод испытания
	А	В	С и СІ	Д и DІ	Е и ЕІ	F и FІ	
1	2						3
1. Давление насыщенных паров бензина, кПа: - не менее - не более	45 60	45 70	50 80	60 90	65 95	70 100	По ГОСТ 1756 ГОСТ Р ЕН 13019
2. Фракционный состав: - объемная испарившегося бензина, %, при температуре: 70 °С (И70) 100 °С (И100) 150 °С (И150), не менее; - температура конца кипения, °С, не выше - остаток в колбе, % (по объему), не более	15...48		15...50 40...70 75 215 2				По ГОСТ 2177
3. Максимальный индекс паровой пробки, * ИПП = 10ДНП+7 (И70)			1050	1150	1200	1250	

Примечание: для бензинов классов А, В, С, D, Е, F индекс паровой пробки не нормируется.

ГОСТ Р 51866-2002 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия» распространяется на неэтилированные бензины, предназначенные для использования в качестве моторного топлива на транспортных средствах с бензиновыми двигателями, сконструированными для работы на неэтилированном бензине. Бензин не должен содержать металлсодержащие присадки. Введен в действие с 1 июля 2002 года.

Данный ГОСТ устанавливает следующие марки бензинов - Премиум Евро-95 и Супер Евро-98 и их виды: I - код ОКП 02 5116; II - код ОКП 02 5117; III - код ОКП 02 5119.

Пример условного обозначения продукции при заказе и в технической документации:

- «Бензин неэтилированный Премиум Евро-95 (Супер Евро-98) вид I, ГОСТ Р 51866-2002»;

- «Бензин неэтилированный Премиум Евро-95 (Супер Евро-98) вид II, ГОСТ Р 51866-2002»;

- «Бензин неэтилированный Премиум Евро-95 (Супер Евро-98) вид III, ГОСТ Р 51866-2002».

Таблица 5.3 - Требования к бензинам высшего качества марок Премиум Евро-95 и Супер Евро-98 по ГОСТ Р 51866-2002 (EN 228)

Наименование показателя	Значение	Метод испытания
1	2	3
1. Октановое число, не менее: - по исследовательскому методу; - по моторному методу	95,0 85,0	По ГОСТ Р 52947 или ГОСТ 8226 По ГОСТ Р 52946 или ГОСТ 511
2. Концентрация свинца, мг/дм <sup>3</sup> , не более	Отсутствие	По ГОСТ Р EN 237 или ГОСТ Р 51942
3. Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>	720...775	По ГОСТ Р 51069 или ГОСТ Р ИСО 3675
4. Концентрация серы, мг/кг, не более: - вид I; - вид II; - вид III	150> 50 10 <sup>10)</sup>	По ГОСТ Р 52660 или ГОСТ Р EN ИСО 20846
5. Устойчивость к окислению, мин., не менее	360	
6. Концентрация смол, промытых растворителем, мг на 100 см <sup>3</sup> бензина, не более	5	По ГОСТ 1567
7. Коррозия медной пластинки (3 ч при 50°С), единицы по шкале	Класс 1	По ГОСТ 6321

1	2	3
8. Внешний вид	Прозрачный и чистый	Визуальная проверка
9. Объемная доля углеводов, %, не более: - олефиновых - ароматических: вид I вид II вид III	18  42,0 35,0 35,0	По ГОСТ Р 52714 или ГОСТ Р 52063
10. Объемная доля бензола, %, не более	1,0	По ГОСТ Р 52714 или ГОСТ 29040
11. Массовая доля кислорода, %, не более	2,7	По ГОСТ Р ЕН 13132 или ГОСТ Р ЕН 1601
12 Объемная доля оксигенатов, %, не более: - метанола; - этанола; - изопропилового спирта; - изобутилового спирта; - третбутилового спирта; - эфиров (C <sub>5</sub> и выше); - других оксигенатов	отсутствие 5 10 10 7 15 10	По ГОСТ Р ЕН 13132 или ГОСТ Р ЕН 1601 или ГОСТ Р 52256
12. Объемная доля монометиланилина (N-метиланилина), %, не более: вид I и II вид III	1,0 отсутствие	По ГОСТ Р 54323

Бензин марки Супер Евро-98 вырабатывают с октановым числом 98 по исследовательскому методу (88 - по моторному) и показателями качества, установленными в таблице.

Примечание. В автомобильном бензине должны отсутствовать железо и марганец. За отсутствие железа (по ГОСТ Р 52530) принимают концентрацию менее 0,01 г/дм<sup>3</sup>, марганца (по ГОСТ Р 51925) - менее 0,25 мг Mn/дм<sup>3</sup>, свинца - менее 2,5 мг/дм<sup>3</sup>, метанола - менее 0,17% мас. или 0,17% об.

Таблица 5.4 - Классы испаряемости бензинам высшего качества  
Марок Премиум Евро-95 и Супер Евро-98 по ГОСТ Р 51866-2002  
(EN 228)

Наименование показателя	Значение для класса						Метод испытания
	A	B	C и C1	D и D1	E и E1	F и F1	
1. Давление насыщенных паров (ДНП), кПа: - не менее - не более	45,0 60,0	45,0 70,0	50,0 80,0	60,0 90,0	65,0 95,0	70,0 100,0	По ГОСТ 1756 или ГОСТ Р EN ИСО 13016-1
2. Фракционный состав: - объемная доля испарившегося бензина, %, при температуре: 70 °С (И70) 100 °С (И100) 150 °С (И150), не менее - конец кипения, °С, не выше - остаток в колбе, % (по объему), не более	20,0...48,0   22,0...50,0 46,0...71,0 75,0 210 2						По ГОСТ 2177
3. Максимальный индекс паровой пробки (ИПП) ИПП= 10ДНП + 7 (И70)	-	-	1050	1150	1200	1250	-

Примечание: для бензинов классов А, В, С, D, Е и F индекс паровой пробки не нормируется.

Технический регламент «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» устанавливает требования к выпускаемым в оборот и находящимся в обороте автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту и прописывает соответствующие требования, предъявляемые к автомобильному бензину (табл. 5.5), а также выпуск и оборот автомобильного бензина:

- класса 2 – 31 декабря 2010 года;
- класса 3 - до 31 декабря 2011 года;
- класса 4 - до 31 декабря 2014 года;
- класса 5 - срок не ограничен.

Таблица 5.5 - Требования к характеристикам автомобильного бензина

Характеристики автомобильного бензина	Ед. измерения	Нормы в отношении			
		класса 2	класса 3	класса 4	класса 5
1	2	3	4	5	6
Массовая доля серы, не более	мг/кг	500	150	50	10
Объемная доля бензола, не более	%	5	1	1	1
Концентрация железа, не более	мг/дм <sup>3</sup>	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие
Концентрация марганца, не более	мг/дм <sup>3</sup>	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие
Концентрация свинца, не более	мг/дм <sup>3</sup>	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие
Массовая доля кислорода, не более	%	-	2,7	2,7	2,7
Объемная доля углеводородов, не более:	%				
- ароматических;		-	42	35	35
- олефиновых		-	18	18	18

Продолжение табл. 5.5

1	2	3	4	5	6
Давление паров, не более: - в летний период; - в зимний период	кПа	- -	45...80 50...100	45...80 50...100	45...80 50...100
Объемная доля оксигенатов, не более: - метанола; - этанола; - изопропанола; - третбутанола; - изобутанола; - эфиров, содержащих 5 или более атомов углерода в молекуле; - других оксигенатов (с температурой конца кипения не выше 210 градусов Цельсия)	%	- - - - - - -	отсутствие 5 10 7 10 15 10	отсутствие 5 10 7 10 15 10	отсутствие 5 10 7 10 15 10
Объемная доля процентов монометиланилина, не более	%	1,3	1	1	отсутствие

В 2011 году вступил в силу Технический регламент таможенного союза ТР ТС 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» (таблица 5.6).

Технический регламент ТС распространяется на выпускаемое в обращение и находящееся в обращении на единой таможенной территории Таможенного союза топливо. Технический регламент ТС устанавливает требования к топливу в целях обеспечения защиты жизни и здоровья человека, имущества, охраны окружающей среды, предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей относительно его назначения, безопасности и энергетической эффективности.

Обозначение автомобильного бензина включает следующие группы знаков, расположенных в определенной последовательности через дефис:

- первая группа: буквы АИ, обозначающие автомобильный бензин;

- вторая группа: цифровое обозначение октанового числа автомобильного бензина (80, 92, 93, 95, 96, 98 и др.), определенного исследовательским методом;

- третья группа: символы К2, К3, К4, К5, обозначающие экологический класс автомобильного бензина.

Таблица 5.6 - Требования к характеристикам автомобильного бензина по ТР ТС 0123/2011

Характеристики автомобильного бензина	Ед. измерения	Нормы в отношении экологического класса			
		К2	К3	К4	К5
1	2	3	4	5	6
Массовая доля серы, не более	мг/кг	500	150	50	10
Объемная доля бензола, не более	%	5	1	1	1
Массовая доля кислорода, не более	%	не определяется	2,7	2,7	2,7
Объемная доля углеводородов, не более:	%	не определяется	42	35	35
- ароматических;					
- олефиновых		18	18	18	18
Октановое число:					
- по исследовательскому методу, не менее;		80	80	80	80
- по моторному методу, не менее		76	76	76	76
Давление насыщенных паров:	кПа				
- в летний период		35...80	35...80	35...80	35...80
- в зимний период		35...100	35...100	35...100	35...100

1	2	3	4	5	6
Концентрация железа, не более	мг/дм <sup>3</sup>	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие
Концентрация марганца, не более	мг/дм <sup>3</sup>	отсутствие	отсутствие	отсутствие	отсутствие
Концентрация свинца,* не более	мг/дм <sup>3</sup>	5	5	5	5
Объемная доля монометиланилина, не более	%	1,3	1,0	1,0	отсутствие
Объемная доля оксигенатов, не более:	%				
- метанола**;		не определяется	1	1	1
- этанола;		не определяется	5	5	5
- изопропанола;		не определяется	10	10	10
- третбутанола;		не определяется	7	7	7
- изобутанола;		не определяется	10	10	10
- эфиров, содержащих 5 или более атомов углерода в молекуле;		не определяется	15	15	15
- других оксигенатов (с температурой конца кипения не выше 210°C)		не определяется	10	10	10

Примечание: \* для Российской Федерации для экологических классов К2, К3, К4 и К5 отсутствие;

\*\* - для Российской Федерации для экологических классов К3, К4 и К5 отсутствие.

ГОСТ Р 54283-2010 «Топлива моторные. Единое обозначение автомобильных бензинов и дизельных топлив, находящихся в обращении на территории Российской Федерации» устанавливает единое обозначение моторных топлив - неэтилированных бензинов и ди-

зельных топлив для автомобильного транспорта с бензиновыми и дизельными двигателями, производимых в соответствии с документацией всех видов.

Единое обозначение автомобильных бензинов и дизельных топлив рекомендуется применять в дополнение к обозначению марки продукции, установленному документацией всех видов, в соответствии с которыми производят автомобильные бензины и дизельные топлива.

Стандарт не распространяется на автомобильные бензины и дизельные топлива, не отнесенные к какому-либо классу техническим регламентом «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту».

Единое обозначение автомобильных бензинов состоит из трех групп знаков, расположенных в определенной последовательности через дефис:

- первая группа: буквы АИ, обозначающие автомобильные бензины;
- вторая группа: цифровое обозначение октанового числа бензина (92, 95, 98), определенного исследовательским методом;
- третья группа: цифры 2,3,4,5, обозначающие класс бензина в соответствии с приложением 1 технического регламента.

Пример единого обозначения автомобильных бензинов:

- АИ-92-2 - Автомобильный бензин марки Регулятор-92 по ГОСТ Р 51105 класса 2, выпущенный в оборот до 01.01.2011, и аналогичная продукция, производимая по документации всех видов;

- АИ-95-4 - Автомобильный бензин марки Премиум Евро-95 вида II по ГОСТ Р 51866 класса 4 и аналогичная продукция, производимая по документации всех видов.

## **5.2. Дизельные топлива**

### **5.2.1. Основные свойства**

Двигатели с воспламенением от сжатия (дизели) работают на дистиллятных топливах (получаемых компаундированием прямогонных и гидроочищенных фракций) с пределами выкипания более высокими, чем у бензина.

Важными свойствами дизельного топлива являются его испаряемость, воспламеняемость, цетановое число, низкотемпературная текучесть, вязкость, содержание серы и стабильность при хранении.

Испаряемость и теплотворность дизельных топлив различных марок варьируются в узких пределах, определяются плотностью, фракционным составом (температурой выкипания 50 и 90% объема при перегонке по методу ГОСТ 2177-99, ASTM D 86) и мало влияют на работу дизеля.

#### **Воспламеняемость дизельного топлива (цетановое число).**

Воспламеняемость влияет на легкость пуска, продолжительность «белого дымления» после пуска, приемистость до прогрева и интенсивность «дизельного стука» (жесткость работы) на холостом ходу.

Воспламеняемость напрямую определяет содержание вредных составляющих (СО и СН) в ОГ двигателя.

С уменьшением задержки воспламенения процесс сгорания начинается раньше и содержание вредных составляющих ОГ снижается.

Задержка воспламенения измеряется испытанием на цетановое число ГОСТ 3122-67 (ASTM D 613), в котором используется одноцилиндровый двигатель с регулируемой степенью сжатия, аналогичный двигателю по определению октанового числа бензина. Задержку воспламенения (а не стук) измеряют при фиксированной степени сжатия, и результаты сопоставляют со стандартным эталонным топливом, состоящим из смеси нормального цетана и альфа-метилнафталина (в ряде стран - гептаметилноанола). Цетановое число (ЦЧ) представляет собой содержание цетана в смеси, которая дает ту же задержку воспламенения, что и испы-

туемое топливо.

Дизельные двигатели широко различаются по требованиям к цетановому числу, и нет общепризнанных путей определения этих требований.

Требования дизелей к качеству применяемых топлив зависят от их быстроходности: дизели со средней скоростью более 10 м/с предъявляют более высокие требования к цетановому числу, чем дизели со средней скоростью менее 10 м/сек.

В целом, в двигателях с меньшим номинальным числом оборотов используются топлива с меньшим цетановым числом. Крупные судовые дизели нормально работают на топливе с цетановыми числами до 20, тогда как изготовители современных высокооборотных дизелей легковых автомобилей требуют топливо с цетановым числом не менее 55. Большинство изготовителей дизелей для грузовых автомобилей требуют минимальное цетановое число 40...45.

Чем выше цетановое число, тем ниже скорость нарастания давления и тем менее жестко работает двигатель. Однако с повышением цетанового числа сверх оптимального несколько уменьшается экономичность двигателей и повышается дымность отработавших газов. Для российских быстроходных дизелей оптимальным цетановым числом является 40...50. В летнее время года могут успешно применяться топлива с цетановым числом не менее 40. Для обеспечения гарантированного зимнего пуска двигателя цетановое число должно быть не менее 45.

Наиболее высокими цетановыми числами обладают парафиновые углеводороды нормального строения. Самые низкие цетановые числа у ароматических углеводородов, не имеющих боковых цепей.

Для повышения на 2...7 единиц цетанового числа могут использоваться соответствующие присадки, обычно изопропил или циклогексилнитраты. Однако их применение носит ограниченный характер, т.к. приводит к понижению температуры вспышки и повышению коксуемости топлив.

За рубежом для оценки воспламеняемости дизельных топлив наряду с цетановым индексом используют расчетный дизельный индекс (ДИ). Для расчета цетанового индекса используется номограмма (ASTM D 976).

Дизельный индекс для конкретного топлива определяется по значениям плотности при 15°C и температуре выкипания 50% топлива.

Этот показатель нормируется и для российских топлив при их поставке на экспорт.

### **Испаряемость.**

Характер процесса горения в камере сгорания двигателя во многом определяется фракционным составом топлива, характеризующим его испаряемость. На сгорание топлива более легкого фракционного состава требуется меньше воздуха за счет уменьшения времени, необходимого для образования топливовоздушной смеси.

При этом процессы смесеобразования протекают более полно.

Влияние фракционного состава топлив на работу двигателей с различным смесеобразованием неодинаково. Двигатели с предкамерным и вихревым образованием менее чувствительны к фракционному составу по сравнению с двигателями с непосредственным впрыском. Наличие нагретых до высоких температур стенок предкамеры обеспечивает более благоприятные условия смесеобразования.

Чрезмерное облегчение фракционного состава может привести к повышению жесткости работы двигателя.

### **Вязкость и плотность.**

Вязкость и плотность топлив во многом определяют процессы испарения и смесеобразования в дизелях. С их увеличением растет диаметр капель и ухудшаются условия сгорания, в результате чего увеличиваются расход топлива и дымность отработанных газов. Вязкость топлива влияет на наполнение и утечки топлива через зазоры плунжерных пар.

При работе на маловязких топливах увеличивается износ деталей топливных насосов, что требует применения в их составе противоизносных присадок. Вязкость топлива зависит от его углеводородного состава и потому варьируется в широких пределах.

### **Низкотемпературные свойства.**

Низкотемпературные свойства топлив оцениваются по физико-химическим показателям температуры застывания, помутнения и предельной температуры фильтруемости.

Температурой застывания определяют условия отгрузки и складского хранения топлив. Температура помутнения и предел фильтруемости определяют условия применения топлив в технике.

Существует три способа получения дизельных топлив с низкой температурой застывания:

1. Снижение содержания в топливе тяжелых фракций (понижение температуры конца кипения топлива) и/или вовлечение более легких фракций. Недостатком данного способа является снижение выработки моторных топлив и понижение температуры вспышки дизельного топлива.

2. Применение депрессорных присадок. При использовании депрессантов выработка топлива не снижается, однако они позволяют снизить лишь температуру застывания и мало влияют на температуру помутнения, а это ограничивает возможности их применения.

3. Наиболее эффективным способом является применение технологий, позволяющих путем изменения углеводородного состава топлива снизить температуры застывания, помутнения и фильтруемости. Этот способ позволяет вовлекать дополнительное количество тяжелых фракций в дизельное топливо и увеличивать таким образом производство дизельного топлива.

### **Степень чистоты.**

Эффективность и надежность работы топливной аппаратуры зависят от степени чистоты дизельных топлив. Частицы размером более 4 мкм вызывают повышенный износ плунжерных пар.

Чистоту топлива оценивают коэффициентом фильтруемости, который представляет собой отношение времени фильтрования через фильтр при атмосферном давлении десятой порции фильтруемого топлива по отношению к первой. На фильтруемость топлива влияют наличие воды, механических примесей, смолистых веществ, мыл, нафтеновых кислот.

Содержание механических примесей в товарных дизельных

топливах на месте их производства составляет 0,002...0,004%, что оценивается по ГОСТ 6370-83 как их отсутствие.

### **Сернистые соединения.**

Сернистые соединения, непредельные углеводороды и металлы (ванадий, натрий) влияют на процессы нагарообразования в дизелях, являются причиной повышенных износов и коррозии. Их содержание в топливе регламентировано.

### **Содержание серы.**

Содержание серы в автомобильном дизельном топливе варьируется от 0,2 до 0,001%. Ее содержание напрямую определяет уровень вредных составляющих в ОГ двигателя. С уменьшением содержания серы до 0,035% и ниже (экологически чистые дизельные топлива) смазывающие свойства топлив снижаются. Эти свойства регламентируются показателем «пятно износа» на машине трения. Поэтому в малосернистые топлива для предотвращения износа топливной аппаратуры вводятся противоизносные присадки.

### **Температура вспышки.**

Степень пожарной опасности зависит от температуры вспышки топлива. В пожароопасных условиях, когда двигатель установлен в закрытом помещении, применяются топлива с повышенной температурой вспышки.

## **5.2.2. Ассортимент дизельных топлив**

В настоящее время на территории РФ действуют следующие стандарты и ГОСТы на дизельное топливо: ГОСТ 305-82 «Топливо дизельное. Технические условия», ГОСТ Р 52368-2005 (EN 590:2004) «Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия», Технический регламент «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту», технический регламент таможенного союза ТР ТС-013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судово-

му топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту».

ГОСТ 305-82 предусматривает производство топлив для дизелей общего назначения с температурой вспышки не ниже 40°C, для судовых и тепловозных двигателей, горных машин - с температурой вспышки не ниже 62°C, что достигается повышением температуры начала кипения топлива. Такое повышение температуры начала кипения является причиной снижения выхода дизельного топлива по отношению к сырью. Поэтому топлива с повышенной температурой вспышки должны применяться строго по назначению.

Нефтяные компании России вырабатывают дизельное топливо по ГОСТ 305-82 и ТУ предприятий. По ГОСТ 305-82 вырабатываются три марки дизельного топлива: Л - летнее, применяемое при температурах окружающего воздуха выше 0°C, З - зимнее двух видов, применяемое, соответственно, при температурах до -20°C ( температура застывания -25°C) и -30°C (температура застывания -35°C), марки А - арктическое, применяемое при температурах до -50°C (табл. 5.8).

Содержание серы в дизельном топливе марок Л и З не превышает 0,2% (вид 1) и 0,5% (вид 2), а в арктическом - 0,2 и 0,4%.

В соответствии с ГОСТ-305-82 устанавливаются следующие коды ОКП дизельного топлива (табл. 5.7).

Таблица 5.7 - Коды ОКП дизельного топлива

Марка топлива	ОКП для топлива	
	вид I	вид II
Л	02 5131	02 5153
З	02 5132	02 5152
А	02 5133	02 5151

Таблица 5.8 - Показатели качества дизельных топлив  
по ГОСТ 305-82

Наименование показателя	Норма для марки			Метод испытания
	Л	З	А	
1	2			3
1. Цетановое число, не менее	45	45	45	По ГОСТ Р 52709 или ГОСТ 3122
2. Фракционный состав: - 50 % перегоняется при температуре, °С, не выше; - 95 % перегоняется при температуре, °С, не выше	280 360	280 360	255 330	По ГОСТ Р ЕН ИСО 3405 или ГОСТ 2177
3. Кинематическая вязкость при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с (сСт)	3,0...6,0	1,8...5,0	1,5...4,0	По ГОСТ 33
4. Температура застывания, °С, не выше, для климатической зоны: - умеренной; - холодной	-10	-35 -45	- 55	По ГОСТ 20287 с дополнением по п. 5.2 настоящего стандарта
5. Температура помутнения, °С, не выше, для климатической зоны: - умеренной; - холодной	-5	-25 -35	-	По ГОСТ 5066 (второй метод)
6. Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С, не ниже: - для тепловозных и судовых дизелей и газовых турбин - для дизелей общего назначения	62 40	40 40	40 30	По ГОСТ Р ЕН ИСО 2719 или ГОСТ 6356
7. Массовая доля серы, %, не более: - вида I; - вида II		0,20 0,05		По ГОСТ 51947, ГОСТ 19121
8. Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,01	0,01	0,01	По ГОСТ 17323
9. Содержание сероводорода	Отсутствие			По ГОСТ 17323

1	2			3
10. Испытание на медной пластинке	Выдерживает			По ГОСТ 6321
11. Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие			По ГОСТ 6307
12. Концентрация фактических смол, мг на 100 см <sup>3</sup> топлива, не более	40	30	30	По ГОСТ 8489
13. Кислотность, мг КОН на 100 см <sup>3</sup> топлива, не более	5	5	5	По ГОСТ 5985
14. Йодное число, г йода на 100 г топлива, не более	6	6	6	По ГОСТ 2070
15. Зольность, %, не более	0,1	0,1	0,1	По ГОСТ 1401
16. Коксуемость, 10%-ного остатка, %, не более	0,2	0,3	0,3	По ГОСТ 19932
17. Коэффициент фильтруемости, не более	3	3	3	По ГОСТ 19006
18. Содержание механических примесей	Отсутствие			По ГОСТ 6370
19. Содержание воды	То же			По ГОСТ 2477
20. Плотность при 20°С, кг/м <sup>3</sup> , не более	860	840	830	По ГОСТ 3900
21. Предельная температура фильтруемости, °С, не выше, для климатической зоны:				По ГОСТ 22254
- умеренной;	-5	-25	-	
- холодной	-	-35	-45	

В соответствии с ГОСТ 305-82 принято следующее условное обозначение дизельного топлива.

1. Топливо летнее с массовой долей серы до 0,2% (0,05%) и температурой вспышки 40°С:

- топливо дизельное Л-0,2-40 ГОСТ 305-82;
- топливо дизельное Л-0,05-40 ГОСТ 305-82.

2. Топливо зимнее с массовой долей серы до 0,2% (0,05%) и температурой застывания минус 35°C:

- топливо дизельное З-0,2 минус 35 ГОСТ 305-82;
- топливо дизельное З-0,05 минус 35 ГОСТ 305-82.

3. Топливо арктическое с массовой долей серы до 0,2% (0,05%):

- топливо дизельное А-0,2 ГОСТ 305-82;
- топливо дизельное А-0,05 ГОСТ 305-82.

Качество дизельных топлив, выпускаемых на НПЗ, полностью соответствует современным российским требованиям ГОСТ 305-82 и техническим условиям на продукцию. Однако для выработки дизельных топлив европейского уровня качества требуется обновление российской нормативной базы на выработку современных дизельных топлив международного уровня качества.

Для выработки топлив европейского уровня качества необходимо, прежде всего, переоборудование технологической базы предприятий, введение пакета импортных присадок.

Впервые в российской практике для документации на дизельное топливо регламентируют (по аналогии с EN 590) содержание полициклической ароматики и диаметр пятна износа (смазывающие свойства).

С 2001 года НПЗ ОАО «ЛУКОЙЛ» приступило к производству и поставке на экспорт дизельного топлива по EN 590, в состав которого введены цетаноповышающие, противоизносные и депрессонные присадки.

На данный момент выпускаются дизельные топлива европейского качества в соответствии с ГОСТ 52368-2005, который в полной мере соответствует Евростандарту EN 590:2004 (таблица 5.8).

Таблица 5.9 - Показатели качества дизельных топлив  
по ГОСТ 52368-2005 (EN 590:2004)

Наименование показателя	Значение	Метод испытания
1	2	3
1. Цетановое число, не менее	51,0	По ГОСТ 3122 или ГОСТ Р 52709 или ГОСТ Р 15195
2. Цетановый индекс, не менее	46,0	
3. Плотность при 15°C, кг/м <sup>3</sup>	820...845	По ГОСТ Р 51069 или ГОСТ Р ИСО 3675-2007
4. Полициклические ароматические углеводороды, % (по массе), не более	8,0	
5. Содержание серы, мг/кг, не более, для топлива: - вид I; - вид II; - вид III	350,0 50,0 10,0	По ГОСТ Р 51947 По ГОСТ Р 52660 или ГОСТ Р ЕН ИСО 20846
6. Температура вспышки в закрытом тигле, °С, выше	55	По ГОСТ 6356 или ГОСТ Р ЕН ИСО 2719
7. Коксуемость 10%-ного остатка разгонки, % (по массе), не более	0,30	По ГОСТ 19932
8. Зольность, % (по массе), не более	0,01	По ГОСТ 1461
9. Содержание воды, мг/кг, не более	200	
10. Общее загрязнение, мг/кг, не более	24	
11. Коррозия медной пластинки (3 ч при 50°C), единицы по шкале	класс 1	
12. Окислительная стабильность: общее количество осадка, г/м <sup>3</sup> , не более	25	По ГОСТ Р ЕН ИСО 12205
13. Смазывающая способность: скорректированный диаметр пятна износа при 60°C, мкм, не более	460	По ГОСТ Р ИСО 12156
14. Кинематическая вязкость при 40°C, мм <sup>2</sup> /с	2,00...4,50	По ГОСТ 33

1	2	3
15. Фракционный состав: - при температуре 250°C, % (по объему), менее; - при температуре 350°C, % (по объему), не менее; - 95% (по объему) перегоняется при температуре, °C, не выше	65  85  360	По ГОСТ 2177 или ГОСТ Р ЕН ИСО 3405
16. Содержание метиловых эфиров жирных кислот, % (по объему), не более	7,0	

Таблица 5.10 - Требования к топливу для умеренного климата по ГОСТ 52368-2005 (EN 590:2004)

Наименование показателя	Значение для сорта						Метод испытания
	A	B	C	D	E	F	
Предельная температура фильтруемости, °C, не выше	5	0	-5	-10	-15	-20	По ГОСТ 22254

Таблица 5.11 - Требования к топливу для холодного и арктического климата

Наименование показателя	Значение для класса					Метод испытания
	0	1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7
1. Предельная температура фильтруемости, °C, не выше	-20	-26	-32	-38	-44	По ГОСТ 22254
2. Температура помутнения, °C, не выше	-10	-16	-22	-28	-34	
3. Плотность при 15°C, кг/м <sup>3</sup>	800...840					По ГОСТ Р 51069 или ГОСТ Р ИСО 3675
4. Кинематическая вязкость при 40°C, мм <sup>2</sup> /с	1,50 - 4,00	1,50 - 4,00	1,50 - 4,00	1,40 - 4,00	1,20 - 4,00	По ГОСТ 33
5. Цетановое число, не менее	49,0	49,0	48,0	47,0	47,0	По ГОСТ 3122

1	2	3	4	5	6	7
6. Цетановый индекс, не менее	46,0	46,0	46,0	43,0	43,0	
7. Фракционный состав: - до температуры 180°C, % (по объему), не более; - до температуры 340°C, % (по объему), не более	10 95	10 95	10 95	10 95	10 95	По ГОСТ Р EN ISO 3405
8. Температура вспышки в закрытом тигле, °C, не ниже	55	55	40	30	30	По ГОСТ Р EN ISO 2719 или ГОСТ 6356

С 2005 г. в РФ действует новый государственный стандарт на дизельное топливо - ГОСТ Р 52368-2005. Он полностью соответствует спецификации EN 590. Согласно новому стандарту в дизельном топливе ограничивается содержание серы, а именно:

- вид I - содержание серы не более 350 мг/кг;
- вид II - содержание серы не более 50 мг/кг;
- вид III - содержание серы не более 10 мг/кг.

Новый ГОСТ рассматривает дизельное топливо отдельно в зависимости от климатических условий местности его использования. Для районов с умеренным климатом дизельное топливо разделяется по сортам, которые указывают на предельную температуру фильтруемости: сорт А (+5°C), сорт В (0°C), сорт С (-5°C), сорт D (-10°C), сорт Е (-15°C), сорт F (-20°C).

Для районов с холодным климатом дизельное топливо подразделяют на классы с предельной температурой фильтруемости: Класс 0 (-20°C), Класс 1 (-26°C), Класс 2 (-32°C), Класс 3 (-28°C), Класс 4 (-44°C).

В 2011 г. в рамках технического регламента Таможенного союза Белоруссии, Казахстана и России приняты новые обозначения марок дизельного топлива, которые включают следующие группы знаков, расположенных в определенной последовательности через дефис:

- первая группа: буквы ДТ - дизельное топливо для автомобильных дизельных двигателей;
- вторая группа: буквы, обозначающие климатические условия применения:
  - Л - летнее (температура фильтруемости не определяется);
  - Е - межсезонное (-15°C);
  - З - зимнее (-20°C);
  - А - арктическое (-38°C);
- третья группа: символы, обозначающие экологический класс дизельного топлива:
  - К2 - содержание серы не более 500 мг/кг;
  - К3 - содержание серы не более 350 мг/кг (соответствует ГОСТ Р 52368-2005 вид I);
  - К4 - содержание серы не более 50 мг/кг (соответствует ГОСТ Р 52368-2005 вид II);
  - К5 - содержание серы менее 10 мг/кг (соответствует ГОСТ Р 52368-2005 вид III).

Таким образом, группа символов ДТ-З-К5 согласно ТР ТС 013/2011 обозначает дизельное топливо автомобильное зимнее экологического класса 5 (соответствует Евро-5).

В результате одновременного использования производителями и потребителями двух стандартов - ГОСТ Р 52368-2005 и ТР ТС 013/2011 - на рынке дизельного топлива РФ произошло смешение понятий и обозначений. Поэтому одно и то же топливо можно найти под обозначением как Сорт F вид III (Евро-5), так и ДТ-З-К5. Многие российские производители указывают обе маркировки в паспортах качества.

Необходимо отметить, что в настоящее время (2014 г.) в России запрещено использование дизельного топлива экологического класса К2, с 01 января 2015 г. выводится из обращения топливо класса К3, а с 01 января 2016 г. на территории Российской Федерации разрешен выпуск и обращение дизельного топлива экологического класса не ниже К5.

С 1 июля 2014 года в России будет введен в действие ГОСТ Р 55475-2013 «Топливо дизельное зимнее и арктическое депарафинированное». Это топливо производится с применением современного метода каталитической депарафинизации. В соответ-

ствии с ГОСТом, дизельное топливо для районов с холодным климатом обозначается следующим образом:

- ДТ-З-К3 (К4, К5) минус 32;
- ДТ-З-К3 (К4, К5) минус 38;
- ДТ-А-К3 (К4, К5) минус 44;
- ДТ-А-К3 (К4, К5) минус 48;
- ДТ-А-К3 (К4, К5) минус 52.

При этом выпуск и использование дизельного топлива по ГОСТ Р 52368-2005 не ограничивается.

Таблица 5.12 - Требования к характеристикам дизельного топлива по ТС ТР 01/2011

Характеристики дизельного топлива *	Ед. измерения	Нормы в отношении экологического класса			
		К2	К3	К4	К5
1	2	3	4	5	6
Массовая доля серы, не более	мг/кг	500	350	50	10
Температура вспышки в закрытом тигле, не ниже: - для летнего и межсезонного дизельного топлива; - для зимнего и арктического дизельного топлива	°С	40	40	55	55
		30	30	30	30
Фракционный состав - 95 процентов объемных перегоняется при температуре, не выше	°С	360	360	360	360
Массовая доля полициклических ароматических углеводородов, не более	%		11	11	8
Цетановое число для летнего дизельного топлива, не менее		45	51	51	51
Цетановое число для зимнего и арктического дизельного топлива		не определяется	47	47	47

Продолжение табл. 5.12

1	2	3	4	5	6
Смазывающая способность, не более	мкм	не определяется	460	460	460
Предельная температура фильтруемости, не выше: - летнее дизельное топливо - дизельное топливо зимнее ** - дизельное топливо арктическое - дизельное топливо межсезонное ***	°С	не определяется минус 20 минус 38 минус 15			

Примечание: \* допускается содержание в дизельном топливе не более 7% (по объему) метиловых эфиров жирных кислот;

\*\* для Республики Казахстан не более минус 15 °С для экологических классов К2, К3, К4 и К5;

\*\*\* для Республики Казахстан не более минус 5 °С для экологических классов К2, К3, К4 и К5.

Предприятия Компании (ООО «ЛУКОЙЛ - Пермнефтеоргсинтез», ООО «ЛУКОЙЛ - Волгограднефтепереработка», ОАО «ЛУКОЙЛ - Нижегороднефтеоргсинтез») по ТУ 38.1011348-99 вырабатывают экологически чистые дизельные топлива с пониженным содержанием серы (табл. 5.12).

Таблица 5.13 - Показатели качества дизельных топлив по ТУ 38.1011348-99

Наименование показателя	ДЛЭЧ-В	ДЗЭЧ-В
Цетановое число	49	45
Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>	не нормируется, определение обязательно	
Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	860	840
Содержание серы, ppm	350/500/1000	350/500/1000

Таблица 5.14 - Показатели качества дизельных топлив  
по ТУ 38.101889-00

Наименование показателя	ДЗп	ДЗп-15/25	ДЗп-25/35	Л
Цетановое число	45	45	45	45
Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>	863	-	-	-
Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	860	860	840	850,4
Содержание серы, ppm	350/500/1000	2000/5000	2000/5000	1116/2625

## 6. ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ

### 6.1. Состав пластичных смазок

Смазки состоят из жидкой основы (дисперсионной среды), твердого загустителя (дисперсной фазы) и различных добавок. Кроме этих составляющих в смазках присутствуют другие компоненты. Например, в составе гидратированных кальциевых смазок присутствует вода как стабилизирующий компонент. В некоторых мыльных смазках содержатся глицерин, выделившийся при омылении жиров, продукты окисления масляной основы, образовавшиеся при термообработке смазки, а также свободные кислоты или щелочи. Для улучшения эксплуатационных свойств в состав смазок вводят присадки различного функционального назначения и твердые добавки. Таким образом, смазки представляют собой сложные многокомпонентные системы, основные свойства которых определяются свойствами дисперсионной среды, дисперсной фазы, присадок и добавок.

**Дисперсионная среда.** В качестве дисперсионной среды смазок используют различные смазочные масла и жидкости. Большинство смазок (около 97%) готовят на нефтяных маслах. В смазках, работающих в специфических и экстремальных условиях, применяют синтетические масла: кремнийорганические жидкости, сложные эфиры, фтор- и фторхлоруглероды, синтетические углеводородные масла, полиалкиленгликоли, полифениловые эфиры. Широкое применение таких масел ограничено из-за их дефицитности и высокой стоимости. В отдельных случаях в качестве дисперсионной среды применяют растительные масла, например, касторовое масло.

Из кремнийорганических жидкостей наиболее часто в качестве дисперсионных сред используют полиметилсилоксаны и полиэтилсилоксаны. Они обеспечивают работоспособность смазки при температурах от  $-60$  до  $+200^{\circ}\text{C}$ . Реже используют полиметилфенилсилоксаны и полигалогенорганосилоксаны. Полиметилфенилсилоксаны и полигалогенорганосилоксаны обладают лучшими противоизносными и противозадирными свойствами по сравнению с обычными полисилоксанами. Эти жидкости обеспе-

чивают работоспособность смазок в интервале температур от  $-100$  до  $+300^{\circ}\text{C}$ .

Смазки на сложных эфирах применяют при температурах от  $-60$  до  $+150^{\circ}\text{C}$ . Они характеризуются хорошей смазывающей способностью, однако не работоспособны при контакте с водой из-за гидролиза эфиров. Эти смазки вызывают набухание резиновых уплотнений.

При производстве смазок используют также синтетические углеводородные масла на основе полиальфаолефинов и алкилированных ароматических углеводородов, в первую очередь алкилбензолов. Смазки на алкилбензолах и полиальфаолефинах применяют при температурах от  $-60$  до  $+200^{\circ}\text{C}$ .

Применение полиалкиленгликолей в качестве дисперсионной среды обеспечивает работоспособность смазок в интервале температур от  $-60$  до  $+200^{\circ}\text{C}$ . Смазки на полифениловых эфирах стабильны при высоких температурах (до  $+350^{\circ}\text{C}$ ), воздействию кислорода и радиации.

Фтор- и фторхлоруглеродные масла термически стабильны до температуры  $+400\dots 500^{\circ}\text{C}$ . Они не воспламеняются, не горят, устойчивы к воздействию сильных кислот, щелочей и других агрессивных сред, не окисляются, не вызывают коррозию металлов, обладают высокими смазывающими свойствами. Поэтому их применяют для получения огнестойких смазок и смазок, контактирующих с агрессивными средами, и в экстремальных условиях.

**Дисперсная фаза.** Температурные пределы применения смазок во многом определяются температурами плавления и разложения загустителя, его растворимостью в масле и концентрацией в смазке. От природы загустителя зависят антифрикционные и защитные свойства, водостойкость, коллоидная, механическая и антиокислительная стабильности смазок. Так, мыла, являясь поверхностно-активными веществами, выполняют в смазках одновременно функции загустителя, противоизносного и противозадирного компонентов. При этом модифицирующее действие мыл на поверхности трения связано с поверхностно-молекулярным, а не химическим взаимодействием, что характерно для фосфор-, серо- и хлорсодержащих присадок.

**Присадки и наполнители.** Присадки обладают свойствами поверхностно-активных веществ. Это предопределяет их активность как в объеме смазки, так и на границе раздела дисперсная фаза - дисперсионная среда. Для улучшения свойств смазок применяют в основном те же присадки, что и для легирования масел: противоизносные, противозадирные, антифрикционные, защитные, вязкостные и адгезионные. Применяют также ингибиторы окисления, коррозии. Многие присадки являются полифункциональными.

**Наполнители** - это высокодисперсные, не растворимые в маслах вещества, не образующие в смазках коллоидной структуры, но улучшающие их эксплуатационные свойства. Наиболее часто применяют наполнители с низким коэффициентом трения: графит, дисульфид молибдена, тальк, слюду, нитрит бора, сульфиды некоторых металлов, асбест, полимеры, оксиды и комплексные соединения металлов, металлические порошки и пудры.

В качестве наполнителей широко используют оксиды цинка, титана и меди (I), порошки меди, свинца, алюминия, олова, бронзы и латуни, которые обычно замешивают в готовую смазку в количестве от 1 до 30%. Такие наполнители применяют преимущественно в резьбовых, уплотнительных, а также антифрикционных смазках, используемых в тяжело нагруженных узлах трения скольжения (различного вида шарниры, некоторые зубчатые и цепные передачи, винтовые пары и др.). Дискуссионным остается вопрос о целесообразности использования металлоплакирующих смазок в подшипниках качения, особенно в быстроходных, и в подшипниках высокой точности исполнения. В большинстве случаев это приводит к отрицательному эффекту.

Эксплуатационные характеристики углеводородных смазок можно улучшить такими добавками, как природные воски и их компоненты. Например, адгезионные, защитные и низкотемпературные свойства углеводородных смазок обычно улучшают введением в их состав буроугольного и торфяного восков, спермацета (табл. ниже). Эффективность действия природных восков определяется их химическим составом, молекулярной массой и концентрацией в смазках.

## 6.2. Классификация пластичных смазок

Смазки классифицируют по консистенции, составу и областям применения.

**По консистенции** смазки разделяют на полужидкие, пластичные и твердые. Пластичные и полужидкие смазки представляют собой коллоидные системы, состоящие из дисперсионной среды, дисперсной фазы, а также присадок и добавок. Твердые смазки и отверждения являются суспензиями, дисперсионной средой которых служит смола или другое связующее вещество и растворитель, а загустителем - дисульфид молибдена, графит, технический углерод и т.п. После отверждения (испарения растворителя) твердые смазки представляют собой золи, обладающие всеми свойствами твердых тел и характеризующиеся низким коэффициентом сухого трения.

**По составу** смазки разделяют на четыре группы.

**1. Мыльные смазки**, для получения которых в качестве загустителя применяют соли высших карбоновых кислот (мыла). В зависимости от катиона мыла их разделяют на литиевые, натриевые, калиевые, кальциевые, бариевые, алюминиевые, цинковые, свинцовые и др. В зависимости от аниона мыла смазки одного и того же катиона разделяют на обычные и комплексные. Комплексные смазки работоспособны в более широком интервале температур, чем обычные. Среди комплексных смазок наиболее распространены кальциевые, литиевые, бариевые, алюминиевые и натриевые. Кальциевые смазки, в свою очередь, разделяют на безводные, гидратированные и комплексные. В отдельную группу выделяют смазки на смешанных мылах, в которых в качестве загустителя используют смесь мыл (литиево-кальциевые, натриево-кальциевые и др. Первым указан катион мыла, доля которого в загустителе большая).

Мыльные смазки в зависимости от применяемого для их получения жирового сырья называют условно синтетическими (анион мыла - радикал синтетических жирных кислот) или жировыми (анион мыла - радикал природных жирных кислот), например, синтетические или жировые соли.

**2. Неорганические смазки**, для получения которых в качестве загустителя используют термостабильные с хорошо развитой удельной поверхностью высокодисперсные неорганические вещества. К ним относят силикагелевые, бентонитовые, графитные, асбестовые и другие смазки.

**3. Органические смазки**, для получения которых используют термостабильные, высокодисперсные органические вещества. К ним относят полимерные, пигментные, полимочевинные, сажевые и другие смазки.

**4. Углеводородные смазки**, для получения которых в качестве загустителей используют высокоплавкие углеводороды (петролатум, церезин, парафин, озокерит, различные природные и синтетические воски).

В зависимости от типа их дисперсионной среды различают смазки на нефтяных и синтетических маслах.

**По области применения** в соответствии с ГОСТ 23258-78 смазки разделяют на антифрикционные, консервационные, уплотнительные, канатные (табл. 6.1).

### **6.3. Ассортимент и области применения смазок**

В странах СНГ производят смазки более 200 наименований. Их выпускают предприятия нефтеперерабатывающей, химической и нефтехимической промышленности, приборостроения, министерства путей сообщения и др.

Ассортимент выпускаемых смазок представлен в табл. 6.2, 6.3, 6.4 и 6.5.

## Классификация пластичных смазок по ГОСТ 23258-78

Подгруппа	Области применения
<b>АНТИФРИКЦИОННЫЕ</b> (снижение износа и трения сопряженных деталей)	
Общего назначения для обычных температур	Узлы трения, работающие при температуре до +70°C
Общего назначения для повышенных температур	Узлы трения, работающие при температуре до +110°C
Многоцелевые	Узлы трения, работающие при температуре от -30 до +130°C в условиях повышенной влажности среды; в достаточно мощных механизмах обеспечивают работоспособность узлов при температуре -40°C
Термостойкие	Узлы трения, работающие при температуре выше +150°C
Низкотемпературные	Узлы трения, работающие при температуре ниже -40°C
Противозадирные и противоизносные	Подшипники качения при контактных напряжениях 250 кПа и подшипники скольжения при удельных нагрузках более 15 кПа; содержат противозадирные и противоизносные присадки или твердые добавки
Химически стойкие	Узлы трения, имеющие контакт с агрессивными средами
Приборные	Узлы трения приборов и точных механизмов
Редукторные (трансмиссионные)	Зубчатые и винтовые передачи всех видов
Прирабочные пасты	Сопряжения поверхности с целью облегчения сборки, предотвращения задиров и ускорения приработки
Узкоспециализированные	Узлы трения, смазки для которых должны удовлетворять дополнительным требованиям, не предусмотренным в вышеперечисленных подгруппах (прокачиваемость, эмульгируемость, искрогашение и т.д.)
Брикетные	Узлы и поверхности скольжения с устройствами для использования смазок в виде брикетов

<b>КОНСЕРВАЦИОННЫЕ</b> (предотвращение коррозии металлических изделий и механизмов при хранении, транспортировании и эксплуатации)	
	Металлические изделия и механизмы всех видов, за исключением стальных канатов и изделий, требующих использования консервационных масел для твердых покрытий
<b>УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ</b> (герметизация зазоров, облегчение сборки и разборки арматуры сальниковых устройств, резьбовых, разъемных и подвижных соединений, в том числе вакуумных систем)	
Арматурные	Запорная арматура и сальниковые устройства
Резьбовые	Резьбовые соединения
Вакуумные	Подвижные и разъемные соединения и уплотнения вакуумных систем
<b>КАНАТНЫЕ</b> (предотвращение износа и коррозии стальных канатов)	
	Стальные канаты и тросы, органические сердечники стальных канатов

Таблица 6.2

**Антифрикционные смазки**  
Смазки общего назначения для обычных температур

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<b>Солидол С, Пресс-Солидол С</b> (ГОСТ 4366-76) Заменители: Солидол Ж, Литол-24	Относительно грубые узлы трения механизмов и машин, транспортных средств, сельскохозяйственной техники; ручной и другой инструмент, шарниры, винтовые и цепные передачи, тихоходные шестеренчатые редукторы и т.п.	Хорошие водостойкость, коллоидная стабильность, защитные свойства, узкий диапазон рабочих температур и низкая механическая стабильность. Работоспособны при температурах -30...+65°C, в мощных механизмах (подшипники, шарниры, блоки и т.п.) - от -50°C	Смесь масел кислотно-щелочной (70%) и селективной (30%) очистки, загущенная кальциевыми мылами кубовых остатков СЖК (С <sub>20</sub> и выше) и низкомолекулярных СЖК С <sub>5</sub> -С <sub>6</sub>

<p><b>Солидол Ж, Пресс-Солидол Ж</b> (ГОСТ 1033-79) Заменители: Литол-24. Униол-1</p>	<p>Грубые узлы трения в машинах и механизмах транспортных средств, сельскохозяйственной техники, ручной и другой инструмент, винтовые и цепные передачи, тихоходные шестеренчатые редукторы и т.п.</p>	<p>По основным характеристикам близки к синтетическим солидолам. Обладают лучшими вязкостно-температурными свойствами, меньше уплотняются при хранении, а также тиксотропно не упрочняются при отдыхе после разрушения. Работоспособны при температуре <math>-30^{\circ}\text{C} \dots +65^{\circ}\text{C}</math>, в мощных механизмах (подшипники, шарниры и т.п.) - от <math>-50^{\circ}\text{C}</math></p>	<p>Смесь нефтяных масел средней вязкости, загущенная гидратированным кальциевым мылом жирных кислот, входящих в состав природных (растительных и животных) жиров</p>
<p><b>Графитная</b> (ГОСТ 3333-80) Заменители: Солидол С, Солидол Ж или Литол-24 с добавлением 10% графита</p>	<p>Узлы трения скольжения тяжело нагруженных тихоходных механизмов; рессоры, подвески тракторов и машин, открытые зубчатые передачи, опоры буровых долот и т.п.</p>	<p>Работоспособна при температуре <math>-20 \dots +70^{\circ}\text{C}</math>; допускается к применению при температуре ниже <math>-20^{\circ}\text{C}</math> в рессорах и аналогичных устройствах</p>	<p>Высоковязкое нефтяное масло, загущенное кальциевым мылом с добавлением 10% - ного графита</p>

### Смазки общего назначения для повышенных температур

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<p><b>1-13</b> (ТУ 38.5901257-90) Заменитель: Литол-24</p>	<p>Разнообразные подшипники качения, режущие - скольжения; подшипники электродвигателей, ступиц колес устаревших автомобилей и т.п.</p>	<p>Водостойкость низкая, при контакте с водой эмульгируется и растворяется в ней. Работоспособна при температуре <math>-20 \dots +110^{\circ}\text{C}</math></p>	<p>Смесь нефтяных масел низкой и средней вязкости, загущенная натриевым мылом жирных кислот касторового масла; содержит немного кальциевого мыла тех же жирных кислот</p>
<p><b>Консталин</b> (ГОСТ 1957-73) Заменители: Литол-24, Литол-459/5, 1-13</p>	<p>Узлы трения вентиляторов литейных машин, доменных и цементных печей, подшипников качения на железнодорожном транспорте</p>	<p>Водостойкость низкая, при контакте с водой эмульгируется и растворяется в ней. Работоспособна при температуре <math>-20 \dots +110^{\circ}\text{C}</math></p>	<p>Цилиндровое масло, загущенное натриевыми мылами жирных кислот касторового масла</p>

<p><b>Литин-2</b> (ТУ 0254-311-00145820-96) Заменитель: Литол-24</p>	<p>Игольчатые подшипники карданных шарниров и других узлов автомобилей</p>	<p>Высокие трибологические и адгезионные свойства. Работоспособна при температуре -40...+120°C</p>	<p>Минеральное масло, загущенное литиевым мылом 12-окстеариновой кислоты и аэросилом; содержит антиокислительную, противоизносную, противозадирную, адгезионную и противокоррозионную присадки</p>
--	--	--	--

### Многоцелевые смазки

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<p><b>Литол-24</b> (ГОСТ 21150-87) Заменители: Литол-24РК, Длюмол, Зимол</p>	<p>Подшипники качения и скольжения всех типов, шарниры, зубчатые и другие передачи, поверхности трения колесных и гусеничных транспортных средств, промышленных механизмов, электрических машин и т.п.</p>	<p>Высокая коллоидная, химическая и механическая стабильности. Водостойка даже в кипящей воде, при нагревании не упрочняется. Работоспособна при температуре -40 до +120 °С, кратковременно сохраняет работоспособность при температуре - 130°C</p>	<p>Нефтяное масло вязкостью 50...75 мм<sup>2</sup>/с при 50°C, загущенное литиевым мылом 12-гидроксистеариновой кислоты; содержит антиокислительную и вязкостную присадки</p>
<p><b>Литол-24РК</b> (ТУ 38-201342-80) Заменители: Литол-24, Зимол</p>	<p>Подшипники качения и скольжения всех типов, шарниры, зубчатые и другие передачи, поверхности трения колесных и гусеничных транспортных средств, промышленных механизмов, электрических машин и т.п.</p>	<p>Водостойкая, антикоррозионная, рабоче-консервационная, обеспечивает консервацию узлов трения в течение 10 лет. Работоспособна при температуре -40...+120°C</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная литиевым мылом гидроксистеариновой кислоты; содержит антикоррозионную, защитную, вязкостную и антиокислительную присадки</p>
<p><b>Фиол-1</b> (ТУ 38-201247-80) Заменитель: Фиол-2</p>	<p>Узлы трения, смазываемые через пресс-масленки; гибкие валы, тросы управления в оболочках; маломощные редукторы</p>	<p>Водостойкая. Работоспособна при температуре -40...+120°C</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная литиевым мылом 12-гидроксистеариновой кислоты; содержит вязкостную и антиокислительную присадки</p>

<p><b>Фиол-2</b> (ТУ 38-201188-79) Заменитель: Литол-24</p>	<p>Подшипники качения и скольжения, зубчатые передачи промышленных машин и механизмов, передачи станков, конвейеров и других аналогичных устройств, работающих при малых и средних нагрузках и т.п.</p>	<p>То же</p>	<p>То же</p>
<p><b>Фиол-2М</b> (ТУ 38 101233-75) Заменители: ВНИ-ИПП-242, Фиол-2У</p>	<p>Легконагруженные малогабаритные подшипники качения и скольжения автомобильного электрооборудования, высокооборотные подшипники электроверетен; оси октан-корректора прерывателя распределителя автомобилей</p>	<p>Водостойкая, улучшенные противоизносные и противозадирные свойства (по сравнению с Фиол-2). Работоспособна при температуре -40...+120°C</p>	<p>По составу близка к смазке Фиол-2, дополнительно содержит дисульфид молибдена</p>
<p><b>БНЗ-3</b> (ТУ 38-201357-80) Заменитель: Литал-24</p>	<p>Закрытые роликовые опоры конвейеров, механизмы экскаваторов, бурильных станков, бульдозеров в горнорудной промышленности</p>	<p>По противоизносным характеристикам несколько уступает смазке Фиол-2М. Работоспособна при температуре -30...+110°C</p>	<p>Нефтяное масло средней вязкости, загущенное литиевым мылом стеариновой и жирных кислот касторового масла; содержит антиокислительную и противоизносную присадки</p>
<p><b>Алюмол</b> (ТУ 38.5901182-89) Заменители: Литол-24, Униол-1</p>	<p>Подшипники и другие узлы трения машин и механизмов</p>	<p>Водостойкая, хорошие адгезионные свойства. Работоспособна при температуре -40...+150°C</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное комплексным алюминиевым мылом; содержит антиокислительную, антикоррозионную и противозадирную присадки</p>
<p><b>ЛКМтранс-2</b> (ТУ 00149943,490-96) Заменители: Литол-24 (до +130°C)</p>	<p>Узлы трения транспортных средств и промышленного оборудования</p>	<p>Водостойкая, антикоррозионная, высокие термическая, механическая стабильности, антикоррозионные и смазывающие свойства. Работоспособна при температуре -40...+150°C, временно до +170°C</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная комплексным литиевым мылом. Содержит многофункциональные присадки</p>

<p><b>Таврол-2</b> (ТУ 00149943.445-96) Заменитель: Литол-24</p>	<p>Узлы трений промышленных установок и транспортных средств</p>	<p>Антифрикционная, многоцелевая. Работоспособна при температуре -40...+120°C</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная литиевым мылом жирных кислот; содержит вязкостную, антиокислительную, противоизносную присадки</p>
<p><b>Герметин</b> (ТУ 301-04-003-90) Заменители: Литол-24, Солидол С, Солидол Ж, Пресс-Солидол, 1-13, Когеталин, Фиол-1, Фиол-2, БНЗ-3</p>	<p>Узлы трения различных машин и оборудования; герметизация пробковых кранов бытовой газовой аппаратуры</p>	<p>Водостойкая, антифрикционная, многоцелевая. Работоспособна при температуре -40...+130°C</p>	<p>Литиевар смазка</p>

#### Термостойкие смазки

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<p><b>ЦИАТИМ-221</b> (ГОСТ 9433-80) Заменители: ВНИ-ИНП-207 (до -40°C), ЦИАТИМ-221 с</p>	<p>Подшипники качения электромашин, систем управления и приборов с частотой вращения до 10000 мин<sup>-1</sup>, агрегатные подшипники летательных аппаратов, узлы трения и сопряженные поверхности «металл-резина», работающие в вакууме</p>	<p>Нерастворима в воде, гигроскопична, сохраняет стабильность даже при кипячении. При поглощении влаги уплотняется, имеет низкие противоизносные характеристики, химически стойкая, инертная к резине и полимерным материалам. Работоспособна при остаточном давлении 666,5 Па в интервале температур от -60 до +150°C</p>	<p>Кремнийорганическая жидкость, загущенная комплексным мылом; содержит антиокислительную присадку</p>
<p><b>Униол-2М/1</b> (ТУ 38.5901243-92) Заменители: Униол-2, Алюмол</p>	<p>Узлы трения промышленного оборудования, горячих конвейеров, горнодобывающего оборудования, автотракторной, сельскохозяйственной техники</p>	<p>Гигроскопична, склонна к влагоупрочнению, хорошие коллоидная, механическая, химическая и термическая стабильности. Работоспособна при температуре -40...+160°C</p>	<p>Нефтяные остаточные масла, загущенные комплексным кальциевым мылом; содержит антиокислительную и противоизносную присадки</p>

<p><b>ВНИИ НП-207</b> (ГОСТ 19774-74) Заменитель: ЦИА-ТИМ-221 (до +150°C)</p>	<p>Подшипники качения электрических машин и стартер-генераторов с частотой вращения до 10000 мин<sup>-1</sup></p>	<p>Водостойкая, гигроскопичная, повышенная термоокислительная стабильность, работоспособна при остаточном давлении 666,5 Па и температуре -60...+200°C</p>	<p>Смесь кремнийорганической жидкости и синтетического углеводородного масла, загущенная комплексным мылом; содержит антиокислительную присадку</p>
<p><b>ВНИИ НП-210</b> (ТУ 38.101275-72) Заменители: ВНИИ НП-231, ВНИИ НП-246</p>	<p>Тяжелонагруженные тихоходные подшипники качения и скольжения с качательным движением поверхностей трения при малых углах качаний</p>	<p>По свойствам занимает промежуточное положение между пластичными смазками и пастами. Работоспособна при остаточном давлении 666,5 Па и температуре -20...+250°C</p>	<p>Кремнийорганическая жидкость, загущенная индантронном; содержит графит, дисульфид молибдена, антиокислительную присадку</p>
<p><b>ВНИИ НП-219</b> (ТУ 38.101471-74) Заменители: ВНИИ НП-207, ЦИАТИМ-221</p>	<p>Подшипники качений электродвигателей и стартер-генераторов с повышенными нагрузками и частотой вращения до 9000 мин<sup>-1</sup>, шарико-винтовые передачи летательных аппаратов</p>	<p>Работоспособна при температуре -50...+200°C</p>	<p>По составу близка к смазке ВНИИ НП-207, но в отличие от нее содержит дисульфид молибдена</p>
<p><b>ВНИИ НП-231</b> (ТУ 38.1011220-89) Заменитель: ВНИИ НП-246</p>	<p>Закрытые червячно-винтовые механизмы, тихоходные подшипники качения и скольжения, резьбовые соединения</p>	<p>По свойствам занимает промежуточное положение между смазками и полутекучими пастами. Морозостойкая. Работоспособна при остаточном давлении 666,5 Па и температуре -50...+250°C</p>	<p>Кремнийорганическая жидкость, загущенная техническим углеродом (сажей) ДГ-100</p>
<p><b>ВНИИ НП-233</b> (ТУ 38.101687-77) Заменитель: ВНИИ НП-235</p>	<p>Подшипники качения и скольжения с качательным движением, сопряженные поверхности «металл – резина»</p>	<p>Высокие термическая, механическая, коллоидная стабильности и противозносные характеристики, устойчива к воздействию кислот. Работоспособна при температуре -30...+250°C</p>	<p>Перфторполиэфир, загущенный полимером</p>

<p><b>ВНИИНП-235</b> (ТУ 38.101297-75) Заменители: ВНИ- ИНП-231, ВНИИНП- 246</p>	<p>Подшипники качения</p>	<p>Вязкость смазки незначительно зависит от скорости деформации; высокая термическая и низкая коллоидная стабильности, хорошие противозадирные свойства. Работоспособна при остаточном давлении 666,5 Па и температуре - 60...+250°C</p>	<p>Кремнийорганическая жидкость, загущенная органическим загустителем</p>
<p><b>ВНИИНП-246</b> (ГОСТ 18852-73) Заменители: ВНИ- ИНП-231, ВНИИНП- 235</p>	<p>Подшипники качения и маломощные зубчатые передачи</p>	<p>Высокая термическая стабильность, низкая испаряемость, хорошие противозадирные характеристики и морозостойкости. Работоспособна в вакууме до <math>1,3 \cdot 10^{-4}</math> Па и при температуре -60...+250°C</p>	<p>Кремнийорганическая жидкость, загущенная пигментом</p>
<p><b>ВНИИНП-247</b> (ТУ 38.401352-81) Заменитель: ВНИИНП- 207</p>	<p>Подшипниковые узлы маломощных и микроэлектромашин с частотой вращения до 20000 мин<sup>-1</sup>, зубчатые передачи электроventilаторов и т.п.</p>	<p>Низкие гигроскопичность и термоупрочнение. Работоспособна при температуре -40...+180°C</p>	<p>По составу близка к смазке ВНИИНП-207</p>
<p><b>Графитол</b> (ТУ 38.201172-77) Заменитель: Аэрол</p>	<p>Высокотемпературные узлы трения, преимущественно скольжения; горячие вентиляторы, петли и замки дверей сушильных камер и других промышленных механизмов</p>	<p>Высокая термическая стабильность, низкая испаряемость, хорошие противозадирные свойства, удовлетворительная водостойкость. Работоспособна при температуре -25...+160°C</p>	<p>Нефтяное остаточное масло, загущенное модифицированным аэросилом; содержит графит</p>
<p><b>Аэрол</b> (ТУ 38.201171-79) Заменитель: Графитол</p>	<p>Подшипники тяговых цепей конвейеров в сушильных камерах, узлов трения раздаточных печей чугунолития и других механизмов, работающих при повышенных температурах и нагрузках</p>	<p>Повышенные противозадирные и противоизносные характеристики, высокая термическая стабильность и водостойкость, низкая испаряемость. Работоспособна при температуре -25...+160°C</p>	<p>По составу близка к смазке Графитол, но вместо графита содержит дисульфид молибдена</p>

<p><b>Силикол</b> (ТУ 38.201149-73) Заменитель: Лимол</p>	<p>Малонагруженные подшипники качения горячих вентиляторов печей цементации и других промышленных механизмов</p>	<p>Низкая испаряемость и удовлетворительная водостойкость; по противозадирным свойствам значительно уступает Графитолу и Аэролу, однако превосходит их по морозостойкости; устойчива в агрессивных средах. Работоспособна при температуре -50...+160°C</p>	<p>Полиэтилсилоксановая жидкость, загущенная модифицированным аэросилом; содержит осерненное касторовое масло</p>
<p><b>Полимол</b> (ТУ 38.5901159-89) Заменители: Алюмол, Маспол</p>	<p>Подшипники качения тяжело нагруженных узлов трения</p>	<p>Беззольная, высокие термическая, механическая, коллоидная стабильности и хорошая водостойкость. Работоспособна при температуре -50...+180°C</p>	<p>Синтетическое углеводородное или нефтяное масло, загущенное полимочевинной; содержит антиокислительную и противоизносную присадки</p>
<p><b>Маспол</b> (ТУ 00149943.489-97) Заменитель: Полимол</p>	<p>Узлы трений технологического оборудования, работающего при повышенных температурах</p>	<p>Высокие термическая и антиокислительная стабильности. Работоспособна при температуре -20...+150°C</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное полимочевинной; содержит многофункциональные присадки</p>
<p><b>БНЗ-4</b> (ТУ 38.201197-80) Заменители: БНЗ-5, Силикол</p>	<p>Узлы трения, соприкасающиеся с парами воды и агрессивных веществ, вертикальные и наклонные узлы трения промышленных машин, подшипники конвейеров сушильных камер на машиностроительных заводах</p>	<p>Устойчива в присутствии паров воды и агрессивных сред, высокие термическая и механическая стабильности, хорошие консервационные свойства. Работоспособна при температуре -40...+160°C</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное модифицированным силикагелем; содержит антиокислительную и другие присадки</p>
<p><b>БНЗ-5</b> (ТУ 38.201197-80) Заменители: БНЗ-4, Силикол</p>	<p>Малонагруженные подшипники качения промышленных механизмов с системами централизованной подачи смазки, цепные приводы и передачи</p>	<p>По основным свойствам можно отнести к полужидким смазкам. Работоспособна при температуре -50...+150°C</p>	<p>По составу близка к смазке БНЗ-4, однако содержит в 3 раза меньше загустителя</p>

<p align="center"><b>ПФМС-4С</b> (ТУ 6.02.917-79)</p>	<p>Азиационные узлы трения, тихоходные подшипники качения, винтовые шариковые передачи, резьбы</p>	<p>По реологическим свойствам занимает промежуточное положение между смазками и пастами; повышенные противозадирные свойства, высокая термическая стабильность и низкая испаряемость. Работоспособна при температуре -30...+300°С, кратковременно до +400°С</p>	<p>Полиметилфенилсилоксановая жидкость, загущенная коллоидным графитом</p>
---	--	---	--

### Низкотемпературные смазки

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<p align="center"><b>ЦИАТИМ-203</b> (ГОСТ 8773-73) Заменители: Эра, Зимол</p>	<p>Зубчатые, червячные передачи редукторов, опоры скольжения и подшипники качения; различные силовые приводы, винтовые пары, нагруженные редукторы, механизмы, эксплуатируемые на открытых площадках, узлы трения автомобилей</p>	<p>Превосходит ЦИАТИМ-201 по химической и коллоидной стабильностям, водостойкости и противоизносным характеристикам. Работоспособна при температуре -50...+100°С</p>	<p>Нефтяное трансформаторное масло, загущенное литиевым мылом технического саломаса и осерненного асидола; содержит вязкостную и противозадирную присадки</p>
<p align="center"><b>ГОИ-54П</b> (ГОСТ 3276- 89) Заменители: Лита, МЗ</p>	<p>Малонагруженные узлы трения, в том числе механизмы артиллерийских орудий, консервация механизмов и приборов</p>	<p>Высокие защитные свойства; по коллоидной и химической стабильностям, водостойкости превосходит другие низкотемпературные смазки. Не изменяет свойств при хранении в течение 10 лет. Защищает металлические изделия от коррозии до 5 лет. Работоспособна при температуре -40...+50°С</p>	<p>Маловязкое нефтяное масло, загущенное церезином; содержит антиокислительную присадку</p>

<p><b>Лита</b> (ТУ 38.101808-90) Заменитель: Зимол</p>	<p>Узлы трения машин и механизмов, эксплуатируемых под открытым небом, механизмы переносного инструмента с электрическим или механическим приводом</p>	<p>Высокая водостойкость, хорошие консервационные свойства, низкая механическая стабильность. Работоспособна при температуре -50...+100°C</p>	<p>Маловязкое нефтяное масло, загущенное стеаратом лития и церезина</p>
<p><b>Зимол</b> (ТУ 38.201285-82) Заменители: Лита, ЦИАТИМ-201</p>	<p>Узлы трения любых типов транспортных средств и инженерной техники, эксплуатируемых в районах с особо холодным климатом</p>	<p>Высокие механическая и химическая стабильности, водостойкость, хорошие противоизносные и защитные свойства; всесезонная. Работоспособна при температуре -50...+130°C</p>	<p>Средневязкое высокоиндексное низкотемпературное нефтяное масло, загущенное гидроксистеаратом лития; содержит антиокислительную, антикоррозионную присадки и антифрикционную добавку</p>

#### Химически стойкие смазки

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<p><b>ЦИАТИМ-205</b> (ГОСТ 8551-74) Заменитель: ВНИИНП-279</p>	<p>Резьбовые и контактные соединения и уплотнения, работающие в агрессивных средах</p>	<p>Устойчива к действию концентрированных неорганических кислот, щелочей, аминов, спиртов, гидразинов. Высокие водостойкость и защитные свойства. Работоспособна при температуре -60...+50°C</p>	<p>Смесь высокоочищенных нефтяных масел, загущенная белым церезином</p>
<p><b>ВНИИНП-279</b> (ГОСТ 14296-78) Заменитель: ВНИИНП-282</p>	<p>Подшипники качения и скольжения, резьбовые соединения, разъемы, клапаны и другие детали, работающие на воздухе и в агрессивных средах</p>	<p>Хорошие противоизносные характеристики, высокие механическая, термическая, коллоидная стабильности и низкие защитные свойства; устойчива при работе в агрессивных средах. Уплотнительная. Работоспособна на воздухе при температуре -50...+150°C, в агрессивных средах при температуре -50...+50°C</p>	<p>Синтетическое углеводородное масло, загущенное модифицированным силикагелем</p>

<p><b>ВНИИ НП-280</b> (ТУ 38.101818-88) Заменитель: ВНИИ НП-282 (от -45°C)</p>	<p>Подшипники качения, резьбовые соединения, шпиндели, подвижные резиновые уплотнения, работающие в агрессивных средах, в том числе в газообразном кислороде</p>	<p>Хорошая морозостойкость, устойчива при работе в агрессивных средах. Уплотнительная. Работоспособна при температуре -50...+150°C</p>	<p>Перфторполиэфир, загущенный неорганическим загустителем</p>
<p><b>ВНИИ НП-282</b> (ТУ 38.1011261-89) Заменители: ВНИИ НП-280, ВНИИ НП-283</p>	<p>Дыхательная аппаратура, резьбовые соединения и узлы трения, работающие в контакте со всевозможными агрессивными средами, в том числе с газообразным кислородом</p>	<p>Инертна к сильным окислителям, совместима с полимерами и резинами, водостойка, хорошие противозадирные свойства, не склонна к термоупрочнению, по стойкости к кислороду превосходит большинство химически стойких смазок. Уплотнительная. Работоспособна при температуре -45...+150°C</p>	<p>Перфторполиэфир, загущенный неорганическим загустителем</p>
<p><b>ВНИИ НП-283</b> (ТУ 38.1011281-89) Заменитель: ВНИИ НП-282 (до +150°C)</p>	<p>Узлы трения, работающие в контакте с газообразным кислородом при давлении до 25 МПа, в резьбовых соединениях при давлении кислорода внутри трубопровода до 100 МПа</p>	<p>Стойкая к газообразному кислороду, водостойкость удовлетворительная, уплотнительная. Работоспособна при температуре -45...+200°C</p>	<p>Перфторполиэфир, загущенный неорганическим загустителем; содержит оксид металла</p>
<p><b>ВНИИ НП-294</b> (ТУ 38.101273-72) Заменитель: ВНИИ НП-295</p>	<p>Сопряженные поверхности «металл-металл» и «металл-резина» в среде спиртов, глицерина, уксусной кислоты, аминов и гидразинов</p>	<p>Инертна к резинам, устойчива к действию спиртов, уксусной кислоты, аминов, гидразинов. Работоспособна на воздухе при температуре -60...+150 °С, в агрессивных средах -60...+50 °С</p>	<p>Кремнийорганическая жидкость, загущенная неорганическим загустителем</p>
<p><b>ВНИИ НП-295</b> (ТУ 38.101751-78) Заменитель: ВНИИ НП-294</p>	<p>Сопряженные поверхности «металл-резина» в среде глицерина, уксусной кислоты, аминов, гидразинов при давлении до 40 МПа</p>	<p>Хорошая морозостойкость. Устойчива при работе в агрессивных средах. Работоспособна в вакууме до <math>1,3 \cdot 10^{-4}</math> Па и при температуре -60...+150°C</p>	<p>По составу близка к смазке ВНИИ НП-294</p>

<b>ВНИИНП-298</b> (ТУ 38.101287-72)	Стекланные и металлические подвижные соединения, работающие в вакуумных установках, термохимическая обработка металлов в агрессивных средах	Высокие адгезия и термостойкость, низкая испаряемость, хорошие влагостойкость и морозостойкость. Работоспособна в вакууме до $1,3 \cdot 10^{-5}$ Па и при температуре $-60...+250^{\circ}\text{C}$	Кремнийорганическая жидкость, загущенная модифицированным силикагелем
<b>Криогель</b> (ТУ 38.101924-82) Заменители: ВНИИНП-283 (от $-45^{\circ}\text{C}$ ), ВНИИНП-282	Узлы трения арматуры, работающих в контакте с кислородом и другими газами, находящимися в жидком состоянии, а также работающих в парообразных агрессивных средах	Хорошие противоизносные и противозадирные свойства, инертна к кислороду и другим агрессивным средам, негорюча. Работоспособна в резьбовых и других неподвижных соединениях при температуре $-200...+200^{\circ}\text{C}$ , в узлах трения скольжения при температуре $-60...+200^{\circ}\text{C}$	Перфторполиэфир, загущенный неорганическим загустителем

#### Приборные смазки

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<b>ЦИАТИМ-201</b> (ГОСТ 6267-74) Заменители: Эра, Зимол, Лита, ЦИАТИМ-221	Узлы трения, работающие с малым усилием сдвига при высоких нагрузках, авиационная техника, радиотехническое оборудование, электромеханические и другие приборы и точные механизмы	Удовлетворительная механическая стабильность, низкая коллоидная стабильность; морозо- и водостойкая. Работоспособна при температуре $-60...+90^{\circ}\text{C}$	Маловязкое нефтяное масло, загущенное стеаратом лития; содержит антиокислительную присадку
<b>ОКБ-122-7</b> (ГОСТ 18179-72) Заменитель: ЦИАТИМ-201, ОКБ-122-7-5	Подшипники авиационных электромашин и координатно-расточных станков, прецизионные подшипники, точные механизмы, электромашинны	Хорошие консервационные, противоизносные свойства, водостойкость, удовлетворительные коллоидная и химическая стабильности. Многоцелевая, консервационная. Работоспособна при температуре $-40...+100^{\circ}\text{C}$	Смесь кремнийорганической жидкости и нефтяного масла, загущенная стеаратом лития и церезином

<p><b>ВНИИ НП-223</b> (ГОСТ 12030-80) Заменитель: ВНИИ НП-228</p>	<p>Специальные скоростные шарикоподшипники с частотой вращения до 60000 мин<sup>-1</sup>, подшипники скольжения и маломощные зубчатые передачи</p>	<p>Высокая степень очистки. Работоспособна при остаточном давлении 13,3 Па и температуре -45...+150°С</p>	<p>Диоктилсебацинат, загущенный комплексным натриевым мылом; содержит антиокислительную и противоизносную присадки</p>
<p><b>ВНИИ НП-228</b> (ОСТ 38.01438-87) Заменитель: ВНИИ НП-223</p>	<p>Специальные скоростные шарикоподшипники с частотой вращения до 60000 мин<sup>-1</sup>, чувствительные опоры точных механизмов и узлов трения счетно-решающих машин</p>	<p>Лучшие смазывающие свойства и большая работоспособность при высокой температуре применения, чем у ВНИИ НП-223. Работоспособна при остаточном давлении 13,3 Па и температуре -45...+150°С</p>	<p>Смесь нефтяного масла и диоктилсебацината, загущенная комплексным натриевым мылом; содержит антиокислительную и противоизносную присадки</p>
<p><b>ВНИИ НП-257</b> (ГОСТ 16105-70) Заменитель: ВНИИ НП-258</p>	<p>Подшипники и маломощные зубчатые передачи, резьбовые соединения оптических приборов</p>	<p>Морозо- и кислородостойкая; низкая водостойкость. Работоспособна в вакууме до 1 мкПа и ниже и при температуре -60...+150°С</p>	<p>Смесь кремнийорганической жидкости и диоктилсебацината, загущенная комплексным натриевым мылом; содержит антиокислительную присадку и дисульфид молибдена</p>
<p><b>ВНИИ НП-258</b> (ТУ 38.101349-79) Заменитель: ВНИИ НП-257</p>	<p>Подшипники качения электромашин, шарниры и пары скольжения различных устройств однократного действия</p>	<p>Морозостойкая. Работоспособна в вакууме до 1 мкПа и при температуре -50...+115°С</p>	<p>Кремнийорганическая жидкость, загущенная модифицированным силикагелем</p>
<p><b>ВНИИ НП-260</b> (ГОСТ 19832-87)</p>	<p>Скоростные шарикоподшипники с частотой вращения до 60000 мин<sup>-1</sup></p>	<p>Высокие механическая и коллоидная стабильности. Работоспособна при остаточном давлении 13,3 Па и при температуре -50...+180°С</p>	<p>Высоковязкое высокоиндексное нефтяное масло, загущенное комплексным натриевым мылом; содержит противоизносную и антиокислительную присадки</p>
<p><b>ВНИИ НП-270</b> (ТУ 38.10164-76) Заменитель: ВНИИ НП-257</p>	<p>Шарикоподшипники маломощных электродвигателей с частотой вращения до 10000 мин<sup>-1</sup>, подшипники электромоторов потенциометров и гироскопов</p>	<p>Низкая испаряемость, высокая коллоидная стабильность, хорошие противозадирные свойства; низкая водостойкость. Работоспособна в вакууме до 10 мкПа и при температуре -60...+80°С</p>	<p>Смесь кремнийорганической жидкости и сложного эфира, загущенная комплексным натриевым мылом; содержит антиокислительную присадку</p>

<p><b>ВНИИМП-271</b> (ТУ 38.101603-75)</p>	<p>Шарикоподшипники с частотой вращения до 30000 мин<sup>-1</sup>, а также с малым моментом трения</p>	<p>Хорошие противоизносные и противо-задирные свойства, низкая коллоидная и высокая антиокислительная стабильности, хорошая морозостойкость. Работоспособна при температуре -60...+130°C</p>	<p>Сложный эфир, загущенный литиевым мылом стеариновой кислоты и кислот гидрированного касторового масла; содержит антиокислительную и противоизносную присадки</p>
<p><b>ВНИИМП-274</b> (ГОСТ 19337-73) Заменитель: ВНИИМП-285</p>	<p>Малогабаритные прецизионные шарикоподшипники и маломощные редукторы с частотой вращения 15000...30000 мин<sup>-1</sup></p>	<p>Низкая испаряемость, высокая термическая и механическая стабильности, морозо- и кислородостойкая. Работоспособна в вакууме до 10 мкПа и при температуре -80...+120°C</p>	<p>Масла гидрокрекинга и гидроизомеризации, загущенные литиевым мылом стеариновой кислоты и кислот гидрированного касторового масла; содержит антиокислительную и противозадирную присадки</p>
<p><b>ВНИИМП-286</b> (ТУ 38.101181-77) Заменитель: ВНИИМП-274</p>	<p>Подшипники ротора гироскопа</p>	<p>Низкая коллоидная стабильность, высокие механическая стабильность и водостойкость, превосходит все остальные смазки для гироскопов по морозостойкости. Работоспособна при температуре -60...+120°C</p>	<p>Масла гидрокрекинга и гидроизомеризации, загущенные литиевым мылом стеариновой кислоты и кислот гидрированного касторового масла; содержит антиокислительную и противозадирную присадки</p>
<p><b>ВНИИМП-293</b> (ТУ 38.101604-76) Заменители: ВНИИМП-274, ВНИИМП-286</p>	<p>Малогабаритные шарикоподшипники с малыми нагрузками и пусковыми усилиями</p>	<p>Низкая коллоидная и высокая термическая стабильности, удовлетворительные противоизносные свойства. Работоспособна в глубоком вакууме и при температуре -60...+150°C</p>	<p>Кремнийорганическая жидкость, загущенная литиевым мылом стеариновой кислоты и кислот гидрированного касторового масла</p>
<p><b>ВНИИМП-299</b> (ТУ 38.101324-72) Заменитель: ВНИИМП-286</p>	<p>Механизмы панорамирующих устройств кино- и фотоаппаратуры</p>	<p>Высокие коллоидная стабильность и адгезия; повышенная вязкость и малая зависимость ее от изменения температуры обеспечивают плавный ход и четкое фиксирование подвижных деталей кино- и фотоаппаратуры зимой и летом. Работоспособна при температуре -30...+50°C</p>	<p>Кремнийорганическая жидкость, загущенная модифицированным силикагелем</p>

<b>Протон</b> (ТУ 38.1011162-88)	Противоосыпная смазка для применения в оптических приборах	Работоспособна при температуре -65...+85°C	Авиационное масло, загущенное аммониевым мылом стеариновой кислоты и СЖК фракции С <sub>5</sub> -С <sub>6</sub> с добавлением антиокислительной присадки
-------------------------------------	--	--	--

### Редукторные смазки (полужидкие)

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<b>ЦИАТИМ-208</b> (ГОСТ 16422-79) Заменители: Трансол-200, Редуктол	Тяжелонагруженные редукторы, червячные и зубчатые передачи гусеничной техники	Хорошие адгезия и водостойкость; работоспособна длительное время в герметизированных узлах трения при температуре -40...+70°C	Смесь нефтяных масел, загущенная кальциевыми мылами нафтеновых кислот и кислот окисленного петролатума
<b>Шахтол У</b> (ТУ 38.201359-81) Заменители: Трансол-200, Трансол-РОМ, Шахтол-К	Зубчатые редукторы угледобывающих комбайнов	Высокая водостойкость, хорошие противоизносные и противозадирные свойства, удовлетворительная механическая стабильность. Работоспособна при температуре -40...+70°C	Нефтяное масло, загущенное кальциевым мылом СЖК и кислот окисленного петролатума; содержит противоизносные и противозадирные присадки и триэтанолламин
<b>Шахтол-К</b> (ТУ 38.20-374-84) Заменители: Трансол-РОМ, Шахтол	Зубчатые редукторы комбайнов калийных рудников	Работоспособна при температуре -40...+70°C	Нефтяное масло, загущенное кальциевым мылом СЖК; содержит противоизносные присадки и талловое масло
<b>СТП-Л, СТП-З</b> (ТУ 38.201232-81) Заменители: Трансол-100, Трансол-200	Зубчатые передачи тяговых редукторов тепловозов	СТП-Л - летняя, работоспособна при температуре -5...+50°C; СТП-З- зимняя, работоспособна при температуре -50...+50°C	Нефтяные масла, загущенные октолом и гудроном масляным; содержат противоизносные добавки
<b>ОЗП-1</b> (ТУ 38.201117-76) Заменитель: СТП-Л	Открытые зубчатые передачи мощных приводов вращающихся печей, кузнечно-прессового оборудования	Высокие адгезионные, консервационные свойства и водостойкость. Работоспособна при температуре -5...+70°C	Нефтяной гудрон, сплавленный с октолом и битумом; содержит противоизносную присадку

<p><b>Трансол-100</b> (ТУ 38.201352-84) Заменитель: Трансол-200</p>	<p>Червячные редукторы и мотор-редукторы, работающие с максимальными удельными нагрузками в зацеплении (до 400 МПа)</p>	<p>Высокие термомеханическая и химическая стабильности, водостойкость, хорошие противоизносные и противозадирные свойства. Без замены и пополнения обеспечивает полный ресурс работы редукторов. Работоспособна при температуре -40...+120°C</p>	<p>Смесь нефтяного масла и сложного эфира, загущенная гидроксистеаратом лития, содержит антиокислительную и противоизносную присадки</p>
<p><b>Трансол-200</b> (ТУ 38.201352-84) Заменитель: Трансол-100</p>	<p>Цилиндрические и планетарные редукторы и мотор-редукторы, работающие с максимальными удельными нагрузками в зацеплении до 2000 МПа</p>	<p>Высокие противозадирные свойства и химическая стабильность. Работоспособна при температуре -30...+130°C</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное гидроксистеаратом лития; содержит антикоррозионную, антиокислительную, вязкостную и противозадирную присадки</p>
<p><b>Трансол-РОМ</b> (ТУ 38.5901477-95) Заменитель: Трансол-200</p>	<p>Легко- и средненагруженные редукторы металлургического и другого промышленного оборудования</p>	<p>Высокие противозадирные свойства и химическая стабильность. Работоспособна при температуре -30...+90°C, кратковременно до +110°C</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная натриевым мылом жирных кислот, входящих в состав природных (растительных и животных) жиров</p>
<p><b>Редуктол М</b> (ТУ 00149943.511-97) Заменитель: Редуктол</p>	<p>Высоконагруженные редукторы промышленного (в том числе металлургического) оборудования, зубчатые зацепления тяговых редукторов локомотивов и моторвагонного подвижного состава</p>	<p>Высокие антиокислительная и термическая стабильности, антикоррозионные и смазывающие свойства. Работоспособна при температуре -40...+450°C и контактной нагрузке в зубчатом зацеплении до 2,5 ГПа</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная комплексным литиевым мылом. Содержит многофункциональные присадки</p>
<p><b>Редуктол</b> (ТУ 38.5901449-95) Заменитель: Редуктол М</p>	<p>Зубчатые зацепления тяговых редукторов локомотивов и моторвагонного подвижного состава. Высоконагруженные редукторы промышленного оборудования</p>	<p>Высокие механическая, коллоидная, антиокислительная и термическая стабильности. Работоспособна при температуре -50...+120°C и контактной нагрузке в зубчатом зацеплении до 2,5 ГПа. Обеспечивает всесезонную эксплуатацию локомотивов и моторвагонного подвижного состава.</p>	<p>Смесь нефтяного и синтетического масел, загущенная комплексным литиевым мылом. Содержит многофункциональные присадки</p>

<b>СКП-М</b> (ТУ 0254-318-00148820-97)	Средненагруженные зубчатые (цилиндрические и конические) редукторы и мотор-редукторы с картерной системой смазки	Обеспечивает работоспособность приводов промышленного оборудования не менее 10000 ч при максимальных контактных напряжениях в зацеплении до 20000 МПа при температуре -30...+100°C	Смесь нефтяных масел, загущенная натриевыми мылами жирных кислот с добавлением композиции присадок
<b>ЛЗ-ПЖЛ-00</b> (ТУ 0254-312-001488220-96)	Шарнир равных угловых скоростей промежуточного вала автомобиля ВАЗ-21213	Обеспечивает работоспособность ШРУС в течение всего срока службы автомобиля. Работоспособна при температуре -40...+120°C	Нефтяное масло, загущенное литиевым мылом 12-оксистеариновой кислоты; содержит антиокислительную, противоизносную, противозадирную, адгезионную присадки и дисульфид молибдена

#### Прирабочные пасты

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<b>ВНИИ НП-225</b> (ГОСТ 19782-74) Заменители: ВНИИ НП-232, Лимол	Подвижные и неподвижные резьбовые соединения, тяжело нагруженные тихоходные узлы трения	Работоспособна при температуре -60...+250°C (алюминиевые сплавы), -60...+350°C (легированные стали), -40...+300°C (малооборотные узлы трения)	Кремнийорганическая жидкость, загущенная мелкодисперсным дисульфидом молибдена; содержит стабилизирующую присадку
<b>ВНИИ НП-232</b> (ГОСТ 14068-79) Заменитель: Лимол	Облегчение сборки, приработка и смазывание подшипников скольжения, шарниров зубчатых и винтовых передач, тяжело нагруженных тихоходных узлов трения, резьбовых соединений	Противозадирная. Работоспособна при температуре -50...+300°C	Нефтяное масло средней вязкости, загущенное стеаратом лития

<p><b>Лимол</b> (ТУ 38.201146-80) Заменитель: ВНИИНП-232</p>	<p>Облегчение сборки, приработка и смазывание подшипников скольжения, шарниров зубчатых и винтовых передач, тяжело нагруженных тихоходных узлов трения, резьбовых соединений</p>	<p>Исключительно высокие противозадирные свойства. Работоспособна при температуре -50...+300°C</p>	<p>Высоковязкое нефтяное масло, загущенное модифицированным силикагелем или гидроксистеаратом лития; содержит дисульфид молибдена, оксид металла и декстрин</p>
--	--	--	---

**Узкоспециализированные (отраслевые) смазки**  
**Смазки для электрических машин**

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<p><b>ВНИИНП-242</b> (ГОСТ 20421-75) Заменитель: Фиол-2М</p>	<p>Подшипники качения судовых электрических машин горизонтального исполнения</p>	<p>Водостойкая, хорошие противоизносные свойства и низкая испаряемость, удовлетворительная механическая стабильность. Работоспособна при температуре -30...+410°C и влажности до 98%</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная стеаратом лития; содержит антиокислительную присадку и дисульфид молибдена</p>
<p><b>ЛДС-1</b> (ТУ 38.201291-77) Заменители: СВЭМ, ЛДС-3</p>	<p>Закрытые подшипники качения электродвигателей серии 4А, работающие при высоких и средних нагрузках</p>	<p>Высокие механическая и антиокислительная стабильности, хорошие противоизносные свойства, повышенный ресурс, водостойкая. Работоспособна при температуре -50...+120°C</p>	<p>Смесь нефтяного масла и сложного эфира, загущенная гидроксистеаратом лития; содержит антиокислительную, вязкостную и противоизносную присадки</p>
<p><b>ЛДС-3</b> (ТУ 38.1011053-87) Заменитель: ЛДС-1</p>	<p>Закрытые подшипники качения узлов трения электродвигателей серии А1 малошумного исполнения</p>	<p>Снижает шум при работе электромашин. Работоспособна при температуре -50...+120°C</p>	<p>Смесь нефтяного масла и сложного эфира, загущенная гидроксистеаратом лития; содержит антиокислительную противозадирную присадки и антифрикционные добавки</p>

<p><b>ЭШ-176</b> (ТУ 38.10196-76) Заменители: ЛДС-1, ЛДС-3</p>	<p>Подшипники электрических машин горизонтального и вертикального исполнения, подшипники машин в целлюлозно-бумажной промышленности</p>	<p>Хорошие противоизносные и противозадирные свойства, низкая механическая стабильность, склонна к упрочнению. Работоспособна при температуре -25...+100°C</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная литиево-цинково-свинцовым мылом СЖК и мылом кислот касторового масла, ксиллола и канифоли; содержит графит и оксид алюминия</p>
<p><b>СВЭМ</b> (ТУ 38.101982-86) Заменители: ВНИ-ИПП-242, ЛДС-3</p>	<p>Подшипники качения мощных судовых электрических машин</p>	<p>Высокие механическая, термическая и антиокислительная стабильности, хорошая морозостойкость и низкая испаряемость. Вызывает набухание резин и оказывает вредное воздействие на окраску металлических деталей. Работоспособна при температуре -50...+120°C</p>	

#### Автомобильные смазки

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<p><b>Литин-2</b> (ТУ 0254-311-00148820-95) Заменитель: Литол-24</p>	<p>Игольчатые подшипники карданных шарниров и других узлов автомобилей</p>	<p>Высокие трибологические и адгезионные свойства. Работоспособна при температуре -40...+120°C</p>	<p>Минеральное масло, загущенное литиевым мылом 12-оксистеариновой кислоты и аэросилом; содержит антиокислительную, противоизносную, противозадирную, адгезионную и противокоррозионную присадки</p>
<p><b>АМ-карданная</b> (ТУ 38.5901302-91) Заменители: ШРУС-4, Литол-24</p>	<p>Шарниры карданов постоянной угловой скорости передних ведущих мостов автомобилей</p>	<p>Вымывается из узлов трения, низкая механическая стабильность. Работоспособна при температуре -10...+100°C</p>	<p>Нефтяное масло средней вязкости, загущенное натриевым мылом кислот саломаса, хлопкового, касторового масел и канифоли</p>

<p><b>Литол 459/5</b> (ТУ 38.101207-75)</p>	<p>Прерыватель распределителя зажигания автомобилей</p>	<p>Плотная водостойкая смазка. Работоспособна при температуре -40...+120°C. Кратковременно до +130 °С</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное литиевым мылом стеариновой и 12-гидрооксистеариновой кислот, содержит антиокислительную присадку</p>
<p><b>ЛСЦ-15</b> (ТУ 38.201224-80) Заменитель: Литол-24</p>	<p>Шарниры и оси приводов акселератора, шлицевые соединения, механизмы стеклоподъемников автомобилей, узлы трения промышленного оборудования</p>	<p>Высокие термическая, коллоидная, механическая и антиокислительная стабильности, хорошие консервационные и адгезионные свойства; обеспечивает полный ресурс работы узлов. Водостойкая. Работоспособна при температуре -40...+130°C</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная литиевым мылом кислот гидрированного касторового масла, содержит антиокислительную вязкостную присадки и оксид цинка</p>
<p><b>ШРБ-4</b> (ТУ 38.201143-77) Заменители: ШРУС-4, Лимол</p>	<p>Шаровые шарниры передней подвески, наконечники тяг рулевого управления автомобилей (на весь срок службы)</p>	<p>Водостойкая, не вызывает набухания резиновых уплотнений, волокнистая текстура, высокие противозадирные свойства. Работоспособна при температуре -40...+130°C</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное комплексным бариевым мылом кислот хлопкового масла, СЖК, гидроксистеариновой и уксусной кислот; содержит антиокислительную присадку</p>
<p><b>ШРУС-4</b> (ТУ 38.201312-81) Заменитель: №158</p>	<p>Шарниры равных угловых скоростей полноприводных автомобилей и другие узлы трения</p>	<p>Водостойкая, высокие механическая и антиокислительная стабильности, протизоизносные и противозадирные характеристики, низкая испаряемость. Работоспособна при температуре -40...+120°C</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное гидроксистеаратом лития; содержит антиокислительную и противозадирную присадки, а также антифрикционные добавки</p>
<p><b>Фиол-2У</b> (ТУ 38.201256-79) Заменители: ШРУС-4, №158</p>	<p>Игольчатые подшипники крестовин карданного вала автомобилей и другой наземной техники</p>	<p>Высокие антиокислительная, механическая и коллоидная стабильности, хорошие противоизносные характеристики, водостойкая. Работоспособна при температуре -40...+120°C</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная гидроксистеаратом лития; содержит антиокислительную присадку и антифрикционную добавку</p>

<p><b>№ 158</b> (ТУ 38.101320-77) Заменители: ШРУС-4, Фиол-2У</p>	<p>Подшипники качения автотракторного оборудования, игольчатые подшипники карданных шарниров непостоянной угловой скорости</p>	<p>Хорошие антиокислительная и механическая стабильности, противоизносные характеристики, водостойкость удовлетворительная. Работоспособна при температуре -30...+110°C</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное литиево-калиевым мылом кислот касторового масла и канифоли, содержит антиокислительную присадку и индантрен</p>
<p><b>ЛЗ-31</b> (ТУ 38.1011144-88) Заменители: ШРУС-4, ЛДС-3, Литол-24</p>	<p>Подшипники качения закрытого типа на весь срок службы</p>	<p>Хорошие антиокислительная стабильность и антикоррозионные свойства, низкая испаряемость, высокие противоизносные свойства, при контакте с водой дисперсионная среда гидролизуеться. Работоспособна при температуре -40...+120°C</p>	<p>Сложный эфир, загущенный стеаратом лития; содержит антиокислительную и антикоррозионную присадки</p>
<p><b>КСБ</b> (ТУ 38.201115-76)</p>	<p>Контакты электрического переключателя указателя поворотов автомобилей</p>	<p>Токопроводящая, предотвращает искрение в контактах и снижает радиопомехи, обеспечивает полный ресурс работы узлов трения. Работоспособна при температуре -30... +110°C</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное натриевым мылом стеариновой кислоты и кислот саломаса; содержит антиокислительную и противоизносную присадки, медную пудру и другие добавки</p>
<p><b>ДТ-1</b> (ТУ 38.201116-76)</p>	<p>Сборка деталей систем гидроприводов автомобилей, работающих в контакте с резиновыми изделиями</p>	<p>Не вызывает набухания резиновых изделий, высокие противоизносные и противозадирные свойства, растворима в воде. Работоспособна при температуре -30...+110°C</p>	<p>Касторовое масло, загущенное натриевым мылом кислот касторового масла; содержит графит и другие антифрикционные добавки</p>
<p><b>Дисперсол-1</b> (ТУ 38.201144-72) Заменитель: МЗ-10</p>	<p>Механизмы стеклоподъемников, замки, двери и другие детали автомобилей</p>	<p>Гигроскопична. Работоспособна при температуре -40...+100°C</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное комплексным кальциевым мылом стеариновой, 12 - гидроксистеариновой и уксусной кислот и церезином; содержит уайт-спирит</p>

<b>МЗ-10</b> (ТУ 38.101622-76) Заменители: ФИОЛ-2М, Дисперсол-1	Механизмы стеклоподъемников, замки и стопорные механизмы дверей автомобилей	Высокая адгезия и хорошие противозносные и консервационные свойства. Работоспособна при температуре -40...+80°C	Маловязкое нефтяное масло, загущенное стеаратом цинка и церезином; содержит вязкостную присадку и графит
---	---	---	--

### Железнодорожные смазки

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<b>ЛЗ-ЦНИИ</b> (ГОСТ 19791-74) Заменители: 1-13, Литол-24	Роликовые подшипники железнодорожных вагонов	Хорошие противозносные и противозадирные характеристики, склонность к термоупрочнению; слабая водостойкость, недостаточные консервационные свойства. Работоспособна при температуре -40...+100°C	Маловязкое нефтяное масло, загущенное натриево-кальциевым мылом кислот касторового масла, содержит антиокислительную и противозносную присадку
<b>ЖРО</b> (ТУ 38 ЦТ 520-83) Заменители: ЛЗ-ЦНИИ, 1-13	Подшипники качения букс железнодорожных локомотивов, подшипники тяговых электродвигателей	Высокие водостойкость и противозадирные характеристики, обеспечивает без замены и пополнения 400000 км пробега электровозов и тепловозов. Работоспособна при температуре -40...+120°C	Маловязкое нефтяное масло, загущенное литиевым мылом стеариновой, олеиновой кислот и кислот касторового масла; содержит антиокислительную присадку
<b>Кулисная ЖК</b> (ТУ 32 ЦТ 549-83) Заменители: Литол-24, ЖРО	Гнезда трения кулисного механизма, соединения рессорного подвешивания	Невысокая водостойкость, хорошие адгезионные свойства. Работоспособна при температуре -30...+80°C	Нефтяное масло, загущенное натриевым мылом кислот жирового гудрона
<b>ЦНИИ-КЗ</b> (ТУ 32 ЦТ 896-82)	Защита от обледенения токоприемников электровозов и другого электроподвижного состава	Гигроскопична, отличные антиобледенительные характеристики. Работоспособна при температуре -40...+40°C	Смесь нефтяного масла, пропиленгликоля и глицерина, загущенная литиевым мылом стеариновой кислоты и кислот касторового масла, церезином.

<p><b>ЖТ-72</b> (ТУ 38.101345-77) Заменители: ЖТ-79Л, ЦИДТИМ-221</p>	<p>Тормоза локомотивов при трении резины по металлу</p>	<p>Морозостойка; не вызывает набухания резиновых уплотнений автотормозных приборов. Работоспособна при температуре -60...+120°C</p>	<p>Кремнийорганическая жидкость, загущенная комплексным кальциевым мылом стеариновой и уксусной кислот; содержит антиокислительную присадку и добавку, снижающую вязкость при отрицательных температурах</p>
<p><b>ЖТ-79Л</b> (ТУ 32 ЦТ 1176-83) Заменитель: ЖТ-72</p>	<p>Тормоза локомотивов и вагонов</p>	<p>Не вызывает набухания резины, хорошие противоизносные характеристики морозо- и водостойкая. Работоспособна при температуре -60...+120°C</p>	<p>Смесь кремнийорганической жидкости и изопарафинового масла, загущенная стеаратом лития; содержит антиокислительную присадку и пластификатор</p>
<p><b>ЖА</b> (ТУ 32 ЦТ 550-В3)</p>	<p>Закладка в греющиеся буксы вагонов, оборудованных подшипниками скольжения, для приработки поврежденных поверхностей</p>	<p>Антиаварийная, высокие приработочные смазочные и адгезионные свойства, хорошие противоизносные характеристики, неводостойкая. Работоспособна при температуре -30...+100°C</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное натриевым мылом, содержит графит</p>
<p><b>ЖР</b> (ТУ 32 ЦТ 553-83) Заменитель: Графитол</p>	<p>Уменьшение бокового износа рельсов на кривых участках пути и гребней бандажей колесных пар</p>	<p>Растворима в воде, низкая коллоидная стабильность. Работоспособна при температуре -30...+80°C</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная натриево-кальциевым мылом кислот жирового гудрона; содержит графит, озокерит и серу</p>
<p><b>ЖД</b> (ТУ 32 ЦТ 548-83)</p>	<p>Разрезные дышловые подшипники, пальцы кривошипов и подшипников, оборудованных плавающими втулками</p>	<p>Водорастворима. Работоспособна при температуре до +100°C</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное натриевым мылом кислот саломаса и жирового гудрона; содержит до 6% воды и до 1,2% щелочи (NaOH)</p>
<p><b>Контактная</b> (ТУ 38.201129-77) Заменитель: Графитная УСаА</p>	<p>Смазывание накладок и стыков рельсов с целью обеспечения их устойчивой электропроводимости</p>	<p>Низкая испаряемость, хорошая коллоидная стабильность и водостойкость; токопроводящая. Работоспособна при температуре -40...+60°C</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная гидратированным кальциевым мылом СЖК или кислот саломаса; содержит графит</p>

### Морские смазки

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<p style="text-align: center;"><b>АМС-1, АМС-3</b> (ГОСТ 2712-75)</p>	<p>Предотвращение коррозии механизмов кораблей, подводных лодок, гидросамолетов</p>	<p>Высокие консервационные характеристики, адгезия к металлу, водостойкость. Работоспособны при температуре -15...+65°C (АМС-1), 0...+75°C (АМС-3)</p>	<p>Высоковязкое нефтяное масло, загущенное алюминиевым мылом стеариновой кислоты</p>
<p style="text-align: center;"><b>МС-70</b> (ГОСТ 9762-76) Заменители: МЗ, Лита, Зимог, МУС-3А</p>	<p>Подшипники качения и скольжения, непосредственно соприкасающиеся с морской водой</p>	<p>Высокие водостойкость, консервационные свойства и морозостойкость; обеспечивает периодическую работу механизмов в течение 10 лет. Работоспособна при температуре -45...+65°C, в мощных механизмах - от -50°C</p>	<p>Маловязкое нефтяное масло, загущенное стеаратами бария и алюминия, а также церезином; содержит вязкостную присадку</p>
<p style="text-align: center;"><b>МУС-3А</b> (ТУ 38.10171-74) Заменители: МС-70, МЗ</p>	<p>Высоконагруженные узлы трения, работающие в контакте с морской водой</p>	<p>Хорошие консервационные и противозадирные свойства, морозостойкая. Работоспособна при температуре -50...+65°C</p>	<p>Маловязкое нефтяное масло, загущенное стеаратами бария и алюминия, а также церезином; содержит вязкостную и антиокислительную присадки и антифрикционную добавку</p>
<p style="text-align: center;"><b>МЗ</b> (ТУ 38.001263-76) Заменители: Лита, Зимол, МС-70, МУС-3А</p>	<p>Узлы трения, работающие в контакте с морской водой</p>	<p>Хорошая коллоидная и удовлетворительная механическая стабильности; морозостойкая, рабоче-консервационная. Работоспособна при температуре -50...+80°C</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное алюминиевым мылом и церезином</p>

### Авиационные смазки

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<p style="text-align: center;"><b>Эра</b> (ТУ 38.101950-83) Заменители: ЦИА-ТИМ-201 (Ограничено)</p>	<p>Подшипники качения и скольжения, зубчатые передачи систем управления самолетов</p>	<p>Высокие механическая, антиокислительная стабильности, хорошие антикоррозионные свойства, противоизносные и противозадирные характеристики, не вызывает набухания резиновых изделий. Работоспособна при температуре -50...+120°C</p>	
<p style="text-align: center;"><b>АТЛАНТА</b> (ВНИИНП-254) (ТУ 58.1011048-85) Заменители: Свинцоль-01 (ограниченно), Сапфир, НК-50</p>	<p>Узлы трения скольжения, работающие при высоких знакопеременных нагрузках, игольчатые и винтовые механизмы</p>	<p>Морозостойкая, высокие противозадирные характеристики, механическая и коллоидная стабильности и водостойкость; работоспособна при остаточном давлении 655,5 Па и при температуре -60...+150°C</p>	<p>Содержит комплекс металлоплакирующих добавок</p>
<p style="text-align: center;"><b>Сапфир</b> (ВНИИНП-261) (ТУ 38.1011051-37) Заменитель: АТЛАНТА</p>	<p>Конические роликовые подшипники ступиц колес шасси летательных аппаратов</p>	<p>Высокие термостойкость, механическая и антиокислительная стабильности. Работоспособна при температуре -40...+150°C. Кратковременно до +200°C</p>	
<p style="text-align: center;"><b>СЭДА</b> (ТУ38.401510-85) Заменитель: ВНИИНП-207</p>	<p>Скоростные слабнонагруженные подшипники некоторых самолетов</p>	<p>Хорошие смазывающие и низкотемпературные свойства, низкая испаряемость, удовлетворительная водостойкость, вызывает набухание резины на основе нитрильных и силоксановых каучуков. Работоспособна при температуре -60..+120°C</p>	<p>Смесь сложных эфиров, загущенная комплексным кальциевым мылом; содержит антиокислительную и противоизносную добавки</p>

<b>Свинцоль-01</b> (ТУ 38.101577-76) Заменитель: АТЛАН-ТА	Тяжелонагруженные узлы трения (шарнирное соединений опор шасси и др.) некоторых самолетов и вертолетов	Повышенные противоизносные и противозадирные свойства, нерастворима в воде, токсичная; работоспособна при температуре -60...+90°C	Добавление к смазке ЦИАТИМ-201 порошкообразного свинца
<b>НК-50</b> (ТУ 38.1011219-95) Заменитель: Сапфир	Подшипники ступиц шасси самолетов	Низкие водо- и морозостойкость; работоспособна при температуре -15...+120°C	Масло МС-20, загущенное натриевым мылом стеариновой и олеиновой кислот, содержит коллоидный графит
<b>№9</b> (ТУ 38 001116-73)	Специфические узлы трения	Морозостойкая, консервационные свойства и водостойкость удовлетворительные, антиокислительная и коллоидная стабильности низкие. Работоспособна при температуре -60...+80°C	Маловязкое нефтяное масло, загущенное бариевосвинцовым мылом стеариновой кислоты

### Индустриальные смазки

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<b>Униол-2М/2</b> (ТУ 38.5901243-92) Заменитель: Униол-1 ИП-1	Узлы трения металлургического и горно-обогатительного оборудования с системами централизованной подачи смазки	Высокая термостойкость. Хорошие противозадирные характеристики и прокачиваемость, влагоупрочняется при хранении. Работоспособна при температуре -30...+160°C	Высокоиндексное нефтяное остаточное масло, загущенное комплексным кальциевым мылом, содержит антиокислительную, противоизносную и антикоррозионную присадки
<b>ИП-1 (Л, З)</b> (ТУ 33.101820-80) Заменитель: Униол-2М-М	Подшипники металлургического оборудования с централизованной подачей смазки	Хорошие водостойкость и противозадирные характеристики, низкие морозостойкость и механическая стабильность. Работоспособна при температуре 0...+70°C (Л) и -10...+70°C (З)	Цилиндровое нефтяное масло, загущенное кальциевым мылом кислот хлопкового масла и саломаса; содержит противозадирную присадку

<p align="center"><b>ЛКС-2</b> (ТУ 38.1011015-85) Заменитель: КБС</p>	<p>Подшипниковые узлы главных шпинделей металлорежущих станков, оснащенных шариковыми и роликовыми подшипниками</p>	<p>Высокие механическая, коллоидная, антиокислительная и термическая стабильности, повышенные противоизносные свойства. Работоспособна при температуре -40...+150°C</p>	<p>Смесь синтетических масел, загущенная комплексным литиевым мылом; содержит антиокислительную и антикоррозионную присадки</p>
<p align="center"><b>ЛКС-металлургическая</b> (ТУ 38.1011107-87)</p>	<p>Подшипники качения металлургического оборудования</p>	<p>Закладная, высокие термическая, механическая и антиокислительная стабильности, водостойкость, хорошие противоизносные и противозадирные характеристики. Работоспособна при температуре -30...+150°C, кратковременно до +170°C</p>	<p>Нефтяное остаточное масло, загущенное комплексным литиевым мылом; содержит антиокислительную и антикоррозионную присадки и антифрикционную добавку</p>
<p align="center"><b>Прессол М</b> (ТУ 0254-316-00148820-97)</p>	<p>Узлы трения кузнечно-прессового и другого средне- и тяжелонагруженного промышленного оборудования с централизованной системой подачи смазки</p>	<p>Работоспособна при температуре -20...+120°C</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная литиевыми мылами жирных кислот с добавлением композиции присадок</p>
<p align="center"><b>ЛКС-текстильная</b> (ТУ 38.5901135-92) Заменитель: ЛКС-2</p>	<p>Опоры роторов пневмо-механических прядильных машин, работающих при частоте вращения до 80000 мин<sup>-1</sup></p>	<p>Высокие механическая, коллоидная, антиокислительная и термическая стабильности, повышенная степень чистоты. Работоспособна при температуре -50...+150°C</p>	<p>Смесь синтетических масел, загущенная комплексным литиевым мылом. Содержит многофункциональные присадки</p>
<p align="center"><b>КБС</b> (ТУ 38.1011019-85) Заменитель: ЛКС-2</p>	<p>Подшипниковые узлы координатно-расточных станков, оснащенные упорными роликовыми подшипниками</p>	<p>Высокая механическая стабильность, водостойкая. Работоспособна при температуре -30...+110°C</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная безводным кальциевым мылом 12-гидроксистеариновой кислоты; содержит антикоррозионную и антиокислительную присадки</p>

<p><b>ЛС-1П</b> (ТУ 38.201145-77) Заменители: Униол-2, Прессол</p>	<p>Тяжелонагруженные узлы трения литейного, кузнечно-прессового и другого оборудования с централизованной системой подачи смазки</p>	<p>Водостойкая, хорошая механическая стабильность, противозадирная. Работоспособна при температуре -40...+130°C</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная литиевым мылом 12-гидроксистеариновой кислоты; содержит противозадирные и антиокислительную присадки</p>
<p><b>Старт</b> (ТУ 38.401204-81) Заменитель: ЛКС-2</p>	<p>Подшипники скоростных шпинделей</p>	<p>Высокие термическая, коллоидная и антиокислительная стабильности, удовлетворительная водостойкость. Работоспособна при температуре -40...+140°C</p>	<p>Смесь нефтяного и синтетического масел, загущенная комплексным натриевым мылом; содержит антикоррозионную и антиокислительную присадки</p>
<p><b>Сиол</b> (ТУ 38.10152-74) Заменители: ВНИ-ИНП-242, ЛКС-2, КБС</p>	<p>Скоростные подшипники электроверетен и нажимных валиков прядильных машин, работающие при частотах до 16000 мин<sup>-1</sup></p>	<p>Высокие термо- и водостойкость; удовлетворительные консервационные свойства. Работоспособна при температуре -20...+120°C</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная модифицированным аэросилом; содержит дисульфид молибдена</p>
<p><b>ВНИИНП-273</b> (ТУ 38.1014767-74) Заменитель: ВНИИНП-275</p>	<p>Подшипники качения и скольжения, шариковинтовые передачи, реечные и винтовые приводы, резьбовые соединения, работающие в условиях воздействия радиации</p>	<p>Хорошие противозадирные свойства, коллоидная и химическая стабильности, мягкая консистенция. Работоспособна при температуре -20...+120°C</p>	<p>Синтетическое углеводородное масло, загущенное неорганическими загустителями; содержит антиокислительную, антикоррозионную присадки и антифрикционную добавку</p>
<p><b>Ротационная ИР</b> (ОСТ 38.137-74) Заменитель: АМС-1</p>	<p>Узлы трения ротационных машин</p>	<p>Высокие адгезия, консервационные свойства и водостойкость. Работоспособна при температуре -15...+65°C</p>	<p>Нефтяное остаточное масло, загущенное стеаратом алюминия</p>
<p><b>Термолита</b> (ТУ 00149943.507-97) Заменитель: ПФМС-4с</p>	<p>Подшипники букс чугуновозов, шлаковозов, сталевозов и других узлов металлургического оборудования, работающих в условиях экстремальных температур</p>	<p>По реологическим свойствам занимает промежуточное положение между смазками и пастами; повышенные противозадирные свойства. Работоспособна при температуре 0...+500°C</p>	<p>Высоковязкое нефтяное масло, загущенное тонкодисперсным графитом, содержит присадки</p>

<p><b>Омметтерма-2</b> (ТУ 00149943.509-97) Заменитель: Омметсупертерма</p>	<p>Подшипники качения металлургического и другого промышленного оборудования</p>	<p>Высокие термостойкость, антиокислительные, антикоррозионные и смазывающие свойства. Стойкая к действию воды и водяного пара. Сохраняет работоспособность при температуре -20...+180°С, кратковременно до +200°С. Применяется как закладная</p>	<p>Высоковязкое нефтяное масло, загущенное комплексным литиевым мылом. Содержит многофункциональные присадки</p>
<p><b>Омметсупертерма</b> (ТУ 00149943.510-97) Заменитель: Омметтерма-2</p>	<p>Подшипники узлов печной стороны рольгангов, машин непрерывного литья заготовок, холодильников трубопрокатных станов и другого металлургического оборудования</p>	<p>Высокие антиокислительная и термическая стабильности, антикоррозионные и смазывающие свойства. Стойкая к воздействию воды и водяного пара. Сохраняет работоспособность при температуре -20...+200°С, кратковременно до +220°С. Применяется как закладная</p>	<p>Смесь высоковязкого нефтяного и синтетического масел, загущенная комплексным литиевым мылом; содержит многофункциональные присадки</p>
<p><b>Центролита</b> (ТУ 00149943.508-97) Заменитель: Униол-2М-М</p>	<p>Высоконагруженные узлы трения металлургического оборудования с централизованной смазочной системой</p>	<p>Высокие антиокислительная и термическая стабильности, антикоррозионные и смазывающие свойства. Стойкая к действию воды и водяного пара. Работоспособна при температуре -20...+150°С, кратковременно до +170°С. Применяется в централизованных смазочных системах</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное комплексным литиевым мылом. Содержит многофункциональные присадки</p>

### Буровые смазки

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<p style="text-align: center;"><b>Долотол Н</b> (ТУ 38.201369-81)</p>	<p>Шарошечные долота с негерметизированными опорами качения и скольжения</p>	<p>Высокие механическая, коллоидная и антиокислительная стабильности, водостойкость, противозадирные и консервационные характеристики. Работоспособна при температуре -20...+130°С</p>	<p>Нефтяное остаточное масло, загущенное гидроксистеаратом лития; содержит антиокислительную присадку и антифрикционные добавки</p>
<p style="text-align: center;"><b>Долотол АУ</b> (ТУ 38.201370-81)</p>	<p>Шарошечные долота с герметизированной опорой скольжения</p>	<p>Высокие антиокислительная стабильность и противозадирные характеристики, водо- и термостойкая, консервационная. Работоспособна при температуре -30...+220°С</p>	<p>Нефтяное остаточное масло, загущенное комплексным кальциевым мылом СЖК; содержит антифрикционные добавки</p>
<p style="text-align: center;"><b>Долотол НУ</b> (ТУ 38.201371-81)</p>	<p>Шарошечные долота с герметизированными опорами качения и скольжения</p>	<p>Высокие механическая и коллоидная стабильности, водостойкость, противозадирные и консервационные свойства. Работоспособна при температуре -30...+110°С</p>	<p>Нефтяное остаточное масло, загущенное безводным кальцийгидроксистеаратом; содержит антифрикционные добавки и антиокислительную присадку</p>
<p style="text-align: center;"><b>Геол-1</b> (ТУ 38.1011222-89)</p>	<p>Нанесение на поверхность буровых труб и керноприемных устройств для высокооборотного геологоразведочного бурения</p>	<p>Водостойкая, консервационная и противозадирная. Работоспособна при температуре -10...+60°С</p>	<p>Смесь нефтяных масел, загущенная гидратированным кальциевым мылом СЖК или кислот саломаса и хлопкового масла; содержит адгезионные присадки и антифрикционную добавку</p>

<p><b>Пластол</b> (ТУ 38.5901167-90) Заменитель: Долотол Н</p>	<p>Шарошечные долота высокооборотных бурильных механизмов с негерметизированными опорами качения и скольжения</p>	<p>Высокие механическая, коллоидная и антиокислительная стабильности, водостойкость, триботехнические и консервационные характеристики. Работоспособна при температуре -20...+130°C</p>	<p>Нефтяное остаточное масло, загущенное гидроксистеаратом лития; содержит антиокислительную, противоизносную, адгезионную присадки и антифрикционный наполнитель</p>
--	---	---	---

### Электроконтактные смазки

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики
<p><b>ВНИИМП-248</b> (ТУ 38.101643-76)</p>	<p>Скользкие электрические контакты проволочных резисторов</p>	<p>Мягкая консистенция, высокое удельное сопротивление, хорошие морозо-, термо- и водостойкости. Работоспособна при температуре -60...+200°C</p>
<p><b>ВНИИМП-502</b> (ТУ 38.101771-79) Заменитель: КСБ</p>	<p>Слаботочные электрические контакты модульных переключателей</p>	<p>Электроконтактная, высокие водостойкость, адгезия, механическая стабильность и консервационные свойства. Работоспособна при температуре -40...+100°C</p>
<p><b>Электра-1</b> (ТУ 38.1011030-85) Заменитель: КСБ</p>	<p>Скользкие контакты типа «кольцо-щетка» коллекторного узла вращающихся трансформаторов</p>	<p>Высокая термическая стабильность, хорошие противоизносные характеристики и водостойкость, большой срок службы при переходном сопротивлении менее 0,1 Ом. Работоспособна при температуре -40...+120°C</p>

Таблица 6.3

### Консервационные (защитные) смазки

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<p><b>Пушечная (ПВК)</b> (ГОСТ 19537-83) Заменители: ГОИ-54п, Солидол С, ВТВ-1</p>	<p>Защита от коррозии металлических изделий, предотвращение ржавления изделий из черных и цветных металлов, консервация металлических изделий и механизмов</p>	<p>Высокие адгезионные и консервационные свойства, водостойкость, удерживается на наклонных поверхностях. Работоспособна при температуре -50...+50°C</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное петролатумом и церезином; содержит антикоррозионную присадку</p>

<b>ВНИИСТ-2</b> (ТУ 38.101379-73)	Изоляция наземных трубопроводов	Полужидкая, морозостойкая. Работоспособна при температуре -60...+40°C	Смесь нефтяного масла, загущенная петролатумом; содержит защитную смазку НГ-204у
<b>ВТВ-1</b> (ТУ 38.101180-76) Заменитель: Пушечная	Предотвращение окисления клемм аккумуляторов автомобилей, консервация металлических изделий и наружных поверхностей механизмов при транспортировании или длительном хранении	Высокие водостойкость, адгезионные и консервационные свойства, хорошая морозостойкость. Работоспособна при температуре -40...+45°C	Нефтяное масло, загущенное церезином и парафином; содержит антикоррозионную и адгезионную присадки
<b>ВТВ-1, аэрозольная упаковка</b> (ТУ 6 15.954-80)	Консервация неокрашенных и декоративных металлических поверхностей, клемм аккумуляторов, замков автомобилей	Морозостойкая. Работоспособна при температуре -40...+50°C	Раствор вазелина ВТВ-1 в бензине-растворителе
<b>ПП-95/5</b> (ГОСТ 4113-80) Заменитель: Пушечная	Защита от коррозии боеприпасов при особо длительном хранении	Хорошие водостойкость, адгезия и консервационные свойства. Работоспособна при температуре -40...+40°C	Сплав петролатума с парафином; содержит избыток NaOH (до 0,2%)
<b>АК</b> (ТУ 32 ЦТ 552-78) Заменители: Пушечная, ПП-95/5	Защита от коррозии стальных тросов и деталей контактной сети электрифицированных железных дорог	Работоспособна при температуре -40...+50°C	Цилиндровое масло, загущенное церезином; содержит избыток NaOH (до 0,3%)
<b>ЗЭС</b> (ТУ 38.101474-74) Заменитель: АМС-1	Защита от коррозии грозозащитных тросов и арматуры высоковольтных линий электропередач, машин и механизмов, хранящихся и эксплуатируемых на открытом воздухе	Высокие водостойкость и адгезия, хорошие консервационные свойства. Работоспособна при температуре до +80°C	Цилиндровое масло, загущенное алюминиевым мылом СЖК и петролатумом
<b>ПН</b> (ТУ 38.101876-85)	Смазывание малокалиберных спортивных патронов	Высокие коллоидная стабильность, водостойкость, консервационные и антифрикционные свойства. Работоспособна при температуре -30...+50°C	Нефтяное масло, загущенное твердыми высокоплавкими углеводородами; содержит антикоррозионную и адгезионную присадки

Таблица 6.4

## Канатные смазки и пропиточные составы

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<b>Канатная 39У</b> (ТУ 38.201335-80) Заменитель: Трансол-35Б	Рудничные и буровые канаты, тросы, подъемно-транспортные машины	Хорошие водостойкость, адгезия к металлу, консервационные свойства. Работоспособна при температуре -25...+50°С	Сплав нигрола, гудрона масляного, церезина, кубовых остатков СЖК и триэтанолamina
<b>БОЗ-1</b> (ТУ 39.9157-75) Заменители: 39У, Торсиол-35Б	Стальные канаты при их изготовлении	Хорошие адгезия к металлу, водостойкость и консервационные свойства. Работоспособна при температуре -20...+50°С	Нефтяное масло, загущенное озокеритом и петролатумом; содержит антикоррозионную присадку
<b>Торсиол-35Б</b> (ТУ 38.201214-80) Заменитель: 39У	Стальные канаты различного назначения при их изготовлении	Хорошие водо- и морозостойкость, адгезионные, консервационные и антифрикционные свойства. Работоспособна при температуре -35...+50°С	Смесь нефтяных масел, загущенная церезином; содержит буроугольный воск и окисленный петролатум
<b>Торсиол-35Э</b> (ТУ 38.201214-80) Заменитель: Торсиол-35Б	Смазывание стальных канатов различного назначения при их эксплуатации	Водо- и морозостойкая. Работоспособна при температуре -35...+50°С	Смазка Торсиол-35Б, разбавленная перхлорэтиленом
<b>Торсиол-55</b> (ГОСТ 20458-89)	Стальные канаты при их изготовлении, работающие при особо низких температурах, смазывание канатов при эксплуатации	Морозостойкая, высокие водостойкость, адгезия к металлу, антифрикционные и консервационные свойства. Работоспособна при температуре -60...+50°С	Смесь нефтяного масла и кремнийорганической жидкости, загущенная твердыми углеводородами; содержит антикоррозионную присадку
<b>Ваерол</b> (ТУ 38.201406-86)	Стальные канаты промышленных и грузоподъемных устройств морских судов при их изготовлении	Высокие адгезия к металлам, водостойкость, защитные свойства и антифрикционные характеристики. Работоспособна при температуре -30...+50°С	Смесь нефтяных масел, загущенная церезином и природными восками; содержит антикоррозионную и адгезионную присадки

<b>Ваерол-Э</b> (ТУ 38.5901136-89)	Смазывание в процессе эксплуатации стальных канатов промышленных и грузовых устройств морских судов	Высокие адгезия к металлу, водостойкость, защитные свойства и антифрикционные характеристики. Работоспособна при температуре -30...+50°C	Смазка Ваерол, разбавленная растворителем
<b>КФ-10</b> (ТУ 38.201379-86)	Канаты многоканатных подъемных устройств с фрикционными шкивами при их изготовлении	Фрикционная, высокие адгезия, водостойкость, консервационные свойства; обеспечивает необходимый коэффициент трения между канатами и фрикционными шкивами. Работоспособна при температуре -10...+50°C	Нефтяные масла, загущенные петролатумом и битумным структурообразователем; содержит канифоль
<b>Канатол</b> (ТУ 301-04-032-94)	Стальные канаты в процессе их изготовления	Защищает от изнашивания и коррозии. Работоспособна при температуре -35...+50°C	Нефтяные масла, загущенные твердыми углеводородами
<b>Е-1</b> (ГОСТ 15037-69) Заменитель: Е-86	Пропитка органических сердечников стальных канатов общего назначения	Высокие адгезионные, консервационные, антифрикционные свойства и водостойкость. Работоспособна при температуре -20...+50°C	Нигрол зимний, загущенный петролатумом; содержит серу и нафтенат меди
<b>Е-9</b> (ТУ 38.201223-75)	Пропитка органических сердечников стальных канатов, работающих со смазкой Торсиол-55	Наиболее морозостойкая из всех пропиточных составов. Работоспособна при температуре -50...+50°C	Смесь нефтяного и синтетического масел, загущенная октолом и озокеритом; содержит нафтенат меди и серу
<b>Е-86</b> (ТУ 38.501156-88) Заменитель: Е-1	Пропитка органических сердечников стальных канатов общего назначения	Высокие адгезионные, консервационные и антифрикционные характеристики, водостойкость. Работоспособна при температуре -35...+50°C	Нефтяное масло, загущенное природными восками; содержит адгезионную и антисептическую присадки
<b>ЛЗ-Е-91</b> (ТУ 301-04-034-94) Заменитель: Е-86	Пропитка органических сердечников стальных канатов; смазывание контактирующих с сердечником проволок канатов	Работоспособна при температуре -35...+50°C	Нефтяные масла, загущенные углеводородами; содержит присадки

Таблица 6.5

## Уплотнительные (резьбовые) смазки

Смазка (ГОСТ, ТУ)	Область применения	Основные эксплуатационные характеристики	Состав
<b>Р-2</b> (ТУ 38.101332-76) Заменитель: Р-402	Резьбовые соединения обсадных и насосно-компрессорных труб буровых скважин	Хорошие водо- и морозостойкость. Работоспособна при температуре -30...+50°C	Смесь индустриальных масел, загущенная стеаратом алюминия; содержит порошок свинца, медную пудру и графит
<b>Р-113</b> (ТУ 38.101708-78) Заменитель: Р-416 (до 100°C)	Резьбовые соединения забойных двигателей, переводников, долот, замков, бурильных труб глубоких и сверхглубоких скважин	Водостойкая, токсичная. Работоспособна при температуре -30...+200°C	Смесь кремнийорганической жидкости и нефтяного масла, загущенная стеаратами алюминия и лития; содержит порошок свинца, оксид свинца и сульфид свинца
<b>Р-402</b> (ТУ 38.101708-78) Заменитель: Р-2 (до 50 °С)	Резьбы обсадных труб газоконденсатных скважин и насосно-компрессорных труб любого диаметра	Водостойкая, токсичная. Работоспособна при температуре -50...+200°C	Смесь нефтяных масел и кремнийорганической жидкости, загущенная стеаратами лития и алюминия; содержит порошки свинца, цинка, меди и графит
<b>ВНИИНП-263</b> (ГОСТ 16862-71) Заменитель: Р-416	Обеспечение герметичности резьбовых соединений, облегчение ввертывания и вывертывания резьб	Хорошие водо- и морозостойкость, при температуре выше +100°C высыхает; обеспечивает герметичность резьбового соединения при нормальном давлении и неглубоком вакууме. Работоспособна при температуре -50...+100°C	Нефтяное масло, загущенное модифицированным силикагелем; содержит многофункциональную присадку
<b>ВНИИНП-291</b> (ТУ 38.001198-74) Заменитель: ВНИИНП-292	Герметизация кранов, находящихся в системах подачи хозяйственно-питьевой воды	Хорошие водостойкость и коллоидная стабильность, нерастворима в нефтепродуктах. Работоспособна при температуре 0...+100°C	Касторовое масло, загущенное неорганическим загустителем; содержит глицерин

<b>ВНИИ НП-292</b> (ТУ 38.101472-74) Заменитель: ВНИ- И НП-291	То же	Высокие адгезия к металлам и водостойкость. Работоспособна при температуре 0...+100°C	Нефтяное масло, загущенное модифицированным силикагелем; содержит вязкостную присадку
<b>Вакуумная</b> (ТУ 38.5901248-90) Заменитель: ВНИ- И НП-300	Уплотнение подвижных соединений вакуумных установок из стекла и металла	Каучукообразная мазь, исключительно водостойкая, высокие адгезионные и консервационные свойства. Работоспособна при температуре 0...+40°C	Высоковязкое вазелиновое масло, загущенное церезином; содержит натуральный каучук
<b>Замазка вакуумная</b> (ТУ 38.5901248-90)	Уплотнение разборных, но неподвижных соединений вакуумных установок	Водостойкая, высокие адгезионные и консервационные характеристики. Работоспособна при температуре -10...+40°C	Высоковязкое вазелиновое масло, загущенное вакуумной смазкой и церезином; содержит косметический каолин
<b>Замазка ЗЗК-Зу</b> (ГОСТ 19538-74)	Герметизация щелей в люках, крышках, дверях и других неплотностей транспортных машин при их длительной консервации	Высокие адгезионные свойства и водостойкость. Работоспособна при температуре -40...+50°C	Высоковязкое нефтяное масло, загущенное алюминиевым мылом СЖК или стеариновой кислоты и петролатумом; содержит синтетический каучук
<b>ЛЗ-162</b> (ТУ 38.101315-77)	Прямоточные задвижки и пробковые краны фонтанирующих нефтяных и газовых скважин при давлении в забое до 100 МПа	Растворима в углеводородах и нерастворима в воде. Работоспособна при температуре -25...+130°C	Маловязкое нефтяное масло, загущенное литиево-цинковым мылом СЖК или стеариновой кислоты, содержит канифоль, порошкообразную слюду и оксид алюминия
<b>Бензиноупорная</b> (ГОСТ 7171-78) Заменитель: смазка для газовых кранов (наземная техника)	Герметизация пробковых кранов и резьбовых соединений топливных и масляных систем	Практически нерастворима в органических растворителях и воде. Работоспособна при температуре -10...+40°C	Окисленное касторовое масло, загущенное цинковым мылом кислот касторового масла
<b>Для газовых кранов</b> (ТУ 38.101316-78) Заменитель: Кранол	Арматура газовых магистралей и распределительных станций при давлении до 5 МПа	Нерастворима в нефтепродуктах, хорошо растворима в спирте и кислородсодержащих растворителях. Работоспособна при температуре 0...+50°C	Касторовое масло, загущенное гидратированным кальциевым мылом кислот касторового масла

<p><b>Насосная</b> (ТУ 38.101311-78) Заменитель: ЛЗ-162</p>	<p>Сальниковые уплотнения нефтяных и грязевых насосов высокого давления буровых установок</p>	<p>Водостойкая, нерастворима в углеводородах, спиртах, глицерине и т.п. Работоспособна при температуре -20...+120°C</p>	<p>Окисленное касторовое масло, загущенное коллоидно-графитовым препаратом; содержит стеарат лития в качестве стабилизатора структуры</p>
<p><b>Арматол-238</b> (ТУ 38.101812-83)</p>	<p>Герметизация запорных устройств устьевого нефтепромыслового оборудования нефтяных и газовых месторождений; используют при содержании в газе &lt; 25% (H<sub>2</sub>S + CO<sub>2</sub>)</p>	<p>Малорастворима в жидких и газообразных углеводородах, частично растворяется в бензине. Работоспособна при температуре -50...+120°C</p>	<p>Смесь касторового и синтетического масел, загущенная модифицированным аэросилом; содержит графит</p>
<p><b>Плитол</b> (ТУ 38.5901261-90)</p>	<p>Краны бытовых газовых плит</p>	<p>Низкая испаряемость, хорошие коллоидная стабильность и антифрикционные свойства. Работоспособна при температуре 0...+150°C, кратковременно до +180°C</p>	<p>Нефтяное масло, загущенное полимочевинной; содержит противозносную присадку</p>
<p><b>Кранол</b> (ТУ 13738828.001-97) Заменитель: смазка для газовых кранов</p>	<p>Арматура газовых магистралей, газораспределительных и компрессорных станций при давлении до 7,5 МПа</p>	<p>Экологически безвредная, нерастворима в нефтепродуктах, растворима в спирте и кислородсодержащих растворителях. Работоспособна при температуре -20...+50°C</p>	<p>Касторовое масло, загущенное гидратированным кальциевым мылом кислот касторового масла; содержит антиокислительную и антикоррозионную присадки</p>
<p><b>Резьбол ОМ-2</b> (ТУ У 24739282.001-96) Заменители: Р-402, Р-113</p>	<p>Герметизация и защита от коррозии резьб обсадных, насосно-компрессорных и бурильных труб</p>	<p>Водостойкая, хорошие консервационные и триботехнические свойства, с экологически безвредным наполнителем. Работоспособна при температуре -50...+200°C</p>	<p>Нефтяные масла, загущенные немыльным загустителем; содержит присадки и наполнители</p>

Учебное издание

**ЛИХАНОВ**  
**Виталий Анатольевич,**  
**ДЕВЕТЬЯРОВ**  
**Руслан Раифович,**  
**РОМАНОВ**  
**Сергей Александрович**

**СПРАВОЧНИК ПО ТОПЛИВАМ И МАСЛАМ**

Учебное пособие

Редактор И.В. Окишева

Заказ № . Подписано к печати 2015 г.  
Формат 210x297 1/16. Объем усл. печ. л. 10,25. Тираж 500 экз.  
Бумага офсетная. Цена договорная. Отпечатано с оригинал-макета.  
610017, г.Киров, ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, Октябрьский проспект, 133.  
Отпечатано в типографии Вятской ГСХА, г. Киров, 2015 г.