

# **ТОПЛИВА СМАЗОЧНЫЕ МАСЛА И ТЕХНИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ.**

Методические указания к выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения по специальностям:

"Двигатели внутреннего сгорания"

"Автомобили и автомобильное хозяйство"

"Организация автомобильных перевозок и управление на автомобильном транспорте"

Хабаровск, 2001 г,

УДК 662.62:621.892:621:43-73

Топлива, смазочные масла, технические жидкости: Методические указания к выполнению контрольного задания для студентов заочной формы обучения, по специальностям:

"Двигатели внутреннего сгорания"

"Автомобили и автомобильное хозяйство"

"Организация перевозок и управление на автомобильном транспорте"

Составила Е. Д. Дубовик, А.Н. Чепикова - Хабаровск: Хабаровский государственный технический университет, 2000г.

Методические указания разработаны на кафедре "Двигатели внутреннего сгорания". В указаниях приведены основные марки топлив, их краткая эксплуатационная характеристика, даны основные сведения по сертификации смазочных масел для ДВС и агрегатов автомобиля. Выделены наиболее трудные вопросы каждого раздела, на которые необходимо уделить особое внимание при изучении дисциплины и написания контрольной работы.

Основное назначение методических указаний - помочь студентам в самостоятельной работе над учебниками по курсу.

Печатается в соответствии с решением кафедры ДВС.  
Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ г.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСНОВНЫМ РАЗДЕЛАМ ДИСЦИПЛИНЫ

### Задачи изучения дисциплины

В общие задачи изучаемой дисциплины согласно специальностям входит:

- ознакомление с основными сведениями по производству и применению топлив, масел, пластичных смазок и технических жидкостей;
- изучение важнейших показателей качества нефтепродуктов, нормируемых ГОСТами, и влияние их на надежность, долговечность и экономичность работы двигателей;
- знакомство с ассортиментом топлив, масел, пластичных смазок и охлаждающих жидкостей, производимых промышленностью;
- изучение рекомендаций по применению ГСМ и их влияние на экологию окружающей среды.

### Краткие сведения о химмотологии.

Химмотология как наука сложилась на стыке химии и моторостроения. Конструктивные оптимальные решения, которые следует принимать при создании любого двигателя внутреннего сгорания, могут быть найдены и реализованы только при учете свойств топлив и смазочных материалов.

Химмотология - это направление науки и техники, занимающееся изучением эксплуатационных свойств и качеств топлив, масел, смазок и специальных жидкостей, теорией и практикой их рационального применения.

При обеспечении оптимальных условий показателей системы двигатель - топливо - смазочные материалы - охлаждающие жидкости появляется возможность получить наибольшую эффективность использования всех компонентов этой системы.

Поэтому специалисту в области двигателестроения, эксплуатации судовых энергетических установок, автомобильного транспорта полезно ознакомиться с общими, принципиальными положениями химмотологии.

### Нефть и ее переработка на топлива и смазочные масла

Россия - единственная крупная промышленно развитая страна, которая полностью обеспечивает себя топливом и энергией за счет собственных природных ресурсов.

Основная часть добычи нефти будет по-прежнему обеспечиваться в Западной Сибири.

Совершенствование разработки нефтяных месторождений, увеличение нефтеотдачи пластов рассматривается как важнейшее направление повышения эффективности развития нефтяной промышленности, укрепление ее сырьевой базы.

Основным направлением развития нефтеперерабатывающей промышленности является ускорение внедрения в производство процессов по углубленной переработке нефти, совершенствованию технологических схем этих процессов.

Существующие методы переработки нефти приводят к тому, что моторные топлива и большинство смазочных материалов также в основном состоят из тех же соединений, что и нефть.

Каждое из этих соединений обладает индивидуальными свойствами, определяющими качество ГСМ.

Нефть в основном состоит из углеводородов различного состава и строения.

Следует обратить внимание на их структурное строение, различие в свойствах. В связи с этим усвоение данного вопроса необходимо для изучения и понимания последующих вопросов курса по топливам и маслам. В методах переработки нефти важными моментами являются:

1. Технологичность процессов переработки нефти.
2. Сущность различных методов получения топлив.
3. Преимущества и недостатки каждого метода.
4. Свойства топлив, полученных различными процессами

### **Жидкие топлива для карбюраторных двигателей.**

От качества применяемого топлива зависит надежность и экономичность работы двигателя в различных условиях, их долговечность.

Поэтому при изучении раздела нужно постоянно соотносить рассматриваемые качества топлива с их влиянием на работу двигателя.

Карбюраторные свойства и детонационная стойкость бензинов являются важнейшими показателями качества топлив для карбюраторных двигателей. Поэтому изучению этих вопросов должно быть уделено основное внимание. В современных карбюраторных двигателях весь процесс смесеобразования происходит за сотые и тысячные доли секунды. Поэтому карбюраторные свойства топлива, то есть истечение, распыливание и испарение, качество смесеобразования оказывают большое влияние на работу двигателя. В связи с этим надо четко уяснить, какие физические свойства топлив и каким образом влияют на этапы смесеобразования.

При изучении фракционного состава топлива особое внимание обратите на влияние 10%, 50%, 90%-й точки и конца отгона топлива на работу двигателя при различных эксплуатационных условиях и режимах.

Следует хорошо уяснить физический смысл давления насыщенных паров топлива, от чего оно зависит и как влияет на испаряемость топлива.

Особые трудности для усвоения представляет вопрос о детонационных свойствах бензинов.

Детонационная стойкость топлив оценивается октановым числом. Необходимо хорошо разобраться в причинах, вызывающих детонацию, в отличии детонационного сгорания от нормального. Здесь особенно следует обратить внимание на перекисную теорию Семенова, Баха.

Разберитесь в способах определения октановых чисел. Каким образом присваивается бензину определенная величина октанового числа?

Важным является влияние углеводородного состава на детонационную стойкость бензинов: какие основные группы углеводородов входят в состав бензинов, их структурное строение, свойства. Объяснить их влияние на сгорание топлива.

Во все топлива, антидетонационные свойства которых не соответствуют эксплуатационным требованиям, добавляют высокооктановые компоненты или специальные присадки - антидетонаторы. Следует разобраться в механизме действия этих компонентов.

В связи с растущим вниманием к снижению загрязнения окружающей среды уделите внимание влиянию качества топлива на полноту сгорания и токсичность выхлопа.

В заключение изучения данной темы необходимо ознакомиться с существующими стандартами на бензины.

Внимательно прочтите наименование показателей качеств, разберитесь в значении каждого показателя, от каких факторов зависит повышение или понижение отдельных показателей. Проанализируйте, какие неполадки в работе двигателя может вызвать применение топлив, не удовлетворяющих требованиям ГОСТа

В настоящее время автомобильный транспорт является практически единственным (если не считать поршневую авиацию) потребителем бензина.

Отечественный ассортимент автомобильных бензинов включает следующие марки: А-72, А-76, АИ-93, АИ-98 - по ГОСТ 2084-77; АИ-95 ("Экстра") - по ОСТ 38019-75. По указанным стандартам и техническим условиям регламентируется качество товарных сортов бензинов. Цифры соответствуют минимальному значению октанового числа. В бензинах марок А-72, А-76 октановые числа определены моторным методом, в АИ-93, АИ-95, АИ-98 - исследовательским методом, что отмечено в каждой марке большой буквой «И». Специальных маркировок бензинов по признаку сезонности применения нет. Но в период с I апреля по I октября применяются бензины летнего вида, а с I октября по I апреля применяются бензины зимнего вида. Все бензины кроме АИ-98, АИ-95 «Экстра», производятся летнего и зимнего вида. Бензины АИ-98 АИ-95 вырабатываются только летнего вида.

Наиболее важным конструктивным фактором, определяющим требования двигателя к октановому числу, является степень сжатия. Повышение степени сжатия двигателей позволяет улучшить их технико - экономические и эксплуатационные показатели. При этом возрастает мощность и снижается удельный расход топлива. Однако с увеличением степени сжатия необходимо повышать октановое число бензина. Поэтому важнейшим условием бездетонационной работы двигателей является соответствие требований к детонационной стойкости двигателей октановому числу применяемых бензинов. Производство бензина А-72 из года в год снижалось, и к 1995г. его выпуск должен быть прекращен. При переводе автомобиля с бензина А-72 на А-76 изменение степени сжатия до 7,0-7,5.

Степень сжатия наиболее распространенных отечественных автомобилей ВАЗ, ГАЗ-24 «Волга», лежит в пределах 8,2-8,8. Эти автомобили рассчитаны на эксплуатацию на бензине АИ-93 с октановым числом по исследовательскому методу 93. Совершенствование рабочего процесса и конструкции двигателя последних моделей автомобилей семейства ВАЗ позволило повысить его степень сжатия до 9,0, обеспечив тем самым лучшие и экономические показатели при использовании того же бензина АИ-93.

Бензин АИ-98 применяют для двигателей с повышенной степенью сжатия, выше 9,5: ГАЗ-14 «Чайка», ЗИЛ-114; 115; 117.

Эксплуатация автомобиля на бензине с более низким октановым числом, чем предусмотрено техническими условиями, вызывает детонацию, что нарушает нормальную работу двигателя, снижает ресурс и надежность. При длительной работе с детонацией повышается температура и увеличивается износ деталей двигателя. Это приводит к разрушению перемычек между канавками поршневых колец, протирке прокладки головки цилиндра, оплавлению поверхности днища поршней.

Поэтому работа двигателя должна осуществляться строго на бензине с октановым числом, рекомендуемым заводом изготовителем.

### **Дизельные топлива.**

Специфические требования к дизельным топливам обусловлены особенностями смесеобразования и воспламенения в дизельных двигателях.

При изучении этой темы необходимо усвоить, как протекает процесс смесеобразования и сгорания в дизеле, и чем они отличаются от тех же процессов в карбюраторном двигателе.

Воспламенение топлива в дизеле - сложный многостадийный процесс. Поскольку посторонних источников воспламенения топлива дизель не имеет, то важнейшим показателем дизельного топлива является склонность его к самовоспламенению.

Процесс сгорания топлива в дизельном двигателе легче всего усвоить по развернутой индикаторной диаграмме. Надо внимательно разобраться во всех трех периодах, на которые разделяется весь процесс сгорания.

Характер работы дизельного двигателя определяется величиной нарастания давления во втором периоде на  $1^\circ$  поворота коленчатого вала (ПКВ).

Обычно считают, что если  $\Delta P/\Delta\varphi=0,4-0,5$  МПа/ $^\circ$ ПКВ - двигатель работает мягко; при  $\Delta P/\Delta\varphi=0,6-0,8$  МПа/ $^\circ$ ПКВ - жестко; при  $\Delta P/\Delta\varphi=0,9$  МПа/ $^\circ$ ПКВ - очень жестко.

При плавном нарастании давления (мягкая работа двигателя) получают высокие мощностные и экономические показатели дизеля. При большой скорости повышения давления двигатель работает жестко, со стуком, а силовые нагрузки на основные детали поршневой и шатунно-кривошипной групп резко возрастают. Это снижает срок службы двигателя, а нередко вызывает выкрашивание подшипников, разрушение поршневых колец и деформацию поршневых пальцев.

Интенсивность нарастания давления во втором периоде зависит от продолжительности первого периода, от начала впрыска до момента воспламенения. При большой длительности периода задержки возрастает количество введенного топлива к моменту его воспламенения, которое при сгорании резко увеличит давление. Воспламеняемость дизельных топлив определяется их химическим составом, от количества и строения углеводородов, входящих в состав топлива, от способности углеводородов к окислению с образованием перекисных и других легко воспламеняющихся продуктов неполного окисления.

Кроме химического состава топлива, на период задержки воспламенения оказывают влияние его физические свойства: вязкость, фракционный состав. Следует учитывать их взаимное влияние. Подбирая для каждой конкретной модели дизеля топливо, обладающее соответствующими свойствами вязкости, испаряемости и самовоспламеняемости, можно обеспечить оптимальные условия протекания рабочего процесса дизеля.

Склонность дизельных топлив к самовоспламенению оценивается цетановым числом. Следует разобраться с методикой присвоения цетанового числа топливу, уяснить влияние этого показателя на параметры работы дизеля. Кроме того одним из основных требований, предъявляемых к качеству дизельного топлива, заключается в том, что топливо должно легко прокачиваться и бесперебойно поступать в цилиндры двигателя. Бесперебойная подача топлива зависит не только от исправности элементов системы питания двигателя, но и от качества применяемого топлива. Показателями качества топлива, которые влияют на его прокачиваемость, является вязкость и способность сохранять фазовую однородность.

Вязкость дизельного топлива зависит от температуры. Особенно сильно она повышается при температуре ниже  $0^\circ\text{C}$ . Если вязкость бензина мала и практически не влияет на его прокачиваемость по системе питания, то вязкость дизельного топлива, особенно при низкой температуре окружающего воздуха, может настолько возрасти, что это может вызвать затруднения в подаче топлива в цилиндры двигателя. С точки зрения улучшения прокачиваемости и распыливания желательнее использовать топливо пониженной вязкости.

Нижний предел вязкости определяется тем, что дизельное топливо должно обеспечить надежную смазку прецизионных пар и их минимальный износ. Поэтому пределы вязкости дизельных топлив нормируются ГОСТами.

В отличие от бензинов, которые делятся на марки в зависимости от детонационной стойкости, дизельные топлива делятся на марки в зависимости от низкотемпературных свойств. В основу деления положен принцип сезонности применения. Иными словами, топливо каждой марки может применяться в любом быстроходном двигателе независимо от его конструкции. Выбор марки топлива определяется температурой окружающего воздуха. В состав дизельного топлива входят парафиновые углеводороды, имеющие довольно высокие температуры плавления. При понижении температуры эти углеводороды начинают переходить в твердое состояние. В топливе появляются кристаллы, которые забивают системы питания и, прежде всего топливные фильтры, нарушая или прекращая подачу топлива в цилиндр двигателя. Поэтому нижний температурный предел применения дизельного топлива характеризуется температурой помутнения. Следует обратить внимание на методы понижения температуры помутнения и застывания дизельных топлив, а отсюда - на отличие зимних сортов от летних (химический состав, фракционный состав, вязкость).

На прокачиваемость дизельного топлива и подачу его в цилиндры влияет содержание воды и механических примесей. Нельзя допустить попадания в дизельное топливо механических примесей. Они забивают систему питания и вызывают нарушения в подаче топлива в двигатель. Не разрешается применять топливо, содержащее воду. В бензинах вода во взвешенном состоянии не удерживается и быстро осаждается на дно резервуара, поэтому удалить ее в случае попадания в бензин довольно легко - путем отстаивания. В дизельных топливах вода удерживается во взвешенном состоянии, образуя эмульсию. Даже при положительных температурах окружающего воздуха эмульсионная вода вызывает перебои и прекращение работы двигателя. Она отстаивается в системе питания и затем поступает в двигатель вместо топлива. При отрицательных температурах вода выпадает в виде кристаллов, нарушая подачу топлива. Коррозионное действие со стороны топлива может быть весьма значительным и привести к сокращению срока службы двигателя. Коррозия деталей двигателя может быть вызвана содержанием в топливе трех групп веществ: водорастворимых кислот и щелочей, органических кислот, серы и сернистых соединений. Необходимо разобраться в механизме действия этих соединений.

Методы уменьшения коррозионного влияния рассматривать в связи с режимом работы двигателя.

При изучении данной темы необходимо тщательно проанализировать физико-химические показатели дизельных топлив, нормируемых ГОСТом (табл. 1).

Таблица 1

Основные физико-химические показатели дизельного топлива.

Показатель	Марка дизельного топлива		
	Л	З	А
1	2	3	4
Цетановое число, не менее	45	45	45
Фракционный состав, °С:			
50%	280	280	255
96%	360	340	330
Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup> не более	860	840	830
Вязкость при 20°С, мм <sup>2</sup> /с	3,0-0	1,8-5,0	1,5-4,0
Температура застывания (°С, не выше) при поставке топлива в климатическую зону:			
умеренную	-10	-35	-
холодную	-	-45	-55

1	2	3	4
Температура помутнения (°С, не выше) при поставке топлива в климатическую зону: умеренную холодную	-5 -	-25 -35	
Температура вспышки в закрытом тигле), °С, не ниже: для тепловозных, судовых дизелей и газовых турбин для дизелей общего назначения	61 50	40 35	35 30
Содержание серы (% масс., не более) в топливе подгруппы I II	0,2 0,5	0,2 0,5	0,2 0,4
Содержание меркаптановой серы (% масс.), не более	0,01	0,01	0,01

Топливо для быстроходных дизельных двигателей и газотурбинных двигателей наземной и судовой техники, получаемое из нефти, вырабатывается по ГОСТ 305-82 (взамен ГОСТ 305-73 и ГОСТ 4749-73).

В зависимости от условий применения устанавливаются три марки дизельного топлива:

Л (летнее) - для эксплуатации при температуре окружающего воздуха 0°С и выше (температура застывания топлива не выше -10 °С);

З (зимнее) – вырабатывается двух видов: 1) для умеренной зоны, для эксплуатации при температуре окружающего воздуха - 20°С и выше (температура застывания топлива не выше -35°С), 2) для холодной зоны, для эксплуатации автомобилей при температуре воздуха -30°С и выше (температура застывания топлива не выше - 45°С);

А (арктическое) - для эксплуатации при температуре окружающего воздуха -30°С и ниже (температура застывания топлива не выше -55°С).

По содержанию серы дизельные топлива подразделяются на два вида:

1 - массовая доля серы не более 0,2% (топлива из малосернистых нефтей);

2 - массовая доля серы не более 0,5% (топлива из сернистых нефтей). В условное обозначение топлива марки Л должны входить массовая доля серы и температура вспышки, топлива марки З - массовая доля серы и температура застывания, топлива марки А - массовая доля серы.

Примеры условного обозначения.

- Топливо дизельное Л-0,2-40, ГОСТ 305-82. Топливо летнее с массовой долей серы 0,2% и температурой вспышки 40°С.

- Топливо дизельное З-02 минус 35, ГОСТ 305-82. Топливо дизельное зимнее с массовой долей серы 0,2% и температурой застывания -35°С.

- Топливо дизельное А-0,4, ГОСТ 305-82. Топливо арктическое с массовой долей серы 0,4%. По физико-химическим показателям топливо должно соответствовать требованиям и нормам ГОСТ 305-82.

### **Тяжелые топлива.**

Под тяжелым понимается топливо по вязкости и плотности превосходящее дизельное (ГОСТ 305-82). С учетом сырьевых ресурсов использование этих топлив, менее дефицитных и более дешевых, на мало- и среднеоборотных двигателях актуальная и очень важная задача.



Топливо для средне- и малооборотных двигателей выпускают по ГОСТ 1667-68 и вырабатывают двух марок (табл. 2).

Таблица 2

Топливо моторное для среднеоборотных и малооборотных дизелей,

Характеристика	Нормы для марки (ГОСТ 1667-68)		
	ДТ с государственным Знаком качества	ДТ	ДМ
Плотность при 20°C, г/см <sup>3</sup> , не более	0,930	0,930	0,970
Количество топлива, перегоняемое при температуре до 250°C, %, не более	15	15	10
Вязкость при 50°C:			
кинематическая, мм <sup>2</sup> /с (сСт), не более	2x10 <sup>-6</sup>	36x10 <sup>-6</sup>	150x10 <sup>-6</sup>
условная, °ВУ, не более	(20)	(36)	(150)
коксуемость %, не более	2,95	5,0	20
	3,0	3,0	10
Зольность, %, не более	0,02	0,04	0,15
Содержание серы в топливе, %, не более:			
Малосернистом	0,5	0,5	-
Сернистом	1,5	1,5	3,0
Содержание в топливе. %, не более:			
Сероводорода	отсутствует	отсутствует	отсутствует
водо-растворимых кислот и щелочей	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Механических примесей	0,05	0,1	0,2
Воды	0,1	1,0	1,5
Температура, °C:			
вспышки (определяемая в закрытом тигеле), не ниже	70	65	85
застывания, не выше	-5	-5	10

Эксплуатационные качества тяжелых топлив ниже, чем дизельных, так как они содержат значительно больше серы, тяжелых фракций, золы, кокса, воды, механических примесей.

Увеличение содержания серы в топливе на 0,5% обуславливает возрастание скоростей изнашивания деталей цилиндропоршневой группы на 30-50% и нагаро-лакоотложений на деталях на 45-60%.

В результате повышения содержания в топливе непредельных и ароматических углеводородов и смол усиливается закоксование сопловых отверстий, зависание игл распылителей, ускоряются процессы нагаро- и лакоотложений на деталях. Наличие воды снижает его теплоту сгорания, затрудняет пуск и работу дизеля, усиливает коррозию прецизионных пар и деталей ЦПГ.

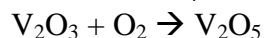
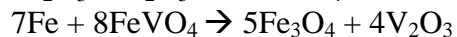
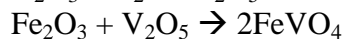
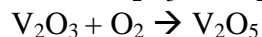
Повышенное содержание механических примесей в топливе является причиной заедания плунжеров топливных насосов и зависания игл форсунок, засорения сопловых отверстий, интенсивного изнашивания прецизионных пар топливоподающей аппаратуры, сопел форсунок, поршневых колец и втулок цилиндра, в результате сроки службы этих деталей сокращаются.

Присутствие в тяжелом горючем соединений натрия и ванадия, так же, как и соединений серы, определяет его склонность к отложениям и коррозии. Достаточно очень небольшого содержания ванадия (0,001%), и ванадиевая коррозия приобретает очень интенсивный, разрушительный характер.

Температура плавления некоторых соединений ванадия, натрия, серы сравнительно низкая около 650°C. Расплавленные частицы при соприкосновении с поверхностью, температура которой ниже температуры их плавления, затвердевают. При температуре поверхности выше 500°C некоторые соединения ванадия, натрия, серы, находящиеся в газовом потоке, отлагаются на поверхности в жидкой или полужидкой фазе.

Жидкие соединения золы проникают в металл вдоль границы зерна, разрушая металл. Расплавленный слой зольных отложений продолжает поглощать кислород из окружающего воздуха.

Этот кислород способствует быстрому окислению металла под слоем отложений. При контакте железа с пятиокисью ванадия в среде газа, содержащего кислород, возможны следующие реакции.



Пятиокись ванадия в жидком состоянии растворяет окисную пленку на поверхности металла. В процессе растворения протекают одновременно окислительно-восстановительные реакции.

Таким образом, для применения тяжелого топлива непременным условием является предотвращение отрицательного влияния на эксплуатационные качества дизелей повышенного содержания в нем серы, воды, механических примесей, смол, соединений натрия, ванадия. Поэтому применение наиболее дешевых сортов тяжелых топлив без одновременного внедрения комплекса специальных мероприятий может привести к значительному росту суммарных эксплуатационных расходов на ремонт дизелей.

Одной из важнейших характеристик топлив, определяющих нормальное сгорание топлива в цилиндрах дизелей, является вязкость. Дизельные топлива, выпускаемые по ГОСТ 305-82, имеют кинематическую вязкость при 20°C, мм<sup>2</sup>/с (сСт) в пределах А - 1,5-4,0; 3 - 1,8-5,0; Л-3,0-6,0 (табл. 1).

У тяжелых топлив вязкость нормируется при более высокой температуре, при 50°C и соответственно составляет, в мм<sup>2</sup>/с (сСт), для топлива ДТ - 36; для ДМ - 150 (табл. 2). Проведенные испытания показали, что для обеспечения нормального процесса смесеобразования и сгорания в высокооборотных дизелях вязкость топлива перед насосами высокого давления не должна превышать 8-8,5 сСт, для среднеоборотных - 11-11,5 сСт, а для малооборотных не более 28,4 сСт. Поэтому первым условием применения того или иного топлива является возможность обеспечения его вязкости перед насосами высокого давления на указанном выше уровне.

Таким образом, для тяжелых топлив, для доведения параметров качества до допускаемых величин необходим комплекс мероприятий, обеспечивающих наиболее эффективное использование топлива. При изучении данной темы следует провести анализ влияния показателей качества тяжелых топлив на эксплуатационные показатели двигателя и износ его деталей. Отсюда и методы доведения этих показателей до требуемых норм при необходимости использовании тяжелых топлив.

### **Жидкие котельные топлива.**

Жидкое котельное топливо по объему производства занимает первое место среди всех групп горючего. Нефтяное котельное топливо содержит мазут прямой перегонки, тяжелые остатки, получаемые в процессе крекинга нефтепродуктов (крекинг-мазут), остатки масляного производства - экстракт и гудрон. Для получения маловязких мазутов с низкой температурой застывания для энергетических установок морского флота к остаточным продуктам добавляют 20-25% дизельных фракций. Основное котельное топливо для специальных судовых энергетических установок - мазут марки Ф5 и Ф12 (табл. 3). Эти

марки различаются вязкостью и содержанием серы. Топливо Ф-5 изготавливают из сернистой нефти, в топливе допускается не более 0,6% серы (ГОСТ 10585-75)

Мазуты топочные марок 40 и 100 являются массовыми товарными топливами для всех котельных и топочных установок общего назначения. Топливо марок 40 и 100 вырабатывается из малосернистой и сернистой нефти (ГОСТ 10585-75). В зависимости от содержания общей серы топливо делится на малосернистое (0,5-1,0%), сернистое (1,0-2,0%) и высокосернистое (2-3,5 % общей серы) (табл. 3).

Таблица 3

Характеристики качества котельного топлива для флота

Характеристика	Марка (ГОСТ 105 85-75)			
	Ф5	Ф12	40	100
Вязкость условная. °ВУ, не более:				
при 50°С	5	12	-	-
при 80°С	-	-	8	16
Зольность, %, не более	0,05	0.1	0.12	0.14
Содержание, %, не более:				
механических примесей	0,1	0,12	0,8	1,5
воды	0,3	0,3	1,5	1,5
серы	2,0	0,6	0,5-3,5	0,5-3,5
Температура вспышки, °С, не ниже:				
в закрытом тигле	80	90	-	-
в открытом тигле	-	-	90	110
Температура застывания, °С	-5	-8	10	25

Повышение качества тяжелого котельного топлива связано с уменьшением влияния сернистых соединений, соединений ванадия, образующихся при сжигании топлива, уменьшением образования отложений нагара с зольными компонентами, а также с уменьшением образования осадка при хранении.

Кроме того, следует обратить внимание на специфические свойства мазутов: склонность к переохлаждению, характер изменения вязкости при изменении давления и температуры, несовместимость с другими сортами топлив, на роль мазутов в общем расходе энергетических ресурсов.

### Газовые топлива

В качестве задачи первостепенной экономической и энергетической важности намечено быстрое развитие газовой промышленности.

В России создана мощная сырьевая база газодобывающей промышленности, позволяющая планировать значительный прирост и на этой основе обеспечить страну необходимым количеством топлива.

Наряду с другими мероприятиями экономия нефти будет достигаться путем перевода моторного парка на дизельное топливо, сжатый, сжиженный, природный газ.

В настоящее время газообразное топливо приобретает большое значение как удобный и эффективный энергоноситель для всех отраслей народного хозяйства. Закономерен и тот интерес, который все больше проявляется к газу как к моторному топливу:

1. Появляется возможность ввести в сферу применения дополнительный энергоноситель, что позволяет сохранить для химической промышленности нефть - ценнейшее химическое сырье.

2. Снижается токсичность отработавших газов. Так, если при работе на бензине в выхлопных газах может содержаться до 3% различных несгоревших углеводородов, то при использовании сжиженного газа только 0,5-0.6 %. Особенно заметно (в десятки и сотни раз) уменьшается количество токсичных ароматических (в том числе канцерогенных),

полициклических и олефиновых углеводородов. По результатам сравнительных испытаний автомобилей ЗИЛ-130 (бензин) и ЗИЛ-138 (газ) установлено, что в диапазоне скоростей движения 20-80 км/ч пределы содержания окиси углерода в отработавших газах соответственно составляют 0,8-3,5 и 0,1-0,8%. По этой причине внедрение газобаллонных автомобилей существенно оздоровит воздушный бассейн, особенно в крупных городах.

3. Снижается изнашивание цилиндропоршневой группы и увеличивается срок службы моторного масла, так как газозвоздушная смесь не смывает масляную пленку и не разжижает картерное масло. По результатам эксплуатации при переводе двигателя ЗИЛ-130 с бензина на сжиженный газ снижается износ гильз цилиндра на 14%, поршней на -17%, поршневых колец - на 63%, шеек коленчатого вала - на 57-70%; моторесурс двигателя повышается на 30-40%; срок службы моторного масла увеличивается в 2-2,5 раза.

4. Высокая детонационная стойкость газообразных топлив позволяет повысить степень сжатия двигателя на 20-25%. Вследствие высокой антидетонационной стойкости газообразных топлив и их хорошей смешиваемости с воздухом можно форсировать газовые двигатели с возрастанием степени сжатия, например, с 6,5 до 8 (двигатель ЗИЛ-130) и с 6,7 до 8,5 (двигатель ЗМЗ-53). В результате повышается топливная экономичность автомобилей: на 12-14% - автомобилей семейства ЗИЛ; на 4,6-9,5% автомобилей семейства ГАЗ. В зависимости от физического состояния горючие газы делят на две группы: сжатые и сжиженные. Газы, сжижаемые без понижения температуры, которые при давлении 1,5-2,0 МПа становятся бензоподобной жидкостью, называются сжиженными. Основные компоненты сжиженных газов - это пропан  $C_3H_8$  и бутан  $C_4H_{10}$ , их смеси. Сжиженные газы хранятся в баллонах емкостью 250 л, рассчитанных на давление 1,6 Мпа.

В соответствии с ГОСТ 20448-80 выпускают сжиженные газы двух марок: СПБТЗ (смесь пропана и бутана техническая зимняя) и СПБТЛ (смесь пропана и бутана техническая летняя).

К сжатым газам относится горючее с температурой кипения от  $-253$  до  $-103^{\circ}C$ . Поскольку этот газ значительно проще сжимать при обычной температуре, чем сжижать при низких температурах, то они применяются обычно в сжатом состоянии под давлением 20 - 25 Мпа. Основным недостатком этих газов - большая масса баллонов. Например, масса баллонов при переводе автомобиля ЗИЛ-130 на природный газ составляет почти 500 кг и, следовательно, на столько же сокращается грузоподъемность автомобиля.

В качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания обычно применяют высококалорийные газы. К ним относятся попутные нефтяные газы, получаемые в процессе добычи и переработки нефти, газы, добываемые из газовых месторождений, - природные газы. Основным компонентом сжатых газов является метан. Кроме метана в состав сжатого газа могут входить этан, водород, окись углерода и некоторые примеси. Эффективность работы газобаллонных автомобилей подтверждена опытом работы многих автотранспортных предприятий.

### **Перспективные топлива для ДВС.**

Одним из перспективных путей решения задач экономии энергетических ресурсов считается частичная или полная замена традиционного моторного топлива, топливом нефтяного происхождения.

Наиболее интенсивно исследовательские и экспериментальные работы ведутся в направлении использования синтетических спиртов, метил-трет-бутилового эфира (МТБЭ), газовых конденсатов, водорода, водотопливных эмульсий (табл. 4). Анализ использования

заменителей следует рассматривать: при сравнении с традиционными топливами по основным физико-химическим показателям; влияние этих показателей на характеристики двигателя: применение каких заменителей рассматривается как реальный фактор увеличения ресурса топлива. Применение перспективных направлений обязательно связывать с вопросами экологии.

Таблица 4

Физико-химические и эксплуатационные показатели современных перспективных топлив.

Параметры	Бензин	Метанол	Этанол	Водород	Метан	Бутан	Пропан	МБТЭ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Молекулярный вес	107,0	32,04	46,07	2,016	16,03	58,04	44,06	-
Теплотворная способность, кДж/кг	44000	19300	29750	120000	49850	45440	45970	-
Теплота сгорания Стехиометрической смеси (α=1), кДж/кг	3450-3560	-	3535	-	3230	3500	3460	-
Количество воздуха, теоретически необходимого для полного сгорания 1 кг топлива, кг	14,9	6,463	8,85	34,5	-	15,35	15,7	-
Температура самовоспламенения, °С	467-527	743	426	547-637	685-747	475-547	507-577	412
Октановое число: по исследовательскому методу	93,1	111	114	-	-	-	120	117
моторному методу	85	90-94,6	94	-	110	93	-	101
Коэффициент избытка воздуха, соответствующий пределам воспламенения	0,29-1,18	0,2-1,4	-	0,14-9,85	0,65-1,88	0,348-1,67	0,398-1,7	-
Температура кипения, °С	33-188	64,7	78,3	-252,7	-161,3	-0,5	-41,5	51-62
Скрытая теплота испарения, кДж/кг	306	1100	880	448	511	-	-	-

Дополнительным источником сырья для получения моторных топлив являются газовые конденсаты (жидкие углеводороды, конденсирующиеся при нормальных условиях из природных газов, находящихся в подземных пластах под давлением 4,9-9,8 МПа и температуре до 150°С). Уровень физико-химических и эксплуатационных свойств газоконденсатов близок к дизельным топливам, что позволяет применять газоконденсаты как топливные компоненты (табл. 5). Считают наиболее целесообразным использовать газовые конденсаты в качестве топлива для дизелей на местах добычи без сложной переработки.

Основные свойства газовых конденсатов.

Показатель	Дизельное топливо Л, ГОСТ 305-82	Газовые конденсаторы		
		№1	№2	№3
1	2	3	4	5
Цетановое число	Не менее 45	43	53	5
Фракционный состав, °С				
температура начала кипения	-	103	111	140
50% перегоняется	Не выше 280	151	201	208
96% перегоняется	Не выше 260	292	350	345
Вязкость при 20°С, мм <sup>2</sup> /с	3,5-6,0	1,2	1,7	2,1
Массовое содержание общей серы, %	не более 0,5	0,02	0,02	0,02
меркаптановой, %	не более 0,01	0,0001	0,0001	-

С 1 января 1981 года впервые введены в действие ТУ 51-28-81 "Топливо газоконденсатное широкофракционное для быстроходных дизелей". ТУ распространяются на газоконденсатное топливо широкого фракционного состава зимнее северное для быстроходных дизелей, получаемое прямой перегонкой газового конденсата Уренгойского месторождения, а также путем компаундирования фракций газового конденсата с товарными дизельными топливами. Газоконденсатное топливо рекомендуется для эксплуатации дизелей в северных условиях при температуре воздуха минус 45°С и выше.

#### Моторные масла.

Качество масла - один из решающих факторов, определяющих работоспособность агрегатов. Этот раздел является одним из важнейших по данной дисциплине.

Одним из главных эксплуатационных свойств масел являются антифрикционные и противоизносные свойства. Под антифрикционными свойствами понимается способность смазочного материала уменьшать затраты энергии на трение в механизмах и агрегатах машин.

Всякое трение неизбежно связано с поглощением определенного количества энергии. Чем больше затраты энергии на трение, тем меньше КПД машины и значительнее удельный расход горючего. В современном двигателе потери энергии на трение в поршневой группе составляют 6-8%, а в подшипниках коленчатого вала 1-2% от индикаторной мощности. Путем улучшения антифрикционных свойств смазочных материалов можно повысить экономичность двигателя в процессе эксплуатации.

Трение - это сопротивление перемещению (скольжению, качению) одной поверхности относительно другой. Трение скольжения возникает при поступательном движении одной поверхности относительно другой или при вращении одной детали внутри другой.

В подавляющем большинстве в двигателях внутреннего сгорания наблюдается трение скольжения: перемещение поршня в цилиндре, вращение коленчатого вала в подшипниках, движение штанг толкателей клапанов по направляющим и т.д. Следует различать трение внешнее и внутреннее. Внешнее трение возникает при относительном перемещении двух твердых тел, находящихся при непосредственном соприкосновении. Протекание процессов внешнего трения зависит главным образом от состояния и взаимодействия твердых поверхностей.

Основным показателем, определяющим затраты энергии на трение, является коэффициент трения.

Наиболее значительное снижение коэффициента трения достигается при гидродинамическом режиме смазки, или жидкостном трении, когда сила трения определяется внутренним трением в смазочном материале.

Рассмотрим пару трения вал-подшипник, типичную для этого режима смазки (рис. 1).

При неработающем двигателе коленчатый вал своей массой выдавливает масло из зазоров между шейками и вкладышами и ложится на нижнюю вкладыша поверхность. Их разделяет тончайшая пленка масла, прочность и толщина которой зависят от полярности молекул, входящих в масло.

Зазор между шейкой и подшипником, имеющий клиновидную форму, в какой-то степени заполнен маслом.

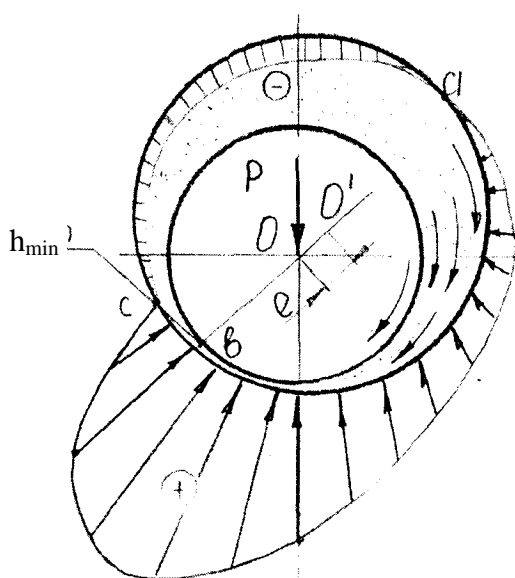


Рис. 1 Механизм образования масляного клина при вращении вала в подшипнике

При пуске двигателя вал начинает вращаться. При первых же оборотах шейка вала за счет явления прилипания масла к металлу будет увлекать за собой граничные слои масла. За счет вязкости вместе с граничными слоями будет перемещаться остальная часть масла, заполняющая зазор. В узкую серповидную часть (по ходу вращения) нагнетается все большее количество масла, повышается давление, вал начинает приподниматься, как бы всплывать в подшипнике. Между валом и нижней частью подшипника образуется масляный клин. При большой частоте вращения вала в подшипнике возрастает давление в масляном клине, вал, несколько смещаясь в сторону вращения, еще больше поднимается на масляной подушке. В масляном слое развивается высокое, так называемое гидродинамическое давление. Между валом и подшипником возникает жидкостное

трение.

Создателем гидродинамической теории смазки является выдающийся русский ученый Н.П. Петров, предложивший для расчета силы трения концентрически расположенного вала в подшипнике формулу (упрощенный вариант)  $F = \eta SV/h_{\min}$ , где  $F$  - сила жидкостного трения, Н;  $\eta$  - абсолютная вязкость масла, Нс/м<sup>2</sup>;  $S$  - площадь соприкосновения трущихся тел, м<sup>2</sup>;  $V$  - скорость перемещения трущихся поверхностей, м/с;  $h$  - толщина смазочного слоя, м.

Таким образом, жидкостное (гидродинамическое) трение зависит от процессов внутреннего трения в смазочном масле, т.е. его вязкости.

Характерной особенностью гидродинамического режима является способность к саморегулированию в определенных пределах. Механизм этого процесса заключается в следующем: с повышением скорости возрастает сила трения и увеличивается тепловыделение, но с повышением температуры масла снижается его вязкость и, следовательно, сила трения и температура масляного слоя стабилизируются. При совершенном гидродинамическом режиме износ равен нулю, так как контакт металлических поверхностей отсутствует и трение внешнее заменено внутренним трением между слоями масла. Коэффициент трения зависит только от вязкости жидкости и обычно в условиях двигателей изменяется в пределах 0,002-0,01.

Для цилиндрических подшипников скольжения толщину смазочного - слоя (м) подсчитывают по формуле  $h_{\min} = c \frac{\eta V}{P_m}$  где  $\eta$  - динамическая вязкость масла, Нс/м<sup>2</sup>;  $c$  - коэффициент, зависящий от размеров подшипника;  $V$  - скорость движения трущихся поверхностей, м/с;  $P_m$  - удельное давление, Па. Таким образом, основным фактором,

определяющим надежность образования масляного слоя, являются вязкостные свойства масел. Надежность масляного клина увеличивается с повышением скорости вращения вала и вязкости масла. Однако при этом увеличиваются затраты на преодоление внутреннего трения. Роль вязкости неоднозначна. Следует обратить внимание, что для обеспечения несущей способности масляного слоя, уплотнения деталей, уменьшения расходов требуется масло с большей вязкостью. Для обеспечения минимальных затрат энергии на трение, прокачиваемости и охлаждение деталей, очистку деталей от загрязнения требуется масло меньшей вязкости.

Поэтому для смазки двигателей и механизмов машин выбирают масло по возможности такой вязкости, которое надежно бы обеспечивало жидкостное трение в главных узлах, уменьшило затраты на трение, обеспечивало запуск двигателя.

При выборе смазочного масла учитывают также, насколько изменяется его вязкость при изменении температуры, так как от этого будет зависеть степень отклонения фактического режима смазки от расчетного, а также возможность прокачки масла при низких температурах.

При изучении вязкостных свойств масла надо хорошо разобраться в определении динамической, кинематической и условной вязкости, надежности режима смазки в условиях жидкостного трения в зависимости от вязкости масла. Особое внимание должно быть уделено влиянию температуры и давления на вязкость масел. При изменении температуры вязкость изменяется у одних масел в большей степени, у других - в меньшей. Чем меньше изменяется вязкость масла при изменении температуры, тем лучше его эксплуатационные свойства. В этом случае масло сохраняет вязкость, обеспечивающую надежную смазку деталей при повышенных температурах, и в то же время при пуске двигателя при низких температурах не будет создавать большого сопротивления в подаче масла по маслопроводам.

Низкотемпературные свойства загущенных масел намного лучше аналогичных качеств масел обычного способа производства.

Причиной хороших низкотемпературных свойств у загущенных масел является то, что эти масла получены по новому способу производства. Обратите внимание на это. С учетом вышеуказанного при подборе масел по вязкости надо учитывать тепловой режим и нагрузки двигателя.

Если под влиянием высокой температуры масла или понижения скорости перемещения смазочная пленка станет тоньше определенной величины (порядка 0,1 мкм), то закономерности совершенной смазки нарушаются. Свойства такой тонкой пленки между трущимися поверхностями оказываются отличными от свойств в объеме. Главное отличие в том, что коэффициент трения будет зависеть не от вязкости, как при совершенной смазке, а от концентрации в масле поверхностно активных веществ.

Присутствие таких веществ не только снижает силу трения, но резко уменьшает износ по сравнению с сухим трением. Такое трение называют граничным.

Особенность смазочного материала образовывать на трущихся поверхностях граничный слой, препятствующий непосредственному контакту трущихся поверхностей, характеризует его противоизносные свойства. От противоизносных свойств в большей мере зависит долговечность трущихся деталей и срок службы машин.

В соответствии с механизмом образования и структурой граничных слоев различают противоизносные свойства расклинивающие и полирующие.

Еще на заре развития смазочной техники было замечено, что смазочные масла одинаковой вязкости, но различного химического состава обладают не одинаковой способностью уменьшать коэффициент трения и износ при малых скоростях и нагрузках, при которых нарушаются условия жидкостного трения. Для объяснения различия в величине трения в подобных случаях потребовалось введение нового термина, обозначающего это новое, отличное от вязкости свойство масла. Указанное свойство масла стали называть



смазывающей способностью, липкостью, маслянистостью, расклинивающим свойством - все эти термины одинаковы по значению.

Под расклинивающим свойством поверхностно-активных жидкостей следует понимать способность граничного слоя обуславливать высокое сопротивление сближению контактируемых поверхностей твердых тел под действием нормальной нагрузки и малое сопротивление их тангенциальным силам сдвига.

Расклинивающее действие связано с полярностью молекул. Полярно-активные молекулы масла притягиваются к поверхности металла. Молекулы этих веществ направлены перпендикулярно к поверхности и обращены к ней активными группами  $\text{COOH}$ ,  $\text{OH}$  и другими в зависимости от вида веществами (рис. 2.а). Углеводородная часть молекулы взаимодействует с соседними адсорбированными молекулами, заполняющими поверхность металла и ориентируются в вертикальном положении (рис. 2.в). Важно отметить, что поверхностно-активные вещества, образуя на поверхности молекулярный частокол, вынуждают к подобной же ориентации и находящиеся между ними неполярные молекулы. Адсорбированный граничный слой производит расклинивающее действие, т.е. он способствует разобщению трущихся деталей настолько, что они перестают непосредственно касаться друг друга.

При взаимном перемещении поверхностей происходит скольжение этих слоев относительно друг друга в плоскостях контакта углеводородных радикалов, так как связи в этих плоскостях значительно слабее, чем в плоскостях контакта активных групп. Коэффициент трения при этом будет определяться длиной углеводородного радикала

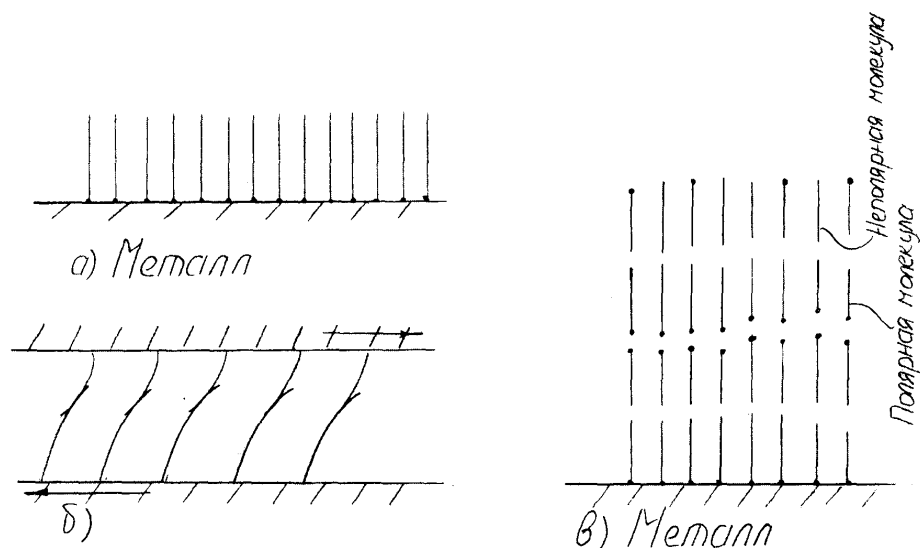


Рис. 2. Схема образования ориентированных молекулярных слоев на поверхности металла: а - монослой; б - изгибание молекул при касательном перемещении поверхностей трения; в - полимолекулярные слои

С целью улучшения расклинивающих свойств нефтяных масел к ним добавляют специальные присадки, способные резко повысить поверхностно-активные свойства масла без ухудшения других показателей его качества.

Образование граничного слоя смазочного материала может быть связано с химическим взаимодействием активных элементов смазочного материала с металлом, в результате чего образуются новые вещества, отличные по механическим свойствам от основного металла. При химическом взаимодействии предупреждение износа, задира и сваривания наступает в результате полирующего действия трущейся поверхности продуктами реакции смазочного материала и металла. Часто полирующие и расклинивающие явления сопутствуют друг другу.

В обычных нефтяных маслах практически отсутствуют компоненты с полирующими свойствами, поэтому они, как правило, вводятся в масла в виде специальных присадок. Подобные присадки называют полирующими, для сверхвысоких давлений, противозадирными или противосварочными.

В качестве полирующих присадок в настоящее время используют вещества, содержащие серу, хлор и фосфор в той или иной комбинации - все они способны давать с металлом соединения с более благоприятными антифрикционными свойствами.

Вещества, содержащие серу, разлагаются выделяя сероводород и элементарную серу, которые образуют с металлом сульфиды с температурой плавления ниже температуры плавления основного металла. Например, температура плавления сульфида железа эвтектического состава почти на  $350^{\circ}\text{C}$  ниже температуры плавления железа. При повышенных нагрузках в местах точеного контакта выступов поверхностный слой эвтектики плавится, что приводит к выравниванию ("полированию") поверхности.

При эксплуатации двигателей внутреннего сгорания и других машин смазывающие свойства масел особенно большое значение имеют в период пуска, прогрева и выхода на режимную работу, при переменных, особенно циклических нагрузках, перегрузках в том случае, когда действуют высокие удельные давления, т.е. когда не обеспечивается жидкостное трение. Должное внимание при изучении свойств масел должно быть уделено противоокислительным, моюще-диспергирующим, противоизносным и антикоррозионным свойствам, методам их улучшения. Изучая показатели качества масел, сначала необходимо уяснить физический смысл отдельных показателей, затем выявить их влияние на эксплуатационные свойства масел, на работу деталей двигателя.

Для улучшения эксплуатационных свойств к моторным маслам добавляют специальные вещества - присадки. Для улучшения одновременно нескольких показателей в масло добавляют несколько присадок, составляя нужную их композицию с обязательным соблюдением условий их полной совместимости, а в некоторых случаях - взаимного усиления действия. Кроме того, разрабатывают так называемые многофункциональные присадки, введение которых улучшает сразу несколько свойств масла. По целевому назначению различают присадки:

моющие (их добавляют в количестве 3-20%);

противозадирные (5-10%); вязкостные (0,5-10%);

антиокислительные (термоокислительные (0,5-3%) и ингибиторы (0,005-0,5%));

противоизносные (0,1-2%); депрессорные (0,1-1%);

антикоррозионные (0,1-1%); антипенные (0,0001-0,003%)

Для высокофорсированных двигателей, особенно при применении топлив с высоким содержанием серы, потребовались масла с такими свойствами, которыми не обладали естественные углеводороды, входящие в состав обычных масел. Присадки открывают огромные возможности для придания маслам заданных свойств. При изучении этого вопроса следует разобраться с механизмом действия присадок.

Техническое состояние моторного масла характеризует работоспособность системы смазки, охлаждения, топливоотдачи, очистки воздуха и т.д. Поэтому диагностирование машин по параметрам работающих и работавших масел возможно как по накоплению продуктов износа и примесей в масле, так и по изучению процессов и закономерностей изменения физико-химических показателей масла.

Изучению браковочных показателей моторного масла, значению показателей качества масел для диагностики двигателей должно быть уделено самое пристальное внимание. При изучении данного раздела программы следует разобраться в путях экономии моторных масел, в причинах изменения первоначальных свойств масел в процессе работы, сущности регенерации масел.

### Российская маркировка моторных масел.

Для правильного подбора моторного масла к конкретному типу двигателя и условиям его эксплуатации следует руководствоваться ГОСТ 17479.1-85 «Обозначение нефтепродуктов. Масла моторные»

В соответствии с этим ГОСТом масла подразделяются как по уровню эксплуатационных свойств, предусмотрено 6 групп масел: - А, Б, В, Г, Д, Е, причем три из них - Б, В, Г, предусматривают дополнительные подразделения группы на две подгруппы: одна для карбюраторных двигателей с индексом 1. вторая для дизельных с индексом 2.

Таблица 6

Группы моторных масел в зависимости от уровня эксплуатационных свойств и области применения.

Группа	Рекомендуемая область применения.
А	Нефорсированные карбюраторные двигатели и дизели.
Б	Б <sub>1</sub> Малофорсированные карбюраторные двигатели, работающие в условиях, которые способствуют образованию высокотемпературных отложений и коррозии подшипников.
	Б <sub>2</sub> Малофорсированные дизели
В	В <sub>1</sub> Среднефорсированные карбюраторные двигатели, работающие в условиях, которые способствуют окислению масла и образованию всех видов отложений.
	В <sub>2</sub> Среднефорсированные дизели, предъявляющие повышенные требования к антикоррозионным, противоизносным свойствам масел и способности предотвращать образование высокотемпературных отложений.
Г	Г <sub>1</sub> Высокофорсированные карбюраторные двигатели, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях, способствующих окислению масла, образованию всех видов отложений, коррозии и ржавлению.
	Г <sub>2</sub> Высокофорсированные дизели без наддува или с умеренным наддувом, работающие в эксплуатационных условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений.
Д	Высокофорсированные дизели с наддувом, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях, или когда применяемое топливо требует использования масел с высокой нейтрализующей способностью, антикоррозионными и противоизносными свойствами, малой склонностью к образованию всех видов отложений.
Е	Лубрикаторные системы смазывания цилиндров дизелей, работающих на топливе с высоким (до 3,5%) содержанием серы.

У универсальных масел, предназначенных для использования как в карбюраторных так и в дизельных двигателях, индекс не указывается.

По вязкости масла подразделяются на 3 класса: летние, зимние, всесезонные. Летние масла нормируются значением кинематической вязкости при +100°C, зимние - при +100°C и при - 18°C. Всесезонные масла обозначаются дробью — в числителе указывается класс вязкости зимнего, а в знаменателе - летнего масла.

Таблица 7

Классы кинематической вязкости моторных масел		
Класс вязкости	Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с, при температуре:	
	+100°C	-18°C не более
Зимние классы:		
3 <sub>з</sub>	Не менее 3,8	1250
4 <sub>з</sub>	Не менее 4,1	2600
5 <sub>з</sub>	Не менее 5,6	6000
6 <sub>з</sub>	Не менее 5,6	10400
Летние классы:		
6	5,6-7,0	-
8	7,0-9,5	-
10	9,5-11,5	-
12	11,5-13,0	-
14	13,0-16,0	-
16	15,0-18,0.	-
20	18,0-23,0	-
Всесезонные классы:		
	7,0-9,5	1250
3 <sub>з</sub> /8	5,6-7,0	2608
4 <sub>з</sub> /6	7,0-9,5	2600
4 <sub>з</sub> /8	9,5-11,5	2600
4 <sub>з</sub> /10	9,5-11,5	6000
5 <sub>з</sub> /10	11,5-13,0	6000
5 <sub>з</sub> /12	13,0-15,0	6000
5 <sub>з</sub> /14	9, 5-11,5	10400
6 <sub>з</sub> /10	13,0-15,0	10400
6 <sub>з</sub> /14	13,0-15,0	10400
6 <sub>з</sub> /16	15,0-18,0	10400

\* Определяется по номограмме до введения в действие стандарта на определение динамической вязкости при температуре ниже 0 °С.

Обозначения моторных масел включает вид смазочного материала, класс вязкости, группу эксплуатационных свойств, в некоторых случаях индексы отличительного обозначения.

Примеры обозначения моторных масел:

**М-8В<sub>1</sub>** - буква «М» обозначает вид смазочного материала (моторное), цифра 8 - вязкость смазочного масла при 100°C составляет порядка 8 сСт (мм<sup>2</sup> /с), буква с индексом «В» обозначает, что по эксплуатационным свойствам масло относится к группе «В» и предназначено для смазывания среднефорсированных карбюраторных (индекс 1) двигателей;

**М-10Г<sub>2</sub>К** - буква «М» обозначает моторное масло, цифра 10 - вязкость смазочного масла при 100°C составляет порядка 10 сСт (мм<sup>2</sup> /с), буква «Г» с индексом «2» обозначает, что по эксплуатационным свойствам масло относится к группе «Г» и предназначено для смазывания высокофорсированных дизельных двигателей, буква «К», используемая в целях

отличительного обозначения, свидетельствует о том, что масло предназначено для автомобилей КамАЗ;

Загущенные масла имеют дробную маркировку:

**М-6з/10В** - буква «М» обозначает моторное масло, «6з» - числитель, класс вязкости для зимней эксплуатации. Каждому этому классу соответствует минимальная вязкость при  $-18^{\circ}\text{C}$ , классу «6з» соответствует вязкость не более 10.400 сСт при  $18^{\circ}\text{C}$  (табл.7).

Буква «З» в обозначении класса вязкости означает, что масло имеет загущенную присадку и предназначено для применения в качестве всесезонного или зимнего сорта, буква «В» без индекса обозначает, что это масло универсально и предназначено для смазывания среднефорсированных карбюраторных и дизельных двигателей.

Для подробного ознакомления с показателями качества моторных масел следует обращаться к сборникам, выпускаемым издательством стандартов «Нефтепродукты, масла смазки, присадки». Очень важно знать год издания, так как стандарты периодически пересматриваются.

### Международная классификация моторных масел.

Прежде всего, рассмотрим идеи, лежащие в основе классификации моторных масел и признаки, по которым масла классифицируют.

Необходимость подразделить моторные масла на классы, категории, группы возникла в связи с тем, что автомобили эксплуатируют в широком диапазоне температуры окружающей среды и неизбежно применение масел различной вязкости; в действующем парке автомобилей всегда есть модели, предъявляющие существенно отличающиеся требования к свойствам масел (бензиновые двигатели и дизели, двигатели с турбонаддувом и без него и т.п.); существует стремление к улучшению топливной экономичности и экологичности двигателей, повышению их ресурса и снижению затрат времени и средств на техническое обслуживание. Постоянно изменяющиеся требования к моторным маслам делает необходимым введение новых классификаций масел.

Производителям моторных масел и присадок к ним, автомобилестроителям и потребителям нужна система взаимного обмена информацией об уровне свойств и важнейших характеристик масел, единообразно понимаемой всеми сторонами.

Классификация - это своеобразный язык, на котором говорят о моторных маслах специалисты заинтересованных отраслей. В этом главная идея разработки и широкого международного применения классификаций.

Моторные масла классифицируются по трем признакам. Это: вязкостно-температурные свойства, уровень эксплуатационных свойств и область применения, а также наличие или отсутствие энергосберегающих свойств (способность обеспечивать экономию топлива).

Сегодня существует классификация моторных масел по вязкости, установленная стандартом Общества американских автомобильных инженеров SAE J-300, получившая практически всемирное распространение. SAE -общество инженеров автомобильного транспорта Соединенных Штатов является ведущей организацией по топливу, смазочным маслам.

Таблица 8

Классификация SAE J-300 MAR 93

Класс SAE	При низких температурах		При высоких температурах		
	Проворачивание	Прокачиваемость	Вязкость, $\text{мм}^2/\text{с}$ при $100^{\circ}\text{C}$		Вязкость мПа·с при $150^{\circ}\text{C}$ и скорости сдвига $10^6\text{с}^{-1}$ , не менее
			min	max	
	Максимальная вязкость, сП, при температуре, $^{\circ}\text{C}$	Максимальная вязкость, сП, при температуре, $^{\circ}\text{C}$			

1	2	3	4	5	6
0W	3200 при -30°	30000 при -35°	3,8	-	-
5W	3500 при -25°	30000 при -30°	3,8	-	-
1	2	3	4	5	6
10W	3500 при -20°	30000 при -25°	4,1	-	-
15W	3500 при -15°	30000 при -20°	5,6	-	-
20W	4500 при -10°	30000 при -15°	5,6	-	-
25W	6000 при -5°	30000 при -10°	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:*

\*- это значение для всесезонных масел OW-40, 5W-40, 10W-40;

\*\* - это значение для сезонных масел SAE40 и всесезонных 15W-40, 20W-40, 25W-40

В соответствии с классификацией по SAE шесть классов относятся к зимним сортам OW, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W, о чем в маркировке указывает буква «W» (Winter)

Летние масла имеют классификацию вязкости 20, 30, 40, 50, 60, т.е. к летним сортам относятся пять классов.

Маркировка моторных масел осуществляется в соответствии с классификацией SAE по классам вязкости. Например SAE - 10W - это зимний сорт масла, характеризует низкотемпературные свойства масла.

Классу 10W соответствует минимальная температура запуска двигателя до -20°C (проворачивание табл.8) и подвижность. т.е. возможность прокачки по системе смазки до -25°C (прокачиваемость).

SAE - 30-летний сорт масла. При эксплуатации техники, при положительных температурах решающее значение имеет величина вязкости смазочного масла. Классу 30 соответствует вязкость при 100°C в пределах 9,3 -12,5 сСт (мм<sup>2</sup>/с)

Всесезонные масла имеют двойную маркировку, например, SAE10W-30 -это указывает на то, что при отрицательных температурах масло отвечает требованиям, предъявляемым к зимнему сорту масла 10W, а при положительных - к маслу класса 30.

Уровень эксплуатационных свойств определяется по классификации API (Американский институт нефти). В соответствии с ней моторные масла делятся на две категории:

Категория «S» - моторные масла для карбюраторных двигателей;

Категория «C» - моторные масла для дизельных двигателей;

В каждой категории масла подразделяются на группы по эксплуатационным свойствам и области применения.

Таблица 9

Классификация моторных масел по эксплуатационным свойствам

Группа масел по эксплуатационным свойствам	1 Рекомендуемая область применения
1	2
	Категория «S» (бензиновые двигатели)

SA	Двигатели, работающие в мягких условиях и не требующие масел с присадками.
SB	Двигатели старых моделей автомобилей, работающие в мягких условиях при умеренных нагрузках и требующие масел с противозадирными, противоокислительными и антиокислительными свойствами.
1	2
SC	Двигатели легковых автомобилей моделей 1964-1967гг. и некоторых грузовых автомобилей, работающих с умеренными нагрузками и требующие масел с удовлетворительными моющими, антиржавейными, антикоррозийными и противоизносными свойствами.
3D	Двигатели легковых автомобилей моделей 1969-1970 гг. и некоторых грузовых автомобилей, работающих в тяжелых условиях, требующие масел с повышенными моющими, антиржавейными, антикоррозийными и противоизносными свойствами.
SE	Двигатели легковых автомобилей 1972-1979 гг. и некоторых грузовых автомобилей, работающие в тяжелых условиях и требующие масел с высокими моющими, противоизносными, антиржавейными, антикоррозийными свойствами.
SF	Двигатели легковых автомобилей и некоторых грузовых автомобилей моделей 1980-1988 гг., работающие в тяжелых условиях на неэтилированном бензине и требующие масел с высокими антиокислительными, противоизносными и антиржавейными свойствами.
SG	Двигатели легковых и легких грузовых автомобилей моделей 1989г. и позже, требующих масла с высокими эксплуатационными свойствами, в том числе обеспечивающие снижение расхода топлива и низкий расход масла.
SH	Двигатели легковых и легких грузовых автомобилей моделей 1992г. и позже, требующие масел с высокими эксплуатационными свойствами, в том числе обеспечивающие снижение расхода топлива и низкий расход масла.
SJ	Двигатели легковых и легких грузовых автомобилей моделей 1996г. и позже, требующие масел с высокими эксплуатационными свойствами, в том числе обеспечивающие снижение расхода топлива и низкий расход масла.
Категория «С» (дизели)	
CA	Двигатели, работающие в мягких или умеренных условиях на малосернистом топливе и требующие масел с моющими и антикоррозийными свойствами.
CB	Двигатели без наддува, работающие на топливе с повышенным содержанием серы и требующие масел с моющими и антикоррозийными свойствами.
CC	Двигатели без наддува и с турбонадувом, работающие на топливе с повышенным содержанием серы и требующие масел с умеренными антикоррозийными и моющими свойствами.
, CD	Двигатели без наддува и с турбонадувом, работающие в том числе и на высокосернистом топливе и требующие масел с высокими моющими и противоизносными свойствами.
CD-2	Двухтактные двигатели, работающие в условиях, аналогичных для масел группы СД

CE	Форсированные двигатели с турбонаддувом, работающие в широком диапазоне скоростей и нагрузок
CF-2 CF-4	Высокооборотные четырехтактные двигатели грузовых автомобилей, отличающиеся малой эмиссией твердых частиц оксидов азота и требующие масел с очень высокими моющими свойствами и характеризующиеся малым расходом на угар.
CG	Двигатели выпуска 1995 г и позже, требующие масла с высокими эксплуатационными свойствами.

Чем выше группа масла, тем более высокими эксплуатационными свойствами обладают моторные масла.

Полная маркировка масел по международной сертификации содержит информацию по классу вязкости по системе SAE и соответствие определенному классу качества по API.

Пример, смазочное масло SAE-40 API SG. Данное масло имеет по SAE класс вязкости 40. Согласно классификации API категории "S". Масла этой категории предназначены для карбюраторных двигателей. По эксплуатационным свойствам относится к группе "G". Если моторное масло может быть использовано для карбюраторных и дизельных двигателей, маркировка по API дробная. Например, SAE 15W-40 API SG/CF-4, смазочное масло всесезонное для карбюраторных двигателей (категория "S"). Может быть использовано и для дизельных двигателей (на что указывает в знаменателе категория "C"), по эксплуатационным свойствам соответствует маслам класса CF-4.

Имеются нормалы (таблица 10) соответствия вязкостных групп масел Российской классификации и сертификации по SAE.

Таблица 10

Соответствие классов вязкости моторных масел.

ГОСТ 17479.1-85	SAE J-300	ГОСТ 17479.1-85	SAE J-300
3з	5W	20	50
4з	10W	3з/8	5W/20
5з	15W	4з/6	10W/20
6з	20W	4з/8	10W/20
6	20	4з/10	10W/30
8	20	5з/12	15W/30
10	30	5з/14	15W/40
12	30	6з/10	20W/30
14	40	6з/14	20W/40
16	40	6з/16	20W/40

### Трансмиссионные масла

Это масла, которые имеют специфические эксплуатационные свойства, определяемые условиями их работы.

Удельные нагрузки на поверхностях трения в полюсе зацепления цилиндрических и конических передач достигают 1500-2000 МПа, а в гипоидных - более 2500 МПа. Под действием таких нагрузок условия для гидродинамической смазки резко ухудшаются, масло выдавливается во время контакта зубьев. Поэтому одно из основных требований, предъявляемых к трансмиссионным маслам - это противозадирные, противоизносные свойства.

В зависимости от вязкости и эксплуатационных свойств трансмиссионные масла, согласно ГОСТ 17479.2-85-разделяются по классам и группам. В зависимости от уровня вязкости масла разделяют на четыре, класса (табл. 11)



Классы вязкости трансмиссионных масел

Класс вязкости	Кинематическая вязкость при 100°С мм <sup>2</sup> /с	Максимальная температура, при которой динамическая вязкость ≤150 Па·с, °С
9	6,00-10,99	-45
12	11,00-13,99	-35
18	14,00-24,99	-18
34	25,00-41,00	-

В зависимости от эксплуатационных свойств и области применения масла для трансмиссий делятся на пять групп:

1 группа - минеральные масла без присадок; применяются для цилиндрических, конических и червячных передач, работающих при контактных напряжениях от 900 до 1600 МПа и температуре масла в объеме до 90°С.

2 группа - минеральные масла с противоизносными присадками; применяются для тех же передач, но при контактных напряжениях до 2100 МПа и температуре масла в объеме до 130°С.

3 группа - минеральные масла с противозадирными присадками умеренной эффективности: применяются для цилиндрических, конических, спирально-конических и гипоидных передач, работающих при контактных напряжениях до 2500 МПа и температуре масла в объеме до 150°С.

4 группа - минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности; применяются для цилиндрических, спирально-конических и гипоидных передач, работающих при контактных напряжениях до 3000 МПа и температуре масла в объеме до 150°С.

5 группа — минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности и с многофункциональной композицией присадок, а также универсальные масла, предназначенные для гипоидных передач, работающих с ударными нагрузками при контактных напряжениях выше 3000 МПа и температуре масла в объеме до 150°С.

Обозначение трансмиссионных масел состоит из трех групп знаков, разделенных дефисом. Первая группа состоит из букв "ТМ" - трансмиссионное масло: одна цифра, характеризующая принадлежность к группе по эксплуатационным свойствам, третья группа - цифры, указывающие на принадлежность к классу вязкости. К классу вязкости может присоединяться как индекс буква "З" - загущенное.

Примеры обозначения трансмиссионных масел:

**ТМ-3-18** - трансмиссионное масло, принадлежащее к третьей эксплуатационной группе и имеющее кинематическую вязкость при 100°С в пределах 14,0—24,99 мм<sup>2</sup>/с.

**ТМ-5-9з** - трансмиссионное масло, пятая эксплуатационная группа, кинематическая вязкость в пределах 6-10,99 мм<sup>2</sup>/с при 100°С, содержит загущающую присадку

**Масло ТМ-5-12рк** – универсальное, всесезонное, рабоче-консервационное трансмиссионное масло, предназначено для всесезонной эксплуатации в холодной климатической зоне и для зимней - в средней полосе. Масло представляет собой глубокоочищенную низkozастывающую нефтяную основу, в состав которой вводят композицию присадок: противозадирные, противоизносные, антиокислительные, антипенные, а также консервационную присадку. Предназначено для смазывания поверхностей при консервации и для эксплуатации трансмиссий транспортных средств, имеющих гипоидные, спирально-конические, червячные и цилиндрические передачи. Температурный диапазон работоспособности масла от - 40°С до +140°С.

**Масло ТАД-17И** - (маркировка, принятая в нормативно-технической документации) получают смешением остаточного и дисциллатного масел. Содержит присадки,

улучшающие антиокислительные, антиржавейные и противопенные свойства. Благодаря хорошему индексу вязкости и депрессорной присадке масло работоспособно до температуры 25°C, верхний температурный предел длительной работоспособности достигает 130-140°C. Предназначено для смазывания гипоидных передач ведущих мостов и коробок передач легковых автомобилей ВАЗ, ГАЗ, АЗЛК.

**Масло ТСП-15К** - представляет собой остаточное масло с небольшим добавлением дистиллятного и композицией присадок, улучшающих противозадирные, противоизносные, низкотемпературные и антипенные свойства. Применяется как единое масло для коробок передачи (двухступенчатый редуктор с цилиндрическими и спирально-коническими шестернями) автомобиля КАМАЗ. Длительно работоспособно при температурах от - 20°C до + 130°C.

В классификации SAE (табл.№ 12) трансмиссионные масла делятся на шесть классов. Первые три - для летних условий. Всесезонные трансмиссионные масла имеют дробную индексацию, например 80W/90.

Таблица 12

Классы вязкости трансмиссионных масел по SAE.

Класс вязкости	Кинематическая вязкость при 100°C мм <sup>2</sup> /с.		Температура, при которой динамическая вязкость не превышает 150 Па•с, °C
	не менее	не более	
75W	4,2	-	-40
80W	7,0	-	-26
85W	11,0	-	-12
90	13,5	24,0	-
140	24,0	41,0	-
250	41,0	-	-

Соответствие классов вязкости по ГОСТ 17479.2-85 и классификации SAE приведено в таблице 13

Таблица 13.

Соответствие классов вязкости.

Класс вязкости ГОСТ 17479.2-85	Вязкость по SAE
9	75W
12	80W/85W
18	90
34	140

В соответствии с классификацией API, трансмиссионные масла по уровню эксплуатационных свойств делятся на шесть групп в зависимости от условий работы узла трения.

Группа GL-1 - минеральные масла без присадок или с комплексом присадок, включающее антиокислительную, антикоррозионную и антипенную: применяются в агрегатах с цилиндрическими, спирально-коническими и червячными передачами, работающих в условиях низких, скоростей и нагрузок.

Группа GL-2 - минеральные масла с комплексом присадок дополненными антифрикционными присадками: применяется в агрегатах с червячными передачами, работающими в условиях низких скоростей и нагрузок.

Группа GL-3 - минеральные масла с комплексом присадок группы GL-2, дополненным пртивоизносными и пртивозадирными присадками: применяются в

трансмиссиях со спирально-коническими передачами, работающих в умеренно жестких условиях по скоростям и нагрузкам.

Группа GL-4 - минеральные масла с комплексом присадок, дополненным высокоэффективной противозадирной присадкой; применяются для трансмиссий с гипоидными передачами, работающими в условиях больших скоростей и малых крутящих моментов или при малой скорости и высоком крутящем моменте

Группа GL-5 - минеральные масла с комплексом присадок дополненной серофосфоросодержащей присадкой; применяются в гипоидных передачах, работающих в условиях больших скоростей и малых крутящих моментов, а также при наличии ударных нагрузок на зубья колес при высоких скоростях скольжения.

Группа GL-6 - минеральные масла с серофосфоросодержащей присадкой в большем количестве, чем в маслах группы CL-5; применяются в гипоидных передачах с большим вертикальным смещением осей зубчатых колес (до 25% диаметра ведомой шестерни), что создает условия для достижения высоких крутящих моментов при повышенных скоростях и ударных нагрузках.

Масла групп GL-4 и GL-5 представляют группу универсальных трансмиссионных масел, обеспечивающих работу трансмиссий с гипоидными и другими типами главных передач автомобилей.

Соответствие эксплуатационных свойств трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2-85 и классификации API приведено в таблице 14.

Таблица 14.

Соответствие эксплуатационных свойств

Группа свойств ГОСТ 17479.2-85	Группа по API
TM -1	GL-1
TM -2	GL-2
TM -3	GL-3
TM -4	GL-4
TM -5	GL-5

Необходимо помнить, что нет полного соответствия между трансмиссионными маслами, выпускаемыми по ГОСТ 17479.2-85 и по требованиям классификаций SAE и API. В таблицах приведены приближенные соответствия, устанавливаемые по ряду показателей. Каждая фирма, изготавливающая смазочные материалы, присваивает своим маслам различные наименования и марки, но все они должны отвечать требованиям классификаций SAE и API.

#### **Другие масла для агрегатов автомобиля.**

Имеются в виду гидравлические масла (жидкости), масла для гидромеханических передач, масла для амортизаторов.

Масла в гидромеханических передачах, гидравлические масла, выполняют роль рабочего тела. способного быстро передавать усилия.

Условия работы масел жесткие. Находясь в таких тяжелых условиях эти масла должны отвечать ряду требований, обладать соответствующими эксплуатационными свойствами, чтобы обеспечить безотказную работу этих систем.

Амортизаторные масла являются рабочим телом в гидравлических амортизаторах. При работе амортизаторов жидкость под давлением с большой скоростью перетекает из одной полости в другую. При этом она поглощает кинетическую энергию колебания рамы машины. В условиях эксплуатации температура амортизаторной жидкости изменяется в очень широком диапазоне: от температуры окружающего воздуха (-50°C) до температуры +120-140°C во время работы. Давление в амортизаторах достигается 0.8-1,2 Мпа.

Эти жидкости должны обладать своими, специфическими свойствами. Следует разобраться в условиях их работы, и, как следствие, в эксплуатационных свойствах этих масел. Ознакомиться необходимо с их маркировкой, знать какую информацию несет каждое обозначение, компонентный состав этих жидкостей.

### **Пластичные смазки.**

Изучая тему о пластичных смазках, следует разобраться в каких случаях и почему надо применять густые мазеобразные пластичные смазки вместо жидких масел.

Особое внимание обратите на характер применяемого загустителя и влияние его на эксплуатационные свойства консистентных смазок. Внимательно изучите определение понятия вязкости смазок.

Необходимо знать, что после перехода предела прочности смазка необратимо деформируется и начинается ее течение. Вязкостью или внутренним трением называется свойство консистентной смазки оказывать сопротивление при течении. Вязкость при постоянной температуре является переменной величиной, зависящей от скорости деформации. Эту вязкость называют эффективной вязкостью. Среднюю скорость деформации смазки принимают равной ее значению для жидкости, которая при тех же условиях опыта дает тот же режим течения, что и у смазки.

Эффективная вязкость выражается в Па·с и определяется отношением напряжения сдвига к средней скорости деформации.

Остальные показатели качества пластичных смазок затруднений при изучении не вызывают.

Студент должен знать марки пластичных смазок по действующим ГОСТам, их назначение, а также необходимость применения смазки для механизмов и деталей и зависимости от различных условий эксплуатации. Обратите внимание на многоцелевые смазки, новые виды смазок.

### **Технические жидкости**

К техническим жидкостям для автомобилей относятся охлаждающие жидкости, тормозные жидкости, пусковые, моющие и очистительные составы.

Работоспособность двигателя во многом зависит от эффективности жидкостной системы охлаждения. Через систему охлаждения отводится до 25% от общего количества тепла, выделяющегося при сгорании топлива. Надежность работы системы охлаждения зависит от химических и физических свойств применяемой жидкости.

В этом разделе следует обратить внимание на специфические свойства низкозамерзающих охлаждающих жидкостей: почему для разбавления, для восполнения жидкости добавляют только дистиллированную воду, для улучшения антикоррозионных свойств в жидкости добавляют присадки (этиленгликоль - коррозионно-активное вещество). Последний момент следует учитывать при слишком длительном использовании охлаждающей жидкости.

Тормозная система с гидравлическим приводом устанавливается на всех легковых автомобилях и ряде грузовых. При работе гидравлического привода тормозной системы автомобиля давление жидкости в системе достигает 10-20 МПа. В колесных тормозных цилиндрах за счет тепла от трения тормозных колодок жидкость нагревается до 60-80°C. При этих условиях жидкость должна обеспечивать моментальную передачу усилия при нажатии на педаль тормоза на поршень главного тормозного цилиндра. Этими условиями определяется компонентный состав жидкостей, эксплуатационные свойства.

При знакомстве с моющими, очистительными и промывочными жидкостями обратите внимание на их компонентный состав, эффективность действия, технологию применения. Здесь следует учесть материал деталей и состав жидкостей, чтобы исключить коррозионное воздействие отдельных компонентов применяемых растворов.

Итак, к отдельным жидкостям применяются требования, которые зависят от специфических условий работы в той или иной системе. Только с этой точки зрения необходимо рассматривать вопросы задания по этому.

### Основная литература.

1. Алексеев В. Н., Кувайцев И. Ф. Автотранспортные эксплуатационные материалы. - М.: Воениздат, 1979. - 214с.
2. Гулин Е. И., Сомов В. А., Чечот И. М. Справочник по горюче-смазочным материалам в судовой технике. - Л.: Судостроение, 1981. — 320с.
3. Гуреев А. А., Иванова Р. Я., Щеголев Н. В. Автомобильные эксплуатационные материалы. -М.: Транспорт, 1974. - 277с.
4. Васильева Л. С. Автомобильные эксплуатационные материалы. - М.: Транспорт, 1986. - 279с.
5. Васильева Л. С. Краткий справочник по автомобильным эксплуатационным материалам. -М.: Транспорт, 199. - 120с.
6. Обельницкий А. М. Топлива и смазочные материалы. - М.: Высшая школа, 1982.-208с.

### ОГЛАВЛЕНИЕ:

1. Задачи изучения дисциплины.	3
2. Краткие сведения о химмотологии.	3
3. Нефть и ее переработка на топлива и смазочные масла.	3
4. Жидкие топлива для карбюраторных двигателей.	4
5. Дизельные топлива.	5
6. Тяжелые топлива.	8
7. Жидкие котельные топлива.	10
8. Газовые топлива	11
9. Перспективные топлива для ДВС.	12
10. Моторные масла.	14
11. Российская маркировка моторных масел.	19
12. Международная классификация моторных масел.	21
13. Трансмиссионные масла	24
14. Другие масла для агрегатов автомобиля.	27
15. Пластичные смазки.	28
16. Технические жидкости	28
17. Основная литература.	30