

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

Инженерный институт

Кафедра «Сельскохозяйственные машины»

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Методические указания к лабораторной работе

НОВОСИБИРСК 2022

Кафедра «Сельскохозяйственные машины»

УДК 66. (075)

Составители: Г. М. Крохта, д-р техн. наук, проф., Крум В.А., канд. техн. наук, доцент.

Рецензент: Е.А. Булаев, канд. техн. наук, доцент

Эксплуатационные свойства моторных масел: Метод. указания к лаб. работе /Новосиб. гос. аграр. ун-т; Сост.: Г.М. Крохта, В.А. Крум. – Новосибирск, 2022. – 17 с.

Методические указания предназначены для лабораторно-практических занятий со студентами всех форм обучения по направлению: 35.03.06 - Агроинженерия, профиль - Технические системы и роботизация пищевых производств; Сервис технических систем; Технические системы и цифровизация производства; Электрооборудование и электротехнологии при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Топливо и смазочные материалы».

Утверждены методическим советом Инженерного института (протокол №_2_ от «_27_»_сентября___2022 года).

Ответственный за выпуск Гуськов Ю.А.

© ФГБОУ Новосибирский государственный аграрный университет, 2022
© Инженерный институт, 2022

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Химмотология – прикладная техническая наука об эксплуатационных свойствах, показателях качества и рациональном применении топлив, смазочных материалов и специальных жидкостей в технике.

Эксплуатационное свойство – свойство нефтепродукта, проявляющееся при производстве, транспортировании, хранении, испытании применении и характеризующее совокупность однородных явлений при этих процессах.

ГОСТ 26098-84 установлены следующие эксплуатационные свойства нефтепродуктов: прокачиваемость, испаряемость, воспламеняемость, горючесть, склонность к отложениям, совместимость, консервационное, противоизносное, антифрикционное, охлаждающее свойство, сохраняемость, токсичность.

Каждое эксплуатационное свойство для конкретного вида нефтепродукта характеризуется набором определенных показателей качества. Эксплуатационные свойства и показатели качества образуют систему показателей качества (таблица 1). Рациональное применение моторного масла возможно лишь при условии соответствия величины показателей качества требованию стандарта. Поэтому величина показателей качества для моторных масел утверждается государственным стандартом ГОСТ 8581-78 «Масла моторные для автотракторных дизелей. Технические условия» и ГОСТ 10541-78 «Масла моторные универсальные и для автомобильных карбюраторных двигателей. Технические условия». При несоответствии величины показателей качества требованию стандарта применение моторного масла запрещается, так как его применение нерационально вследствие быстрого выхода техники из строя.

Каждый моторный завод проводит свои эксплуатационные испытания масел применительно к выпускаемым им двигателям. Некоторые марки масел не получают допуска завода-изготовителя к применению в их двигателях. Например, моторные масла М-5з/10-Г₁ и М-6з/12-Г₁, выпускаемые по ГОСТ 10541-78, не имеют допуска АО «АВТОВАЗ» для выпускаемых им легковых автомобилей ВАЗ, как не отвечающие требованиям.

Цель работы. Научиться определять показатели качества моторных масел, давать заключение об их соответствии требованию стандарта и последствиях применения.

Задание и последовательность его выполнения. Определить марку моторного масла, его плотность и охарактеризовать его прокачиваемость. Определить кинематическую вязкость моторного масла при 40 и 100°С, класс вязкости, рассчитать индекс вязкости и охарактеризовать его антифрикционное свойство. Определить температуру вспышки моторного масла в открытом тигле и охарактеризовать его воспламеняемость.

Определить функциональную совместимость моторного масла с другими марками масел. Результаты испытаний занести в журнал. Дать заключение о качестве масла, его эксплуатационных свойствах и последствиях применения в двигателе.

Оборудование. Анализатор качества АК-3, цилиндр стеклянный емкостью 500 мл, ареометр, вискозиметр ВПЖ-4, секундомер, водяная баня, прибор для определения температуры вспышки в открытом тигле, набор пробирок со штативом, образцы моторных масел.

Таблица 1 – Система показателей качества моторных масел

Наименование эксплуатационных свойств	Наименование показателей качества
1. Прокачиваемость	Массовая доля механических примесей, массовая доля воды, степень чистоты, вспениваемость, плотность, температура застывания.
2. Антифрикционное	Кинематическая вязкость, динамическая вязкость при отрицательных температурах, индекс вязкости.
3. Противоизносное	Показатель износа, критическая нагрузка заедания, нагрузка сваривания, индекс задира, массовая доля активных элементов противоизносных и противозадирных присадок, износ на установке, противопиттинговая способность на установке СКТ-НАМИ.
4. Склонность к отложениям	Индукционный период осадкообразования, количество отложений на установке НАМИ-1, коксуемость, моющий потенциал, щелочное число, зольность, моющая способность на установке ПЗВ, количество высокотемпературных отложений на приборе «наклонная плита», УКМ-1.
5. Испаряемость	Потери от испарения.
6. Воспламеняемость	Температура вспышки, температура самовоспламенения.
7. Совместимость	Совместимость с маслами, число деэмульсации, изменение массы, объема и предела прочности резины.
8. Консервационное	Защитная способность масла в условиях периодической конденсации влаги, защитная способность масла в среде электролита, защитная способность масла в среде НВг, защитная способность масла в дистиллированной воде,

	коррозионная активность масла в приборе ДК-НАМИ, коррозионная активность масла в двигателе ЯАЗ-204, кислотное число, коррозионные потери металлов.
9. Сохраняемость	Стабильность состава, средний срок сохраняемости, стабильность вязкости, цвет.
10. Токсичность	Предельно допустимая концентрация паров масла в воздухе, класс токсичности.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАРКИ МАСЛА

Марку моторного масла можно определить по косвенным признакам, например, по его диэлектрической проницаемости. Для этих целей разработан электронный анализатор качества АК-3.

Методика подготовка прибора к работе.

1. Достать прибор из сумки. Снять кожух с первичного преобразователя и крышку с внешнего электрода. Открутить внешний электрод и очистить наружную поверхность внутреннего электрода, внутреннюю и наружную поверхности внешнего электрода хлопчатобумажной салфеткой, смоченной автомобильным бензином. Установить внешний электрод на место.

2. Подсоединить первичный преобразователь к измерительному прибору через разъем «Датчик» на передней панели прибора и датчик температуры через разъем на задней панели прибора.

3. Подключить питание измерительного прибора от сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц.

4. Включить прибор, нажав кнопку «Сеть», и установить потенциометром «Уст. 1» показание индикатора «1,00».

5. Нажать кнопку « ϵ tg δ » (положение tg δ) и установить потенциометром «Уст. 0» показание индикатора «0,00».

6. Погрузить датчик температуры в образец, нажать кнопку «t» и по показанию индикатора считать значение температуры масла. Кнопки « ϵ tg δ » и «Уст. tg δ » должны находиться в отжатом положении.

7. Нажать кнопки «Уст. tg δ » и « ϵ tg δ ».

8. В соответствии с измеренной температурой масла установить потенциометром «Уст. tg δ » на индикаторе показание контрольного числа «К», взятого из таблицы 2.

Таблица 2 – Значение контрольного числа «К» для прибора

T, °C	К	T, °C	К	T, °C	К
10	0,081	19	0,058	28	0,039
11	0,079	20	0,055	29	0,037
12	0,077	21	0,053	30	0,035
13	0,075	22	0,051	31	0,033
14	0,072	23	0,049	32	0,031
15	0,070	24	0,047	33	0,029

16	0,068	25	0,045	34	0,027
17	0,065	26	0,043	35	0,025
18	0,062	27	0,041	36	0,023

9. Отжать кнопки « ϵ tg δ » и «Уст. tg δ ».

Методика проведения испытаний.

1. Заполнить пространство между электродами первичного преобразователя испытуемым маслом до верхнего края внешнего электрода. Снять отсчет значения относительной диэлектрической проницаемости масла по индикатору.

2. Нажать кнопку « ϵ tg δ » в положение «tg δ » и снять отсчет значения тангенса угла потерь проверяемого масла по показанию индикатора.

3. Отжать кнопку « ϵ tg δ », масло вылить. Разобрать первичный преобразователь и хлопчатобумажной салфеткой протереть поверхности электродов.

4. Повторить испытание по пп.1-3 не менее трех раз. Результаты измерения ϵ и tg δ проверяемого масла определяют по среднему значению из результатов трех измерений каждого параметра.

В процессе проведения измерений необходимо постоянно контролировать начальные показания индикатора «0,00» и «1,00», а также значение контрольного числа «К». В случае ухода этих показаний необходимо провести подстройку потенциометрами «Уст. 0» и «Уст. 1».

5. Записать в журнал значения « ϵ » и «tg δ ».

6. Сравнить измеренные значения « ϵ » и «tg δ » с данными таблицы 3 и определить марку масла.

Таблица 3 – Диэлектрическая проницаемость и тангенс угла потерь масел

Марка масла	Относительная диэлектрическая проницаемость, ϵ	Тангенс угла потерь, tg δ	Марка масла	Относительная диэлектрическая проницаемость, ϵ	Тангенс угла потерь, tg δ
МТЗ-10	2,34-2,35	0,053	ТАД-17	2,38-2,39	-
М-10-В ₁	2,37-2,38	0,062	ТАД-17М	2,44	-
МТ-8п	2,36-2,37	0,019-0,025	МГ-8-А	2,33-2,34	0,010
МС-8	2,24	-	КС-19	2,37	-
М-8-Г ₂	2,37-2,38	0,064	Й-50-А	2,29	0,006
М-8-Г _{2к}	2,34-2,35	0,037-0,05	GBC 090195 VML T-222 HALWOLINE	2,34	0,0097
М-8-В	2,33-2,34	0,015-0,025	BP OIL 88434 /F5210	2,36	0,055
М-8-В ₂	2,34	0,026	CASTROL 212	2,32	0,075
М-10-Г ₂	2,39	0,027	VALVOLINE 220	2,34	0,065

М-10-Г ₂ К	2,36	0,095	WISKO 218	2,29	0,060
МС-10	2,37	0,053	DEXTRON 111 201	2,23	0,014
МС-20	2,29	-	МТ-8п	2,36	0,016-0,020
Автол	2,35	0,036	МТЗ-10	2,35	0,033-0,053
М-6з/10-В	2,39	0,037			

7. Выключить прибор и отключить его питание от сети. Разобрать первичный преобразователь, протереть поверхности электродов, собрать и сдать прибор преподавателю.

2. ПРОКАЧИВАЕМОСТЬ МОТОРНОГО МАСЛА

Прокачиваемость – эксплуатационное свойство, характеризующее прокачку нефтепродукта через трубопроводы, фильтры, сепараторы, отверстия и зазоры.

Прокачиваемость моторных масел характеризуется величиной следующих показателей качества: массовой долей воды, массовой долей механических примесей, степенью чистоты, вспениваемостью, плотностью и температурой застывания (таблица 1).

Массовая доля воды – показатель качества, указывающий наличие воды в моторном масле в процентах от ее массы. Наличие воды в моторном масле в виде эмульсии, жидкого осадка или иная не допускается.

Вода в масло поступает в результате конденсации ее паров, которые образуются при сгорании водорода, содержащегося в топливе. При сгорании 1 кг топлива образуется 1,2 кг паров воды, которые прорываются в картер вместе с другими продуктами сгорания топлива. Вода в масло попадает из атмосферы вместе с воздухом, например, вследствие понижения уровня масла при заполнении им системы смазки при пуске двигателя. Вода попадает в масло даже при неработающем двигателе. Днем температура воздуха в поддоне в объеме над маслом выше, чем ночью. Поэтому ночью, при снижении температуры, вода в объеме над маслом переходит из парообразного состояния в жидкость. Наличие воды в масле можно определить по потере его прозрачности и образованию эмульсии белого цвета.

Зимой вода в поддоне застывает, поэтому образующийся лед блокирует поступление масла в маслоприемник масляного насоса. Ухудшение прокачиваемости масла вызывает заклинивание коленчатого вала при пуске двигателя.

Методика испытания. Качественное наличие воды в масле можно определить по потрескиванию образца масла при его нагреве до температуры 130⁰С. В термостойкую пробирку налить 5 мл испытуемого масла, закрыть ее корковой пробкой с термометром так, чтобы шарик термометра находился на равных расстояниях от ее стенок и на расстоянии

20-30 мм от ее дна. Пробирку опустить вертикально в стеклянный цилиндр, заполненный глицерином. Цилиндр установить на электрическую плиту. Если при нагревании масла до температуры 130°C будут слышны потрескивания (два и больше) или наблюдаться вспенивание, то считают, что вода в масле присутствует.

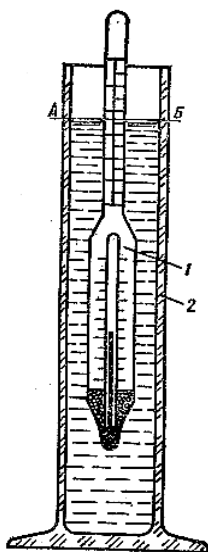
Массовая доля механических примесей — показатель качества, указывающий наличие массы механических примесей в масле в процентах. Наличие механических примесей в масле недопустимо.

Механические примеси поступают в масло из воздуха за счет изменения его температуры в поддоне в течение суток при неработающем двигателе или при понижении уровня масла в период пуска двигателя. Механические примеси забивают отверстия системы смазки, что ухудшает прокачиваемость масла и способствует быстрому выходу двигателя из строя.

Методика испытания. Качественное наличие механических примесей в масле определяют с помощью двух стекол. На нижнее стекло нанести каплю масла, сверху положить второе стекло. Сжать пальцами стекла и, перемещая их относительно друг друга, поднести к уху. При наличии механических примесей будет слышен характерный звук, как в процессе резания стекла.

Плотность моторного масла — показатель качества, указывающий массу нефтепродукта в единице объема.

Плотность масла характеризует его состав. Если плотность масла не соответствует стандарту, то в нем содержатся тяжелые углеводороды с высокой температурой застывания. При пуске двигателя прокачиваемость масла снижается, особенно зимой, что может привести к выходу двигателя из строя.



Плотность масла определяют с помощью ареометра. Он представляет собой пустотелый стеклянный поплавок с балластом, размещенным снизу, термометром, размещенным в его средней части, и тонкой трубки со шкалой пределов плотности, размещенной сверху.

Сущность метода заключается в погружении ареометра в масло, снятии показания по шкале ареометра при температуре определения и пересчете результатов на плотность при температуре 20°C (рисунок 1).

Методика испытаний. Цилиндр емкостью 500 мл установить на ровной поверхности. Пробу испытуемого масла налить в цилиндр. Чистый и сухой ареометр аккуратно взять за верхнюю часть и, удерживая его в вертикальном положении, медленно и осторожно опустить в цилиндр с маслом. При этом нельзя допускать смачивания его верхней части,

расположенной выше уровня погружения. В связи с высокой вероятностью поломки ареометра запрещается резко опускать его в цилиндр.

Рисунок 1 – Прибор для определения плотности: 1 – ареометр; 2- цилиндр

После погружения ареометра осторожно убрать руку и ждать окончания его колебания после всплытия. После 3-5 мин нахождения ареометра в масле приступить к считыванию показания плотности со шкалы по верхнему краю мениска. Глаз наблюдателя должен находиться на уровне мениска, а ареометр не должен касаться цилиндра. Показания температуры масла считывают по термометру ареометра.

Плотность масла по стандарту указывают при температуре 20⁰С. Если измерение плотности проводили не при этой температуре, то результат измерения необходимо привести к температуре 20⁰С по таблице приложения 1- ГОСТ 3900 – 85 - «Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности».

Пример. Плотность нефтепродукта при температуре 27,5⁰С равна 0,6448 г/см³. Для пересчета плотности нефтепродукта, измеренной при 27,5⁰С, на плотность при 20⁰С, необходимо:

а) округлить измеренную плотность до второй значащей цифры, например до 0,640 или 0,650 г/см³;

б) по указанной таблице в горизонтальной графе «Плотность по шкале ареометра, г/см³» найти округленную величину плотности, например 0,640;

в) в графе «Температура испытания, ⁰С» найти значение температуры испытания –27,5⁰С;

г) по таблице найти плотность нефтепродукта при 20⁰С – 0,647 г/см³. Так как при округлении измеренной плотности значение плотности фактически уменьшили на 0,6448 – 0,640 = 0,0048 или 0,005 г/см³, необходимо прибавить это значение к найденному по таблице значению плотности при 20⁰С, то есть (0,647 + 0,005) г/см³ = 0,652 г/см³.

Таким образом, плотность продукта при 20⁰С равна 0,652 г/см³.

Если измеренную плотность округлили до 0,650 г/см³, фактическое увеличение значения плотности составляет 0,650 – 0,6448 = 0,0052 или 0,005 г/см³. Поэтому из значения плотности при 20⁰С, найденного по таблице (0,6569 или 0,657 г/см³), необходимо вычесть 0,005 г/см³, то есть 0,657 – 0,005 = 0,652 г/см³.

Плотность продукта при 20⁰С равна 0,652 г/см³.

3. АНТИФРИКЦИОННОЕ СВОЙСТВО

Антифрикционное свойство – эксплуатационное свойство, характеризующее способность масла снижать трение скольжения.

При относительном перемещении контактирующих поверхностей возникает сила трения. Для ее уменьшения их покрывают масляной пленкой.

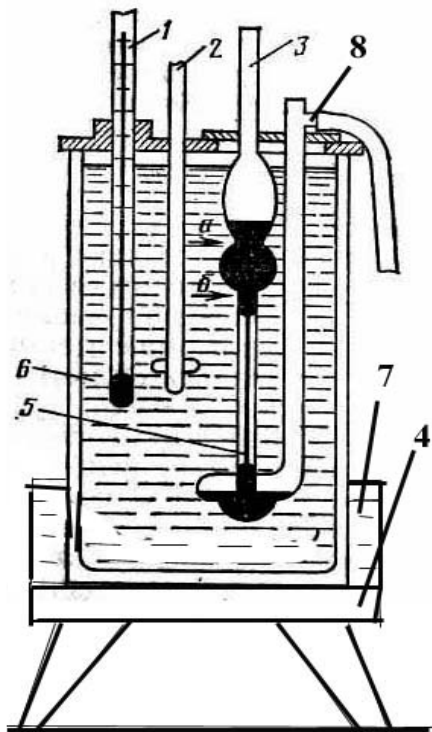
В этом случае режим сухого трения между поверхностями заменяют на режим гидродинамического трения между слоями жидкости. При гидродинамическом режиме трения затраты на преодоление сил трения в масляной пленке меньше и будут зависеть только от вязкости масла.

Антифрикционное свойство моторных масел оценивают по величине его кинематической вязкости при температуре 100°C , индекса вязкости, кинематической и динамической вязкости при температуре минус 18°C .

Вязкость – это объемное свойство масла оказывать сопротивление при течении. Кинематическая вязкость масла каждой марки должна находиться в определенных пределах. Если вязкость масла меньше требования стандарта, то толщина масляной пленки становится соизмеримой с высотой шероховатости поверхностей трения, что увеличивает силу трения между ними. Если кинематическая вязкость масла выше требования стандарта, то возрастает сила трения в самой масляной пленке, что также увеличивает силу трения.

Индекс вязкости (ИВ) – безразмерная величина, характеризующая по стандартной шкале изменение вязкости масла в зависимости от температуры. Высокий индекс вязкости указывает на сравнительно незначительное изменение вязкости от температуры. Малый индекс вязкости масла указывает на резкое увеличение вязкости при понижении его температуры. Резкое возрастание вязкости при понижении температуры, например, при пуске двигателя и его прогреве после пуска, увеличивает силы трения в двигателе, что ухудшает его пусковые качества и увеличивает расход топлива.

Методика испытаний. В водяную баню устанавливают стеклянный цилиндр емкостью 1 л и заполняют его водой (рисунок 2). Подбирают вискозиметр с пределами измерения, соответствующими ожидаемой вязкости моторного масла. Обезвоженным маслом заполняют вискозиметр 3 и устанавливают его в стеклянный цилиндр вертикально так, чтобы его верхнее расширение было погружено в воду. Включают электроплитку, нагревают воду в цилиндре до температуры 40°C и поддерживают ее с точностью $0,1^{\circ}\text{C}$. На отводную трубку 8 вискозиметра надевают резиновую трубку и соединяют ее с резиновой грушей. Вискозиметр выдерживают при данной



температуре не менее 15 мин. Затем, закрыв пальцем отверстие отводной трубки 8, сжимают грушу и нагнетают масло через капилляр 5 примерно на 2/3 высоты верхнего расширения. Запрещается держать палец между коленами вискозиметра вследствие высокой вероятности его поломки. Убирают палец с отверстия отводной трубки 8 и сообщают его с атмосферой. Масло из расширения начинает перетекать через капилляр 5, причем скорость его течения быстро стабилизируется. Мениск масла начинает приближаться к отметке «а». Когда мениск коснется отметки «а», секундомер включают, а когда мениск коснется отметки «б», секундомер выключают.

Проводят три параллельных измерения и рассчитывают среднеарифметическое значение времени истечения масла с точностью до 0,1 с.

Рисунок 2 - Прибор для определения кинематической вязкости масла:
1-термометр; 2-мешалка; 3-вискозиметр; 4-электроплитка; 5-капилляр;
6-термостат; 7 - водяная баня; 8-отводная трубка.

Время истечения масла должно быть не менее 200 с. Если время истечения меньше 200 с, то для определения кинематической вязкости берут вискозиметр с меньшим диаметром капилляра. Кинематическую вязкость ν ($\text{мм}^2/\text{с}$, сСт) рассчитывают по формуле

$$\nu = k \times \tau, \quad (1)$$

где k – постоянная вискозиметра, берется из паспорта на прибор, $\text{мм}^2/\text{с}^2$;

τ - время истечения заданного объема масла от метки «а» до метки «б», с.

После определения кинематической вязкости при 40⁰С нагреть воду в термостате до 100⁰С. Выдержать вискозиметр с испытуемым маслом в термостате в течение 15 мин. Определить время истечения масла от метки «а» до метки «б» и рассчитать его кинематическую вязкость при температуре 100⁰С.

По величине вязкости при температуре 100⁰С определяют класс вязкости масла. По величине кинематической вязкости при температуре 40 и 100⁰С рассчитывают индекс вязкости масла по следующей формуле

$$\text{ИВ} = 100(\nu - \nu_1) / (\nu - \nu_2), \quad (2)$$

где ν - кинематическая вязкость масла при 40⁰С с ИВ=0, обладающего при 100⁰С такой же кинематической вязкостью, как испытуемое масло, сСт;

ν_1 - кинематическая вязкость испытуемого масла при 40⁰С, сСт;

ν_2 - кинематическая вязкость масла при 40⁰С с ИВ=100, обладающего при 100⁰С такой же кинематической вязкостью, как испытуемое масло, сСт.

Значения v и v_2 взять из справочной таблицы 10 практикума по топливу и смазочным материалам (стр. 220).

4. ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТЬ

Воспламеняемость – эксплуатационное свойство, характеризующее пожаро- взрывоопасность смеси паров нефтепродукта с воздухом.

При производстве, транспортировании, хранении, испытании и применении нефтепродуктов их пары образуют с воздухом смеси, которые могут воспламениться и привести к пожару либо к взрыву. В зависимости от воспламеняемости нефтепродукта к помещениям, где они хранятся (склады ГСМ), транспортным средствам для их перевозки (автоцистерны, автомаслозаправщики и т.д.) предъявляются различные требования пожарной безопасности.

Воспламеняемость моторных масел оценивают по следующим показателям качества: температуре вспышки, определяемой в открытом тигле, и температуре самовоспламенения (таблица 1).

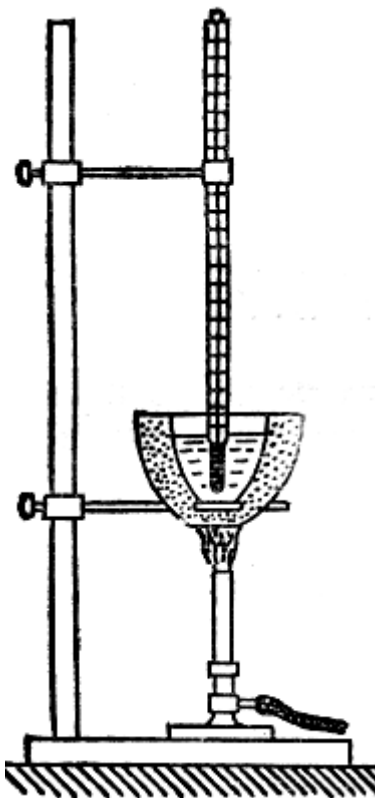
Температура вспышки – минимальная температура, при которой происходит кратковременное воспламенение паров нефтепродукта от пламени в условиях испытания.

Температура воспламенения – температура, при которой нефтепродукт, нагреваемый в условиях испытания, загорается и горит не менее 5 с.

Температура самовоспламенения – температура возгорания паров нефтепродукта без контакта с пламенем в условиях испытания.

Температура вспышки в открытом тигле может быть использована для определения присутствия в масле примесей бензина или дизельного топлива. Например, при попадании в масло 1% бензина температура вспышки масла снижается с 200 до 170°C, а наличие в нем 6% бензина снижает в два раза.

Методика испытания. Обезвоженное масло в емкости перемешивают в течение 5 мин встряхиванием. Аппарат устанавливают на ровном устойчивом столе там, где нет заметного движения воздуха. Поверхность над тиглем защищают от попадания дневного света во избежание помех при определении температуры вспышки. Аппарат защищают от движения воздуха щитом или экраном. В наружный тигель



насыпают слой прокаленного песка толщиной 5-8мм. Сухой чистый тигель ставят в наружный тигель аппарата с прокаленным песком. В наружный тигель досыпают песок так, чтобы его слой достигал высоты около 12 мм от края внутреннего тигля. Испытуемое масло наливают во внутренний тигель так, чтобы уровень жидкости отстоял от края тигля на 12 мм. Не допускается разбрызгивание масла и смачивание стенок тигля выше уровня жидкости.

Собранные тигли с маслом ставят на подставку, а снизу устанавливают спиртовку (рисунок 3). Подставка и спиртовка могут быть заменены электрической плиткой. Рядом с плиткой устанавливают штатив с лапкой для крепления термометра. Во внутренний тигель с маслом устанавливают термометр в строго вертикальном положении так, чтобы ртутный шарик находился в центре тигля приблизительно на одинаковом расстоянии от дна тигля и от уровня масла. Термометр закрепляют в таком положении в лапке штатива.

Испытания проводят в три этапа. На первом этапе по справочной литературе устанавливают ожидаемую (предполагаемую) температуру вспышки для данной марки масла.

Рис. 3 – Прибор для определения температуры вспышки масла в открытом тигле.

Включают электрическую плитку и регулятором мощности устанавливают скорость нагрева масла, равную $10^{\circ}\text{C}/\text{мин}$. Нагревают масло со скоростью $10^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ от комнатной температуры до температуры на 40°C ниже предполагаемой температуры вспышки. Время нагрева масла записывают в журнал.

На втором этапе испытания за 40°C до предполагаемой температуры вспышки скорость нагрева уменьшают до $4^{\circ}\text{C}/\text{мин}$. С такой скоростью масло нагревают до температуры на 10°C ниже предполагаемой температуры вспышки. Время нагрева масла записывают в журнал.

Третий этап испытания начинается при температуре на 10°C ниже предполагаемой температуры вспышки. При этой температуре параллельно поверхности масла проносят источник открытого пламени на расстоянии 10-14 мм от одной стороны тигля до другой в течение 2-3 с. Такое испытание проводят через каждые 2°C подъема температуры до появления вспышки синего пламени над поверхностью масла. Время нагрева масла записывают в журнал.

За температуру вспышки принимают температуру, показываемую термометром при появлении первого синего пламени над частью или над всей поверхностью испытуемого масла.

Температуру вспышки масла записывают в журнал. Выключить электроплитку.

5. СОВМЕСТИМОСТЬ

Различают конструкционную и функциональную совместимость масел.

Конструкционная совместимость – эксплуатационное свойство, характеризующее воздействие нефтепродукта на конструкционные материалы. Низкая конструктивная совместимость моторных масел приводит к изменению массы, объема и пределу прочности резины.

Функциональная совместимость - эксплуатационное свойство, определяющее способность двух и более масел сохранять эксплуатационные свойства при смешении.

При эксплуатации двигателя часть масла расходуется на испарение и угар, что вызывает необходимость его пополнения до первоначального объема. Доливаемое масло может быть изготовлено по другой технологии, на другой нефтяной основе, содержать другой комплект присадок или быть другой марки. При смешивании масел может произойти их расслоение из-за того, что для их приготовления были взяты различные основы с различной плотностью. Если масла содержат различные пакеты присадок, то может произойти химическое взаимодействие между присадками. Новые соединения, возникшие в результате такой реакции, выпадают в осадок, забивают систему смазки, прокачиваемость масла ухудшается, что приводит к быстрому износу двигателя либо к заклиниванию коленчатого вала. Поэтому, прежде чем осуществлять долив масла, необходимо проверить масла на совместимость. Сущность проверки масел на совместимость состоит в имитации условий работы масла в двигателе в течение смены: их смешивании, нагреве до 100°C и последующем охлаждении до температуры внешней среды.

Методика испытания. Термостойкую стеклянную пробирку на 1/4 заполняют основным маслом. Затем в пробирку наливают такое же количество испытуемого масла и опускают в нее стеклянную палочку. Испытание проводят в три этапа.

На первом этапе стеклянной палочкой перемешивают масла. В проходящем свете осматривают содержимое пробирки. Если масла расслаиваются, то будет видна граница их раздела. Если произошла химическая реакция между присадками, то в объеме пробирки появится взвесь новых соединений, которые в масле, как правило, не растворяются. Возможно изменение цвета смеси масел или одного из них. Если в результате испытания будет отмечено хотя бы одно из этих отклонений, то масла несовместимы между собой.

На втором этапе испытания пробирку опускают в водяную баню и, периодически помешивая масла, нагревают их до температуры 100°C. Выдерживают при этой температуре пробирку в течение 10-15 мин. Затем ее вытаскивают и осматривают смесь масел в проходящем свете. При

обнаружении расслоения, изменения цвета или появления нерастворимого осадка считают, что масла между собой несовместимы.

На третьем этапе испытания пробирку со смесью нагретых масел охлаждают на воздухе до комнатной температуры и ведут за ними наблюдение. Если в процессе трех этапов испытания не обнаружено расслоения масел, изменения их цвета или появления нерастворимого осадка, считают, что масла совместимы между собой.

Контрольные вопросы

1. Приведите пример отечественной маркировки моторных масел.
2. Приведите пример маркировки моторных масел по SAE и API.
3. Дайте определения терминам: «эксплуатационное свойство», «прокачиваемость», «воспламеняемость», «совместимость» и «антифрикционное свойство».
4. Назовите показатели качества, характеризующие следующие эксплуатационные свойства моторных масел: прокачиваемость, воспламеняемость, антифрикционное свойство, совместимость.
5. Установите марку испытуемого моторного масла.
6. Установите класс вязкости и индекс вязкости испытуемого моторного масла.
7. Дайте заключение о качестве моторного масла, соответствии его показателей качества требованию стандарта, его эксплуатационных свойствах и последствиях применения в двигателе.

Библиографический список

1. Карташевич, А. Н. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учебное пособие / А.Н. Карташевич, В.С. Товстыка, А.В. Гордеев ; под ред. А.Н. Карташевича. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 421 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010298-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1839670>
2. Эксплуатационные материалы / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, А. А. Глущенко, А. Л. Хохлов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 528 с. — ISBN 978-5-507-45309-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/264500>
3. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учеб. пособие / В.В. Остриков [и др.] ; под общ. ред. В. В. Острикова. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 244 с. - SBN 978-5-9729-0321-4. - ISBN 978-5-9729-0321-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1048739>
4. Методика выполнения лабораторных работ по дисциплине «Топливо и смазочные материалы»: учебно-методическое пособие / Новосибирский государственный аграрный университет, Инженерный институт; составители: Г.М. Крохта, В.А. Крум, А.Б. Иванников, Е.Н. Хомченко. — Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос» 2022.— 109 с.
5. ГОСТ 26098-84. Нефтепродукты. Термины и определения.
6. ГОСТ 4.25-83. Система показателей качества продукции. Нефтепродукты. Топлива жидкие. Номенклатура показателей.
7. Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы: учеб. для вузов. —М.: Наука-Пресс, 2004. - 421 с.
8. ГОСТ 25349-90. Топлива, масла, смазки и специальные жидкости. Химмотологическая карта. Порядок составления и согласования. — М.: Изд-во стандартов, 1991. -16 с.

Составители: Крохта Геннадий Михайлович
Крум Василий Андреевич

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Методические указания к лабораторной работе

Редактор: Т.К. Коробкова

Компьютерный набор: Г. М. Крохта, В.А. Крум
Компьютерная верстка: Н. А. Усатых

Формат 60х84 1/16. Объем 1,0 уч.-изд.л.

Тираж 50 экз. Заказ №

Изд. № 51

Отпечатано в типографии Инженерного института НГАУ

630039, Новосибирск, ул. Никитина, 147