

Эксплуатационные материалы



Кафедра «Технология и оборудование переработки продукции АПК»

Лекционный курс

Автор

Московский М.Н.

Управление дистанционного обучения и повышения квалификации

Аннотация

Лекционный курс предназначен для магистров направления 190100 очной формы обучения

Автор

Московский Максим Николаевич

кандидат технических наук, доцент

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЛЕКЦИЯ 1. Введение.....	6
Химический состав нефти.....	7
Способы переработки нефти.....	8
Наименование основных нефтепродуктов.....	12
ЛЕКЦИЯ 2. Эксплуатационные свойства дизельных топлив. Основные свойства.....	19
Фракционный состав.....	19
Воспламеняемость/цетановое число.....	20
Испаряемость.....	21
Вязкость и плотность.....	22
Низкотемпературные свойства.....	22
Степень чистоты дизельных топлив.....	22
Характеристики дизельного топлива (ГОСТ 305–82).....	26
Характеристики дизельного экспортного топлива (ТУ 38.401-58-110–94).....	28
Приложение 1.....	30
Приложение 2.....	31
ЛЕКЦИЯ 3. Трансмиссионные масла Эксплуатационные свойства трансмиссионных масел.....	37
Условия работы и требования, предъявляемые к трансмиссионным маслам.....	37
Классификация и ассортимент трансмиссионных масел.....	39
Зарубежная классификация трансмиссионных масел.....	45
Масла для гидромеханических передач.....	47
Приложение 1.....	50
Приложение 2.....	55

ЛЕКЦИЯ 4. Эксплуатационные свойства смазочных материалов. ...	60
Классификация смазочных материалов.....	60
Основные свойства пластичных смазок	63
Классификация смазок	66
Эксплуатационные свойства и ассортимент пластичных смазок.....	68
Приложение 1	75
Приложение 2	77
ЛЕКЦИЯ 5. Эксплуатационные свойства и ассортимент охлаждающих жидкостей.....	78
Охлаждающая жидкость - рекомендации по использованию	81
ЛЕКЦИЯ 6. Клеящие материалы.....	86
Общие требования по применению клеев.....	86
Общая классификация клеящих материалов.....	86
Ассортимент клеящих материалов	87
ЛЕКЦИЯ 7. Альтернативные топлива	92
Синтетические спирты.....	93
Метилтретичнобутиловый эфир	94
Газовые конденсаты	95
Водород.....	96
ЛЕКЦИЯ 8 Конструкционные и ремонтные материалы.....	98
Лакокрасочные и защитные материалы. Назначение и требования к ЛКМ	98
Состав ЛКМ.....	99
Способы нанесения ЛКМ	100
Классификация лакокрасочных покрытий	101
Основные показатели качества ЛКМ и их покрытий.....	101

Маркировка ЛКМ	103
Способы нанесения и сушки лакокрасочных материалов	107

ЛЕКЦИЯ 1. Введение.

Виды топлива и нефтепродуктов. Основное сырье для получения топлива и масел и методы их получения.

В настоящее время, когда во всем мире наблюдается рост цен на нефтепродукты, становится острой проблема рационального расходования особенно таких материалов, как топлива и масла.

Автомобильный транспорт активно применяется в сельском хозяйстве. К эксплуатационным материалам, применяемым на автомобильном транспорте, относятся жидкие и газообразные топлива, смазочные и конструкционно-ремонтные материалы, а также специальные жидкости.

Автомобильный транспорт использует значительную часть производимых продуктов переработки нефти и газа. В себестоимости автомобильных перевозок затраты на топливо и смазочные материалы составляют более 20 % и существенно зависят от уровня эксплуатации автотранспортной техники.

Правильный выбор и рациональное использование эксплуатационных материалов во многом определяют надежность и долговечность техники, затраты на ее обслуживание и ремонт. Ошибка при выборе моторного масла может привести в лучшем случае к сокращению срока службы двигателя, в худшем — к его поломке.

Выбор и правильное применение масла осложняются зачастую тем, что технической документацией на некоторые машины предусматривается большое число марок смазочных материалов. Поэтому унификация их и использование заменителей могут иметь большое значение для упрощения эксплуатации автомобильной техники.

В сельхозтехнике имеется большое число узлов и механизмов, где применяются пластичные смазки, разнообразие которых также предполагает грамотное их использование.

Выбор смазочных материалов более высокого качества, чем требуется, ведет к неоправданному увеличению затрат. Применение же материала с более низкими качествами неизбежно приводит к сокращению сроков службы сельхозтехники и перерасходу самого материала.

Проблемы использования топлива и смазочных материалов настолько важны, что возникла наука — химмотология, которая изучает свойства, качество и рациональное использование горючих и смазочных материалов в технике, устанавливает требование к горюче-смазочным материалам (ГСМ), что способствует разработке новых сортов, методов испытаний и унификации ГСМ.

Хорошее лакокрасочное покрытие не только придает сельхозтехнике красивый внешний вид, но предохраняет их от воздействия внешней среды и преждевременного разрушения. Постоянное воздействие снега, дождя, соли, а также песка и мелких камней приводит к старению и постепенному разрушению покрытия. Грамотная противокоррозионная обработка современными защитными материалами позволяет продлить этот срок до 12 лет и более.

Автомобильные топлива являются источником тепловой энергии, которая в двигателях внутреннего сгорания преобразуется в механическую. Топлива делятся на жидкие и газообразные. Жидкие топлива подразделяются на бензины и дизельные топлива, а газовые — на сжиженные и сжатые. Основным источником получения жидких и газообразных топлив является нефть.

Химический состав нефти

Нефть представляет собой сложную смесь жидких органических веществ, в которых растворены различные твердые углеводороды и смолистые вещества. Главными элементами нефти являются углерод и водород. Содержание углерода колеблется от 83,5 до 87 %, водорода — от 11,5 до 14 %. Также в нефти присутствуют сера, кислород и азот — в сумме не более 3 %.

Основными компонентами нефти являются углеводороды, которые принадлежат к следующим гомологическим рядам:

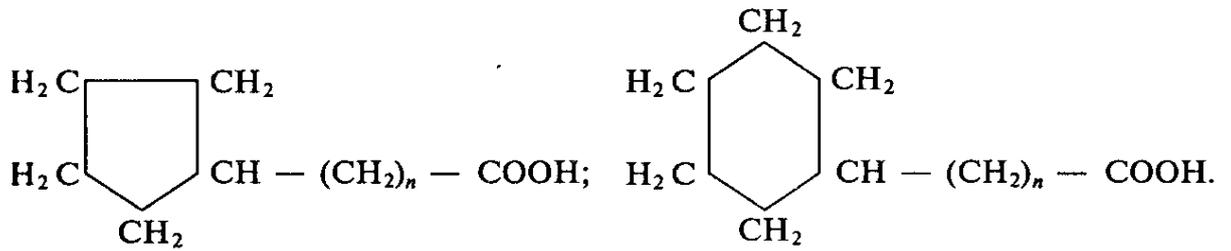
C_nH_{2n+2} — алканы (насыщенные углеводороды);

C_nH_{2n} — нафтены (алициклические углеводороды);

C_nH_{2n-6} — арены (ароматические углеводороды).

Непредельных углеводородов в сырой нефти нет. Кроме углеводородов в нефти присутствуют кислородные, сернистые и азотистые соединения.

Кислородные соединения представлены карбоновыми кислотами, эфирами, фенолами и т. п. Основная их часть сосредоточена в высококипящих фракциях, начиная с керосиновой. Карбоновые кислоты присутствуют в нефти, всех топливах и смазочных материалах; больше всего в нефтепродуктах нафтеновых кислот:



Они представляют собой жидкости, которые могут корродировать металлы.

Сернистые соединения увеличивают расход топлива, оказывают вредное воздействие на окружающую среду. Сернистые соединения, входящие в состав нефти, по фракциям переработки распределены неравномерно. В нефтяных остатках их содержится до 90 %. Сернистые соединения нефти делятся на активные и неактивные. К активным, которые взаимодействуют с металлами при комнатной температуре, относятся элементарная сера, сероводород и меркаптаны.

Неактивные сернистые соединения, к которым относятся сульфиды и дисульфиды, при нормальных условиях не вступают в реакцию с металлами.

В малосернистых нефтях содержание сернистых соединений достигает 0,5 %, а в сернистых до 5 %. После перегонки в бензиновых фракциях содержится до 0,15 % неактивных сернистых соединений, в керосиновых — до 1 %.

Азотистые соединения содержатся в нефти в небольших количествах и концентрируются, главным образом, в тяжелых фракциях. Азотистые соединения делятся на основные и нейтральные. Основные азотистые соединения отделяют обработкой слабой серной кислотой.

Азотистые соединения термически стабильны и не оказывают заметного влияния на эксплуатационные свойства нефтепродуктов. Однако при хранении дизельных топлив они вызывают усиленное смолообразование.

Способы переработки нефти

Очистка нефтепродуктов - для получения необходимых товарных качеств все нежелательные соединения должны быть удалены. Методы очистки делятся на химические и физические. В первом случае очищаемые нефтепродукты вступают в химические реакции с реагентом, во втором очистка основана на физических процессах.

ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ОЧИСТКИ

ХИМИЧЕСКИЕ: ОЧИСТКА ЩЕЛОЧЬЮ, ОЧИСТКА СЕРНОЙ КИСЛОТОЙ, ОЧИСТКА ОСОРБЕНТАМИ.

ГИДРООЧИСТКА

СЕЛЕКТИВНАЯ ОЧИСТКА

К основным способам получения топлив из нефти относятся *прямая перегонка (дистилляция), термический и каталитический крекинг, гидрокрекинг и каталитический риформинг.*

Прямая перегонка заключается в нагреве нефти при атмосферном давлении и выделении фракций, различающихся температурами кипения. При температуре от 35 до 200 °C отбирают бензиновую фракцию, от 200 до 300 °C — дизельное топливо. Остаток после перегонки — мазут (до 80 %), который поступает в куб дистилляционной колонны, работающей под вакуумом. При этом верхний слой представляет собой соляровый дистиллят (температура кипения 280—300 °C), который является исходным сырьем для крекинг-бензинов и дистилляционных масел: промышленных, цилиндрических, моторных и т. д.

Термический и каталитический крекинг используют для увеличения выхода легких фракций из нефти. Исходным сырьем служит соляровая фракция, представляющая собой смесь углеводородов с числом атомов углерода от 16 до 20, при нагревании которой до 450—550 °C в присутствии катализатора (алюмосиликат) или без него происходит расщепление углеводородов.

Сырьем для *термического крекинга* является полугудрон — остаток после недостаточно полного отгона масляных фракций. При этом выход бензина составляет 30—35 %. Термический крекинг сопровождается образованием ненасыщенных углеводородов, поэтому бензины термического крекинга характеризуются низкой химической стабильностью и невысокой детонационной стойкостью. На современных заводах термический крекинг не применяется.

Основным методом получения бензина является *каталитический крекинг*. Бензины каталитического крекинга содержат около 50 % изоциклических и ароматических углеводородов, а также 20—25 % алициклических. Содержание ненасыщенных углеводородов не превышает 5—9 %. Поэтому эти бензины имеют более высокую детонационную стойкость и химическую стабильность.

Эксплуатационные материалы

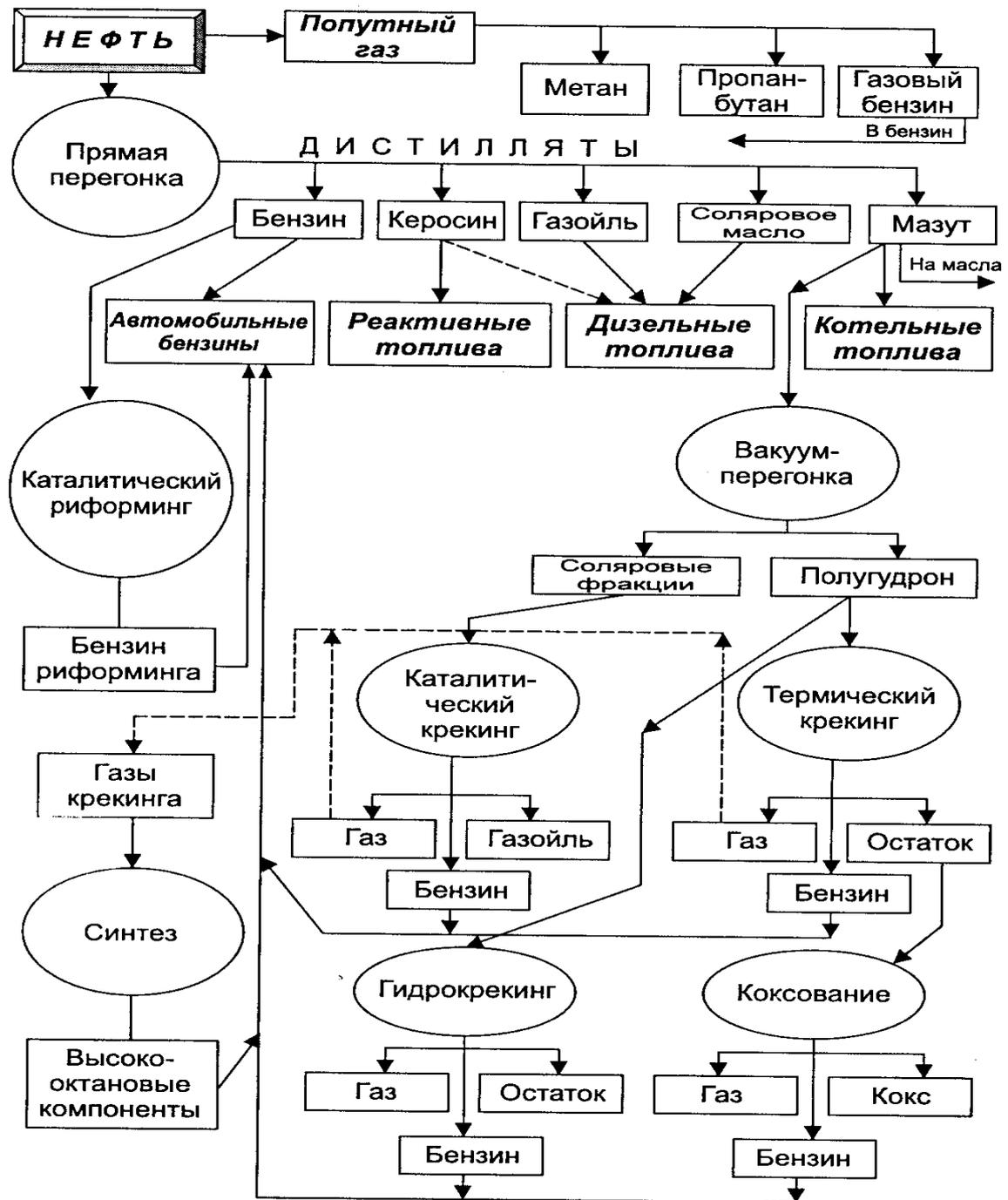


Схема переработки нефти

Каталитический крекинг позволяет получить бензины с октановым числом до 98 и протекает при температуре 450—550 °С и присутствии водорода с алюмомолибденовым или алюмошга-ти новым катализатором при давлении 3 МПа.

Гидрокрекинг происходит при давлении до 20 МПа и температуре 480—500 °С в среде водорода с катализатором, благодаря чему ненасыщенные

углеводороды не образуются, и полученный бензин имеет высокую химическую стабильность. Сырьем служит полугудрон.

Для улучшения качества бензина прямой перегонки используют каталитический риформинг, который протекает в присутствии водорода при температуре 460—510 °С и давлении 4 МПа. При этом происходит перестройка молекул, что ведет к образованию ароматических углеводородов (бензола, толуола, ксилолов и др.) из алканов и нефтенов и повышению детонационной стойкости.

Коксование тяжелых фракций процессов крекинга проводится при температуре 550 °С и атмосферном давлении. При этом образуются кокс, газообразные углеводороды и жидкая фракция, из которой извлекается бензин.

Синтезирование побочных газообразных продуктов крекинга и коксования направлено на получение высокооктановых компонентов: изооктана, алкилата, алкилбензола и других нефтепродуктов, которые используются в качестве добавок при получении технических сортов бензина.

Очистка автомобильных топлив является заключительной стадией подготовки базовых продуктов. Их необходимо очистить от избытка сернистых соединений, органических кислот и смолисто-асфальтеновых веществ. Для удаления сернистых соединений применяют метод гидроочистки при температуре до 300—430 °С и давлении 5—10 МПа в присутствии катализатора и водорода. Карбоновые кислоты нейтрализуют щелочью с последующей промывкой водой и сушкой.

Зимние сорта дизельного топлива получают удалением из жидкой фазы растворенные твердые углеводороды. Этот процесс — депарафинизация обеспечивает понижение температуры застывания дизельного топлива.

Эталонным топливом принято топливо теплота сгорания 1 кг или 1м³ которого равняется 29307 кДж/кг

Горение – быстро протекающая химическая реакция соединения топлива и окислителя, которая сопровождается выделением тепла и излучением света (диффузией, теплообменом, гидро и газодинамическими процессами).

По агрегатному составу горения различают

- гомогенное горение
- гетерогенное горение (нормальное и взрывное)

Наименование основных нефтепродуктов

Бензин автомобильный		
Мазут		
Керосин. Топливо реактивное		
Печное топливо		
Дизельное топливо		
Битум		
Нефтехимия. Растворители нефтяные		
Продукты оргсинтеза. Ароматика		
Газы сжиженные		
Гидравлические масла		
Индустриальные масла		
Моторные масла		
Трансформаторные масла		
Трансмиссионные масла		
Компрессорные масла		
Авиационные, турбинные масла		

Вакуумные масла, судовые		
Масла, смазки и спец. жидкости разные. СОЖ		
Углеводороды твердые		
Мазут М-100		
МТБЭ		
Газовый конденсат		
Печное топливо бытовое темное		
Нефть качества ГОСТ		

Пример ХИММОТОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ комплекта составных частей с/х приспособления для уборки подсолнечника

№ позиции	Наименование, индекс сборочной единицы. Место смазки	Количество сборочных единиц в изделии, шт.	Наименование и обозначение марок ГСМ			заправляемых в изделие при смене или пополнении (кол-во точек)	Периодичность Смены (пополнения) ГСМ, ч	Примечание
			Основные	Дублирующие	Зарубежные *			
1 Смазки (в килограммах)								
1.1	Предохранительная муфта шнека ПСП-10.01.01.260 Втулки	1	Смазка Литол-24 (МЛи4/12-3)	Смазка № 158М (МкМ ₁ -М ₂ 4/12Гд1-3)		0,012 (2)	60	
1.2	Редуктор ПСП-10.01.01.070 ПСП-10.01.01.080 ПСП-10.01.01.090	2 5 1	Смазка Литол-24 (МЛи4/12-3)	Смазка № 158М (МкМ ₁ -М ₂ 4/12Гд1-3)		4,000(8)	240 или 1 раз в сезон	
1.3	Сферические		Смазка	Смазка № 158М		0,030(3)	-	Смена и пополнение в

Эксплуатационные материалы

	поверхности подшипников		Литол-24 (МЛи4/12-3)	(МкМ ₁ -М ₂ 4/12Гд1-3)				процессе эксплуатации не производится
2 Специальные жидкости (в килограммах)								
2.1	Резьбовые детали натяжного устройства, шлицевые концы валов редукторов		Смазка пушечная (ЗТ 5/5-5)	Микровосковой состав ЭВД-13 или ИВВС-706М или другие согласно ГОСТ 7751		1,000 кг	Срок хранения без переконсе рвации один год	

Смазка и техобслуживание

Интервал Техобсл.	Номер действ.	Описание	Проверка	Чистка	Смазка	Замена	Регулировка	Слив
Каждые 10 часов или ежедневно	1	Передняя решетка		X				
	1	Радиатор гидравлического масла		X				
	1	Радиатор трансмиссионного масла		X				
	1	Конденсатор кондиционера		X				
	1	Радиатор		X				
	1	Топливный охладитель		X				
	2	Уровень охлаждающей жидкости	X					
	3	Натяжение ремня вентилятора двигателя	X					
	4	Натяжение ремня водяного насоса двигателя (только 2360 и 2425)	X					
	5	Натяжение ремня воздушного компрессора	X					
	6	Натяжение ремня генератора переменного тока (только 2360 и 2425)	X					
	7	Уровень моторного масла	X					
	8	Топливный фильтр						X
	9	Уровень гидравлического масла	X					
	10	Уровень трансмиссионного масла	X					
	11	Уровень в тормозном резервуаре	X					
	12	Тормоза					X	
	13	3-х точечная сцепка (опция)			X			
	14	Нижний штифт шарнирного соединения			X			
	15	Передний штифт цилиндра рулевого управления (2)			X			
16	Задний штифт цилиндра рулевого управления (2)			X				
17	Верхний шрифт шарнирного соединения			X				
18	Передний шрифт продольной рулевой тяги (2)			X				
19	Задний шрифт продольной рулевой тяги (2)			X				
20	Подшипник ведущего вала задней оси			X				
Каждые 50 часов	21	Соединения двухочистителя	X					
	22	Воздушный фильтр кабины		X				
	23	Уровень масла дифференциала	X					
	24	Масло планетарной передачи ступицы	X					
	25	Давление воздуха в покрышках	X					
Каждые 250 часов	26	Моторное масло				X		
	26	Масляный фильтр двигателя				X		
	27	Фильтр охлаждающей системы				X		
	28	Уровень присадки DCA в двигателе	X					
	29	Топливный фильтр				X		
	30	Смотровое стекло кондиционера	X					
	31	Сливные шланги кондиционера		X				
	32	Крепежи комплекта противовесов (опция)	X					
Каждые 500 часов	33	Крепежи колеса	X					
	34	Соединения аккумулятора		X				
	35	Уровень электролита аккумулятора	X					
	36	Соединение стартерного аккумулятора	X					

Эксплуатационные материалы

	37	Воздушный фильтр предварительной очистки двигателя		X				
	38	Клапан топливного бака		X				
	39	Всасывающий гидравлический фильтр		X				
	40	Сапун гидравлического бака		X				
	41	Гидравлический фильтр				X		
	42	Трансмиссионный фильтр				X		
	43	Масло дифференциала				X		
	44	Масло планетарной передачи ступицы				X		
	45	Болты, устанавливаемые на оси	X					
	46	Сменные блоки тягового крюка	X					
	47	Входная крестовина и подшипник трансмиссии (только 2290, 2335, 2360* и 2375*)			X			
	47	Крестовина и подшипник задней оси (только 2290, 2335, 2360* и 2375*)			X			
	47	Крестовина и подшипник шарнира карданной передачи задней оси (только 2290, 2335, 2360* и 2375*)			X			
	47	Задняя выходная крестовина и подшипник трансмиссии (только 2290, 2335, 2360* и 2375*)			X			
	47	Передняя выходная крестовина и подшипник трансмиссии (только 2290, 2335, 2360* и 2375*)			X			
	47	Крестовина и подшипник передней оси (только 2290, 2335, 2360* и 2375*)			X			
	48	Вилка шарнира карданного вала задней оси			X			
	48	Вилка шарнира карданного вала ВОМ (опция)			X			
	48	Задняя вилка карданного вала ВОМ (опция)			X			
	48	Вилка входного карданного вала			X			
	48	Вилка переднего выходного карданного вала			X			
	49	Чистка трактора		X				
Каждые 1000 часов	50	Наружный воздушный фильтрующий элемент двигателя				X		
	50	Внутренний воздушный фильтрующий элемент двигателя				X		
	51	Воздушный фильтр кабины				X		
Каждые 1500 часов	52	Трансмиссионное масло				X		
	53	Всасывающий фильтр трансмиссии (только 12х4 Quad shift III)		X				
	54	Крепления трансмиссии	X					
	55	Гидравлическое масло				X		
	56	Крепления двигателя	X					
	57	Соединения турбокомпрессора двигателя	X					
	58	Шланги радиатора и системы обогрева	X					
59	Крепления кабины	X						
Каждые 2000 часов	60	Охлаждающая жидкость двигателя				X		
Согласно предупредительной лампочке	61	Наружный элемент воздушного фильтра двигателя		X				
По требованию	62	Прожектор / лампы				X		
	63	Аварийная лампа, устанавливаемая на крышу				X		

Эксплуатационные материалы

нию	64	Лампа тормоза				X		
	65	Предохранители /реле				X		
	66	Установки дроссельного соединения	X					
	67	Педаля замедлителя					X	
	68	Пол кабины		X				
	69	Сидение оператора и обивка		X				
	70	Промывочная жидкость стеклоомывателя	X					
	71	Щетка стеклоочистителя				X		
	72	Тормозная жидкость				X		
	73	Емкость для эфира				X		
	74	Топливные баки						X
	75	Установка колеса					X	
	76	Хранение					X	

ЛЕКЦИЯ 2. Эксплуатационные свойства дизельных топлив. Основные свойства.

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

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

Испаряемость и теплотворность дизельных топлив различных марок дизельных топлив варьируется в узких пределах, определяется плотностью, фракционным составом (температурой выкипания 50 и 90% объема при перегонке по методу ГОСТ 2177-99 ASTM D 286) и слабо влияют на работу дизеля.

Фракционный состав

Фракционный состав дизельного топлива, равно как и бензина, определяют (ГОСТ 2177-82) нагреванием 100 миллилитров топлива в специальном приборе. Образующиеся пары охлаждают, конденсат собирают в мерный цилиндр. В процессе разгонки фиксируют температуру выкипания 50% и 96% топлива. От фракционного состава зависят качество распыливания и полнота сгорания. Если в дизельном топливе много легких углеводородов, нарушается процесс сгорания. Тяжелое, высококипящее топливо при распылении образует более крупные капли, ухудшая качество горючей смеси и повышая расход топлива. При значительном утяжелении топлива увеличивается коксование распылителей форсунок и возрастает количество нагаров в зоне цилиндропоршневой группы. Современные форсированные дизели могут надежно работать только на топливе нормированного фракционного состава: температура выкипания 95% не должна быть выше 340-360 градусов по Цельсию (в зависимости от сорта).

С фракционным составом топлива тесно связана температура вспышки, при которой пары нефтепродукта с воздухом образуют горючую смесь, вспыхивающую при поднесении огня. Определяют температуру вспышки (ГОСТ 6356-75) в приборе закрытого типа. От температуры вспышки зависит пожарная опасность при транспортировании, хранении и применении дизельного топлива. Современные дизельные топлива имеют довольно низкую температуру вспышки (35-40 градусов по Цельсию), что достаточно для двигателей, используемых на открытом воздухе. Для двигателей, работающих в помещении, применяют специальный сорт топлива с температурой вспышки 65-80 градусов.

Воспламеняемость/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 отработанных газах двигателя.

С уменьшением задержки воспламенения процесс сгорания начинается раньше и содержание вредных составляющих в отработанных газах 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 альфаметилнафталина (в ряде стран, гептаметилноанола).

Цетановое число (ЦЧ) представляет со-бой содержание цетана в смеси, которая дает ту же задержку воспламенения, что и испытываемое 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. Быстроходные дизели со средней скоростью более 10 м/сек представляют более высокие требования к цетановому числу, чем дизели со средней скоростью менее 10 м/сек.

В общем случае, 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 отечественных быстроходных дизелей оптимальным цетановым числом является 40-50. В летнее время года могут успешно применяться топлива с октановым 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. Для расчета цетанового индекса используется номограмма (ASTM D 976).

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

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

В быстроходных дизелях цетановое число оказывает решающее влияние на процесс сгорания топлива. Оно характеризует максимальное значение цикла, экономичность и жесткость работы дизеля. В случае низкого цетанового числа используемого топлива значительно ухудшаются динамические показатели цикла, а следовательно, и дизеля в целом. Цетановое число определяет не только характер процесса сгорания при установившейся работе, но и пусковые качества топлива. Если оно ниже 40 единиц, запустить холодный двигатель не только в холодное, но и в теп-лое время года трудно. Нормальный пуск и мягкая работа дизелей в летнее время обеспечиваются топливом с цетановым числом около 45 единиц, в зимнее — 50 единиц. Более высокие значения цетанового числа для двигателей существующих конструкций не нужны, так как повышение уже не сказывается заметно на улучшении процесса сгорания.

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 двигателем 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 растёт диаметр капель, и ухудшаются условия сгорания, в результате чего увеличивается 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, в связи с чем варьируется в широких пределах.

Низкотемпературные свойства.

Низкотемпературные свойства топлив оцениваются показателями температуры застывания, помутнения и предельной температуры фильтруемости.

Температурой застывания определяют условия складского хранения топлив. Температурой помутнения и предела фильтруемости определяют условия применения топлив в изделиях техники.

Существует три способа получения дизельных топлив с низкой температурой застывания:

1. Снижение содержания 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, что 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 ДТ и увеличивать, таким образом, производство дизельного топлива. Данные технологии внедряются на НПЗ Компании.

Степень чистоты дизельных топлив

Степень чистоты дизельных топлив определяет эффективность и надежность работы топливной аппаратуры. 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 влияет 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 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 напрямую определяет уровень вредных составляющих в отработанных газах двигателя. С уменьшением содержания серы до уровня 0,035% и ниже (экологически чистые дизельные топлива) смазывающие свойства топлив снижаются, а их уровень регламентируется показателем «пятно износа» на машине трения. Поэтому в малосернистые топлива вводятся противоизносные присадки.

Уровень выбросов, в не меньшей степени, определяет содержание ароматических углеводородов.

Температура вспышки.

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

ГОСТ 305-82 предусматривает производство топлив для дизелей общего назначения с температурой вспышки не ниже 40оС, для судовых и тепловозных двигателей, горных машин с температурой вспышки не ниже 62 оС, 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.

Основные требования к дизтопливам

Дизельное топливо является сложной смесью парафиновых (10-40%), нафтеновых (20-60%) и ароматических (14-30%) углеводородов и их производных средней молекулярной массы 110-230, выкипающих в пределах 170-380 градусов по Цельсию. Температура вспышки составляет 35-80 градусов по Цельсию, застывания — ниже 5 градусов.

Для того чтобы обеспечить надежную, экономичную и долговечную работу дизельного двигателя, топливо для него должно отвечать следующим требованиям:

- хорошо прокачиваться для бесперебойной и надежной работы насоса высокого давления, иметь оптимальную вязкость, необходимые низкотемпературные свойства, не содержать воды и механических примесей;
- обеспечивать тонкий распыл и хорошее смесеобразование, для чего нужны оптимальные вязкость и фракционный состав;
- полностью сгорать, не образуя сажистых частиц, обеспечивать легкий запуск двигателя и "мягкую" работу;
- не вызывать повышенного нагарообразования на клапанах, кольцах и поршнях, закоксовывания форсунки и зависания иглы распылителя;
- не вызывать коррозии резервуаров, топливопроводов, деталей двигателя;
- при сгорании выделять возможно большее количество тепла и быть стабильным.

Нефтяные компании России вырабатывают дизельное топливо по ГОСТ 305-82 и ТУ предприятий: По ГОСТ 305-82 вырабатывается три марки дизельного топлива :

- Л – летнее, применяемое при температурах окружающего воздуха выше 0оС
- З – зимнее двух видов, применяемое соответственно при температурах до минус 20оС (температура застывания минус 25 оС) и минус 30 оС (температура застывания минус 35 оС)
- А - арктическое, применяемое при температурах до минус 50оС.

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 принято следующее условное обозначение дизельного топлива: летнее топливо заказывают с учетом содержания серы и температуры вспышки (Л-0,2-62), зимнее с учетом содержания серы и температурой застывания (З-0,2-минус 35). В условное обозначение арктического топлива входит только содержание серы: А-0,2.

Дизельное топливо (ГОСТ 305-82) получают компаундированием прямогонных и гидроочищенных фракций в соотношениях, обеспечивающих требования стандарта по содержанию серы. В качестве сырья для гидроочистки нередко используют смесь среднестиллятных фракций прямой перегонки и вторичных процессов, чаще прямогонного дизельного топлива и легкого газойля каталитического крекинга.

Содержание серы в прямогонных фракциях в зависимости от перерабатываемой нефти колеблется в пределах 0,8-1,0 % (для сернистых нефтей), а содержание серы в гидроочищенном компоненте - от 0,08 до 0,1 %.

Дизельное топливо предназначено для быстроходных дизельных и газотурбинных двигателей наземной и судовой техники. Условия смесеобразования и воспламенения топлива в дизелях отличаются от таковых в карбюраторных двигателях. Преимуществом первых является возможность осуществления высокой степени сжатия (до 18 в быстроходных дизелях), вследствие чего удельный расход топлива в них на 25-30 % ниже, чем в карбюраторных двигателях.

В то же время дизели отличаются большей сложностью в изготовлении, большими габаритами. По экономичности и надежности работы дизели успешно конкурируют с карбюраторными двигателями.

Дизельное экспортное топливо (ТУ 38.401-58-110-94) - вырабатывают для поставок на экспорт, содержание серы 0,2%. Исходя из требований к содержанию серы, дизельное экспортное топливо получают гидроочисткой прямогонных дизельных фракций. Для оценки его качества по требованию заказчиков определяют дизельный индекс (а не цетановое число, как принято ГОСТ 305-82). Кроме того, вместо определения содержания воды и коэффициента фильтруемости экспресс-методом устанавливают прозрачность топлива при температуре 10°C.

Зимние дизельные топлива с депрессорными присадками. С 1981 г. вырабатывают зимнее дизельное топливо марки ДЗп по ТУ 38.101889-81. Получают его на базе летнего дизельного топлива с $t_{п} = -5$ °С. Добавка сотых долей присадки обеспечивает снижение предельной температуры фильтруемости до -15 °С, температуры застывания до -30 °С и позволяет использовать летнее дизельное топливо в зимний период времени при температуре до -15 °С.

Для применения в районах с холодным климатом при температурах -25 и -45 °С вырабатывают топлива по ТУ 38.401-58-36-92. Согласно техническим условиям получают две марки топлива: ДЗп-15/-25 (базовое дизельное топливо с температурой помутнения -15 °С, товарное - с предельной температурой фильтруемости -25 °С) и арктическое дизельное топливо ДАп-35/-45 (базовое топливо с температурой помутнения -35 °С, товарное - с предельной температурой фильтруемости -45 °С).

Экологически чистое дизельное топливо выпускают по ТУ 38.1011348-89. Технические условия предусматривают выпуск двух марок летнего (ДЛЭЧ-В и ДЛЭЧ) и одной марки зимнего (ДЗЭЧ) дизельного топлива с содержанием серы до 0,05 % (вид I) и до 0,1 % (вид II).

С учетом ужесточающихся требований по содержанию ароматических углеводородов введена норма по этому показателю: для топлива марки ДЛЭЧ-В - не более 20 %, для топлива марки ДЗЭЧ - не более 10 %. Экологически чистые топлива вырабатывают гидроочисткой дизельного топлива, допускается использование в сырье гидроочистки дистиллятных фракций вторичных процессов.

Городское дизельное топливо (ТУ 38.401-58-170-96) предназначено для использования в г. Москве. Основное отличие городского дизельного топлива от экологически чистого - улучшенное качество благодаря использованию присадок (летом - антидымной, зимой - антидымной и депрессорной). Добавка присадок в городское дизельное топливо снижает дымность и токсичность отработавших газов дизелей на 30-50 %. Депрессорные присадки, улучшающие низкотемпературные свойства топлива представляют собой, в основном, сополимеры этилена с винилацетатом зарубежного производства.

Европейский стандарт EN 590 действует в странах Европейского экономического сообщества с 1996 г. Стандарт предусматривает выпуск дизельных топлив для различных климатических регионов. Общими для дизельных топлив являются требования по температуре вспышки - не ниже 55 °С, косуемости 10 %-ного остатка - не более 0,30 %, зольности - не более 0,01 %, содержанию воды - не более 200 ppm, механических примесей - не более 24 ppm, коррозии медной пластинки - класс 1, устойчивости к окислению - не более 25 г осадка/м³. В 1996 г. в Европе введены ограничения на содержание серы в дизельных топливах - не более 0,05 %. Таким требованиям отвечают отечественные ТУ 38. 1011348-89.

Характеристики дизельного топлива (ГОСТ 305–82)

Показатели	Норма для марок		
	Л	З	А
Цетановое число, не менее	45	45	45
Фракционный состав:			
50 % перегоняется при температуре, °С, не выше	280	280	255
90 % перегоняется при температуре (конец перегонки), °С, не выше	360	340	330
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм ² /с	3,0-6,0	1,8-5,0	1,5-4,0
Температура застывания, °С, не выше, для климатической зоны:			
умеренной	-10	-35	-

Эксплуатационные материалы

холодной	-	-45	-55
Температура помутнения, ° С, не выше, для климатической зоны:			
умеренной	-5	-25	-
холодной	-	-35	-
Температура вспышки в закрытом тигле, ° С, не ниже:			
для тепловозных и судовых дизелей и газовых турбин	62	40	35
для дизелей общего назначения	40	35	30
Массовая доля серы, %, не более, в топливе:			
вида I	0,2	0,2	0,2
вида II	0,5	0,5	0,4
Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,01	0,01	0,01
Содержание фактических смол, мг/100 см ³ топлива, не более	40	30	30
Кислотность, мг КОН/100 см ³ топлива, не более	5	5	5
Йодное число, г I ₂ /100 г топлива, не более	6	6	6
Зольность, %, не более	0,01	0,01	0,01
Коксуемость 10 %-ного остатка, %, не более	0,20	0,30	0,30
Коэффициент фильтруемости, не более	3	3	3
Плотность при 20 ° С, кг/м ³ , не более	860	840	830
Примечание. Для топлив марок Л, З, А: содержание сероводорода, водорастворимых кислот и щелочей, механических примесей и воды — отсутствие, испытание на медной			

пластинке — выдерживают.

Характеристики дизельного экспортного топлива (ТУ 38.401-58-110–94)

Показатели	Норма для марок	
	ДЛЭ	ДЗЭ
Дизельный индекс, не менее	53	53
Фракционный состав: перегоняется при температуре, °С, не выше:		
50 %	280	280
90 %	340	330
96 %	360	360
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм ² /с	3,0-6,0	2,7-6,0
Температура, °С:		
застывания, не выше	-10	-35
предельной фильтруемости, не выше	-5	-25
вспышки в закрытом тигле, не ниже	65	60
Массовая доля серы, %, не более, в топливе:		
вида I	0,2	0,2
вида II	0,3	-
Испытание на медной пластинке	Выдерживает	

Эксплуатационные материалы

Кислотность, мг КОН/100 см ³ топлива, не более	3,0	3,0
Зольность, %, не более	0,01	0,01
Коксуемость 10 %-ного остатка, %, не более	0,2	0,2
Цвет, ед. ЦНТ, не более	2,0	2,0
Содержание механических примесей	Отсутствие	
Прозрачность при температуре 10 °С	Прозрачно	
Плотность при 20 °С, кг/м ³ , не более	860	845

Эксплуатационные материалы

Приложение 1

Заправочные емкости

Наименование емкостей	Объем, л	Марка горюче-смазочного материала, заливаемого в емкость
Моторная установка		
Бак топливный	516	Топливо дизельное Л-0, 5-40 3-0,5 минус 35 ГОСТ 305-82
Бак электрофакельного подогревателя	0,3	Топливо дизельное Л-0, 5-40 3-0,5 минус 35 ГОСТ 305-82
Двигатель ЯМЗ-238БК	30	Масло моторное М10ДМ или М10Г _{2К} (выше +5°C) Масло моторное М8ДМ или М8Г _{2К} (ниже +5°C)
Гидросистема		
Гидравлическая система (основная и рулевого управления) с баком	45	Масло моторное М-10В ₂ ГОСТ 8581-78 или М-8В ГОСТ 10541-78 или масло для гидрообъемных передач МГ-8А (М-8А) ТУ 38.1011135-87
Гидросистема объемного привода ходовой части с баком	40	Масло для гидрообъемных передач МГЕ-46В (МГ-30У) ТУ 38.001347-83 или масло для гидромеханических и гидрообъемных передач (гидромасло «А») ТУ 38.1011282-89
Ходовая часть		
Тормозная система с бачками	0,6	Тормозная жидкость БСК ТУ 6.10.1533-75
Коробка диапазонов	10	Масло ТС _п -15К или ТА _п -15В ГОСТ 23652-79
Бортовые редуктора левый	4,0	Масло ТС _п -15К или ТА _п -15В ГОСТ 23652-79
правый	4,0	
Молотилка		
Редуктор привода ротора	11,3	Трансмиссионное масло ТС _п -15К или ТА _п -15В ГОСТ 23652-79
Редуктор загрузочного шнека	0,3	Трансмиссионное масло ТС _п -15К или ТА _п -15В ГОСТ 23652-79
Редуктор привода деки	1,3	Трансол-200 или Трансол-100

Приложение 2

Эксплуатационные свойства и ассортимент дизельных топлив

Для того, чтобы обеспечить надежную, экономичную и долговечную работу дизельного двигателя, топливо должно отвечать следующим требованиям:

1. хорошо прокачиваться для бесперебойной и надежной работы топливного насоса высокого давления (ТНВД);
2. обеспечивать тонкий распыл и хорошее смесеобразование;
3. полностью сгорать, не образуя сажистых веществ, чтобы двигатель легко пускался и "мягко" работал;
4. не вызывать повышенного нагарообразования на клапанах, кольцах и поршнях, закоксовывания форсунки и зависания иглы распылителя;
5. не вызывать коррозии резервуаров, топливопроводов, деталей двигателя;
6. при сгорании выделять как можно большее количество тепла и быть стабильным (не менять свойства при длительном хранении).

Соответствие дизельного топлива (ДТ) перечисленным требованиям зависит от его физико-химических свойств.

Вязкость - сопротивление, которое оказывают частицы жидкости их взаимному перемещению под действием внешней силы. Различают вязкость динамическую и кинематическую.

Динамическая вязкость [Н·с/м²] η - представляет собой коэффициент внутреннего трения. Сила внутреннего трения между двумя слоями жидкости определяется по уравнению:

$$F = \eta S \frac{dv}{dx}, \quad (6.7)$$

где S – площадь слоя, dv/dx – градиент скорости сдвига слоев жидкости в направлении, перпендикулярном движению; η - динамическая вязкость.

Кинематическая вязкость ν - удельный коэффициент внутреннего трения. Между динамической и кинематической вязкостью существует зависимость:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}, \quad (6.8)$$

т.е. кинематическая вязкость равна отношению динамической к плотности ρ жидкости.

Кинематическая вязкость нефтепродуктов измеряется в сантистоксах сСт [10^{-6} м²/с или мм²/с].

Различные ДТ имеют значение кинематической вязкости при 20· С от 1,5 до 6,0 сСт. Понижение или повышение вязкости приводит к нарушению работы топливоподающей аппаратуры, процессов смесеобразования и полноты сгорания топлива. При понижении вязкости неизбежно увеличиваются подтекания и просачивания во всех зазорах и

неплотностях. Увеличивается расход топлива. Подтекания через форсунку увеличивают нагарообразование и дымность выхлопа. Маловязкое топливо проникает в зазор плунжерной пары ТНВД, что приводит к уменьшению цикловой подачи и падению мощности. Ко всему прочему, ДТ смазывает прецизионные пары топливного насоса. При снижении вязкости смазывающие свойства ухудшаются, интенсифицируется износ плунжерных пар.

Использование топлива повышенной вязкости приводит к ухудшению смесеобразования. На испарение вязкого топлива затрачивается большее время, оно не может полностью сгореть, что вызывает повышенное нагарообразование и дымление. Отработавшие газы становятся черными, более токсичными, повышается расход топлива.

Вязкость ДТ понижается с повышением температуры и наоборот. Изменение вязкости оказывает существенное влияние на пусковые свойства, особенно в холодное время года. Чем выше вязкость, тем хуже пуск двигателя. Летние сорта ДТ уже при минус 3...7° С загустевают, становятся малоподвижными. Зимние сорта сохраняют подвижность до более низкой температуры (-30...35° С). Вязкость летнего топлива для быстроходных двигателей должна находиться в пределах 3,0...6,0; для зимнего 1,8...6,0; для арктического 1,5...4,0 сСт.

Низкотемпературные свойства. Оцениваются температурами помутнения, началом кристаллизации и застывания.

При постепенном охлаждении топливо из прозрачного становится мутным. Внешний вид его меняется из-за выпадения твердых углеводов. Температурой помутнения называют такое значение температуры, при которой теряется фазовая однородность топлива. Постепенно при дальнейшем охлаждении количество твердой фазы увеличивается, кристаллы растут. Температуру, при которой в топливе появляются первые кристаллы, видимые невооруженным глазом, называют температурой начала кристаллизации. Температура полной потери подвижности называется температурой застывания. Для летних сортов дизельного топлива температура помутнения должна быть не выше -5° С, а для зимних - 25...30° С. Если в топливе содержится вода, то оно помутнеет около 0° С.

Использовать топливо можно только при температуре окружающего воздуха выше точки помутнения. Температура застывания должна быть, по крайней мере, на 10° С ниже возможной температуры эксплуатации. Если применять зимой летнее топливо, то выпадающие кристаллы будут забивать систему питания дизеля.

Фракционный состав ДТ определяют так же, как и бензинов. Его оценивают по трём характерным точкам кривой перегонки: температуру выкипания 10, 50 и 90%, соответственно, $T_{10\%}$, $T_{50\%}$ и $T_{96\%}$. Значение $T_{10\%}$ характеризует наличие в топливе лёгких фракций, т.е. качество пуска. Значение $T_{50\%}$ характеризует приёмистость работы дизеля (ниже $T_{50\%}$ - лучше испаряемость – приёмистость).

Температура $T_{96\%}$ регламентирует содержание в топливе наиболее тяжелых фракций, увеличение которых ухудшает смесеобразование, снижает экономичность, повышает нагарообразование и дымность ОГ. Значение 96% не должна быть выше 340...360° С.

С фракционным составом топлива тесно связана температура вспышки, при которой пары нефтепродукта с воздухом образуют горючую смесь, вспыхивающую при поднесении огня. Определяют температуру вспышки в специальном приборе закрытого типа. Современные ДТ имеют довольно низкую температуру вспышки (35...40° С).

Механические примеси и вода. К механическим примесям относятся все посторонние органические и минеральные частицы находящиеся в топливе. Наибольший вред приносят абразивные загрязнения кристаллического строения - кварциты и глиноземы с высокой твердостью, которые вызывают износ деталей топливной аппаратуры. Прецизионные пары топливных насосов высокого давления имеют зазоры 1,5...2,5 мкм. Даже небольшое количество механических примесей, проходящих с топливом, будет вызывать абразивный износ плунжерных пар.

Анализ большого количества проб дизельного топлива, отобранного по пути следования от завода – изготовителя до заправочного бака автомобиля, показывает, что на каждом этапе происходит загрязнение топлива. По этой причине в бензобак попадает топливо, содержащее до 0,03...0,05% механических примесей. Для обеспечения долговечной работы двигателя ДТ перед заправкой машины необходимо фильтровать. Фильтрующими элементами снабжены все автоматические заправочные агрегаты. Возможна и дополнительная очистка.

Помимо механических примесей, в топливе может накапливаться вода. Кристаллы льда, образующиеся из нее при отрицательной температуре, забивают топливные фильтры двигателя, систему питания. Кроме того, нарушается работа фильтрующих устройств механических заправочных средств, в результате чего в бак попадает нефилтрованное топливо. По этой причине наличие воды в ДТ недопустимо. Проверить обводненность можно внешним осмотром: при наличии воды топливо мутное.

Химический состав. Как и в бензиновом двигателе, интенсивность накопления смолистых веществ, лаковых отложений, нагаров в первую очередь зависит от качества используемого топлива. Для дизелей характерно закоксовывание отверстий распылителей форсунок, в результате ухудшается распыл топлива, снижается его подача. Нагары и лаковые отложения образуются в камере сгорания на клапанах и т.п.

В стандартах нормируется ряд показателей качества, которые влияют на образование высокотемпературных отложений: содержание фактических смол, коксуемость, зольность, иодное число, содержание серы, механические примеси.

Количество фактических смол определяют выпариванием 10 мл топлива в струе пара при температуре 225° С. В зимних сортах допускается до 30, а в летних до 40 мг фактических смол на 100 см³ топлива. Если количество смол соответствует требованиям стандарта, то обеспечивается надежная работа дизеля. Когда содержание смол в 2...3 раза больше нормы, моторесурс двигателя снижается на 40...50%.

Коксовое число - это способность топлива образовывать углистый осадок при высокотемпературном (800...900° С) разложении без доступа воздуха. Количество кокса зависит от глубины очистки топлива, главным образом от асфальто-смолистых соединений. Коксуемость увеличивается при повышенной вязкости и тяжелом

фракционном составе. В соответствии со стандартом коксовое число не должно быть больше 0,03%. Это величина небольшая, поэтому чаще определяют коксуемость 10% остатка топлива после разгонки. В этом случае допустимое значение будет в 10 раз больше - не выше 0,3%.

Зола представляет собой минеральный осадок, образующийся после сжигания топлива в воздухе при температуре 800...850° С. Зола не только участвует в образовании нагаров, но и повышает износ двигателя. Ее количество не должно превышать 0,01%.

Количество малостабильных углеводов в ДТ определяют иодным числом - содержанием иода в граммах, вступающего в реакцию со 100 мл топлива. Иод активно реагирует с непредельными (малостабильными) углеводородами.

Коррозионная агрессивность. В ДТ, как и в бензинах, но в большем количестве, содержатся сернистые соединения, которые условно относят к так называемой активной сере (меркаптаны, сероводород, элементарная сера). Все они при сгорании образуют оксиды серы. Эти продукты при высокой температуре оказывают коррозионное воздействие на металлы, находясь в газовой фазе, а при низкой температуре растворяются в капельках воды, конденсирующихся из продуктов сгорания, с образованием серной или сернистой кислот.

Чувствительность дизелей к серной коррозии зависит от их теплонапряженности. Форсированные быстроходные дизели более подвержены коррозии, чем тихоходные. При повышении теплонапряженности наблюдается более интенсивная газовая коррозия тарелок выпускных клапанов, верхней части цилиндров, ВКК. При снижении температуры этот вид коррозии уменьшается.

При значительном снижении теплового режима (особенно во время пуска и прогрева двигателя в холодное время года) пары воды, образующиеся при сгорании водорода топлива, конденсируются на холодных деталях двигателя. Оксиды серы, растворяясь в воде, образуют сернистую и серную кислоты, которые обладают большим корродирующим действием. Чем больше прорыв газов в картер двигателя и выше содержание серы в топливе, тем сильнее износ от жидкостной коррозии. Большое влияние на ее появление оказывает режим работы двигателя. В малонагруженных двигателях, когда температура охлаждающей жидкости низка, возникают условия для конденсации паров воды и проявления жидкостной коррозии. При этом больше разрушаются вкладыши подшипников. Тракторные дизели, обычно работающие с высокой нагрузкой, более подвержены газовой коррозии; автомобильные, особенно при работе в городских условиях (движение с небольшой скоростью, частые остановки), - жидкостной.

Таким образом, износ деталей находится в прямой зависимости от содержания серы в топливе.

При увеличении содержания серы в ДТ с 0,2% до 0,5% износ повышается на 20...25%, а при использовании высокосернистых топлив (до 1%) износ ускоряется почти вдвое.

Стойкость к воспламенению. Склонности ДТ к воспламенению и жесткость работы дизеля оценивается цетановым числом (ЦЧ). Для его определения по длительности периода задержки воспламенения пользуются установкой с одноцилиндровым двигателем - ИТ 9-3. Двигатель с переменной степенью сжатия работает с постоянной частотой вращения коленчатого вала (900 об/мин) при впрыске топлива под давлением 106 атм за 13 градусов до ВМТ.

Сущность определения воспламеняемости ДТ по методу совпадения вспышек заключается в сравнении испытываемого образца топлива с эталонными топливами, воспламеняемость которых известна. В качестве эталонов приняты два углеводорода. Первый - цетан $C_{16}H_{34}$ - нормальный углеводород парафинового ряда, имеет очень небольшой период задержки воспламенения и обеспечивает мягкую работу двигателя. Его ЦЧ принимается за 100 ед. Вторым углеводородом является α -метилнафталин $C_{10}H_{17}CH_3$ - ароматического ряда, который очень трудно окисляется и воспламеняется, имеет большой период задержки воспламенения, вызывает жесткую работу дизеля. Условно его цетановое число принято за 0 ед.

Оценка воспламеняемости ДТ проводится следующим образом. При работе установки на испытуемом топливе изменением степени сжатия двигателя добиваются такого положения, чтобы при начале впрыска за 13 градусов до ВМТ сгорание смеси начиналось ровно в ВМТ. Затем подбирают такую смесь цетана и α -метилнафталина, которая при этой же степени сжатия обладает таким же периодом задержки воспламенения. Процентное (по объему) содержание цетана в такой смеси и есть ЦЧ испытуемого топлива.

Достаточно точным и оперативным является расчётно-экспериментальный метод оценки ЦЧ ДТ (ошибка не более $\pm 3\%$), для этого используется формула:

$$(6.9)$$

где T_{cp} – средняя температура, равная полусумме температур начала и конца перегонки, $^{\circ}C$; ρ_{15} – плотность ДТ при $15^{\circ}C$, $кг/м^3$.

Значение ЦЧ определяет не только характер протекания процесса сгорания при установившейся работе, но и пусковые качества топлива. Если оно ниже 40 ед., то запустить холодный двигатель не только зимой, но и в летнее время трудно. Нормальный пуск и мягкая работа дизелей в летнее время обеспечивается топливом с ЦЧ около 45 ед., а в зимнее - 50 ед. Более высокие значения ЦЧ для дизелей существующих конструкций не нужны, так как это повышение уже не сказывается заметно на улучшении рабочего процесса.

Топливо для быстроходных дизелей с требуемым ЦЧ получают главным образом подбором сырья и технологией его переработки. Однако в некоторых случаях для повышения эксплуатационных свойств добавляют специальные вещества (присадки), которые улучшают процесс сгорания, повышая ЦЧ на 16...20 ед. Наиболее распространен

при получении зимних сортов ДТ изопропилнитрат (при введении 1,0% по массе ЦЧ повышается на 17 ед.).

В зависимости от условий применения для быстроходных автомобильных дизелей установлены три марки дизельного топлива, согласно ГОСТ 305-82:

Л (летнее) - для эксплуатации при температуре окружающего воздуха 0° С и выше;

З (зимнее) - для эксплуатации при температуре окружающего воздуха -20...30° С.

А (арктическое) - для эксплуатации при температуре окружающего воздуха -50° С.

Нередко обозначение ДТ встречаются в совокупности с цифровыми символами. У летнего топлива после "Л" цифры обозначают процент серы в топливе и температуру вспышки; у зимнего и арктического топлива – процент серы и температуру застывания. Например, "Л-0,1-40" или "З-0,2-35".

ЛЕКЦИЯ 3. Трансмиссионные масла Эксплуатационные свойства трансмиссионных масел

Трансмиссионные масла используют в коробках передач, ведущих мостах, раздаточных коробках автомобилей и тракторов. Все эти агрегаты представляют собой зубчатые передачи: цилиндрические, конические, гипоидные и др. Основное назначение трансмиссионных масел: снижение износа трущихся сопряжений, повышение механического КПД трансмиссии, охлаждение деталей и предохранение их от коррозии. Они также снижают действие ударных нагрузок, уменьшают шум и вибрацию шестерен, уплотняют зазоры в сальниках.

Наиболее перспективным способом получения трансмиссионных масел с хорошими вязкостно-температурными характеристиками является загущение маловязких масел (МС-8 – масло селективной очистки для авиационных двигателей; И-12А – индустриальное масло без присадок, общего назначения и других) высокополимерными присадками. В качестве загущающих присадок используют главным образом полиизобутилены, полиметакрилаты и др.

Обязательным компонентом современных трансмиссионных масел являются присадки, улучшающие их эксплуатационные свойства; как правило, они вводятся в масла при изготовлении. Применяют антифрикционные, противоизносные, противозадирные, антиокислительные, антикоррозионные, моющие и диспергирующие, противопенные, депрессорные и др.

Условия работы и требования, предъявляемые к трансмиссионным маслам

Трансмиссионные масла предназначены для смазывания зубчатых передач, подшипников и других деталей тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин.

Специфические условия, в которых работает трансмиссионное масло, характеризуются тремя основными особенностями: высокими удельными контактными нагрузками в зоне зацепления шестеренчатых передач, повышенными скоростями относительного скольжения трущихся поверхностей зубьев и широким интервалом рабочих температур.

Температурный интервал работы масла в трансмиссиях характеризуется тремя наиболее характерными температурами:

- минимальной - в момент начала передачи после длительного перерыва, соответствующей наиболее низкой температуре окружающего воздуха;
- максимальной - установившейся при экстремальных для данной передачи условиях работы;
- среднеэксплуатационной - наиболее вероятной, установившейся температуре во время работы трансмиссии.

В агрегатах трансмиссий автотракторной и сельскохозяйственной техники среднеэксплуатационная температура составляет 60-90°C.

При обкатке и некоторых тяжелых режимах работы машин, например при буксировке, температура масла повышается до 120°C. Фактическая температура масла в зоне контакта зубьев шестерен значительно выше температуры масла в объеме на 150-250°C. Заметно влияет на температуру скорость скольжения на поверхности зубьев в зоне их контакта и вязкость масла.

Скорости скольжения и удельные давления на поверхности зубьев шестерен являются важными характеристиками, определяющими возможность применения масла в шестеренчатой передаче. При увеличении нагрузки смазочная пленка, разделяющая трущиеся поверхности, может разрушаться, что приведет к непосредственному контакту металлических поверхностей, их заеданию и катастрофическому износу. С увеличением скорости скольжения, нагрузки, при которой начинается заедание, снижаются.

Фактические скорости скольжения в цилиндрических и конических передачах составляют на входе в зацепление 1,5-3,0 м/с, в некоторых агрегатах они достигают 9-12 м/с. Для гипоидных передач скорости скольжения составляют 15 м/с, а для червячных редукторов на линии зацепления - 20-25 м/с.

Вследствие линейного контакта зубьев шестерен на их поверхности возникают высокие удельные нагрузки, затрудняющие осуществление гидродинамической смазки. Напряженность зубчатых передач зависит от их типов и взаимного расположения осей (табл.)

В цилиндрических, конических и червячных передачах удельные нагрузки в полюсе зацепления составляют обычно 500-1500 МПа, достигая в некоторых случаях 2000 МПа. В гипоидных передачах они по меньшей мере в 2 раза выше. Под действием таких нагрузок вязкость масла в трущемся контакте резко возрастает и условия для гидродинамической смазки ухудшаются.

Исходя из особенностей условий работы смазочных материалов в современных трансмиссиях общим для всех трансмиссионных масел является требование надежно и в течение заданного ресурса работы разделять контактирующие зубья шестерен и предохранять трущиеся поверхности от износа, питтинга, заедания и других повреждений, а также снижать до минимума потери на трение. Кроме того, масла должны отводить тепло от трущихся поверхностей, снижать действие ударных нагрузок, шум и вибрацию шестерен, уплотнять зазоры в сальниках и других соединениях агрегатов и узлов силовых передач. Трансмиссионные масла должны характеризоваться:

- высокими противоизносными, противозадирными и противопиттинговыми свойствами;
- хорошей термической и термоокислительной стабильностью;
- способностью защищать смазываемые поверхности от коррозионного воздействия агрессивных веществ, попадающих в смазочное масло извне либо образующихся в нем в процессе работы механизмов, а также от электрохимической коррозии в процессе эксплуатации и длительных перерывов в работе;
- пологой вязкостно-температурной кривой и сравнительно мало вязкостью в области отрицательных температур;
- стойкостью к образованию эмульсий с водой и к пенообразованию;
- хорошо совмещаться с материалами уплотнений;

- высокой физической стабильностью в условиях длительного хранения;

Классификация и ассортимент трансмиссионных масел

В трансмиссиях автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин используются масла широкого ассортимента, начиная от дисстилятов и остатков без присадок или с мягкими антиизносными присадками и кончая гипоидными маслами с высокоэффективными противозадирными присадками. Многообразие требований к трансмиссионным маслам в зависимости от областей применения и обилие марок определило необходимость классифицировать их по вязкости и по важнейшим эксплуатационным признакам, принятым в международной практике. Согласно классификации (ГОСТ 17479.2-85) в зависимости от уровня вязкости трансмиссионные масла делят на 4 класса (таб.).

Классификация трансмиссионных масел по вязкости

Класс вязкости	Кинематическая вязкость при температуре 100 С, мм ² /с	Температура, при которой динамическая вязкость не превышает 150 Па/с, С, не выше
9	6,0-10,99	- 35
12	11,0-13,99	- 26
18	14,0-24,99	- 18
34	25,0-41,0	-

Классификация трансмиссионных масел по эксплуатационным свойствам

Группа масел	Состав масел	Рекомендуемая область применения
ТМ-1	Нефтяные (минеральные) масла без присадок	Цилиндрические, конические и червячные передачи, работающие при контактных напряжениях от 900 до 1600 МПа и температуре масла в объеме до 90°С
ТМ-2	Минеральные масла с противозадирными присадками	То же при контактных напряжениях до 2100 МПа и температуре масла в объеме до 130°С

Эксплуатационные материалы

ТМ-3	Минеральные масла 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.
ТМ-4	Минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности	Цилиндрические, спиральноконические и гипоидные передачи, работающие при контактных напряжениях до 3000 МПа и температуре масла в объеме до 150 °С
ТМ-5	Минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности и многофункционального действия,	Гипоидные передачи, работающие с ударными нагрузками при контактном давлении более 3000 МПа и температуре масла в объеме до 150 °С

В зависимости от эксплуатационных свойств и рекомендуемых областей применения масла для трансмиссий автомобилей, тракторов и другой мобильной техники обнесены к 5 группам (табл.)

В соответствии с ГОСТ 17479.2-85 предусмотрена также система обозначений (маркировка) масел для трансмиссий автомобилей, тракторов и другой мобильной техники. Трансмиссионные масла маркируют группой знаков, первая из которых обозначается буквами ТМ (трансмиссионное масло); вторая группа знаков обозначается цифрами и характеризует принадлежность к той или иной группе по эксплуатационным свойствам; третья - обозначается цифрами, характеризующими класс вязкости. При наличии загущающей присадки дополнительно указывают индекс "З".

Например, масло ТМ-3-18 обозначает: трансмиссионное масло третьей эксплуатационной группы (с противозадирными присадками умеренной эффективности) класса вязкости 18. В обозначении трансмиссионного масла ТМ-5-12 з (рк) аббревиатура (рк) обозначает, что оно одновременно является рабочеконсервационным.

В общем случае предварительный подбор трансмиссионных масел осуществляется с учетом отличительных признаков агрегатов трансмиссии по конструкции:

- коробки передач, коробки отбора мощности, раздаточные коробки и другие узлы
- трансмиссионное масло с противоизносными, антиокислительными и другими функциональными присадками;

- ведущие мосты с червячной главной передачей - трансмиссионное масло с эффективной противоизносной присадкой, не корродирующей бронзу;

Эксплуатационные материалы

- ведущие мосты с гипоидной главной передачей – гипоидное масло.

Соответствие классификации трансмиссионных масел ГОСТ 17479.2-85 продуктам действующего ассортимента, выпускаемым нефтеперерабатывающими предприятиями по разным нормативно-техническим документам, приведено в табл.

Ассортимент трансмиссионное масел

Обозначение по ГОСТ 17479.2-85	Принятое обозначение	Нормативно техническая документация
ТМ-1-18	ТС-14,5	ТУ 38 101110-81
ТМ-1-18	АК-15	ТУ 38001280-76
ТМ-2-9	ТСп-10 ЭФО	ТУ 38 101701-77
ТМ-2-18	ТЭп-15	ГОСТ 23652-79
ТМ-2-34	ТС	ТУ 38 1011332-90
ТМ-3-9	ТСп-10	ТУ 38 101809
ТМ-3-18	ТСп-15к,ТАП-15В	ГОСТ 23652-79
ТМ-5-9	ТСз-9 гип	ТУ 38 101238-89
ТМ-5-18	ТСп-14 гип, ТАД-17и	ГОСТ 23652-79
ТМ-5-34	ТС гип	ОСТ 38 01260-82
ТМ-5-12з (рк)	ТМ-5-12 рк	ТУ 38.101844-60

Трансмиссионные масла без присадок группы ТМ-1 выпускаются в ограниченных количествах, так как по ряду показателей они не удовлетворяют требованиям эксплуатации современной мобильной техники используемой в сельскохозяйственном производстве. К этой группе масел относятся АК-15 и ТС-14,5, используемые в малонагруженных агрегатах трансмиссии устаревших марок автомобилей и тракторов. Масло ТС-14,5 применяют также в качестве основы некоторых трансмиссионных масел и дисперсной среды отдельных пластичных смазок.

Нигролы летний и зимний. (ТУ 38 101529-75) - вязкие неочищенные продукты прямой перегонки нафтенных нефтей, применяемые ранее как масла группы ТМ-1 в агрегатах трансмиссий некоторых тракторов, в настоящее время отнесены к маслам трансмиссионным для промышленного оборудования. Их используют для смазывания слабонагруженных узлов промышленного оборудования; открытых зубчатых передач, редукторов и др.

Масла ТСп-10: автомобильное с противозадирной присадкой

ОТП (ГОСТ 23652-791) и тракторное с противоизносной присадкой ЭФО (ТУ 38101701-771) выпускаются из малосернистых нефтей. Кроме того, в эти масла для снижения

температуры застывания вводят депрессорные присадки АФК или АзНИИ-ЦИАТИМ -1. Их используют, как зимние масла для средней климатической зоны при температуре окружающей среды до - 35 С.

Масло ТЭп-15 вырабатывают на основе остаточных продуктов и дистиллятных масел с противоизносной присадкой ЭФО и депрессорной АФК. Применяется как всесезонное масло для тракторов и сельскохозяйственных машин в районах с умеренным климатом при температуре окружающей среды до - 20°С.

Масла ТСгип и ТС готовят на основе вязких нефтяных остатков либо экстрактов селективной очистки масел с добавлением мало-вязких низкотемпературных масел. В состав масла ТС добавляют осерненное растительное масло. Масло ТСгип используют для гипоидных передач легковых автомобилей (кроме ВАЗ). Масло ТС применяют в коробках передач и рулевом управлении автомобилей, исключая ВАЗ.

Масло ТСп-15К - вырабатывают на очищенной основе, состоящей из остаточного масла с небольшой добавкой дистиллятного с эффективной композицией присадок, улучшающих противозадирные, противоизносные, низкотемпературные и антипенные свойства. Оно предназначено для длительного использования в коробке передач и главной передаче автомобилей КамАЗ. Работоспособно при температуре окружающей среды до - 20°С.

Масло ТАП-15 В - смесь экстрактов остаточных масел фенольной очистки с дистиллятным маслом, к которой добавлены противозадирные присадки 6% ОТП или 5% ЛЗ-23К и 1% депрессорной присадки АзНИИ-ЦИАТИМ-1. Применяют в трансмиссиях автотракторной техники. В средней климатической зоне используют всесезонно до - 25°С.

Масло ТСз-9гип - представляет собой смесь высоковязкого и маловязкого низкотемпературного глубокоочищенных нефтяных масел. Смесь загущена полимерной вязкостной присадкой, стойкой против деструкции. В состав трансмиссионного масла входят противозадирная, антиокислительная, антикоррозионная, депрессорная и антипенная присадки. Это масло используют для грузовых автомобилей и других машин в северной климатической зоне при температуре до - 50°С.

Масло ТСп-14 гип вырабатывают на основе масла ТС-14,5 с композицией, включающую противозадирную Хлорэф-40, мощную МАСК и антипенную ПМС-200А присадки. Масло предназначено для смазывания гипоидных ведущих мостов грузовых автомобилей (в основном семейства ГАЗ) в качестве всесезонного для умеренной климатической зоны. Работоспособно при температуре до - 25°С.

Масло ТАД-17и является универсальным с высокими противозадирными, противоизносными, защитными, антиокислительными и антипенными свойствами. Имея хороший индекс вязкости и низкотемпературные свойства, масло работоспособно в интервале температур от - 20°С до 130-140°С. Предназначено для смазывания гипоидных ведущих мостов и коробок передач легковых автомобилей ВАЗ, ГАЗ - ВЗЛК.

ТМ-5-12з (рк) - перспективное универсальное всесезонное рабоче-консервационное трансмиссионное масло представляет собой глубокоочищенную низкотемпературную нефтяную основу с высокоэффективной композицией противозадирной, противоизносной, антиокислительной защитной, антипенной и др.

Эксплуатационные материалы

присадок. Оно предназначено для эксплуатации и консервации агрегатов трансмиссий автомобилей, в том числе ВАЗ и другой мобильной техники.

Наибольшее распространение на Украине получили трансмиссионные масла класса вязкости 18, выпускаемые в соответствии с ГОСТ 23652-79 (табл.).

Физико-химические и эксплуатационные свойства трансмиссионных масел (ГОСТ 23652-791)

Показатель	ТЭп-15	ТСп-15К	ТАП-15 В	ТСп-14гип	ТАД-17м
Вязкость кинематическая при 100 °С, мм ² /с	15,0±1	16	15,0±1	≥14,0	≥17,5
Индекс вязкости, не мене	-	90	-	85	100
Температура застывания, °С, не выше	-18	-25	-20	-25	-25
Массовая доля активных элементов, % не менее: фосфора серы	0,06 ≤3,0	- -	- 1,2 (с ОТП) 1,9 (с ЛЗ-23к)	- -	0,1 2,7-3,0
Смазывающие свойства на ЧШМ: Индекс задира I _з , не менее Нагрузка сваривания P _с , Н, не менее Показатель износа D _и при осевой нагрузке 392 Н при 20±5 °С в течение 1 ч, мм не более	-	55	50	60	58
	-	3479	3283	3920	3687

Эксплуатационные материалы

	0,55	0,5	*	*	0,4
Плотность при 20 °С кг/м ³ , не более	950	910	930	910	907

* - Показатель не нормируется. Определение обязательно.

Рекомендации по применению масел в трансмиссиях тракторов и автомобилей представлены в таблице.

Масла, используемые в трансмиссиях тракторов.

Трактор	Коробка передач	Трансмиссия
Т-150, Т-150К	Моторные масла группы В	ТАП-15В, ТЭп-15, ТСп-10
К-700, К-700А, К-701	Моторные масла группы В	ТАП-15В, ТЭп-15, ТСп-10
Т-130, Т-100М, Т-4А, МТЗ-80, ДТ-75/75М, ДГ-75Б, КМЗ-6Л/6М, Т-70С, МТЗ-50/52, Т-40М, Т-28Х4/Х4М, Т-38М, Т-25А, Т-26А1, Т-16М		ТАП-15В, ТЭп-15, ТСп-10

Масла, используемые в трансмиссиях автомобилей.

Автомобиль	Коробка передач	Ведущий мост
ЗИЛ -130,131,ЗИЛ/ММЗ-555	ТАП-15В	ТСп-15К
КамАЗ всех модификаций	ТСп-15К	ТСп-15К

КрАЗ, Урал, МАЗ всех модификаций	ТСп-15К	ТАП-15В
Остальные грузовые автомобили и автобусы	ТАП-15В	ТАП-15В
ГАЗ-21, ГАЗ-4-01, РАФ-977М, ЕрАЗ-72	ТАП--15В	ТСгип
"Москвич" всех модификаций,	ТАД-17 и ТАп-15В	ТАД-17 и ТАП-15В
ЗАЗ всех модификаций ВАЗ всех модификаций	ТАД-17и	

Зарубежная классификация трансмиссионных масел

Ведущую роль в разработке трансмиссионных масел за рубежом играют США. Практически все капиталистические и развивающиеся страны пользуются маслами, выпускаемыми американскими фирмами, или производят трансмиссионные масла, приспособлявая их к требованиям спецификаций США.

За рубежом трансмиссионные масла, как и моторные, разделяются на различные сорта в зависимости от их вязкости (классификация SAE) и назначения (классификация APJ), Согласно классификации SAE J306В масла для трансмиссий подразделяются на зимние с индексом W/ (75W,80W,85W) и летние (90, 140 и 250). Кроме того, классифицируют всесезонные трансмиссионные масла,(80W-90, 85W-90,85W-140), в маркировке которых после SAE сначала указывается показатель зимнего масла, а затем - летнего (табл.).

Классы вязкости SAE для автотракторных трансмиссионных масел

Класс вязкости	Температура при которой динамическая вязкость не превышает 150 Па.с, °С, не выше	Кинематическая вязкость при 100 °С, мм ² /с	
		минимальная	максимальная
75W	-40	4.1	-
80W	-26	7.0	-
85W	-12	11.0	-

Эксплуатационные материалы

90	-	13.5	24.0
140	-	24.0	41.0
250	-	41.0	-
80W-90	-26	13.5	24.0
85W-90	-12	13.5	24.0
85W-140	-12	24.0	41.0

Ориентировочное соответствие вязкостных классов SAE и ГОСТ 17479.2-85 может быть представлено следующим образом:

ГОСТ 17479.2-85	9	12	18	34
Классификация SAE J306B	75W	80W/85W	90	140

В соответствии с классификацией APJ, принятой в США трансмиссионные масла по уровню эксплуатационных свойств делят на шесть групп в зависимости от конструкции агрегатов и условий их эксплуатации (табл.)

Классификация APJ для автотракторных масел

Группа	Условия работы масла	Тип передачи	Тип масла или спецификация	Концентрация присадок в масле
GL-1	Легкие	Спирально-конические, червячные, ручное переключение	Без присадок	-
GL-2	Средние	Червячные (транспортные средства)	Специальное	Различные композиции
GL-3	Средние	Спирально-конические, ручное переключение	Mild EP	2,7
GL-4	От легких до жестких	Гипоидные, ручное переключение	Mil-l-2105	4,0
GL-5	Жесткие	Гипоидные	Mil-l-2105B и C	6,5
GL-6	Очень жесткие	Гипоидные, максимальный	ESW-M2C 105A (Форд)	10

		уровень эксплуатационных свойств		
--	--	----------------------------------	--	--

Масла, отвечающие требованиям спецификации APJ GL-3 и APJ GL-4 Mil-I-2105 и SAE80 применяют преимущественно для коробок передач, а масла по APJ GL-5 Mil-I-2105 и SAE 90 – для задних мостов.

Ориентировочное соответствие между классификациями отечественных и зарубежных трансмиссионных масел по эксплуатационным свойствам представлено в таблице.

Соответствие эксплуатационных групп

Классификация	Группа масел				
ГОСТ 17479.2-35	TM-1	TM-2	TM-3	TM-4	TM-5
APJ	GL-1	GL-2	GL-3	GL-4	GL-5

Масла для гидромеханических передач

В современной автотракторной технике все большее распространение получают гидромеханические передачи (ГМП), объединяющие в одном агрегате гидропривод, механическую коробку передач, сложную систему автоматического управления и имеющие общую смазочную систему. В ГМП, как и в механических трансмиссиях условия работы масла характеризуются широким интервалом рабочих температур, высокими нагрузками и скоростями скольжения в местах контакта зубьев шестерен. Из-за конструктивной сложности и наличия различных по назначению и условиям работы узлов к качеству смазочных материалов для ГМП предъявляются сложные и противоречивые требования, в значительной мере отличающиеся от требований к обычным трансмиссионным маслам. Прежде всего это относится к вязкостным, противоизносным, фрикционным, антиокислительным и др. свойствам.

При выборе масла для ГМП вязкость его является одной из наиболее важных эксплуатационных характеристик. Это обусловлено прежде всего необходимостью получения высокого коэффициента полезного действия гидротрансформатора в большом интервале возможных рабочих температур. Для создания условий нормальной работы ГМП с наибольшим к.п.д. и коэффициентом трансформации масло должно иметь возможно меньшую вязкость. При использовании маловязких масел также улучшается топливная экономичность и работа автоматической системы управления. С другой стороны, для обеспечения высокой смазочной способности и предотвращения утечек масла через уплотнительные устройства масло должно быть относительно вязким.

Масла для ГМП должны иметь также высокий индекс вязкости. Наилучшим считается масло, у которого с понижением температуры вязкость изменяется в меньшей степени. Требования к низкотемпературным свойствам масел обусловлены необходимостью обеспечения возможности запуска двигателя и трогания машины с места при низких температурах окружающего воздуха.

Вследствие того, что в гидромеханической трансмиссии имеются нагруженные узлы трения (зубчатые передачи, подшипники качения, муфты свободного хода, плунжерные пары и другие трущиеся детали) необходимо применять масла с эффективными противоизносными присадками.

Однако для гидромеханических передач, имеющих фрикционные диски, разработка масел с хорошими противоизносными свойствами затруднена. Это вызвано тем, что надежная работа фрикционов может быть обеспечена только маслом с необходимыми фрикционными свойствами, обеспечивающими контактирование дисков с относительно высоким коэффициентом трения (от 0,1 до 0,3). Потому в некоторых зарубежных спецификациях предусматривается применение масел, содержащих противоизносные присадки или модификатор трения с узкими пределами значений коэффициента трения.

Высокая температура масла в ГМП, достигшая 100-120°C и выше, при контакте с различными каталитически активными металлами и кислородом воздуха вызывает интенсивное окисление его. В результате накопления в масле продуктов окисления нарушается работа системы автоматизации, фрикционных дисков, повышается износ деталей гидромеханической передачи. Для предотвращения окисления и отложения осадков на деталях ГМП в масла наряду с антиокислительными присадками вводят дополнительно моюще-диспергирующие присадки.

Наряду с высокой окислительной стабильностью масла для ГМП должны иметь хорошие антикоррозионные свойства и антипенные свойства, быть совместимыми с различными уплотнительными материалами.

Масла для гидромеханических передач вырабатывают из маловязких фракций сернистых парафинистых нефтей посредством их селективной очистки, глубокой депарафинизации и загущают вязкостными присадками. Для ГМП выпускают три марки масел (табл.).

Характеристика масла для гидромеханических передач

Показатели	А	Р	МГТ
Вязкость кинематическая, мм ² /с:			
при 100°C			
при 50°C	-	-	6-7
при -20°C	23-30	12-14	-
	≤2100	≤1300	-
Вязкость динамическая при – 50 °С, Па·с	-	-	≤40

Эксплуатационные материалы

Индекс вязкости	-	-	≥175
Температура, °С	175	163	160
Вспышки в открытом тигле, не ниже			
застывание, не выше	-40	-45	-55
Зольность, %, не менее	0,60	0,60	-

Марка А (ОСТ 38 01434-87) предназначена для гидротрансформаторов и автоматических коробок передач;

Марка Р (ОСТ 38 01434-87) - для системы. гидроусилителя руля и гидрообъемных передач;

МГТ (ТУ 38 1011033-87) - для гидромеханических коробок передач и различных гидравлических передач.

Приложение 1

Классификация моторных масел

Отечественная система обозначения моторных масел определена ГОСТ 17479.1-85 и включает в себя букву М (моторное), число, характеризующее класс вязкости, и букву, обозначающую принадлежность масла к группе по эксплуатационным свойствам. В зависимости от кинематической вязкости установлены следующие классы вязкости (табл. 6.5).

Таблица 1

Классы и значения кинематической вязкости отечественных моторных масел

Класс вязкости	Кинематическая вязкость, мм ² /с		Класс вязкости	Кинематическая вязкость, мм ² /с	
	100· С	-18· С		100· С	-18· С
3з	3,8	1250	3з/8	7,0...9,5	1250
4з	4,1	2600	4з/6	5,6...7,0	2600
5з	5,6	6000	4з/8	7,0...9,5	2600
6з	5,6	10400	4з/10	9,5...11,5	2600
6	5,6...7,0	-	5з/10	9,5...11,5	6000
8	7,0...9,5	-	5з/12	11,5...13,0	6000
10	9,5...11,5	-	5з/14	13,0...15,0	6000
12	11,5...13,0	-	6з/10	9,5...11,5	10400
14	13,0...15,0	-	6з/14	13,0...15,0	10400
16	15,0...18,0	-	6з/16	15,0...18,0	10400
20	18,0...23,0	-			

Дробные обозначения указывают, что масло по вязкости при температуре -18· С соответствует классу, указанному в числителе; в знаменателе – кинематическая вязкость масла при 100· С.

В отечественной и международной маркировках моторных масел класс вязкости, соответствующий нижнему интервалу температур, соотносится к -18⁰С, что равняется

нулю американской шкалы температур Фаренгейта. Соответствие шкал температур выражается соотношением:

$$\text{Градус Фаренгейта} = (\text{градус Цельсия} \times 1,8) + 32. \quad (6.10)$$

В зависимости от области применения моторные масла подразделяют на группы. При этом маслам для карбюраторных двигателей присваивают индекс 1, а для дизелей - 2. Универсальные масла, предназначенные для использования как в дизелях, так и в карбюраторных двигателях одного уровня форсирования, индекса в обозначении не имеют. Масла различных групп отличаются концентрацией и эффективностью введенных присадок (табл. 6.6.).

Таблица 2

Группы и области применения отечественных моторных масел

Группа по эксплуатационным свойствам	Рекомендуемая область применения
А	Нефорсированные карбюраторные двигатели и дизели
Б ₁	Малофорсированные карбюраторные двигатели
Б ₂	Малофорсированные дизели
В ₁	Среднефорсированные карбюраторные двигатели
В ₂	Среднефорсированные дизели
Г ₁	Высокофорсированные карбюраторные двигатели, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях, способствующих окислению масла, образованию всех видов отложений, коррозии и ржавлению
Г ₂	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, где требуются масла с высокой нейтрализующей способностью, антикоррозионными и противоизносными свойствами, малой склонностью к образованию всех видов отложений
Е	Лубрикаторные смазочные системы цилиндров дизелей, работающих на топливе с высоким содержанием серы

Классификация автомобильных масел по системе SAE

Классификация автомобильных масел производится по вязкости SAE (Общество автомобильных инженеров США) и по области применения API (Американский нефтяной институт).

Принятые нормы вязкости по классификации SAE соответствуют обозначению сезонных (зимних и летних) сортов масел. При маркировке зимних масел ставится буква W (Winter), а для летних сортов буква не ставится. Всесезонное масло сочетает в своем обозначении и зимнюю, и летнюю маркировки.

Таблица 3

Таблица перевода классификации моторных масел по SAE и ГОСТ 17479.1-85

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

Классификация API подразделяет масла на две категории: S – категория «сервис» и C – коммерческая категория. Масла категории S предназначены для легких транспортных средств, т.е. преимущественно для бензиновых двигателей. Масла категории C предназначены для дизелей автомобилей.

В каждой категории масла в зависимости от условий работы подразделяются на классы, также имеющие буквенную маркировку. Поэтому обозначение масел в соответствии с классификацией производится двумя буквами латинского алфавита,

Эксплуатационные материалы

указывающими категорию и класс масел, например SE (для карбюраторных двигателей) или CD (для дизелей). Универсальные масла, относящиеся к обеим категориям классификации API, имеют маркировку двух классов разных категорий, например SE/CD (табл. 4).

Таблица 4

Классификация моторных масел по стандарту API

Масла для карбюраторных двигателей	Масла для дизелей
SA – двигатели, работающие в легких условиях	CA – легкие условия эксплуатации. Безнаддувные дизели при работе на бессернистом топливе
SB – двигатели, работающие при умеренных нагрузках	CB – условия работы безнаддувного дизеля при использовании малосернистого топлива
SC – двигатели, работающие с повышенными нагрузками (модели выпуска до 1964 г.)	CC – условия работы дизельного двигателя с малым наддувом
SD – двигатели, работающие в тяжелых условиях (модели выпуска до 1968 г.)	CD – тяжелые условия работы дизеля с высоким наддувом и использованием малосернистого топлива
SE – двигатели, работающие в тяжелых условиях (модели выпуска до 1972 г.)	CE – дизели с турбонаддувом выпуска после 1983 г.
SF – двигатели, работающие в тяжелых условиях на неэтилированном бензине (модели выпуска до 1988 г.)	CF – дизели, работающие на топливе с содержанием серы до 0,5%
SG – двигатели для автомобилей выпуска после 1988 г	CF ₂ – двухтактные дизели
	CF ₄ , CG ₄ – дизели высокооборотные, магистральные выпуска после 1995 г.

Таблица 5

Ориентировочное соответствие классов моторных масел по группам эксплуатационных свойств по ГОСТ 17479.1-85 и классификации API

ГОСТ 14749.1-85	API	ГОСТ 14749.1-85	API
А	SB	Г	SE/CC
Б	SC/CA	Г ₁	SE
Б ₁	SC	-	SF
Б ₂	CA	-	SG
В	SD/CB	Г ₂	CC
В ₁	SD	Д	CD
В ₂	CB	Е	-

Приложение 2

Классификация трансмиссионных масел

В соответствии с ГОСТ 17479.2-85 существует четыре класса трансмиссионных масел по вязкости (табл. 6.10).

Таблица 6

Классы и значения кинематической вязкости отечественных трансмиссионных масел

Класс вязкости	Кинематическая вязкость при температуре 100·С, сСт	Температура, при которой динамическая вязкость не превышает 150 Па·с, ·С, не выше
9	6,00...10,99	-35
12	11,00...13,99	-26
18	14,00...24,99	-18
34	25,00...41,00	-

Таблица 7

Классификация трансмиссионных масел по вязкости (стандарт SAE)

Класс вязкости	Температура при которой динамическая вязкость не превышает 150 Па·с, ·С, не выше	Минимальная кинематическая вязкость, сСт при температуре 99·С
75W	-40	4.2
80W	-26	7.0
85W	-12	11.0
90	-	13.5 (24.0)*
140	-	24.0 (41.0)*
250	-	41.0

*В скобках указана максимальная кинематическая вязкость при 99·С.

Первые три класса масел, представленные в табл. 6.11, являются зимними и имеют индекс "W". Для них нормируются требования к низкотемпературным свойствам по вязкости. Кроме того, классификация SAE предусматривает применение трех летних классов. Всесезонные масла по SAE имеют двойное обозначение: SAE 80w/90, 80w/140, 85w/140.

Таблица 8

Соответствие отечественных классов вязкости и классификации SAE

Класс вязкости по ГОСТу	Класс вязкости по SAE	Класс вязкости по ГОСТу	Класс вязкости по SAE
9	75w	18	90
12	80w/85w	34	140

В отечественной практике, а также в США и странах Западной Европы приняты различные классификации трансмиссионных масел по уровню эксплуатационных свойств.

Таблица 9

Классификация отечественных трансмиссионных масел в зависимости от давления и температуры в зоне зубчатого зацепления

Группа масел по эксплуатационным свойствам	Состав масла	Рекомендуемая область применения
1	2	3
ТМ-1	Минеральные масла без присадок	Цилиндрические, конические и червячные передачи, работающие при контактных напряжениях 900...1600 МПа и температуре масла в объеме до 90° С
ТМ-2	Минеральные масла с противоизносными присадками	То же, при контактных напряжениях до 2100 МПа и температуре масла в объеме 130° С
ТМ-3	Минеральные масла с противозадирными присадками умеренной эффективности	Цилиндрические, конические, спирально-конические и гипоидные передачи, работающие при контактных

Эксплуатационные материалы

		напряжениях 2500 МПа и температуре масла в объеме до 150· С
ТМ-4	Минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности	Цилиндрические, спирально-конические и гипоидные передачи, работающие при контактных напряжениях 3000 МПа и температуре масла в объеме до 150· С
ТМ-5	Минеральные масла 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

Новое обозначение отечественных трансмиссионных масел представляет собой сочетание знаков. «ТМ» – трансмиссионное масло; вторая группа – цифры (от 1 до 5) обозначает принадлежность к группе по эксплуатационным свойствам; третья – обозначается цифрами, характеризующими вязкость.

Допускаются также некоторые уточняющие обозначения, например: масло ТМ-5-9₃ – трансмиссионное масло, относящееся к пятой группе по эксплуатационным свойствам и к девятому классу по вязкости, содержащее загущающую присадку; масло ТМ-5-12РК – трансмиссионное, относящееся к пятой группе по эксплуатационным свойствам и к 12 классу по вязкости, одновременно являющееся рабоче-консервационным.

В соответствии с классификацией (API) трансмиссионные масла по уровню эксплуатационных свойств делятся на шесть групп в зависимости от работы узла зацепления. Рекомендуемые области применения трансмиссионных масел приведены ниже.

GL-1 – масла, предназначенные для применения в агрегатах с цилиндрическими, червячными и спирально-коническими зубчатыми передачами в условиях низких скоростей и нагрузок. Это обычные минеральные масла без присадок или с антиокислительными, антикоррозионными и противопенными присадками, но без противоизносных и противозадирных.

GL-2 – масла, предназначенные для смазывания червячных передач, работающих в условиях таких же нагрузок, скоростей скольжения и температур, как и масла группы GL-1, но к которым предъявляются более высокие требования по антифрикционным свойствам. Они содержат антифрикционные присадки.

GL-3 – масла, предназначенные для обычных трансмиссий со спирально-коническими зубчатыми передачами, работающие в умеренно жестких условиях по скоростям и нагрузкам. Такие масла обладают более высокими противоизносными и противозадирными свойствами по сравнению с маслами GL-2.

GL-4 – масла для автомобильных трансмиссий с гипоидной передачей, работающие в условиях больших скоростей при малых крутящих моментах и малой скорости при высоких крутящих моментах. В таких условиях обязательно наличие в маслах высокоэффективных противозадирных присадок.

GL-5 – масла, предназначенные для автомобильных гипоидных передач, работающих в условиях больших скоростей и малых крутящих моментов, а также при наличии ударных нагрузок на зубьях колес при высоких скоростях скольжения. Условия работы по жесткости превосходят GL-4, поэтому в масла введены серо-фосфоросодержащие присадки.

GL-6 – масла для автомобильных гипоидных передач с большим (чем у обычных гипоидных передач) вертикальным смещением осей зубчатых колес, что создает условия для достижения высоких крутящих моментов при повышенных скоростях и высоких ударных нагрузках. Масла содержат серо-фосфоросодержащие противозадирные присадки в большем количестве, чем масло GL-5.

Ассортимент трансмиссионных масел

Масла групп ТМ-1 и ТМ-2 в настоящее время практически не применяются.

В группу ТМ-3 входят масла ТСП-10, ТАп-15В, ТСП-15К.

ТСП-10 применяют для смазывания тяжело нагруженных цилиндрических, конических и спирально-конических передач грузовых автомобилей. Содержит присадку ОТП, а также противозадирную, депрессорную и антипенную присадки. Служит в качестве зимнего для умеренной климатической зоны и всесезонного для северных районов страны. Имеет рабочий температурный диапазон $-40...+110$ °С.

ТАп-15В содержит композицию присадок, улучшающих противозадирные и низкотемпературные свойства. Служит всесезонным маслом для смазывания тяжело нагруженных цилиндрических, конических и спирально-конических передач грузовых автомобилей. Имеет рабочий температурный диапазон $-25...+130$ °С.

ТСП-15К имеет улучшенные, по сравнению с маслом ТАп-15В, противоизносные, антиокислительные и низкотемпературные свойства. Служит в качестве всесезонного для умеренной климатической зоны. Имеет рабочий температурный диапазон $-30...+130$ °С. Предназначено для тяжело нагруженных цилиндрических и спирально-конических передач, преимущественно большегрузных автомобилей КамАЗ, КрАЗ, «Урал».

К группе ТМ-4 относятся масла ТСП-14гип, ТСЗ-9гип.

ТСп-14гип (ТМ-4-18) содержит противозадирные (хлорофосфоросодержащая присадка – «Хлорэф-40»), моющие и антипенные компоненты. Обладает высокими противозадирными, но недостаточными антиокислительными и антикоррозионными свойствами. Предназначено для смазывания гипоидных передач грузовых автомобилей (в основном семейства ГАЗ). Имеет рабочий температурный диапазон $-30...+130$ ° С.

ТСз-9гип (ТМ-4-9) предназначено для применения в агрегатах трансмиссии грузовых автомобилей гипоидных передач в районах Крайнего Севера при температуры воздуха до $-50...55$ ° С. Ввиду малой вязкости и ухудшения противоизносных свойств при высокой температуре это масло применяется только в зимний период.

В группу ТМ-5 входят масла ТАД-17И и ТМ5-12рк.

ТАД-17И (ТМ-5-18) – минеральное масло с хорошо сбалансированной серофосфоросодержащей композицией присадок, улучшающей антиокислительные, антиржавейные и противопенные свойства. Благодаря хорошему индексу вязкости и депрессерной присадке масло работоспособно от -30 до $+140$ ° С. Масло обладает высокими эксплуатационными свойствами, является универсальным и может всесезонно применяться в тяжело нагруженных цилиндрических, спирально-конических и гипоидных передачах грузовых и легковых автомобилей в умеренной и жаркой климатических зонах.

ТМ5-12рк получают из низкозастывающего масла селективной очистки, загущенного полимерной присадкой с введением многофункциональной композиции присадок. Масло относится к числу универсальных для эксплуатации и консервации цилиндрических, спирально-конических и гипоидных передач грузовых автомобилей. Предназначено для применения в качестве всесезонного для эксплуатации в северных районах.

На практике возможна ситуация, при которой возникает необходимость смешивания масел. Как вынужденная мера это допустимо. Исключением является масло ТСз-9гип, которое несовместимо с другими маслами. Смеси масел можно использовать в коробках передач и в ведущих мостах с негипоидными передачами. В гипоидных передачах должны использоваться только гипоидные масла.

ЛЕКЦИЯ 4. Эксплуатационные свойства смазочных материалов.

Классификация смазочных материалов

Смазочные материалы подразделяют на жидкие масла и пластичные (консистентные) смазки. Масла и смазки могут быть минерального или органического происхождения. Основную часть минеральных масел (более 90%) получают при переработке нефти. Кроме них, могут быть и синтетические масла.

Органические (растительные и животные масла) обладают высокой смазывающей способностью, но имеют плохую стойкость к действию повышенной температуры. По этой причине в чистом виде их не используют, иногда добавляют к минеральным для улучшения смазывающих свойств.

Как органические, так и минеральные масла обладают существенным недостатком: они работоспособны только в узком температурном диапазоне. При температуре ниже -20°C большинство масел застывает, а при нагревании выше $150\text{...}200^{\circ}\text{C}$ они испаряются и окисляются. Этим недостаткам практически лишены синтетические смазочные материалы.

Хорошими эксплуатационными свойствами обладают синтетические смазочные масла на основе эфиров, спиртов, а также кремнийорганических соединений (их молекула подобна обычным углеводородам, но атом углерода заменен атомом кремния). Созданы смазочные материалы на основе фтора и хлора. Их применяют там, где другие удовлетворительно работать не могут.

Пластичные смазки - продукты сложного состава, которые получают загущением главным образом минеральных масел. Применяют их очень широко. В ряде случаев для смазывания узлов трения используют твердые вещества: графит, дисульфид молибдена и др., которые особенно необходимы для работы в вакууме, при очень высокой и низкой температурах.

В зависимости от конструкции, технологии изготовления и условий работы узла трения или агрегата (в том числе скорости, рабочей температуры, нагрузки, агрессивности среды) необходимы масла, обладающие определенными эксплуатационными свойствами.

Пластичные смазки относятся к особой группе смазочных материалов. Они представляют собой сложные коллоидные системы, содержащие дисперсионную среду - жидкое смазочное масло, дисперсную фазу - твердый загуститель, модификаторы структуры и добавки - присадки и наполнители. Вводимый в масло загуститель образует в его объеме структурный каркас, внутри которого жидкость удерживается силами взаимодействия между молекулами дисперсной фазы и дисперсионной среды.

Наличие жидкого и твердого компонентов в смазках определяет их основную особенность, заключающуюся в том, что они в зависимости от условий работы обладают механическими свойствами, присущими как жидкому, так и твердому телу. При определенных температурах, в отсутствии или под воздействием малых нагрузок смазки

деформируются, как упругое твердое тело, а при критических нагрузках, превышающих механическую прочность каркаса - обычно $(0,5-20) \cdot 10^2$ Па - , они приобретают текучесть. Для пластичных смазок также характерна способность восстановления разрушенной структуры после снятия нагрузки (тикстропные свойства).

Таким образом, общим признаком всех пластичных смазок, вне зависимости от состава и условий приготовления, является наличие предела прочности, аномальной текучести и способности к тикстропному восстановлению разрушенной структуры.

Свойства пластичных смазок зависят от свойств входящих в их состав компонентов - от свойств масла, загустителя и других веществ, предусмотренных рецептурой. В пластичных смазках 70...95% массы обычно приходится на долю дисперсионной среды. Для приготовления смазок применяют преимущественно нефтяные смазочные масла. Синтетические и некоторые растительные масла применяются значительно реже и только для производства специальных смазок.

От базового масла зависят многие важные свойства пластичных смазок - структурная стабильность, вязкостно-температурная характеристика, загущающая способность и другие. Одним из важных показателей, по которому подбирают смазочное масло для приготовления смазок, является вязкость. Применение масел с повышенной вязкостью снижает потери смазки на испаряемость, улучшая адгезионные и антикоррозионные свойства, улучшает водостойкость. Вместе с тем увеличение вязкости ухудшает низкотемпературные свойства. Для получения низкотемпературных смазок используют загущенные масла с высоким индексом вязкости. Для изготовления смазок, работающих при температурах 200°C и более используют синтетические жидкости (полисилоксаны, сложные эфиры и др.). От антиокислительных свойств масляной основы зависят работоспособность при повышенных температурах и срок службы смазки. Химический состав масла влияет на формирование структуры смазки и совместимость ее с эластомерными уплотняющими материалами.

Важнейшим компонентом пластичных смазок является загуститель, как правило составляющий 5...30% массы смазки, но его тип и концентрация в значительной степени определяют основные показатели качества: прочностные свойства, водостойкость, теплостойкость и др. В соответствии с типом загустителя смазки делятся на мыльные, углеводородные, на органических и неорганических загустителях. В качестве загустителей наибольшее распространение при производстве смазок получили мыла. На долю пластичных смазок, загущенных мылами, приходится большая часть всех смазок, выпускаемых на Украине и за рубежом. Мыльные загустители представляют собой соли жирных кислот, полученные в результате нейтрализации кислот щелочами. По типу катиона молекулы мыла смазки разделяют на кальциевые, натриевые, литиевые, бариевые и др. В зависимости от состава жиров, употребляемых для приготовления мыльных загустителей, выделяют смазки на синтетических, технических жирных кислотах и природных жирах. От типа катиона мыла зависит загущающая способность, водостойкость, температура плавления. Так например, температура плавления кальциевых смазок составляет примерно 100°C, литиевых - 180°C. В связи с многообразием условий применения пластичных смазок для загущения одного и того же масла используются различные загущающие вещества. С целью улучшения эксплуатационных свойств и расширения области применения смазок для их

приготовления применяют различные мыльные загустители в сочетании друг с другом или в сочетании с загустителями другой природы.

Кроме мыльных загустителей, при производстве пластичных смазок используют также твердые углеводородные загущающие вещества (парафин, цередин, петролатум, озокерит и воски). Поскольку эти загустители обладают слабой загущающей способностью, их вводят в масло в значительном количестве (20...30%). Загущенные углеводородами пластичные смазки обладают хорошими текстурными свойствами, не расслаиваются, химически стабильны и влагостойки, что позволяет их использовать как наиболее эффективный консервационный материал.

В качестве загущающих веществ используют также некоторые органические соединения (различные пигменты) с высокой температурой плавления. Смазки на органических загустителях обладают повышенной химической и термической стабильностью.

К группе неорганических загустителей относятся силикагель, бентонитовые глины, порошки металлов и их оксидов, технический углерод. Наибольшее распространение получили пластичные смазки с силикагелевыми загустителями. Смазки на неорганических загустителях характеризуются высокой химической стабильностью, хорошими смазочными и высокотемпературными свойствами. По защитной способности они значительно уступают мыльным смазкам.

Для улучшения различных функциональных свойств пластичных смазок в них вводят стабилизаторы и модификаторы коллоидной структуры, присадки и наполнители.

Как правило, в пластичных смазках применяют те же присадки что и в смазочных маслах - противоизносные, антиокислительные, ингибиторы коррозии и др. С целью улучшения противоизносных и противозадирных свойств пластичных смазок в качестве наполнителей используют графит, дисульфид молибдена, дисульфид вольфрама и др. В отличие от присадок наполнители нерастворимы в дисперсионной среде. Вводимые в состав смазок добавки не только улучшают отдельные показатели их качества, но нередко придают им такие свойства, которые не могут быть обеспечены другими способами (герметизирующее действие, токопроводящие и другие свойства).

Основные функции, выполняемые пластичными смазками те же, что и при использовании жидких смазочных материалов - снижение износа и энергетических потерь на трение, предотвращение заедания трущихся деталей, защита металлических поверхностей от коррозии, уплотнение зазоров между сопряженными деталями. Кроме того, в зависимости от назначения и условий применения смазки могут выполнять роль электроизоляционных или токопроводящих материалов, повышать коэффициент трения, обеспечивать работу узлов трения в условиях вакуума и т.п.

Пластичные смазки отличаются хорошей работоспособностью при малых скоростях скольжения и высоких давлениях, при действии ударных и знакопеременных нагрузок, при переменном режиме скоростей. Наличие предела текучести позволяет смазкам неограниченно долго удерживаться на наклонных и вертикальных плоскостях, в негерметизированных узлах трения и в сопряжениях с большими зазорами, не вытекая под действием силы тяжести и инерции. Это свойство способствует также предохранению смазываемого узла от попадания в него пыли, воды и других веществ. В сравнении с

жидкими маслами пластичные смазки имеют более высокий ресурс работоспособности, в значительно меньшей мере расходуются, обеспечивают меньшие затраты на обслуживание узлов трения. К недостаткам смазок следует отнести низкую охлаждающую способность, более сложную подачу к узлам трения и сложность при использовании в централизованных системах.

Благодаря многообразию свойств пластичные смазки применяют в различных условиях эксплуатации машин и механизмов, которые не могут быть решены с помощью жидких масел по техническим и экономическим причинам. Основными объектами применения смазок являются труднодоступные, открытые и негерметизированные узлы трения. Использование пластичных смазок в хорошо герметизированных узлах позволяет обеспечивать длительную работу агрегатов без замены и пополнения смазки до капитального ремонта, а в некоторых случаях на весь период существования трущихся пар.

Основные свойства пластичных смазок

Возможности использования пластичных смазок в тех или иных условиях зависят от ряда их основных свойств. Как и все смазочные масла пластичные смазки оцениваются смазочными, защитными и противокоррозионными свойствами, а также свойствами, характерными только для этого вида смазочных материалов: объемно-механическими (предел прочности на сдвиг и вязкость), способностью тикстروпных превращений (механическая стабильность), температурой комплепадения, пенетрацией, коллоидной, термической, химической стабильностью и другими показателями.

Предел прочности на сдвиг. Пределом прочности пластичной смазки называется минимальное напряжение, при котором начинается разрушение структурного каркаса смазки в результате сдвига одного его слоя относительно другого. Этот показатель характеризует границу перехода смазки от состояния покоя к пластичному течению. Предел прочности смазки зависит от скорости нагружения и температуры. По величине предела прочности оценивают способность смазки поступать к рабочим узлам, удерживаться на движущихся деталях, не стекать с наклонных и вертикальных поверхностей.

Стандартные методы предусматривают определение предела прочности смазок на сдвиг в капиллярных и ротационных пластометрах. Наиболее распространенным методом является оценка прочности смазок на пластометре К-2 по ГОСТ 7143-73. Этот метод основан на определении давления, при котором при заданной температуре происходит сдвиг смазок в капиллярах пластометра. Для большинства пластичных смазок предел прочности при температуре 20°C находится в пределах 100-1000 Па.

Вязкость. По аналогии с жидкими смазочными маслами, для которых отношение напряжения сдвига к градиенту скорости сдвига названо динамической вязкостью, указанная зависимость при установившемся течении пластичных смазок названа их эффективной вязкостью.

Однако между эффективной вязкостью смазок и динамической вязкостью жидкостей имеется существенное различие. В отличие от жидких смазочных материалов вязкость пластичных смазок не является постоянной величиной при данной температуре, а в значительной мере зависит от скорости сдвига слоев. Вязкость пластичных смазок

резко снижается при повышении температуры и градиента скорости сдвига, асимптотически приближаясь к вязкости базового масла. Поэтому эффективную вязкость смазок оценивают при заданном градиенте скорости и постоянной определенной температуре. Вязкостные свойства пластичных смазок характеризуют кривые зависимости вязкости от градиента скорости сдвига, полученные в рабочем интервале скоростей деформации и температур. Аналитически вязкостно-скоростную характеристику (BCX) определяют как отношение величин вязкости при минимальной и максимальной скоростях деформации и постоянной температуре. О влиянии температуры на вязкость пластичных смазок судят по вязкостно-температурной характеристике (ВТХ), представляющей собой отношение вязкостей минимальной и максимальной температурах и постоянном градиенте сдвига.

Механическая стабильность. В процессе эксплуатации пластичные смазки подвергаются механическому воздействию, что приводит к разрушению структурных элементов смазки. Как правило, это вызывает уменьшение предела прочности и вязкости смазки. После прекращения деформирования (отдыхе смазки) объемно-механические свойства восстанавливаются до определенного уровня. Уровень изменения этих свойств при механическом разрушении и в процессе последующего отдыха характеризует механическую стабильность пластичных смазок. Механическую стабильность оценивают на специальных приборах - тиксометрах по ГОСТ 19295-73. Сущность оценки заключается в определении изменения предела прочности на разрыв после интенсивного разрушения смазки в зазоре между ротором и статором тиксометра и при последующем тикстропном восстановлении ее.

Критериями механической стабильности служат индекс разрушения и индекс тикстропного восстановления.

Температура каплепадения. Минимальная температура, при которой происходит падение первой капли расплавленной смазки при ее нагревании с заданной скоростью в специальном приборе, называется температурой каплепадения. Этот стандартный показатель (определяется по ГОСТ 6793-74) является одним из критериев перехода пластичных смазок в текучее состояние при повышении температуры. В зависимости от температуры каплепадения масла разделяют на низкоплавкие, среднетемпературные и тугоплавкие. Для некоторых смазок температура каплепадения служит оценочным показателем верхней температурной границы их работоспособности.

Пенетрация. Этот показатель служит для оценки консистенции (густоты) пластичных смазок. Его чаще всего используют при производстве смазок для контроля соблюдения рецептуры и технологии. Согласно ГОСТ 5346-78 измерение пенетрации заключается в определении глубины (в десятых долях мм, погружения в испытываемую смазку стандартного конуса за 5с при 20°C и нагрузке 150 г.

Коллоидная стабильность. При эксплуатации и хранении под действием температуры, давления или инерционных сил возможно выделение дисперсионной среды из смазки. В результате повышается предел прочности, вязкость, снижается адгезия к смазываемым поверхностям, ухудшаются эксплуатационные свойства смазок. Поэтому пластичные смазки должны характеризоваться как можно большей коллоидной устойчивостью, Коллоидная стабильность характеризует способность смазок удерживать жидкую фазу - масло и не расслаиваться. Она зависит от состояния и свойств загустителя

и дисперсионной среды, их соотношения и присутствия поверхностноактивных веществ и т.д. Коллоидная стабильность определяется на приборе КСА при заданных нагрузках, времени и температуре по ГОСТ 7142-74. Метод определения основан на измерении объема масла, отпрессованного из смазки и выражается в процентах.

Испаряемость является одним из важных показателей пластичных смазок, характеризующих физическую стабильность их состава при хранении и эксплуатации. Потеря масла в результате испарения вызывает увеличение вязкости смазок, что в свою очередь ухудшает их низкотемпературные свойства, снижает смазочную и защитную способность. Скорость испарения масла зависит от условий хранения и эксплуатации, от вязкости, фракционного состава и химической природы дисперсионной среды. Испаряемость определяют по ГОСТ 7934 I-74.

Сущность определения заключается в определении потери смазки, находящейся в испарителе при определенной температуре и заданном времени. Испаряемость смазки выражается в процентах.

Термическая стабильность. Некоторые виды пластичных смазок при использовании в условиях даже кратковременных повышенных температур могут изменять объемно-механические и физико-химические свойства. Способность смазок сохранять свои свойства и прежде всего не упрочняться при кратковременном воздействии высоких температур называется термической стабильностью. В результате термоупрочнения затрудняется ее поступление к трущимся поверхностям, ухудшаются ее адгезионные свойства, а следовательно и смазочная способность. Как правило, термическую стабильность смазок оценивают по изменению их свойств после нагревания без механического воздействия. По ГОСТ 7143-73 склонность смазки к термоупрочнению определяют на приборе СК путем измерения пределов прочности в результате часовой выдержки смазки при 120°C. Характеристика термической стабильности некоторых видов смазки по изменению предела прочности и коллоидной стабильности в результате термического воздействия при 120°C в течение 1 часа представлена в таблице.

Таблица. Термическая стабильность смазок

Смазки	Предел прочности		Коллоидная стабильность, %	
	исходный	конечный	исходная	конечная
Натриевые констатины: жировой синтетический	15,7	32,0	13,6	11,8
	4,7	50,0	2,9	1,8
Кальцево-натриевые I-13 жировая	1,8	22,0	15,6	14,1

Эксплуатационные материалы

синтетическая	4,8	32,0	3,5	3,6
Гидратированные кальциевые солидолы жировой синтетический	9,0 2,9	10,3 5,5	10,3 -	12,1 -
Литивые ЦИАТИМ-201 ЦИАТИМ-203	8,6 9,0	11,6 5,9	24,3 -	32,6 -

Термическую стабильность пластичных смазок оценивают на прочномере СК по ГОСТ 7143-73 путем определения изменения предела прочности в результате часовой выдержки узла со смазкой при 120°C.

Химическая стабильность пластичных смазок характеризуется их способностью сохранять свои свойства под воздействием различных химически активных веществ (кислорода, кислот, щелочей и др.). Обычно под этой характеристикой имеют в виду устойчивость смазок противостоять окислению. При окислении смазок происходят изменения объемно-механических свойств, снижается коллоидная стабильность, накапливаются коррозионно-агрессивные вещества. Поэтому для смазок работающих в условиях повышенных температур (выше 100°C) и в химически агрессивных средах необходимы смазки с повышенной устойчивостью к окислению. Это свойство смазок особенно важно для долгорботающих и несменяемых смазок. Химическая стабильность пластичных смазок зависит от стойкости к окислению базового масла, загустителя, наличия присадок и других факторов. Меньше других на окислительные процессы влияют углеводородные загустители (парафин, церезин). Поэтому загущенные этими продуктами смазки обладают высокой химической стабильностью. Определение химической стабильности производится по ГОСТ 5734-76 и оценивается количеством органических кислот, образующихся при нагреве смазки, нанесенной слоем толщиной 1 мм на медную пластинку.

Классификация смазок

Промышленностью выпускается широкий ассортимент пластичных смазок различного назначения, отличающихся составом и свойствами. В соответствии с ГОСТ 23258-78 «Смазки пластичные. Наименование и обозначение» классификационное обозначение смазок состоит из 5 буквенных и цифровых индексов, расположенных в порядке, указывающем группу (подгруппу) в соответствии с назначением, загуститель, рекомендуемый (условный) температурный интервал применения, дисперсионную среду, консистенцию смазки.

Согласно указанному стандарту пластичные смазки делятся на 4 группы - антифрикционные, консервационные, уплотнительные и канатные.

Антифрикционные смазки предназначены для снижения трения и износа трущихся деталей. В свою очередь они делятся на 12 подгрупп, обозначаемых индексами; С - общего назначения (солидолы) для обычных температур (до 70°C) О - общего назначения для повышенных температур (до 110°C), М - многоцелевые, работоспособные от -30°C до + 130°C в условиях повышенной влажности; Ж - термостойкие для рабочих температур 150°C и выше; Н - морозостойкие, работоспособные ниже - 40 °С; И - противозадирные и противоизносные, предназначенные для подшипников качения при контактных напряжениях выше 2500 МПа и подшипников скольжения - выше 150 МПа; Х - химически стойкие для узлов трения, контактирующих с агрессивными средами; П - приборные для узлов трения приборов и точных механизмов; Т - редукторные (трансмиссионные); Д - приработочные (дисульфидмолибденовые, графитные и другие пасты) для облегчения сборки, предотвращения задиров и ускорения приработки; У - узкоспециализированные (отраслевые); Б - брикетные для трущихся поверхностей с использованием смазок в виде брикетов.

Группа консервационных масел, обозначаемая индексом З, предназначена для предотвращения коррозии металлических поверхностей при хранении, транспортировании и эксплуатации.

Канатные смазки имеют символ К, их используют для предотвращения износа и коррозии стальных канатов.

Уплотнительные смазки предназначены для герметизации зазоров; облегчения сборки и разборки арматуры, сальниковых устройств; резьбовых, разъемных и подвижных соединений. Этот вид смазки обозначается индексами: А - арматурные для использования в арматурах и сальниковых устройствах; Р - резьбовые; В - вакуумные для подвижных и разъемных соединений вакуумных систем.

Кроме назначения и применяемости в обозначении смазок указывают тип загустителя, рекомендуемый температурный диапазон применения, дисперсионную среду и консистенцию.

Загуститель обозначается первыми двумя буквами металла, входящего в состав масла: Ка - кальциевое; На - натриевое; Ли - литиевое. ЛИ-Ка - смешанное литиево-кальциевое и т.д. Комплексное мыло обозначается строчной буквой "к", после которой указывается индекс соответствующего мыла кКа, кВа и т.д.

Рекомендуемый температурный диапазон применения смазки указывают дробью: в числителе - уменьшенную в 10 раз минимальную температуру (без знака минус), в знаменателе уменьшенную в 10 раз максимальную температуру. Например индекс "3/12" соответствует температурному диапазону применения от - 30 до + 120°C За минимальную температуру применения принимают температуру, при которой вязкость смазки составляет 2000 Па·с.

Тип дисперсионной среды и присутствие твердых добавок обозначают твердыми буквами русского алфавита: "у" - синтетические углеводороды; "к" - кремнийорганические жидкости; "г" - добавка графика; "д" добавка дисульфида

молибдена. В смазках, приготовленных на нефтяной основе, индекс Н - не указывают. Его используют только в обозначениях смазок, изготовленных на смеси нефтяного и какого-либо другого масла.

Эксплуатационные свойства и ассортимент пластичных смазок

Пластичные (консистентные) смазки – это густые мазеобразные продукты, в их состав входят: масло – основа, загуститель – мыла, твердые углероды (парафин), часто стабилизатор для сохранения однородности смазки, иногда наполнитель (например графит).

Отличительная особенность пластичных смазок заключается в том, что они способны в зависимости от условий работы обладать свойствами как твердых, так и жидких веществ. Под действием небольших усилий смазки ведут себя как твердое тело – могут удерживаться на вертикальных и наклонных поверхностях. При воздействии больших нагрузок смазки работают как жидкость – обладают текучестью. Такое сочетание свойств твердого тела и жидкости обусловлено строением пластичных смазок.

В качестве масляной основы смазок используют различные смазочные масла и жидкости. Большинство смазок отечественного производства готовят на нефтяных маслах. Для получения смазок, работающих в специфических и экстремальных условиях, применяют синтетические масла – кремнийорганические жидкости, фтор- и фторхлоруглероды. В отдельных случаях в качестве масляной основы смазок применяют растительные масла, например касторовое масло. От масляной основы зависят работоспособность смазок в определенном интервале температур, силовых и скоростных нагрузок, их окисляемость, защитные свойства, устойчивость к агрессивным средам, а также набухаемость контактирующих изделий из резины и полимеров. Нефтяные масла используют для производства смазок общего назначения, работоспособных в интервале температур от – 60 до 150° С. Для узлов трения, работающих при температурах ниже –60° С и длительное время при температурах выше 150° С, применяют смазки, приготовленные на синтетических маслах (температурный диапазон таких смазок от –100 до 350° С и выше).

Для улучшения свойств смазок применяют в основном те же присадки, что и для моторных, и трансмиссионных масел: противоизносные, противозадирные, антифрикционные, защитные, вязкостные, противоокислительные и др. Многие присадки являются полифункциональными. Кроме присадок, в смазки добавляют наполнители – высокодисперсные нерастворимые в маслах материалы, улучшающие их эксплуатационные свойства. Наиболее распространены наполнители, характеризующиеся низкими коэффициентами трения: графит, дисульфид молибдена, тальк, асбест. Достаточно широко используют в качестве наполнителей оксиды цинка, титана и меди, порошки меди, свинца, алюминия, олова, бронзы и латуни, которые обычно замешивают в готовую смазку в количествах от 1 до 30%. Такие наполнители применяют преимущественно для производства резьбовых и уплотнительных смазок, а также антифрикционных смазок, используемых в тяжело нагруженных узлах трения скольжения.

Смазки в первую очередь характеризуются консистенцией. Консистенцию смазок определяют показателем пенетрации при 25° С. В сосуд со смазкой погружается металлический конус под действием собственного веса (1Н). Показатель пенетрации – это его глубина погружения, выраженная в десятых долях миллиметра. Чем больше глубина погружения, тем "мягче" смазка и больше показатель (число) пенетрации.

О верхнем температурном пределе работоспособности смазок можно приближенно судить по температуре каплепадения - это температура падения первой капли нагреваемой смазки, помещенной в чашечку специального прибора.

Кроме того, специфическими показателями, определяемыми для смазок, являются:

- коллоидная стабильность - характеризует (в %) отделение масла от смазки при воздействии на нее небольшой нагрузки (чем меньше этот показатель, тем лучше - выше условный балл оценки);
- испаряемость - смазка нагревается в тонком слое, при определенной температуре; взвешиванием определяется испаряемость масла (в %) - чем она меньше, тем выше балл;
- водостойкость - способность противостоять размыву водой - чем меньше размыв, тем выше балл;

В нашей стране производят большое количество пластичных смазок.

Солидол С (близок по свойствам пресс-солидолу) представляет собой мягкую маслянистую мазь от светло- до темно-коричневого цвета. В состав смазки входят: индустриальное масло, кальциевые мыла синтетических жирных кислот. Предназначена для применения в узлах трения автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных машин, станочного оборудования, открытых зубчатых и цепных передач. Температурный диапазон их применения очень небольшой – от -20 до +65°С. При более высоких температурах солидолы необратимо распадаются. Нельзя наносить солидолы на трущиеся или защищаемые от коррозии поверхности в расплавленном виде. В качестве заменителя может использоваться смазка Литол-24.

Смазка жировая 1:13 по внешнему виду представляет однородную слабозернистую мазь от светло- до темно-желтого цвета. В состав входят: минеральные масла, натриево-кальциевые мыла жирных кислот, входящих в состав касторового масла. Смазку применяют для ступиц колес автомобилей и других аналогичных узлов трения, где температуры не превышают 100° С. Температурный диапазон применения от -20 до 100°С.

К недостаткам смазки следует отнести низкую влагостойкость: при контакте с водой она растворяется в ней. В качестве заменителя может использоваться смазка Литол-24.

Графитная смазка Усса близка по составу к синтетическим солидолам. Эту смазку готовят на более вязком базовом масле, загущают кальциевыми мылами синтетических жирных кислот и добавляют графит (до 10%). Цвет смазки - черный с серебристым оттенком. Температурный диапазон применения от -20 до 60°С.

Применяют ее для грубых, тяжело нагруженных тихоходных механизмов, смазывают цепные передачи в мотоциклах. В автомобилях графитную смазку применяют для уменьшения трения между листами рессор. При отсутствии графитной смазки ее можно приготовить, добавив в нагретый до 50° С солидол 10% графита.

Вообще кальциевые смазки (солидолы и 1:13) обладают схожими недостатками. Узкий интервал температур, низкая механическая стабильность приводят к быстрому вытеканию из подшипников и других узлов трения. Этими недостатками обуславливается ограниченная работоспособность этих смазок, а следовательно, их частая смена и необходимость пополнения.

С 1970 г. в нашей стране было начато производство улучшенных смазок с содержанием бария, лития. Наибольшее распространение из литиевых смазок получила смазка **Литол-24** - универсальная смазка, применяется в узлах трения автомобилей, тракторов и др. механизмов. Температурный диапазон применения от -40 до 120°С.

В состав входят: минеральное масло, литиевое мыло оксистеариновой кислоты, антиокислительная и вязкостная присадки. Представляет собой мягкую маслянистую мазь коричневого цвета. Заменитель - ЛСЦ-15.

ЦИАТИМ-201. Состав: вазелиновое приборное масло МВП, литиевое мыло стеариновой кислоты, антиокислитель. Представляет собой мягкую мазь желтого или светло-коричневого цвета. Температурный диапазон применения от -60 до 90°С.

Смазка имеет хорошие низкотемпературные свойства. Однако мягкая консистенция и недостаточная липкость смазки способствует ее механическому удалению из открытых узлов трения. Применяется в подшипниках качения и скольжения, шарнирах, в приборах и точных механизмах. В качестве заменителя может быть использована смазка Фиол-1.

Фиол-1 предназначена для смазывания узлов трения под давлением (через пресс-масленки) и для тросов, имеющих оболочку с внутренним диаметром менее 5 мм. Смазка имеет коричневый цвет и представляет собой минеральное масло, загущенное литиевым мылом оксистеариновой кислоты. Содержит антиокислительную и вязкостную присадки. Температурный диапазон применения от -40 до 120°С.

Применяют смазку для тросов привода воздушной заслонки карбюратора, шлицов карданного вала, оболочек тросов управления, направляющих сидений, узлов трения, заполняемую через пресс-масленки автомобилей ВАЗ. Заменитель - Литол-24.

ЛСЦ-15 предназначена для смазывания узлов трения, работающих при средних и высоких нагрузках и температуре не выше 130° С. Цвет белый. Температурный диапазон применения от -40 до 130°С.

Смазка представляет собой минеральное масло, загущенное литиевыми мылами, содержит антиокислительные присадки и добавки на основе окиси цинка. Во многих случаях взаимозаменяема со смазкой Литол-24.

ШРБ-4 предназначена для смазывания шарниров передней подвески, наконечников тяг рулевого управления легковых автомобилей. Цвет смазки - от коричневого до темно-коричневого. Изготовлена на основе бариевого мыла. Температурный диапазон применения от -40 до 130⁰С. В качестве замены можно использовать смазки ШРУС-4 и Литол-24.

В отдельных агрегатах и механизмах автомобилей все шире применяются так называемые "вечные" смазки, которые закладывают на заводе и не меняют до капитального ремонта или до полного износа автомобиля. Эти смазки имеют высокую стоимость. К ним относятся, например, ШРУС-4 и смазка № 158.

ШРУС-4 предназначается для смазывания шарниров равных угловых скоростей, подшипников сцепления, серебристо-черного цвета. Температурный диапазон применения от -40 до 120⁰С.

Смазка была разработана специально для шарниров равных угловых скоростей автомобиля "Нива". В дальнейшем ее стали использовать и в шарнирах ВАЗ-2108 и других переднеприводных моделях автомобилей. Кроме шарниров, в новых моделях автомобилей ШРУС-4 применяют для смазывания ряда подшипников (подшипник сцепления), деталей карбюраторов и телескопических стоек. Равноценной замены для смазки ШРУС-4 в шарнирах привода колес нет. В хорошо защищенных узлах смазка служит очень долго - до капитального ремонта автомобиля.

Смазка № 158. Состав: масло авиационное МС-20, литиево-калиевое мыло стеариновой кислоты, касторового масла, антиокислительная и противоизносная присадки. Температурный диапазон применения от -30 до 100⁰С.

Смазка работоспособна в течение длительного времени. Применяется в подшипниках качения генераторов, электродвигателей, в игольчатых подшипниках крестовин карданного вала. Обеспечивает работу подшипников в течение нескольких лет, не требуя замены. По эксплуатационным свойствам наиболее близкая смазка - ШРУС-4.

Из приведенных данных видно, что многоцелевые литиевые смазки (Литол-24, Фиол-1), а также специальные автомобильные смазки (ЛСЦ-15, ШРБ-4, ШРУС-4) превосходят старые смазки (солидолы, 1:13, ЦИАТИМ-201). Наибольшим их достоинством является широкий температурный диапазон, работоспособность при высоких (120...130· С) температурах, механическая стабильность. Последнее особенно важно для герметизированных узлов, в частности для подшипников скольжения (передняя втулка стартера) и шарнирных соединений, т.е. для таких узлов, в которых вся смазка подвергается деформации. Из-за низкой механической стабильности смазка "Солидол С" в процессе эксплуатации разупрочняется и вытекает из узлов, в то время как "Литол-24" сохраняет свои свойства, удерживается в узле и обеспечивает длительную работу подшипников без смены и пополнения смазки. Поэтому периодичность смены смазки при применении "Литола-24" по сравнению со смазкой "Солидол С" в шарнирах рулевых тяг увеличена в 3 раза, а в шлицевых соединениях карданного вала - в 5...6 раз.

В зависимости от значения пенетрации смазки имеют 9 индексов класса консистенции (таблица).

Таблица Классы консистенции пластичных смазок

Индекс класса консистенции	Пенетрация при 25°C по ГОСТ 5346-78	Индекс класса консистенции	Пенетрация при 25°C по ГОСТ 5346-78
00	400-430	4	175-205
0	335-385	5	130-160
1	310-340	6	85-115
2	265-295	7	ниже 70
3	220-250		

Пример классификационного обозначения литиевой смазки Литол-24: МЛи 4/13-3. Эта смазка антифрикционная многоцелевая.

Таблица 2.15. Классы смазок по API

Пенетрация при температуре 25 °C	Индекс класса консистенции*
445–475	000
400–430	00
355–385	0
310–340	1
265–395	2
220–250	3
175–205	4
130–160	5
85–115	6
Ниже 70	7

* Класс NLGI.

Эксплуатационные материалы

Название смазки, марка	Тип	Водостой- кость	Консерваци- онная спо- собность	Класс консистен- ции по NLGI	Коллоидная ста- бильность, %, не более	Рабочая темпера- тура, °С		Срок хра- нения, лет	Заменитель
						Мини- мальная	Макси- мальная		
Консталин, УТ-1	Натриевые и натриево-каль- циевые	Низкая	Низкая	2	5	-20	120	3	Любые смазки кроме кальциевых и углево- дородных, другие нат- риевые смазки
Консталин, УТ-2				2	5				
ЯНЗ-2				2	5	-30	100		
Карданная, АМ				2	5	-10	100		
КСБ				2	5	-30	110		
Лита	Литиевые	Высокая	Средняя	2	20	-50	100	5	ЦИАТИМ-221, Зимол
Литол-24				3	12	-40	130	10	Фиол-3, Фиол-2У
ЦИАТИМ-221				2	7	-60	150	5	Лита, Зимол
Фиол-1, Фиол-2				1	2	-40	120		Фиол-3б, Литол-24
Фиол-3				1	2	-40	130		Литол-24
Фиол-2М				1	2	-40	120	8	Литол-24 с содержа- нием 2 % MoS2
ЛЗ-31				2	3	-40	130	5	Литол-24б, ШРБ-4
Зимол				2	20	-50	100		ЦИАТИМ-221б, Лита
ШРУС-4				2	16	-40	100	3	Униол-3

Название смазки, марка	Тип	Водостой- кость	Консерваци- онная спо- собность	Класс консистен- ции по NLGI	Коллоидная ста- бильность, %, не более	Рабочая темпера- тура, °С		Срок хра- нения, лет	Заменитель
						Мини- мальная	Макси- мальная		
Северол-1	Литиевые	Высокая	Низкая	2	15	-50	130	5	Униол-3М, ЦИАТИМ-201
ЦИАТИМ-201				2	26	-60	90	4	Фиол-2У
ЛСЦ-15				1	15	-40	130	5	Литол-24, ШРБ-4, ШРУС-4, №158
Смазка №158				2	23	-30	100		ШРУС-4, Литол-24
ШРБ-4	Бариевые	Высокая	Высокая	2	20	-40	100	3	Литол-24, ЛСЦ-15
МС-70				2	18	-40	100		
Немыльная смазка, ВТВ-1	Углеводородные	Очень высокая	Очень высокая	2	22	-40	40	10	Любые кальциевые и бариевые смазки, Литол-24, фиолы
Лимол	Селикагеливые	Высокая	Высокая	2	17	-40	160	5	ШРБ-4, Литол-24, Фиол-3, Фиол-3М
Силикол				2	18	-40	130		Литол-24, Фиол-3, Фиол-3М

Эксплуатационные материалы

Таблица 2.16. Основные показатели пластичных смазок и их заменители

Название смазки, марка	Тип	Водостойкость	Консервационная способность	Класс консистенции по NLGI	Коллоидная стабильность, %, не более	Рабочая температура, °С		Срок хранения, лет	Заменитель
						Минимальная	Максимальная		
Солидол синтетический, С (автомобильная УСс)	Кальциевые обычные	Высокая	Высокая	2	5	-30	-60	5	Любая смазка кроме натриевых и углеводородных, солидолы других марок
Пресс-солидол синтетический, С				1	10	-40	50		
Солидол жировой, УС-2				2	5	-40	70		
Пресс-солидол жировой УС-1				1	10	-40	50		
Графитная смазка, УСсА				2	10	-30	60	10	
Униол-1	Кальциевые комплексные	Средняя	Средняя	2	10	-30	150	3	Литол-24 и другие литиевые смазки
Униол-1 и Униол-3М				2	10	-35	140		Северол-1 и другие литиевые смазки
Смазка 1-13	Натриевые и натриево-кальциевые	Низкая	Низкая	3	5	-20	110	3	Любые смазки кроме кальциевых и углеводородных, другие натриевые смазки

Эксплуатационные материалы

Приложение 1

Таблица Пример составления карты смазки с указанием применяемых эксплуатационных материалов.

Номер позиции на схемах смазки №№1-4	Наименование точек смазки	Наименование, марка и обозначение стандарта на смазочные материалы		Количество точек смазки(объем в л, масса в кг ГСМ заправляемых в машину при смене смазки)	Периодичность смазки	Примечание
		Смазка при эксплуатации	Смазка при хранении			
1	2	3	4	5	6	7
1	Шарнирные соединения рычага механизма качающейся шайбы с подвижным ножом	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	2 (0,008)	10	
2	Втулка предохранительного устройства мотовила	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	1 (0,006)	60	
3	Втулка предохранительного устройства шнека	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	1 (0,006)	60	
4	Ступица подвижного диска верхнего шкива вариатора мотовила	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	1 (0,019)	60	
5	Ступица подвижного диска нижнего шкива вариатора мотовила	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	1 (0,019)	60	
6	Оси левого и правого рычагов механизмов уравнивания жатки	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	2 (0,032)	60	
7	Левый и правый подшипник мотовила	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	2 (0,020)	60	
8	Центральный шарнир соединения жатки с проставкой	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	1 (0,050)	60	

Эксплуатационные материалы

1	2	3	4	5	6	7
9	Оси левого и правого рычагов регулировки положения мотовила	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	2 (0,008)	240 или 1 раз в сезон	
10	Рабочая поверхность телескопической пары карданного вала	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	1 (0,040)	240	
11	Оси левого и правого блоков уравнивания	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	2 (0,020)	240 или 1 раз в сезон	
12	Ролики левый и правый ограничения поворота корпуса жатки	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	2 (0,024)	240 или 1 раз в сезон	
13	Механизм качающейся шайбы	Масло трансмиссионное ТСП-15К ГОСТ 23652-79	Масло трансмиссионное ТСП-15К ГОСТ 23652-79 с 5-10% присадки АКОР-1 ГОСТ 15171-78	1 (1,000) (0,050)	480 или 1 раз в два сезона	
Наклонная камера						
14	Втулка ступицы предохранительно муфты верхнего вала	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	1 (0,008)	60 или после 10 срабатываний	
15	Рычаг механизма реверса и шток фиксатора реверса жатки	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	2 (0,020)	240 или 1 раз в сезон	
Молотилка						
16	Ступица ведущего диска вариатора вентилятора	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	1 (0,046)	60	
17	Ступица ведомого диска вариатора вентилятора	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	1 (0,010)	60	
18	Ступица выгрузного шнека бункера	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	1 (0,014)	60	
19	Подшипник конического редуктора наклонного шнека бункера	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	1 (0,120)	60	
20	Ступица шкива предохранительного механизма колосового элеватора	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	Смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87	1 (0,060)	60 или после 10 срабатываний	

Эксплуатационные материалы

Приложение 2

Таблица. Термическая стабильность смазок

Смазки	Предел прочности		Коллоидная стабильность, %	
	исходный	конечный	исходная	конечная
Натриевые консталины: жировой синтетический	15,7	32,0	13,6	11,8
	4,7	50,0	2,9	1,8
Кальцево-натриевые I-13 жировая синтетическая	1,8	22,0	15,6	14,1
	4,8	32,0	3,5	3,6
Гидратированные кальциевые солидолы жировой синтетический	9,0	10,3	10,3	12,1
	2,9	5,5	-	-
Литивые ЦИАТИМ-201 ЦИАТИМ-203	8,6	11,6	24,3	32,6
	9,0	5,9	-	-

Таблица Классы консистенции пластичных смазок

Индекс консистенции	класс	Пенетрация при 25°C по ГОСТ 5346-78	Индекс консистенции	класс	Пенетрация при 25°C по ГОСТ 5346-78
00		400-430	4		175-205
0		335-385	5		130-160
1		310-340	6		85-115
2		265-295	7		ниже 70
3		220-250			

ЛЕКЦИЯ 5. Эксплуатационные свойства и ассортимент охлаждающих жидкостей

Жидкость для системы охлаждения двигателя не должна замерзать и кипеть во всем рабочем диапазоне температур двигателя, легко прокачиваться, не воспламеняться, не вспениваться, не воздействовать на материалы системы охлаждения, иметь высокую теплопроводность и теплоемкость.

В некоторой степени этим требованиям отвечает вода. Она имеет целый ряд положительных качеств: доступность, высокую теплоемкость, пожаробезопасность, нетоксичность и т.д. К недостаткам воды следует отнести: высокую температуру замерзания и увеличение объема при этом, недостаточно высокую температуру кипения и склонность к образованию накипи. Отложение накипи в рубашках охлаждения двигателей ухудшает теплоотвод и может приводить к появлению трещин, так как из-за ухудшения охлаждения стенки неравномерно расширяются, в металле возникают значительные внутренние напряжения.

Воду, вызывающую образование накипи, называют жесткой. Общая жесткость – это суммарное содержание в воде ионов кальция и магния. Она измеряется миллиграмм-эквивалентами на 1 литр воды (мг.экв/л). Один мг.экв/л соответствует содержанию в 1 литре воды 20,04 мг кальция или 12,16 мг магния.

Воду считают мягкой, если в ней общее содержание солей не превышает 3 мг.экв/л, в двигателях ее можно использовать без умягчения. При содержании солей от 3 до 6 мг.экв/л – относят к средней жесткости, перед использованием в двигателе ее желательно умягчать. Воду, содержащую более 6 мг.экв/л солей, считают жесткой, она подлежит обязательному умягчению.

По степени пригодности в качестве охлаждающей жидкости для двигателей природные воды распределяются в следующем порядке: атмосферная (дождевая, снеговая) – самая мягкая (до 1,5 мг.экв/л); речная или озерная – достаточно мягкая (1,5...4,0 мг.экв/л); грунтовая (колодезная, ключевая), наиболее жесткая - морская.

Самым простым способом умягчения является кипячение воды в течение 15...20 мин. При этом большая часть солей выпадает в осадок, который отфильтровывают. Остаточная жесткость в таком случае не превышает 1...2 мг.экв/л. Более сложный, но кардинальный способ очистки воды от солей – перегонка. В результате получается дистиллированная вода.

Существуют химические способы умягчения воды: добавление к ней веществ, образующих с солями кальция и магния нерастворимые соединения, выпадающие в осадок. К таким способам относится известково-содовое умягчение: к воде добавляют соду Na_2CO_3 в количестве 53 мг/л на одну единицу жесткости или раствор извести – гидроксид кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Теплую воду перемешивают с реактивом, 20...30 мин отстаивают и фильтруют от осадка. Все накипеобразующие соединения

Эксплуатационные материалы

выпадают в виде нерастворимых соединений CaCO_3 , MgCO_3 , Mg(OH)_2 . Этот способ более эффективен, чем кипячение – остаточная жесткость не превышает 0,5...1,0 мг.экв/л.

Образование накипи можно предотвратить обработкой воды непосредственно в системе охлаждения добавкой так называемых антинакипинов. Они особенно удобны, когда систему требуется заправить водой из естественных источников при отсутствии умягченной воды. Наиболее часто в качестве антинакипина используют хромпик $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Хромпик переводит соли накипи в растворенное состояние. Используют его следующим образом: готовят концентрат – 100 г реактива на 1 л воды. На 1 л среднежесткой воды берут 30...50 мл концентрата, для жесткой воды – 100...130 мл. Кроме того, являясь сильным окислителем, хромпик на поверхности металла создает защитную оксидную пленку, предохраняющую от коррозии.

Недостатком воды как охлаждающей жидкости является не только склонность к накипеобразованию. Температура её кипения составляет 100°C , что не всегда обеспечивает охлаждение современных форсированных двигателей. Замерзает вода при 0°C , при этом примерно на 10 % увеличиваясь в объеме. Образующийся лед давит на стенки системы охлаждения с усилием свыше 200 МПа, что может привести к разрушению головки блока цилиндров и радиатора. По этой причине в зимнее время года целесообразнее использовать низкотемпературные охлаждающие жидкости (НОЖ). Лучшие из них - этиленгликолевые смеси. Эти жидкости, обеспечивая надежное охлаждение двигателя, полностью исключают возможность размораживания системы охлаждения при длительной стоянке в условиях низких температур.

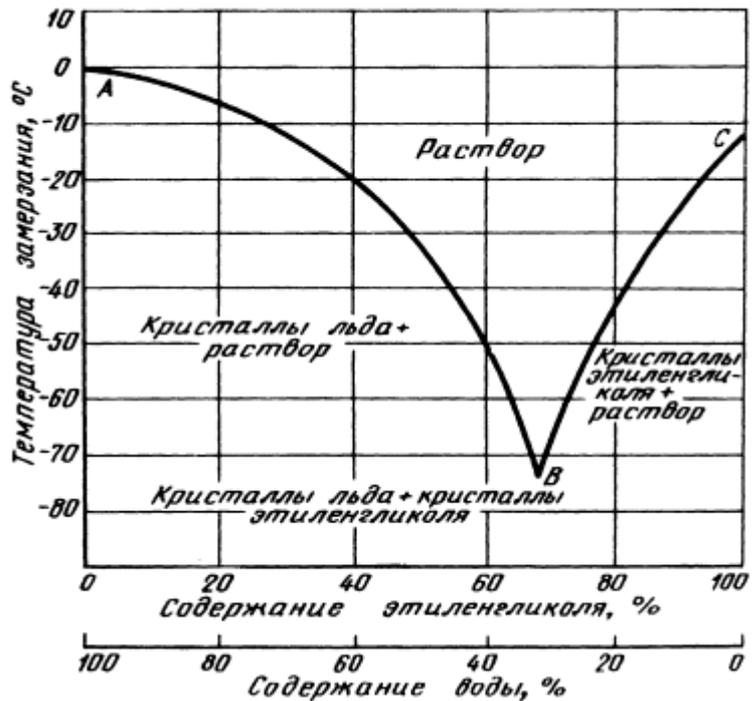
Этиленгликоль - прозрачная бесцветная или слегка желтоватая жидкость без запаха, хорошо смешивается с водой, ацетоном, спиртами, нерастворим в нефтепродуктах. Несмотря на то, что в случае применения этиленгликоля рабочая температура жидкости может быть повышена до $120...130^\circ\text{C}$, в чистом виде его практически не используют. Причиной этого является относительно высокая температура застывания (-10°C) и низкая температура вспышки 122°C (пожароопасность) этиленгликоля. Для охлаждения используют водные растворы этиленгликоля. Смешивая этиленгликоль с водой в разных соотношениях, можно получить жидкости с температурой замерзания от 0 до -75°C . Зависимость температуры замерзания водоетиленгликолевых растворов от их состава приведена на рис. 6.1.

Кривая кристаллизации имеет перелом в точке *B*, соответствующей 33,3% воды и 66,7 % этиленгликоля, температура замерзания - 75°C . В водных растворах этиленгликоля с содержанием воды от 0 до 33,3 % (кривая *BC*) при замерзании образуются кристаллы этиленгликоля, а вода остается в жидком состоянии. Если концентрация воды более 33,3 % (кривая *AB*), при замерзании кристаллизуется вода, а этиленгликоль остается в жидком состоянии. В точке *B* одновременно кристаллизуются и этиленгликоль, и вода.

Пользуясь кривой кристаллизации, можно, зная необходимую температуру застывания, найти состав смеси, и наоборот.

Эксплуатационные материалы

Использование НОЖ с этиленгликолем в системе охлаждения имеет много преимуществ: низкая температура застывания, высокая температура кипения, хорошие вязкостные свойства, жидкость негорюча, достаточно высока теплоемкость и теплопроводность. При их замерзании образуется рыхлая масса, объем которой увеличивается лишь на 0,2...0,3 % от первоначального, поэтому система не разрушается.



Основные марки НОЖ представлены в табл. 6.15.

Таблица 6.15

Марки низкотемпературных охлаждающих жидкостей

ПОКАЗАТЕЛЬ	Антифризы		Тосолы	
	40	65	A - 40	A - 65
Внешний вид	Светло-желтая, слегка мутная жидкость		Сине-зеленая жидкость	
Температура кристаллизации, ° C, не выше	-40	-65	-40	-65
Температура кипения, ° C, не ниже	100	100	105	105
Состав, массовый %:				

Эксплуатационные материалы

этиленгликоль	52	64	53	63
вода	48	36	47	37
присадки (сверх 100%)	· 4	· 4,5	· 4	· 4,5

Антифриз марки 40 представляет собой смесь 52 % этиленгликоля и 48% воды, марки 65 - соответственно 64 и 36 %. Поскольку этиленгликоль корродирует металл, к антифризам добавляют антикоррозионную присадку. Антифризы практически не действуют на резиновые шланги. Они обладают повышенной текучестью, поэтому нужно особенно тщательно следить за уплотнением соединений между деталями.

Для всесезонной эксплуатации легковых и ряда грузовых автомобилей (КамАЗ), тракторов К-701 предназначены тосолы А-40 и А-65, окрашенные в зелено-голубой цвет. Тосолы готовят на основе этиленгликоля с добавкой 2,5...3,0% сложной композиции противокоррозионных и антипенных присадок. Цифры в марках характеризуют температуру застывания.

Заменять тосолы в системе охлаждения следует через два года (или 60 тыс. км пробега), так как присадки в процессе эксплуатации разрушаются, ухудшая качество жидкостей.

Использовать НОЖ можно только после удаления из системы охлаждения накипи, которая разрушает антикоррозионные присадки.

При нагревании этиленгликолевые жидкости значительно увеличиваются в объеме. В связи с этим систему охлаждения заполняют на 92...94 %. В автомобилях для учёта этого явления предусматриваются расширительные бачки.

При обнаружении подтекания НОЖ из системы добавляют до нужного объема только НОЖ. Если система исправна, а уровень жидкости уменьшился, то доливать можно дистиллированную воду, так как температура кипения воды значительно ниже, чем у этиленгликоля, и вода быстрее испаряется.

Существенный недостаток этиленгликолевых жидкостей - их токсичность. При попадании НОЖ в организм человека наблюдаются тяжелые отравления. Основные меры предосторожности: НОЖ нельзя засасывать ртом, необходимо осторожно заполнять систему охлаждения, не допуская разливов и перелива жидкости, работать следует в резиновых перчатках, лучше в специальной одежде и т.д.

Охлаждающая жидкость - рекомендации по использованию

Безотказная работа современных отечественных и зарубежных дизелей, которыми оснащаются автобусы и грузовики, эксплуатирующиеся в нашей стране, зависит не только от типа и качества применяемого масла, но также от функционирования системы охлаждения. Её главной задачей является создание

Эксплуатационные материалы

оптимального температурного режима, при котором эксплуатация двигателя не вызывает нареканий. Это особенно важно, поскольку одним из главных достоинств дизельных двигателей последнего поколения, которые оснащаются турбокомпрессорами с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха, является высокий к. п. д., который достигает за счёт температуры сгорания топлива, превышающей 1900°C. При этом 33% тепловой энергии преобразуется в механическую, около 30% тепла отводится выпускной системой, ещё 7% изучается поверхностями двигателя, в то время как оставшиеся 30% поглощаются системой охлаждения. Важнейшая роль в поддержании правильного температурного баланса и обеспечении долговечности дизельного двигателя отводится охлаждающей жидкости. Её качество имеет такое же значение, как и качество топлива или масла.

Охлаждающая жидкость, как правило, представляет собой смесь воды и кондиционера - специальной присадки, предотвращающей коррозию деталей системы охлаждения. При эксплуатации в условиях низких температур к этим составляющим добавляется антифриз, который предотвращает замерзание охлаждающей жидкости. Необходимо помнить, что эффективность работы, а также срок службы дизельного двигателя и системы охлаждения во многом зависят от типа охлаждающей жидкости. Главным теплоносителем в её составе является вода, свойства которой хорошо изучены. Однако в составе воды находятся вещества в той или иной степени загрязняющие её. Опасность этого явления заключается в том, что в условиях высоких рабочих температур двигателя образуются кислоты или накипь, которые могут существенно сократить долговечность системы охлаждения. Помимо этого охлаждающая жидкость должна защищать от коррозии и кавитации корпус водяного насоса, а также от образования солевых отложений, сохранять эластичность резиновых деталей, в её составе недопустимо присутствие нитратов и фосфатов. Вот почему столь важно следить за типом и качеством охлаждающей жидкости, а также производить правильное техническое обслуживание системы охлаждения.

Антифризы, рекомендованные компаниями изготовителями для использования в системе охлаждения, содержат все необходимые присадки, которые не только предотвращают замерзание охлаждающей жидкости и образования коррозии, но также повышают точку кипения воды, и обеспечивают защиту деталей из алюминиевых сплавов. В качестве антифриза в России распространены составы на основе этиленгликоля и пропилен гликоля. Относительная концентрация этих веществ в воде имеет решающее значение при определении защитных свойств смеси от замерзания. Смесь упомянутых основ с водой в соотношении 1:1 способна обеспечить температуру замерзания до -40°C. Кроме того, при более низких температурах перечисленные основы не превращаются в лёд, а образуют густую массу, не вызывая повреждения блока цилиндров и радиатора. Существуют низкотемпературные охлаждающие жидкости, обеспечивающие нормальную эксплуатацию дизеля при температуре окружающего воздуха до -65°C.

Эксплуатационные материалы

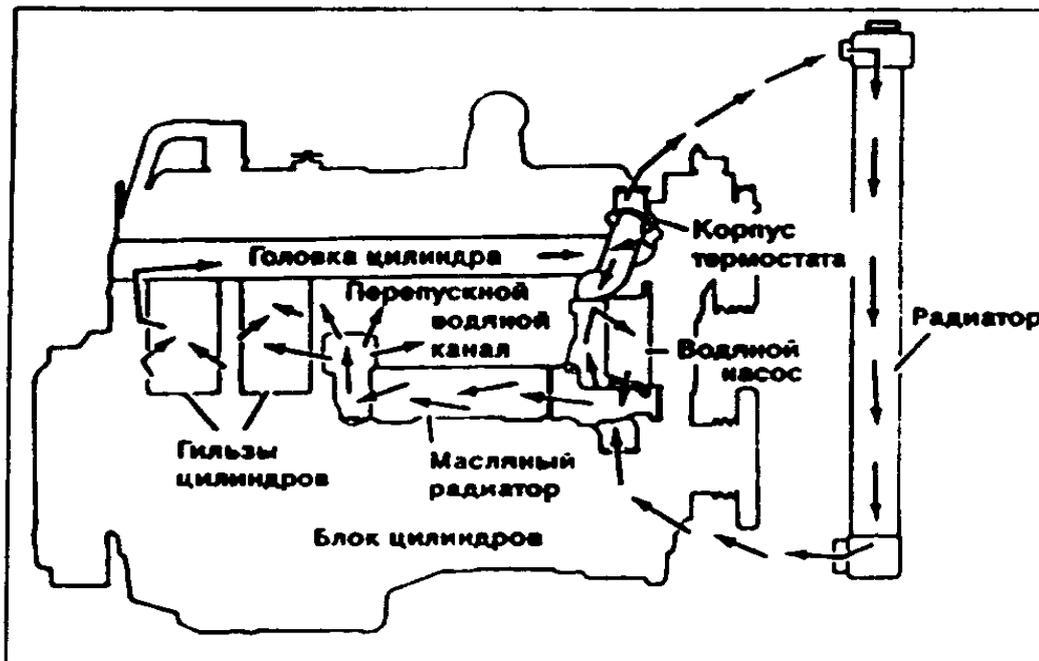


Рисунок Система охлаждения дизельного двигателя.

Столь же важное значение, как и температура замерзания, имеет температура кипения – чем она выше, тем меньше охлаждающая жидкость испаряется и реже закипает, что обеспечивает более длительную работу двигателя без дозаправки и перегрева. Температура кипения пропилен гликоля - $+154^{\circ}\text{C}$, этиленгликоля - $+170^{\circ}\text{C}$. Это существенно выше, чем у воды. Значение данного фактора особенно велико в летнюю жару.

Кроме количества и типа охлаждающей смеси температура её кипения зависит от давления в системе охлаждения и высоты, на которой работает двигатель. Система охлаждения современного дизельного двигателя рассчитана на работу с высоким давлением, которое повышает температуру кипения. Величину давления регулирует предохранительный клапан.

Следует помнить, какой бы тип охлаждающей жидкости из числа рекомендованных компаниями изготовителями ни использовался, необходимо регулярно контролировать её уровень из-за возможных утечек и испарения, а также производить замену в сроки, указанные в инструкции по эксплуатации двигателя.

Если пренебрегать указанными требованиями дизель может испытать на себе губительное воздействие аэрации и образующихся накипи и осадков, а кроме того, таких видов коррозии как питтинг и кавитационная эрозия, ржавление, нарушение кислотно – щелочного равновесия, электрохимическая коррозия в электроплитах. Все эти негативные факторы могут разрушить или повредить поршни и стенки цилиндров, термостат и водяной насос, алюминиевые детали и каналы системы охлаждения и т. д. Особую опасность представляют питтинг и кавитационная эрозия. Питтинг представляет собой вид быстро развивающейся агрессивной коррозии, которая возникает на ограниченных участках, вследствие возникновения электрического тока. Кавитационная эрозия возникает благодаря наличию в охлаждающей жидкости пузырьков воздуха, которые, лопаясь, вызывают разрушение

Эксплуатационные материалы

оксидной плёнки нанесённой на металлические поверхности. Предотвратить или ослабить эти явления могут профилактические меры, такие как поддержание системы охлаждения в чистоте и регулярное добавление в неё присадок, рекомендованных компаниями изготовителями.

Надёжная работа системы охлаждения современного дизельного двигателя гарантируется при использовании в качестве охлаждающей низкозамерзающей жидкости. Только в случае значительной и внезапной утечки жидкости, допускается производить доливку мягкой и чистой воды с тем, чтобы доехать до автотранспортного предприятия или ближайшего сервисного пункта. После этого необходимо слить жидкость из системы охлаждения, а затем заправить её соответствующей низкозамерзающей жидкостью. В повседневной эксплуатации категорически запрещено вместо антифриза использовать воду в системе охлаждения двигателя.

Огромную роль играет тепловой баланс дизельного двигателя. Неисправность системы охлаждения может привести к перегреву двигателя. В этом случае увеличивается сила трения и изнашивания деталей, уменьшаются тепловые зазоры, происходит коксование масла и отложение нагара, ухудшается наполнение цилиндра двигателя воздухом. Перегрев обычно вызывает растрескивание или деформацию головки и блока цилиндров, а также прихват поршней двигателя.

Перегрев может быть вызван несколькими причинами. Среди них наиболее вероятные: низкий уровень (недолив) охлаждающей жидкости, засорение сердцевины радиатора, повреждённые или подтекающие шланги и патрубки, ослабление натяжения ремня вентилятора, чрезмерная нагрузка двигателя, выход из строя водяного насоса или термостата, засорение впускного или выпускного воздушных клапанов, неисправность работы системы охлаждения (теплообменника, охладителя или радиатора).

В тоже время слишком сильный отвод тепла влечёт за собой переохлаждение дизеля, которое может повредить двигатель также как и его перегрев. В результате изменяются вязкостные свойства масла, что неизбежно приводит к увеличению изнашивания деталей, снижению мощности и экономичности дизельного двигателя. Продолжительная эксплуатация двигателя при низких температурах в системе охлаждения приводит к образованию шлама в картере. Шлам в свою очередь вызывает пригорание толкателей втулок клапанов, поршней и поршневых колец. Кроме того, если используется топлива с высоким содержанием серы активизирует образование серной кислоты, которая в значительной степени ускоряет процесс коррозии.

Низкие рабочие температуры могут привести к появлению нагара, который, прежде всего, приводит к нарушению работы газораспределительного механизма.

Крайне важно, чтобы рабочая температура двигателя находилась в строго определённом интервале. Для современных дизельных двигателей оптимальный тепловой режим находится в границах 85-95°C независимо от нагрузки и температуры окружающей среды. Не допускается продолжительная работа дизеля на низких оборотах без нагрузки, что может привести к переохлаждению.

В качестве профилактической меры компании изготовители рекомендуют использовать фирменные очистители системы охлаждения дизельных двигателей, которые растворяют минеральные отложения, продукты коррозии, накипь, шлам или снижают их содержание во время работы двигателя.

Эксплуатационные материалы

При первоначальной заправке следует использовать охлаждающую жидкость нужного типа и высокого качества. Перед заправкой системы охлаждения необходимо закрыть пробками все сливные отверстия. Скорость заполнения не должна превышать 15-20 л. в минуту, поскольку в этом случае возможно появление воздушных пробок, препятствующих полному заполнению системы охлаждения. После заполнения системы охлаждения двигатель должен проработать в течение нескольких минут со снятой пробкой радиатора. Далее нужно закрыть пробку радиатора и дать двигателю поработать на холостом ходу пока охлаждающая жидкость не станет тёплой. Необходимость долива охлаждённой жидкости определяется по её уровню в расширительном бачке.

Категорически запрещается пуск и кратковременная работа двигателя после слива охлаждающей жидкости для удаления её остатков из системы, поскольку это ведёт к разрушению уплотнительных резиновых колец, гильз цилиндров, выпадению седел клапанов, прогоранию прокладок головки блока цилиндров и короблению головки блока цилиндров.

Только правильная эксплуатация системы охлаждения обеспечит ресурс современных дизельных двигателей не менее 600- 800 тыс. км.

ЛЕКЦИЯ 6. Клеящие материалы

Общие требования по применению клеев

Клеи представляют собой вещества или композиции веществ преимущественно органической природы, которые, благодаря сочетанию таких свойств, как хорошее прилипание, механическая прочность в требуемом интервале температур, минимальная усадка при отверждении и пр., пригодны для прочного соединения различных материалов. Для получения прочного клеевого соединения необходима тщательная очистка поверхностей склеиваемых материалов.

Требования по подготовке склеиваемых поверхностей приводятся в инструкциях по применению клеев. Однако следует назвать некоторые общие правила:- для пластмасс - обезжиривание поверхности растворителями (уайт-спирит, бензин, ацетон) и придание ей шероховатости;- для металлов - удаление окислы, краски, ржавчины и обезжиривание. При склеивании чугунных деталей необходимо тщательно снять графитовую пленку;- для резины - обезжиривание, придание склеиваемой поверхности шероховатости;- для керамики, стекла и бетона, древесных материалов, кожи, тканей и т. д. -

очистка склеиваемых поверхностей от загрязнений и обезжиривание. Большинство клеев и входящих в их состав компонентов являются горючими и токсичными веществами. Поэтому все работы по приготовлению и применению клеев следует производить в строгом соответствии с действующей нормативной документацией, учитывая как технологию, так и требования техники безопасности [3].

Общая классификация клеящих материалов

1. ПОЛИУРЕТАНОВЫЕ КЛЕИ. Полиуретановые клеи появились на нашем рынке относительно недавно, всего 5-10 лет назад, в то время как на Западе их ценные свойства находят применение уже лет тридцать. Главное их достоинство состоит в превосходной адгезии к любым материалам. Клеи могут быть эластичными и жесткими, легко варьируется скорость отвердевания. Хороши полиуретановые клеи тем, что в отличие от остальных клеев они имеют очень широкий температурный интервал эксплуатации. Они практически не изменяют своих свойств при температуре от -50 до + 120°C. Кроме того, полиуретан абсолютно водостоек.

2. ПОЛИУРЕТАНОВЫЕ ДВУХКОМПОНЕНТНЫЕ КЛЕИ. Один компонент - смесь полиэфиров с различными свойствами, второй компонент - изоцианаты, обычно дифенилметандиизоцианат. При смешивании компонентов начинается полимеризация, в результате чего образуется сшитый полимер. Скорость отверждения клеев легко регулируется от нескольких секунд до суток введением катализатора.

3. ПОЛИУРЕТАНОВЫЕ ОДНОКОМПОНЕНТНЫЕ КЛЕИ. Содержат вместе изоцианат и полиэфир. Полимеризация клея происходит при поглощении клеем влаги из воздуха или склеиваемых материалов.

Эксплуатационные материалы

4. ХЛОРОПРЕНОВЫЕ (НЕОПРЕНОВЫЕ), РЕЗИНОВЫЕ, БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНЫЕ (SBS, SBR) КЛЕИ. В состав клеев входят синтетические полимеры: хлоропреновый каучук, бутадиеновый каучук, сополимеры бутадиена и стирола либо иные синтетические полимеры. Эти клеи всегда содержат легко летучий растворитель. Когда растворитель испаряется, полимер застывает и превращается в резиноподобную массу. В основном это контактные клеи (см. ниже). Клеи надежно и быстро склеивают все виды пластмасс и металлов. Хорошо выдерживают длительное воздействие воды и морозы.

5. АКРИЛОВЫЕ КЛЕИ. ВИНИЛОВЫЕ (ПОЛИВИНИЛАЦЕТАТНЫЕ) КЛЕИ. Представляют собой суспензию соответствующего полимера в воде, иногда в спирте. Когда растворитель испаряется, полимер гуммируется и постепенно застывает, набирая жесткость.

6. КЛЕИ НА ОСНОВЕ РАСТВОРИТЕЛЯ. Одни клеи содержат растворитель, другие нет. В качестве растворителя может быть вода или органические жидкости. Если клей содержит растворитель, то, затвердевая, клей, как правило, уменьшается в объеме. Это уменьшение характеризуется так называемым сухим остатком. Чем больше сухой остаток, тем меньше содержание растворителя. Клеи в зависимости от растворителя, входящего в их состав, можно разделить на горючие и негорючие. Негорючими растворителями являются все хлорированные углеводороды.

7. КОНТАКТНЫЕ КЛЕИ. Контактными являются, как правило, все клеи, содержащие легколетучие растворители. В клеях, которые употребляются для склеивания пластиков, кож, резин, металлов, поролона, пенополистирола, в качестве растворителей обычно используются наименее токсичные легколетучие вещества: легкие углеводороды, циклогексан, метилэтилкетон, ацетон, ксилол, эфиры, хлорированные растворители. После нанесения такого клея на одну или обе поверхности и непродолжительного подсушивания склеивание происходит сразу же, обеспечивая прочное соединение.

8. КЛЕИ, НЕ СОДЕРЖАЩИЕ РАСТВОРИТЕЛЬ. Такие клеи отверждаются без усадки. Поэтому по своим характеристикам эти клеи удобнее для склейки жестких плоских поверхностей, заполнения различных пазов, швов.

Ассортимент клеящих материалов

Клей универсальный "Момент" склеивает дерево, металл, жесткий поливинилхлорид, кожу, резину, войлок, декоративно-слоистый пластик, стекло, керамику. Клей токсичен и огнеопасен, поэтому работать с ним необходимо в хорошо проветриваемом помещении или на открытом воздухе -вдали от открытого огня. Наносят клей тонким слоем на обе склеиваемые поверхности (сухие, очищенные и обезжиренные), выдерживают 15-20 мин, пока клей не подсохнет до "отлипа" (т. е. до тех пор, пока клей не перестанет прилипать к приложенному чистому пальцу), и сжимают их на несколько секунд.

При склеивании поверхностей большой площади из гибкого материала, например тонкой резины и пластика, совместить поверхности довольно трудно, так

Эксплуатационные материалы

как склеивание происходит мгновенно и при неправильном наложении уже практически ничего нельзя будет изменить. Совмещение облегчается, если проложить между склеиваемыми поверхностями лист чистой бумаги. Постепенно выдвигая бумагу, совмещают поверхности и сжимают их (прикапывают). Наносить клей на большие площади удобно металлическим шпателем.

Клей эпоксидный предназначен для склеивания металла, керамики, стекла, древесины и других материалов, для заделки отверстий и трещин. Может быть использован в качестве лакового покрытия. Клей водо- и маслостоек, является хорошим электроизолятором. Склеиваемые поверхности тщательно зачищают, обезжиривают растворителем и высушивают. Клей готовят путем смешивания, как правило, 10 (по объему) частей смолы с одной частью отвердителя - непосредственно перед использованием (готовая масса теряет текучесть в течение 30 мин). Склеиваемые поверхности покрывают тонким слоем и соединяют с небольшим нажимом. Излишки клея удаляют. Полное отверждение при комнатной температуре наступает в течение 24 ч. При более низкой температуре время отверждения значительно увеличивается. Прочность клеевого шва существенно зависит от точности соблюдения указанного в инструкции соотношения смешиваемых компонентов. Прочность можно повысить прогреванием склеиваемых деталей при температуре около 100°C в течение нескольких часов после отверждения клея. И компоненты, и приготовленный клей оказывают раздражающее действие на кожу. Попавший на кожу клей следует немедленно смыть теплой водой с мылом. Для ремонта пищевой посуды клей применять нельзя. Растворяется бензином.

Клеи БФ-2 и БФ-4 склеивают металлы, пластмассы, дерево, стекло, керамику, кожу. Клей БФ-2 используют, когда требуется хорошая влаго- и теплостойкость клеевого шва. Клею БФ-4 отдают предпочтение, если требуется эластичность и морозостойкость соединения. Для достижения высокой прочности соединения склеиваемые поверхности должны быть тщательно подогнаны друг к другу (зазор не более 0,05 мм), очищены от грязи и оксидов, обезжирены ацетоном или другим растворителем. На подготовленные таким образом поверхности кистью наносят тонкий грунтовочный слой клея, сушат около 1 ч на воздухе или в течение 15 мин при температуре 85-95°C. После охлаждения деталей до комнатной температуры наносят второй слой клея, дают ему подсохнуть, после чего детали стягивают (например, струбцинами) и помещают в термостат или духовку, где сушат при температуре 120-160°C в течение 2 ч. Если детали имеют низкую теплостойкость, клеевой шов сушат при комнатной температуре 36-48 ч, однако прочность склеивания в этом случае будет ниже. Эти клеи можно применять для защиты металлических деталей от коррозии. Они хорошо растекаются по поверхности металла и обеспечивают достаточно стойкое к механическим и химическим воздействиям покрытие. Если клей слишком загустел, его можно разбавить этиловым спиртом.

Клей 88Н хорошо приклеивает резину и другие материалы к металлу. Клей разжижают бензолом до консистенции жидкой сметаны (не тянется за кистью и не стекает с нее). Клеем намазывают резину (или другой материал) и сушат 3-5 мин. Затем наносят второй слой клея на резину и первый на металл. Оба слоя сушат 5-6

Эксплуатационные материалы

мин. Детали соединяют и резину прикатывают роликом, после чего сушат в течение суток (лучше под прессом).

Клеи-компаунды являются хорошим материалами для ремонта методом "холодной сварки" и представляют собой двухупаковочные композиции, которые после смешивания основы и отвердителя быстро создают высокопрочный термостойкий материал, обладающий влаго-, масло-, морозо- и бензостойкостью. После отверждения материал может быть обработан абразивным и режущим инструментом.

Клеи-компаунды нашли широкое применение при:

- ремонте автомобильных и отопительных радиаторов, блоков цилиндров и трубопроводной арматуры;
- герметизации сварных швов в емкостях и корпусах;
- восстановлении шпоночных канавок, посадочных мест втулок, сорванных резьб, изношенных и поврежденных коррозией деталей;
- заделке трещин и следов коррозии и рихтовки на металлических поверхностях

Пластичные клеи (фиксолы) представляют собой двухкомпонентную высоконаполненную эпоксидную композицию, поставляемую в виде цилиндрического двухслойного стержня, которая после разминания пальцами в течение 1-2 минут превращается в замазку, имеющую хорошую адгезию практически ко всем склеиваемым материалам.

С помощью полученной пластичной композиции надежно заделываются отверстия, трещины и устраняются течи без применения каких-либо инструментов и приспособлений. В зависимости от назначения они имеют различные вещества наполнители - высокодисперсные порошки железа, меди, алюминия, цемента и т. д. Клей УП-10-14-1 представляет собой двухкомпонентный быстроотвердевающий и высокопрочный клей "холодного отверждения", применяемый для устранения негерметичности соединения металла с металлом, резиной, стеклонаполненным полиамидом (автомобильные радиаторы и пр.), может наноситься на влажную поверхность. Клеевые соединения длительно выдерживают воздействие многократного термоциклирования, ударных и вибрационных нагрузок. Температурный диапазон эксплуатации от - 60 до + 150°C.

Анаэробные клеи обладают способностью длительное время оставаться в неизменном состоянии при наличии кислорода воздуха и быстро отвердевать при температуре 15-35°C в узких зазорах между склеиваемыми поверхностями, при нарушении контакта с кислородом, с образованием прочного клеевого соединения. Анаэробные клеи отличаются большой скоростью отверждения и высокой прочностью при отрыве. Применяются для склеивания различных материалов: металла, стекла, многослойного стекла, керамики, пластмассы. Детали перед нанесением клея должны быть обезжирены и очищены от загрязнений. После обезжиривания детали сушат до полного испарения растворителя.

Клей УФ-отверждения Квант-401 предназначен для склеивания плоских металлических поверхностей со стеклом, стекла со стеклом, стекла с

Эксплуатационные материалы

триплексом. Представляет собой однородную жидкость, способную отвердевать между соприкасающимися поверхностями под воздействием излучения в ультрафиолетовой и видимой области спектра. Клей отличается большой скоростью отверждения под действием излучения в ультрафиолетовой и видимой области спектра и высокой прочностью при отрыве при соединении металлической поверхности с силикатным стеклом. При работе с клеем необходимо соблюдать осторожность, так как он отвердевает под действием видимого света.

Высокопрочные ударо- и водостойкие клеи. Данные клеи, кроме перечисленных свойств, также являются коррозионно-стойкими и обладают великолепной стойкостью к воздействию масел и топлива; обеспечивают длительную (до 25 лет) работоспособность изделий; гарантируют эксплуатационную надежность изделия, длительное время подвергающихся одновременному воздействию статических и динамических нагрузок.

Клеи УП-5-230, УП-5-231 и УП-5-232 предназначены для склеивания изделий конструкционного назначения, приклеивания деталей и узлов на судах и подводных сооружениях. Отличаются высокой адгезией к металлам и стеклопластикам, работоспособны при температурах от -60 до +150°C (кратковременно до 200°C) в условиях многократного термоциклирования, повышенной влажности, а также под воздействием ударных и вибрационных нагрузок.

Клеи УП-5-233-1, УП-5-233-1Р, УП-5-177-2 и УП-5-233-ГШО предназначены для ремонта и антикоррозионной защиты металлических, железобетонных, стеклопластиковых и деревянных судовых конструкций и подводных сооружений (стеклоткань пропитывается и наклеивается слоями на поврежденные места); для аварийного ремонта судов на плаву, в неблагоприятных погодных условиях и подводных ремонтных работ. Применяются в конструкциях, работающих в интервале температур от -110 до +125°C, кратковременно - до +200°C.

Клеи МГ-400 и МГ-1200 представляют собой 2-х компонентную композицию на основе жидкого связующего и сухого наполнителя и имеют хорошую адгезию ко многим строительным материалам, влаго-, химически-, атмосферостойкость. Композиция МГ предназначена для облицовки камнем, керамикой и металлом оснований из бетона, камня, кирпича всех видов, керамической плитки и пр. материалов, а также для склеивания всех перечисленных материалов между собой. Диапазон рабочих температур составляет от -60 до +400°C.

Клеи УВС-10Т и УВС-350 на основе фенолоформальдегидной смолы разработаны на украинском сырье как аналоги клеев ВС-ЮТ и ВС-350. Клей наносится кистью либо погружением склеиваемых поверхностей в клей. После сушки поверхности соединяют, помещают под пресс и отверждают в течение

Эксплуатационные материалы

2-х часов при температуре $(180\pm 2)^\circ\text{C}$. Клей УВС-10Т используется при склеивании и ремонте металлоасбестовых тормозных колодок автомобилей.

Клей УВС-350 рекомендуется для изготовления тормозных накладок большегрузных и высокоскоростных автомобилей, а также для применения в авиационной технике.

Клей УП-5-233ГКШ предназначен для антикоррозионной защиты внутренних поверхностей батарейных ящиков шахтных электропроводов, палуб судов и других конструкций, получения монолитных полов на предприятиях. Продлевает срок службы и обеспечивает надежность изделий в неблагоприятных условиях эксплуатации (повышенная загазованность и запыленность, ударные и вибрационные нагрузки, перепады температур от -60 до $+120^\circ\text{C}$, повышенная влажность).

Клей УП-5-233ПЭН применяется для антикоррозионной защиты изделий конструкционного назначения. Обладает повышенной адгезией к металлам и стеклопластикам. Обеспечивает высокую прочность, ударо- и теплостойкость. Быстрый набор прочности (6-24 ч при $20\pm 5^\circ\text{C}$) [3].

ЛЕКЦИЯ 7. Альтернативные топлива

Под альтернативным топливом понимают химическое топливо частично или полностью не нефтяного происхождения, характеризующееся целевым производством на основе нетрадиционных видов сырья. По физико-химическим свойствам и условиям хранения в транспортных средствах альтернативные топлива можно разделить на три группы:

1. Топлива на нефтяной основе с добавками не нефтяного происхождения (спирты, эфиры, растительные масла), которые по эксплуатационным свойствам близки к нефтяным дистиллятам.
2. Синтетические жидкие топлива, близкие по свойствам к традиционным нефтяным топливам, получаемые при переработке жидкого, газообразного или твердого сырья (тяжелые нефти, природные битумы, уголь, горючие сланцы, продукты прямого синтеза из CO и H₂).
3. Не нефтяные топлива, существенно отличающиеся по физико-химическим и эксплуатационным свойствам от жидких нефтяных топлив (спиртовые топлива: метанол, этанол и их смеси с высшими спиртами; газообразные топлива: природный сжатый и сжиженный газ, сжиженный нефтяной газ, аммиак, водород, генераторный и другие искусственные газы).

При использовании топлив первых двух групп возникают незначительные изменения, а в ряде случаев сохраняются технико-эксплуатационные характеристики автомобилей. Целесообразность применения этих топлив определяется ресурсной базой и технико-эксплуатационными показателями производства топлив.

При использовании топлив третьей группы необходимо модифицировать двигатели и создавать специальные бортовые системы хранения топлив. Эффективность применения этих топлив определяется технико-экономическими показателями производства топлив и транспортных средств.

Для сравнения различных видов топлива по теплоте сгорания используются единицы условного топлива, выраженные в угольном или нефтяном эквиваленте.

1 т условного топлива в угольном эквиваленте (сокращенно - ТУ т. в уг. экв.) соответствует теплоте сгорания 1 т антрацита, равной 7 млн ккал или $27,91 \cdot 10^3$ МДж.

1 т условного топлива в нефтяном эквиваленте (сокращенно - ТУ т неф. экв.) соответствует теплоте сгорания 1 т углеводородного топлива, равной 10 млн ккал или $41,87 \cdot 10^3$ МДж.

Затраты энергии на производство всех видов альтернативных топлив, за исключением электричества, выше, чем на бензин и нефть (табл. 16).

Эксплуатационные материалы

Эффективность использования альтернативных топлив автотранспортом

(в относительных единицах)

Вид топлива	Затраты энергии на производство*	Стоимость единицы пробега
Бензин из нефти	100	100
Синтетический бензин из угля	160	120
Сжиженный природный газ	125	85
Пропан	105	70-90
Метанол	160	150
Этанол	170	180

*В затратах энергии учтена добыча, переработка и транспортировка сырья, а также производство и распределение топлива.

Синтетические спирты

Все большее развитие получает синтез жидкого искусственного топлива, приближающегося по качеству к топливам нефтяного происхождения. Из угля, природного газа, известняка, отходов лесного хозяйства получают метиловый спирт — метанол, а из сахарного тростника, свеклы, зерновых культур вырабатывают этиловый спирт — этанол. Выпуск в нашей стране синтетического спирта метанола достиг в 1998 г. 44 млн т.

Наиболее перспективным сырьем для расширения производства метанола являются природный газ, нефтяные остатки и особенно уголь.

Для производства 1 т синтетического топлива необходимо большое количество угля — от 3 до 6 т, поэтому оно пока еще дороже бензина в 1,5...2 раза.

Метанол и этанол, используемые в качестве топлива для автомобильных двигателей, характеризуются высоким октановым числом, меньшей по сравнению с бензином теплотворной способностью, высокой скрытой теплотой испарения, низкими упругостью паров и температурой кипения. Кроме того, метанол как автомобильное топливо обуславливает рост мощности и КПД двигателя, снижение теплонапряженности деталей цилиндропоршневой группы, закоксовывания и нагарообразования. Также при использовании метанола (при том же уровне концентрации оксида углерода, что и при работе двигателя на бензине) наблюдается уменьшение в 1,5...2 раза содержания оксида азота и в 1,3... 1,7 раза — углеводородов в отработавших газах. Однако для повседневного использования метанола в качестве автомобильного топлива необходимы конструктивные изменения топливной аппаратуры двигателя и в какой-то мере самого автомобиля. Поэтому в настоящее время метанол лучше использовать в качестве добавки к бензину. Установлено, что добавка 3...5 % метанола обеспечивает экономию 2,5 % бензина при сохранении мощности двигателя, его динамических и экономических показателей, а также уровня токсичности выхлопных газов. При этом допустимо

Эксплуатационные материалы

использовать бензин с несколько меньшим октановым числом или заменять этилированный бензин на неэтилированный.

Применение бензометанольной смеси (с добавкой 15 % метанола и 7 % стабилизатора — изобутилового спирта) позволяет повысить на 6 % динамические качества автомобиля и на 3... 5 % его мощность, одновременно уменьшить выброс оксида азота на 30—35 % и углеводородов на 20 %, а также получить экономию бензина до 14 %.

При использовании бензометанольной смеси М15 устойчивость запуска холодного двигателя обеспечивается при температуре воздуха -26 °С.

Предельно допустимая концентрация паров метанола в воздухе рабочей зоны двигателя значительно выше, чем при использовании таких антидетонаторов, как ТЭС и ТМС, и составляет 5 мг/м³.

В целом, применение метанола как добавки к бензину, улучшающей ряд его эксплуатационных свойств, рассматривается как реальный фактор увеличения ресурсов автомобильного топлива.

Реальное улучшение эксплуатационных свойств дизельного топлива при добавлении спирта сопоставимо с улучшением свойств бензина, т.е. низкая температура самовоспламенения (низкое цетановое число) не исключает использования метанола и этанола в качестве добавки к дизельному топливу (при условии конструктивного изменения двигателя) в количестве, не превышающем 15...20 %.

Метилтретичнобутиловый эфир

В качестве добавки к бензину используют также метилтретичнобутиловый эфир (МТБЭ), получаемый путем синтеза 65 % изобутилена и 35 % метанола в присутствии катализаторов. Добавка МТБЭ к бензину обеспечивает:

- получение неэтилированных высокооктановых бензинов;
- повышение октанового числа (при добавке 10 % МТБЭ ОЧИ увеличивается на 2,1...5,9 единиц, а при добавке 20 % — на 4,6... 12,6 единиц);
- облегчение фракционного состава бензина и снижение температуры перегонки 50 % фракции (но при этом возможно образование паровых пробок);
- некоторое улучшение мощностных и экономических показателей двигателя;
- снижение токсичности отработавших газов примерно на 10 %;
- снижение расхода бензина на 4 %, а также снижение необходимого количества ТЭС почти в два раза.

Кроме того, при использовании МТБЭ нет необходимости изменять регулировку топливной аппаратуры, так как МТБЭ отличается высокой теплотворной способностью 37700 кДж/кг.

Использование МТБЭ в настоящее время одно из самых перспективных направлений расширения ресурсов высокооктановых неэтилированных бензинов.

Газовые конденсаты

Высокие темпы добычи природного газа обеспечивают значительный прирост добычи сопутствующего ему продукта — газового конденсата, который на нефтеперерабатывающих заводах совместно с нефтью перерабатывается в моторные топлива. В нашей стране крупнейшие газоконденсатные месторождения (ГКМ) находятся на Крайнем Севере, в Западной Сибири и Якутии.

Содержание газового конденсата по отдельным месторождениям колеблется от 52 до 300 г и выше на 1 м³ добываемого природного газа.

В зависимости от компонентного состава природного газа конденсат содержит до 20 % легких углеводородных газов (метана, этана, пропана и бутана).

Стабильный газовый конденсат нашел широкое применение как сырье для производства автомобильного бензина, дизельного и реактивного топлива.

В среднем выход ароматических углеводородов при каталитическом реформинге фракций газового конденсата на 20... 25 % выше, чем из соответствующих фракций, полученных при переработке нефти.

Содержание светлых нефтепродуктов (бензиновых и дизельных фракций) в газовых конденсатах составляет 90... 100 %, в то время как в нефти их не больше 30... 40 %.

Газовые конденсаты различных месторождений на 60... 80 % состоят из фракций, выкипающих до 200 °С. Плотность конденсатов колеблется от 0,676 до 0,791 г/см³, их кинематическая вязкость составляет при 20 °С от 0,540 до 2,02 мм /с, температура застывания изменяется в пределах от — 5 до — 70 °С.

На Уренгойском месторождении с 1979 г. действует малогабаритная промышленная установка для переработки конденсата с получением дизельного топлива.

С 1982 г. в городе Дудинка в эксплуатации находится промышленная установка с годовой производительностью по сырью до 50 тыс.т, с помощью которой конденсат разделяется на дизельную и бензиновую товарные фракции.

В настоящее время разработаны малогабаритные установки для переработки конденсата с производительностью по сырью 12, 25 и 50 тыс. т в год.

Для эксплуатации автомобилей с карбюраторными двигателями в районах Уренгойского и Норильского месторождений применяют бензин, вырабатываемый прямой перегонкой из газовых конденсатов.

В настоящее время из газовых конденсатов в России вырабатываются бензины марок АГ-72 и АГ-76 (ТУ 51-126—83) и летний, и зимний бензины А-76 (ТУ 51-03-06—86).

По согласованию с потребителем для повышения октанового числа допускается вводить в газоконденсатный бензин в качестве добавки экстралин в количестве 1,5 % (ТУ 6-02-571—81).

Получаемая с помощью малогабаритной перерабатывающей установки из газоконденсата вместе с дизельным топливом бензиновая фракция с выходом порядка 50

Эксплуатационные материалы

% на сырье, за исключением октанового числа (68...72 по моторному методу), полностью соответствует требованиям ГОСТ 2084—77.

Водород

В настоящее время ведутся работы по применению в качестве топлива для автомобилей водорода, а также его смеси с бензином. Водород самый легкий элемент, даже в жидком состоянии он примерно в 14 раз легче воды.

Водородовоздушная смесь воспламеняется при содержании водорода от 4 до 74 %. В то же время, из-за низкой теплотворной способности водородовоздушной смеси мощность работающего на ней двигателя на 15...20 % ниже, чем при работе на бензине. При поступлении водорода непосредственно в цилиндр двигателя в такте всасывания или в начале такта сжатия падения мощности можно избежать. Однако в этом случае необходимо значительное изменение конструкции системы подачи питания и самого двигателя.

При использовании водорода в качестве добавки к бензиновоздушной смеси не требуется изменения конструкции двигателя. Если же бензин добавлять на режиме холостого хода при малых и средних нагрузках, то обеспечиваются оптимальные мощностные и динамические показатели автомобиля. Причем если обычный расход бензина составляет 12,2 кг на 100 км, то в данном случае он снизится до 5,5 кг, а расход водорода составит всего 1,8 кг. Следовательно, 6,7 кг бензина заменяются 1,8 кг водорода, т.е. экономится 50...55 % бензина. При этом концентрация оксида углерода в отработавших газах снижается в 13 раз, оксидов азота — в 5 раз, углеводородов — на 30%.

По предложениям ученых, при городском режиме работы основным топливом для автомобиля должен быть водород, а бензин должен использоваться как добавка для стабилизации горения воздуха на режиме холостого хода, малых и средних нагрузках. При эксплуатации же автомобиля на трассе (при средних и полных нагрузках) двигатель должен работать на бензине с минимальной добавкой водорода.

Использование в качестве топлива для автомобилей бензиноводородных смесей в условиях интенсивного городского движения позволяет экономить топливо нефтяного происхождения и при этом снижать загрязнение окружающей среды токсичными продуктами отработавших газов. Следует также иметь в виду, что стоимость водородного топлива не выше, чем стоимость других синтетических топлив.

Известно, что жидкий водород занимает в 3,5 раза больший объем, чем эквивалентное по выделяемой энергии количество бензина, что усложняет его хранение и распределение. Необходима также надежная теплоизоляция баков, так как температура жидкого водорода —253 °С. Поэтому в качестве емкостей для транспортирования и хранения водорода приходится использовать криогенные баки с двойными стенками, пространство между которыми заполнено изолирующими материалами.

Получают водород электролизом, термической диссоциацией и фотолизом воды, термохимическим способом из гидрида магния с добавкой 5 % никелевого катализатора при нагревании до 257 °С (порошкообразный гидрид магния занимает в 4,6 раза больший объем, чем эквивалентное количество бензина), что довольно сложно.

Эксплуатационные материалы

Учитывая, что смесь газообразного водорода с кислородом воздуха в широком диапазоне концентраций образует гремучий газ, который в закрытых емкостях или помещениях горит очень быстро при значительном повышении давления, создавая возможность взрыва и разрушений, необходима полная герметизация топливоподающей системы автомобиля и организация сброса избыточного давления водорода в баке с его последующей нейтрализацией на каталитических дожигателях. Специальная система, исключающая утечки жидких и газообразных фаз топлива, требуется и для заправки автомобиля жидким водородом.

Для комбинированного питания двигателя бензиноводородной смесью при невысоком содержании водорода (в пределах 20 %) возможно его использование в сжатом виде. Включение и отсечка подачи водорода в этом случае не вызывают затруднений и обычно производятся с помощью электромагнитного клапана.

В качестве наиболее перспективной формы использования водорода рассматриваются вторичные энергоносители, например водород, аккумулированный в составе металлгидридов. В этом случае успешно решается проблема безопасности эксплуатации водородного топлива и обеспечивается возможность создания приемлемого энергозапаса без высоких давлений или криогенных температур.

Выделение водорода происходит при подогреве гидридов горячей жидкостью из системы охлаждения или непосредственно отработавшими газами. Для зарядки гидридного аккумулятора через восстановленный металлический компонент пропускается водород под небольшим давлением и одновременно отводится образующееся тепло. Процесс зарядки может повторяться несколько тысяч циклов без ухудшения энергоемкости аккумулятора. В случае аварии и разрушения наружной оболочки емкости для хранения часть водорода быстро улетучивается, вызывая понижение температуры гидрида и прекращение выделения водорода. Благодаря этому, гидридный аккумулятор водорода во многих отношениях безопаснее бака с бензином.

Объемная энергоемкость лучших гидридов приближается к уровню энергоемкости жидкого водорода, т.е. объем гидридного бака может быть меньше объема криогенного бака для жидкого водорода. Масса же самого гидридного блока примерно на порядок выше массы необходимого жидкого водорода из-за значительной плотности металлического носителя. Тем не менее суммарные массы гидридной и жидководородной топливных систем соизмеримы вследствие большой массы криогенных баков.

Гидридный аккумулятор не требует особого ухода, быстро заряжается, его себестоимость ниже, а срок службы больше, чем у аккумуляторных батарей.

Автомобили с гидридными аккумуляторами наиболее целесообразно использовать в городских условиях, где они могут успешно конкурировать с обычными автомобилями и электромобилями.

ЛЕКЦИЯ 8 Конструкционные и ремонтные материалы

Лакокрасочные и защитные материалы. Назначение и требования к ЛКМ

Лакокрасочные материалы (ЛКМ) предназначены для выполнения защитной и декоративной функций. При нанесении на поверхность они образуют пленку, которая защищает металл от коррозии.

В зависимости от назначения ЛКМ и покрытий к ним предъявляются следующие требования:

- должны прочно удерживаться на окрашиваемой поверхности;
- обладать необходимыми механической прочностью, твердостью и эластичностью;
- обладать стойкостью к воде, нефтепродуктам, отработавшим газам и солнечным лучам;
- быть водо- и газонепроницаемыми;
- сохранять свои качества при любых температурах окружающей среды;
- быть нейтральными, не вызывать коррозии окрашиваемых поверхностей;
- быстро сохнуть и не требовать сложных сушильных устройств;
- обеспечивать необходимый цвет при минимальной толщине и числе наносимых слоев;
- быть недорогими и долговечными.

Из ЛКМ на автотранспорте широко используются *грунтовки (грунты), шпатлевки и эмали*.

Грунтовки предназначены для обеспечения прочной связи между лакокрасочным покрытием и окрашиваемой поверхностью, а также для ее надежной антикоррозионной защиты, представляют собой суспензию пигментов (преимущественно противокоррозионных) с наполнителями в пленкообразователе и создают после высыхания однородную пленку с хорошей прилипаемостью к подложке и покрывным слоям.

Шпатлевка применяется для выравнивания окрашиваемой поверхности и представляет собой густую вязкую массу, состоящую из смеси пигментов с наполнителями в пленкообразователе.

Эмали служат для получения наружного слоя лакокрасочного покрытия, который придает ему необходимый цвет, блеск, гладкость, устойчивость к воздействиям окружающей среды, механическую прочность и химическую стойкость, представляют собой суспензию пигментов с наполнителем в лаке и образуют после высыхания непрозрачную твердую пленку.

Лак — это раствор пленкообразующих веществ в органических растворителях или в воде, образующий после высыхания твердую прозрачную однородную пленку.

Краска — это суспензия пигмента с наполнителями в олифах, масле, эмульсиях, латексе, образующая после высыхания непрозрачную однородную пленку.

Состав ЛКМ

ЛКМ содержат следующие основные компоненты: пленкооб-разователи, растворители, разбавители, пигменты, пластификаторы, сиккативы, наполнители.

Пленкообразователи — это вещества, которые при нанесении тонким слоем на поверхность высыхают под действием воздуха, света, тепла и образуют на ней сплошную пленку. От них зависят прочность соединения покрытий с поверхностью, антикоррозионность, стойкость к воздействию окружающей среды. К ним относятся смолы, нитроцеллюлозы, растительные масла. Для усиления тех или иных свойств пленкообразователей их получают в виде смеси.

Смолы используют только растворимые, как природные (канифоль, битумы, копалы), так и синтетические (глифталевые, меламинные, фенольные, поливинилацетатные, эпоксидные и др.).

Нитроцеллюлозы получают путем обработки древесины или хлопковых очесов азотной кислотой.

Растительные масла (льняное, конопляное) применяют в виде натуральной или уплотненной олифы. Натуральную олифу получают путем термообработки высыхающих растительных масел с добавкой сиккативов, а уплотненную — из растительного масла, подвергнутого длительному нагреву до температуры 300 °С с последующей добавкой растворителя (до 50 %). Плохо высыхающие масла (подсолнечное, хлопковое) для получения

окисленной олифы (оксоль и др.) подвергают нагреву до 150 °С окислением кислородом воздуха в присутствии сиккативов и добавляют растворитель (до 50 %). Синтетические олифу готовят из смол, продуктов переработки нефти и пр. |

Пленки, которые после высыхания могут под действием растворителя вновь стать жидкой фазой, называются обратимыми, Необратимые пленки не растворяются. Натуральные смолы образуют обратимую пленку. Термореактивные смолы и растительные масла — необратимую.

Растворители служат для растворения пленкообразователя, т. е. придания ему определенной вязкости и представляют собой летучие жидкие органические соединения, которые должны испариться без остатка после нанесения ЛКМ на поверхность.

Разбавители служат для разбавления готовых ЛКМ и сами растворять пленкообразователи не могут, дешевле растворителей. Избыток разбавителя может вызвать свертывание пленкообразователя и выпадение его в осадок.

Пигменты — это сухие краски, придающие ЛКМ цвет и непрозрачность, замедляют старение и повышают стойкость лакокрасочных покрытий. Пигменты находятся в пленкообразователях и растворителях во взвешенном состоянии, представляют собой окислы и соли металлов, сажу, алюминиевую пудру, глины, Размер частиц пигментов 0,5—2 мкм. К распространенным пигментам относятся:

- белые — цинковые, свинцовые, титановые белила;
- желтые — охра, крон свинцовый и цинковый;

Эксплуатационные материалы

- синие — ультрамарин, лазурь;
- зеленые — окись хрома, медянка, зеленый крон;
- красные — мумия, сурик железный, свинцовый сурик, киноварь;
- черные — сажа.

Основные цвета: синий, красный, желтый, белый и черный. Остальные получают путем смешивания.

Пластификаторы или мягчители добавляются к ЛКМ для придания эластичности, гибкости, долговечности, повышают, прилипаемость, свето-, тепло- и морозостойкость. |

К пластификаторам относятся льняное, касторовое масла, эфиры кислот, камфора, термопластичные смолы.

Сиккативы — вещества, ускоряющие процесс образования пленки, представляют собой окислы свинца, марганца, кобальта или соли органических кислот этих металлов.

Чрезмерное количество сиккатива вызывает не сокращение, а увеличение времени высыхания.

Наполнители применяют в качестве примеси к слишком насыщенным и непрозрачным красителям для частичной их замены и удешевления, способствуют более полному осаждению красителя и лучшему его закреплению. Распространенные наполнители: мел, гипс, каолин, тальк, гидрат окиси алюминия.

Способы нанесения ЛКМ

Способы нанесения ЛКМ зависят от природы пленкообразующего, на основе которого они изготовлены, от растворителя, входящего в его состав, а также от объема окрасочных работ.

На заводах первый слой грунтовки (водоразбавляемой) наносят на кузова легковых автомобилей методом электроосаждения. Второй слой наносят методом **электростатического**, либо **пневматического распыления** с помощью установок, работающих в автоматическом режиме. Эмаль также наносят методом автоматического пневмораспыления. И только труднодоступные места красят **пневмораспылением вручную**. Мелкие детали окрашивают **окунанием**.

При проведении ремонтных работ используют обычно два метода: пневмораспыление — для окраски поверхностей, к которым предъявляются высокие требования, и **кистевую окраску** — для всех остальных поверхностей.

Самый распространенный способ — пневмораспыление. Он заключается в дроблении ЛКМ струей сжатого воздуха до частиц размером 10—60 мкм. Частицы аэрозоля переносятся струей сжатого воздуха к поверхности детали, прилипают к ней и растекаются.

Краскораспылитель перемещают параллельно поверхности на расстоянии 30 см от нее со скоростью 30—40 см/с. Угол колебания пистолета не должен превышать 5—10°. Первый слой на
носят горизонтальными полосами, второй вертикальными. Перекрытие полос должно быть 40—60 мм. Уменьшать число слоев за счет увеличения их толщины недопустимо.

Эксплуатационные материалы

Дефекты поверхности, которые не удается устранить рихтованием выравнивают шпатлеванием.

Шпатлевки наносятся на просушенный грунт пластмассовым или металлическим шпателем (для ровных поверхностей) или куском листовой резины толщиной 5—6 мм (для криволинейных поверхностей). Ширина шпателя — 30—150 мм. Не рекомендуется наносить более трех слоев шпатлевки. Общая толщина шпаклевочного слоя не должна превышать для эпоксид- и полиэфирных шпатлевок 2 мм, а для остальных шпатлевок — 0,3 мм.

Классификация лакокрасочных покрытий

Лакокрасочные покрытия по внешнему виду подразделяются на четыре класса.(табл. 5.1), а по условиям эксплуатации на восемь групп.

Таблица 5.1. Классификация покрытий по внешнему виду

Класс	Поверхность	Допустимые дефекты	Поверхности	Состав
I	Ровная гладкая однотонная	Невидимые невооруженным глазом	Наружные кузовов, оперения капотов легковых автомобилей высшего класса	Грунт, общая и местная шпатлевка, три—шесть слоев краски
II	Ровная гладкая однотонная или с характерным рисунком	Отдельные видимые невооруженным глазом соринки, риски, следы зачистки рисок, штрихи	Наружные кузовов, оперения капотов легковых автомобилей, автобусов, санитарных автомобилей	Грунт, общая (не всегда) и местная шпатлевка, два—четыре слоя краски
III	Гладкая однотонная или с характерным рисунком	Отдельные видимые невооруженным глазом соринки, риски, следы зачистки, неровности, связанные с состоянием поверхности окрашивания	Наружные кабин, оперения грузовых автомобилей и автомобилей-фургонов, внутренние поверхности легковых автомобилей и автобусов	Грунт, местная шпатлевка, один—три слоя краски
IV	Однотонная или с характерным рисунком	Неровности, связанные с состоянием поверхности окрашивания и другие дефекты, видимые невооруженным глазом, не влияющие на защитные свойства покрытия	Двигатели трансмиссии, рамы, шасси, диски колес, кузова грузовых автомобилей и автомобилей-фургонов	Грунт (не всегда), один—два слоя краски, иногда местная шпатлевка

По условиям эксплуатации покрытия подразделяются на следующие группы: стойкие, стойкие к воздействию окружающей среды, химически стойкие, водостойкие, термостойкие, маслостойкие, бензостойкие, электроизоляционные.

Основные показатели качества ЛКМ и их покрытий

Прочность при ударе (в Дж) определяется высотой падения груза массой в 1 кг, при которой боек прибора (рис. 5.1) не вызывает механического разрушения покрытия.

Прочность при изгибе характеризуется минимальным диаметром стержня (20, 15, 10, 3 и 1 мм), изгибание на котором окрашенной пластинки из черной жести не вызывает механического разрушения покрытия.

Эксплуатационные материалы

Прочность при растяжении измеряется в мм глубины прогиба металлической пластинки в момент разрушения нанесенной на нее пленки покрытия.

Адгезия — прочность прилипания пленки к поверхности, определяется в баллах по отслаиванию и шелушению лакокрасочной пленки после ее надреза лезвием безопасной бритвы в виде решетки надрезов на расстоянии 2 мм друг от друга.

Твердость измеряется числом, полученным от деления времени качания маятника маятникового прибора с шариковыми опорами, установленными на стеклянной пластинке с нанесенным испытываемым ЛКМ, на время его качания, когда шариковые опоры установлены на стекле (рис. 5.2). Чем тверже ЛКМ, тем число больше.

Укрывистость измеряется количеством ЛКМ (в г/м^2), необходимым для закрашивания пластинки из бесцветного стекла таким числом слоев, при котором не просматриваются черные и белые квадраты у подложенной под пластинку шахматной доски.

От укрывистости зависят расход ЛКМ и число слоев краски.

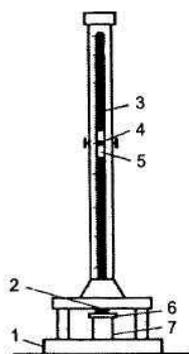


Рис. 5.1. Прибор У-1 для определения прочности ЛКМ: 1 — станина; 2 — боек; 3 — направляющая труба со шкалой; 4 — пусковая кнопка; 5 — груз; 6 — испытываемая пластинка; 7 — наковальня

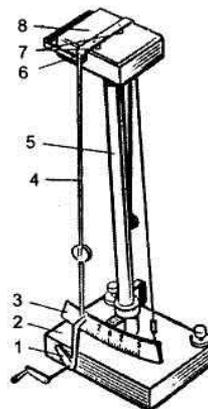


Рис. 5.2. Прибор М-3 для определения твердости ЛКМ: 1 — пусковое приспособление; 2 — основание; 3 — шкала маятника; 4 — маятник; 5 — штатив; 6 — плита; 7 — стальные шарики; 8 — испытываемая пластинка

Вязкость измеряется необходимым временем для вытекания 100 мл ЛКМ из вискозиметра ВЗ-4 (рис. 5.3) через отверстие диаметром 4 мм при температуре 18—20 °С, нормальное значение которого должно быть от 15 до 45 с. При повышенной вязкости увеличивается толщина пленки одного слоя и снижается ее прочность, при пониженной — толщина слоя уменьшается и увеличивается расход растворителя.

Стойкость к перепадам температур определяется числом циклов попеременного нагрева до 60 °С с выдержкой 30 мин и охлаждения до —40 °С в течение часа окрашенной стальной пластины, при котором не наблюдается появление трещин лакокрасочного покрытия (ЛКП).

Эксплуатационные материалы

Водостойкость и стойкость к минеральным маслам и бензину

определяется погружением окрашенных металлических пластин в соответствующую жидкость при температуре 20 ± 2 °С, время определяется ГОСТом. После испытания ЛКП должно быть без изменений.

Потеря блеска при влажном облучении определяется облучением кварцевой лампой в течение определенного времени пластинки с ЛКП, которая погружена в дистиллированную, подогретую до 50 °С воду.

Время высыхания характеризует продолжительность высыхания ЛКП до заданной степени при определенной температуре.

Установлено семь степеней высыхания. Чем выше степень высыхания, тем качественней произведена сушка.

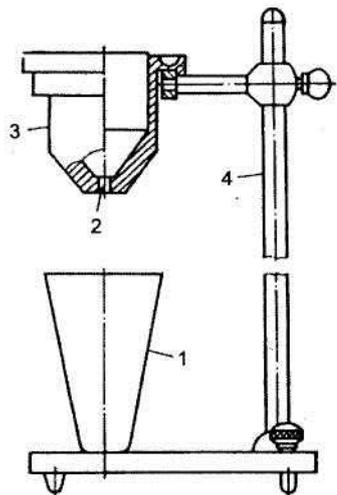


Рис. 5.3. Вискозиметр ВЗ-4: 1 — стакан; 2 — сопло; 3 — емкость вместимостью 100 мл; 4 — штатив

Маркировка ЛКМ

Маркировка ЛКМ имеет пять групп буквенно-цифровых знаков.

Первая группа — наименование ЛКМ («эмаль», «грунтовка», «шпатлевка»).

Вторая группа — обозначается двумя буквами и указывает тип пленкообразователя по химическому составу:

НЦ — нитроцеллюлозный, МЛ — меламинный, ПФ — пентафталевый, БТ — битумный, ФЛ — фенольный, АК — полиакриловый, ВЛ — поливинилацетатный, ГФ — глифталевый, ЭП — эпоксидный, ПЭ — полиэфирный, КО — кремнийорганический и т. д.

Для специфических ЛКМ между первой и второй группами знаков через дефис ставят индексы: В — водоразбавляемые, П — порошковые, Э — эмульсионные, Б — без активного растворителя.

Третья группа — отделяется от второй дефисом и определяет основное назначение ЛКМ, обозначается цифрами от 1 до 9 — в обозначении эмалей, 0< — в обозначении грунтовок и 00 — в обозначении шпатлевок.

Цифры означают:

- 1 — эмаль атмосферостойкая,
- 2 — ограниченно атмосферостойкая,
- 3 — консервационная,
- 4 — водостойкая,
- 5 — специальная,
- 6 — маслбензостойкая,
- 7 — химически стойкая,
- 8 — термостойкая,
- 9 — электроизоляционная.

Эксплуатационные материалы

Четвертая группа — определяет порядковый номер, присвоенный данному ЛКМ и обозначается одной, двумя или тремя цифрами, номер характеризует оттенок цвета эмали.

Иногда добавляют буквенные индексы для обозначения специфической особенности ЛКМ. Например, индекс ГС обозначает, что эмаль горячей сушки, ХС — холодной сушки, ПГ — пониженной горючести.

Пятая группа — обозначает цвет и пишется полным словом.

Пример. *Эмаль В-ПЭ-1179 красная:*

- Эмаль — вид ЛКМ,
- ПЭ — полиэфирная ненасыщенная,
- 1 — атмосферостойкая,
- 179 — порядковый номер,
- красная — цвет.

Качество ЛКМ улучшится и увеличится долговечность, если перед грунтовкой поверхность обработать растворами солей фосфорной кислоты, так как в результате фосфатирования на поверхности металла образуется фосфатная пленка серого цвета толщиной 2—5 мкм, которая защищает металл от коррозии и улучшает сцепление ЛКМ с металлами.

Л КМ можно условно разделить на шесть основных групп:

Лаки - раствор пленкообразующего вещества, образующий после высыхания однородное, как правило, прозрачное покрытие.

Краски - суспензия пигментов и наполнителей в олифе или в водной дисперсии синтетических полимеров, дает непрозрачное покрытие, как правило, без блеска.

Эмали - суспензия наполнителей и пигментов в растворе полимеров (лаке), дает блестящее покрытие и, как правило, более твердое, чем краска.

Грунты - краски или эмали, обладающие высокой адгезионной прочностью. К грунтам лучше, чем к необработанной поверхности, прилипают ЛКМ. Как правило, декоративные свойства грунтов хуже, чем у красок и эмалей.

Шпаклевка - густая, вязкая композиция, предназначенная для заполнения и сглаживания неровностей окрашиваемой поверхности.

Порошковые краски - сухая композиция из порошкообразных пленкообразующих, пигментов и наполнителей, образующая после расплавления, а затем охлаждения непрозрачную твердую пленку.

Буквенное обозначение ЛКМ показывает, на основе какого пленкообразующего вещества они изготовлены. В табл. 4 приведены основные из них.

По преимущественному назначению ЛКМ разделяют на следующие группы:

- атмосферостойкие;
- ограниченно атмосферостойкие;

Эксплуатационные материалы

- консервационные;
- водостойкие;
- специальные;
- маслобензостойкие;
- химически стойкие;
- термостойкие;
- электроизоляционные.

Таблица

Буквенное обозначение в названии ЛКМ

Обозначение	Вид пленкообразующего	Обозначение	Вид пленкообразующего
МА	Масляные	ХВ	Перхлорвиниловые
ПФ	Пентафталевые	МЛ	Меламиноалкидные
НЦ	Нитроцеллюлозные	АК	Полиакриловые
ГФ	Глифталевые	КЧ	Каучуковые
БТ	Битумные	СС	Сополимерно-стирольные
МС	Масляно-стирольные	УР	Полиуретановые
ВЛ- ХС	Сополимерно-винилхлоридные	ФЛ	Фенольные
ЭТ	Этрифталевые	эп	Эпоксидные
пэ	Полиэфирные	АС	Алкидно-акриловые
мч	Мочевиноформальдегидные	КО	Кремнеорганические
		КФ	Канифольные

Отнесение к одной из данных групп достаточно условно и означает лишь, что данный материал, безусловно, подходит для указанных целей. Однако многие из них могут применяться и для других целей, например, атмосферостойкие материалы (1), как правило, подходят и для внутренних работ (2), а отдельные термостойкие ЛКМ могут являться также электроизоляционными и химостойкими одновременно.

Существует общепринятая система обозначений лакокрасочных материалов, которая отражает их свойства, назначение, условия эксплуатации. Большинство лакокрасочных материалов имеют условное название в соответствии с ГОСТ 9825-73

Эксплуатационные материалы

"Материалы лакокрасочные. Классификация и обозначения", например "Эмаль ПФ-115 белая".

Первая группа в условном обозначении обозначает вид лакокрасочного материала, в нашем случае "эмаль". Следующие две (иногда больше) прописные буквы указывают на пленкообразующее, на основе которого изготовлен данный материал (ПФ - пентафталевый) (см. табл. 4). Цифра (или две в отношении шпаклевки) после дефиса означает преимущественное назначение материала, в частности, 1 относится к атмосферостойким лакокрасочным материалам.

Четвертая группа знаков обозначает порядковый номер, присвоенный данному материалу органами государственной регистрации. Она состоит из одной, двух или трех цифр и находится сразу после цифры (или двух нулей для шпаклевок), обозначающей преимущественное назначение материала (для ПФ-115 это номер 15).

Обозначая марку и номер лакокрасочного материала буквами (индексом), производители указывают его пленкообразующую основу (ПФ — пентафталевая, ГФ — глифталевая, НЦ — нитроцеллюлозная и т. п.), следующими за ними цифрами — условия эксплуатации (1 — атмосферостойкие, 2 — стойкие внутри помещений, 3 - консервационные, 4 — водостойкие, 5 — специальные покрытия, 6 — маслбензостойкие, 7 — химически стойкие, 8 — термостойкие, 9 — электроизолирующие, 0 — грунтовки, 00 — шпаклевки) и присвоенный ЛКМ регистрационный номер.

Например, эмаль ПФ-115 белая— пентафталевая (ПФ) атмосферостойкая (1) с регистрационным номером 15, ГФ-0119 коричневая — глифталевая (ГФ) грунтовка (0) с регистрационным номером 119, ЭП-0010— эпоксидная (ЭП) шпаклевка (00) с регистрационным номером 10, эмаль ХВ-785 — на перхлорвиниловой смоле (ХВ) химически стойкая с номером 85.

В ряде обозначений между первой и второй группой знаков ставятся индексы:

Б — для материалов без летучего растворителя; В — для водоразбавляемых; ВД — для водно-дисперсионных; П — для порошковых. Например, ВД-АК-117— краска водно-дисперсионная (ВД) акриловая (АК) атмосферостойкая. В некоторых случаях для уточнения специфических свойств лакокрасочного покрытия после порядкового номера ставят буквенный индекс:

М — матовый, В — высоковязкий, ПГ — пониженной горючести. Например, эмаль МЧ-240 ПМ — мочевиноформальдегидная (МЧ) для работ внутри помещений (2) полуматовая (ПМ).

Исключением из данной системы обозначений являются масляные краски. Во-первых, если масляная краска изготавливается с использованием одного пигмента, вместо вида лакокрасочного материала (Краска масляная) пишется название базового пигмента. Например, масляная краска, изготовленная на сурике железном и предназначенная для наружных работ, будет носить название - "Сурик железный МА-15".

Кроме того, четвертая группа в обозначении масляных красок говорит не о порядковом номере материала, а о виде олифы, на которой данная краска сделана. Так, цифра "1" означает, что краска изготовлена на натуральной олифе, цифра "2"

Эксплуатационные материалы

указывает на то, что компонентом является олифа "Оксоль". Соответственно цифра "3" означает использование глифталевой, "4" - пентафталевой, а "5" - комбинированной олифы. Если в названии масляной краски первой цифрой является "0", это означает, что перед Вами густотертая краска, а не грунт, как в общем случае.

Кроме обязательных составляющих названия лакокрасочных материалов в нем могут присутствовать дополнительные буквы, характеризующие некоторые особенности данного материала. Например, в названии "Эмаль ПФ-1217 ВЭ" сокращение "ВЭ" означает, что данная эмаль содержит воду, эмульгированную в пленкообразователе.

В названиях материалов могут также встречаться следующие сокращения:

"М" образует матовые покрытия, "ПМ" - полуматовые, "ХС" - холодной сушки, "ГС" - горячей сушки.

Дополнительная группа знаков (ВД) присутствует в обозначении вододисперсионных материалов. Она располагается перед знаками, обозначающими вид пленкообразующего вещества, как правило, в следующих сочетаниях: "ВД-АК", "ВД-КЧ" [6].

В последние годы многие производители стали изготавливать лакокрасочные материалы под собственными торговыми марками, названия которых не соответствуют ГОСТ 9825-73 [6].

Способы нанесения и сушки лакокрасочных материалов

Существуют следующие способы нанесения грунтовых и покровных эмалей: пневматический без подогрева, пневматический с подогревом, безвоздушный и в электрическом поле. Простейшим и вместе с тем наименее экономичным с точки зрения расхода ЛКМ является пневматический способ без подогрева при помощи пульверизаторов различной конструкции (пистолетов-краскораспылителей). При подогреве красок вязкость их снижается, поэтому расход растворителей резко уменьшается. Так, при подогреве нитроэмалей до температуры 55...60°C расход растворителя снижается на 20... 30 %, а синтетических эмалей - на 30... 40 % (при их подогреве до 70°C). Распылением в подогретом состоянии с помощью специальных установок, выпускаемых отечественной промышленностью, можно наносить все виды эмалей. Способ безвоздушного распыления, который чаще всего производится с подогревом, основан на перепаде давления, создаваемого насосом установки, на выходе эмалей из сопла распылителя. При этом потери эмалей на туманообразование сокращаются в 2...4 раза по сравнению с пневматическим распылением. Наиболее совершенным в отношении потерь ЛКМ является способ нанесения покрытий в электрическом поле, где распыленные частицы эмалей получают отрицательный заряд и притягиваются к противоположно заряженной окрашиваемой поверхности. Этот способ снижает расход эмалей на 30... 50 % и увеличивает производительность в 2...3 раза по сравнению с другими способами нанесения ЛКМ. Однако окраска в электрическом поле целесообразна лишь при больших объемах работ, так как достаточно негнущаяся и требует сложного и дорогостоящего оборудования.

Эксплуатационные материалы

Приведенные способы нанесения ЛКМ относятся к грунтовым и покровным эмалям. Что касается шпаклевок, то при так называемом местном шпаклевании, когда устраняются отдельные шероховатости, шпаклевку наносят вручную - шпателем, а при шпаклевании более значительных площадей изделия используют грунты - шпаклевки в виде жидкостей, которые наносят на окрашиваемую поверхность пневматическим способом.

Долговечность лакокрасочных покрытий во многом зависит от принятого способа сушки. Различают естественный, конвекционный и терморadiационный способы сушки. Естественный способ сушки используют, как правило, для нитроэмалей. Необходимая температура сушки создается подогревом воздуха (конвекционный способ) или лучистой энергией (терморadiационный способ). Для алкидных эмалей можно использовать все названные виды сушек, а для меламиноалкидной - терморadiационный. При терморadiационном способе инфракрасные лучи проходят через лакокрасочное покрытие и нагревают поверхность изделия, отчего сушка начинается не с поверхности, как это имеет место при естественном и конвекционном способах, а изнутри, способствуя беспрепятственному улетучиванию растворителя и исключая образование дефектов (воздушных пузырьков и различного рода включений) в подповерхностном слое покрытия [3].