МГТУ им. Н.Э. Баумана Факультет «Энергомашиностроение» Кафедра «Поршневые двигатели»

Путинцев С.В.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДВС

Электронное учебное издание

Методические указания лабораторным работам по дисииплине «Химмотология»

г. Москва

© 2011 МГТУ им. Н.Э. Баумана

УДК 621.43-242.3

Рецензент: доктор технических наук, профессор Грехов Леонид Вадимович (МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва)

Путинцев Сергей Викторович

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДВС

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Химмотология»

В методических указаниях к лабораторным работам по дисциплине «Химмотология» приведены методы определения важнейших показателей качества смазочных материалов и охлаждающих жидкостей. В отличие от ранее изданных аналогичных методических указаний, в данном представлены лабораторные работы по оценке антифрикционных, противозадирных и противоизносных свойств моторных масел, а также проверки качества многокомпонентных адгезивов.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» (140501).

Рекомендовано Учебно-методической комиссией Научно-учебного комплекса «Энергомашиностроение» им. Н.Э.Баумана.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
Лабораторная работа №1. Определение антифрикционных и противоизн	осных
свойств моторного масла	4
Лабораторная работа №2. Оценка противозадирных свойств моторных и	Í
трансмиссионных масел	9
Лабораторная работа №3. Определение плотности нефтепродуктов	14
Лабораторная работа №4. Определение вязкости и индекса вязкости	
моторного масла	17
Лабораторная работа №5. Определение содержания воды и механически	IX
примесей в нефтепродуктах	21
Лабораторная работа №6. Определение температур вспышки	
и воспламенения моторного масла	25
Лабораторная работа №7. Определение температуры замерзания	
охлаждающей жидкости	28
Лабораторная работа №8. Определение температуры каплепадения	
пластичной смазки	30
Лабораторная работа №9. Оценка срока смены отработавшего масла	32
Лабораторная работа №10. Оценка качества адгезива типа «холодная	
сварка»	35
Техника безопасности при выполнении лабораторных работ	38
Литература	39

Введение

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) представляют сегодня наиболее массовый класс энергетических установок, который постоянно совершенствуется и усложняется, отвечая растущим запросам промышленности и населения. Одновременно с усложнением и форсированием ДВС, ужесточаются требования к смазочным и эксплуатационным материалам, растет их ассортимент, создаются новые методы тестирования.

В сложившейся ситуации только качественные материалы могут обеспечить осуществление полного «жизненного» цикла двигателя. Причем на различных этапах этого цикла требуются разные материалы со своим набором служебных свойств.

Расширение ассортимента смазочных и эксплуатационных материалов, повышение требований к их качеству вынуждают своевременно пересматривать и совершенствовать методику оценки свойств. Современный специалист в области ДВС должен обладать определенными навыками выбора, тестирования и эффективного применения указанных материалов.

Данный лабораторный практикум включает как традиционные, так и новые, отвечающие сложившейся ситуации на рынке автохимии России, методы контроля качества смазочных и эксплуатационных материалов для ДВС.

Лабораторная работа №1. Определение антифрикционных и противоизносных свойств моторного масла

1. Цель и задачи работы:

Цель работы — оценка антифрикционных (снижение трения) и противоизносных свойств моторного масла.

Цель достигается решением задач:

- 1.1. Построение в одних координатных осях «коэффициент трения параметр нагруженности» диаграмм Штрибека для опытного и основного моторных масел, при этом последнее принимается за базу сравнения.
- 1.2. Построение диаграмм износа неподвижного смазываемого образца машины трения для опытного и основного масел.
 - 2. Краткие теоретические предпосылки

Одно из важнейших служебных свойств моторного масла заключается в снижении трения и подавлении изнашивания смазываемых деталей двигателя. На лабораторном (безмоторном) этапе тестирования масел оценить эффективность проявления этих свойств можно с помощью сравнительных испытаний на машине трения, позволяющей измерять момент трения смазываемых стандартных образцов и контролировать их линейный износ.

Значение момента трения и нагрузки на образцы могут быть использованы для построения так называемой диаграммы Штрибека, общепризнанно являющейся универсальной характеристикой трения смазываемых подшипников (рис.1).

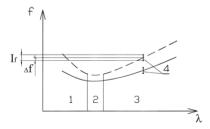


Рис.1. Вид кривых Штрибека для смазываемых пар трения: 1 — граничное трение; 2 — смешанное трение; 3 — гидродинамическое трение; 4 — доверительные интервалы погрешности измерений (сплошная кривая — масло-объект сравнения, пунктирная кривая — масло-объект испытаний)

Оглавление

Путинцев С.В. Эксплуатационные материалы для ДВС

Как видно из рис.1, эта диаграмма имеет три характерных участка (ветви), соответствующих различным режимам трения. Определяя среднее значение коэффициента трения на каждом из участков и за все испытание, а также измеряя износ, можно получить относительно полную картину трибологического поведения моторного масла. Сравнивая сходственные показатели масла-объекта испытаний и масла-объекта сравнения, сделать вывод о преимуществе того или иного объекта.

3. Оборудование, приборы и погрешность измерений

Испытания проводятся на стандартной машине трения типа МИ-6 (международный класс Алмен-Виланд согласно ASTM D-3233) - рис.2.



Рис.2. Общий вид машины трения типа МИ-6

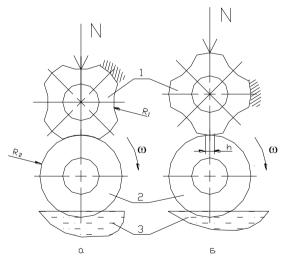


Рис. 3. Общий вид машины трения МИ-6 и эскиз применяемой в ней пары трения при антифрикционных (а — конформный контакт) и противо-износных (б - неконформный контакт) испытаниях: 1- верхний образец (колодка); 2- нижний образец (диск); 3- смазочный материал

Назначение машины - измерение момента (коэффициента) трения и износа смазываемой пары металлических образцов типа «неподвижная колодка — вращающийся диск» (рис.3). Применяемые материалы пары трения: верхний образец (неподвижная колодка): чугун СЧ 16-24; нижний образец (вращающийся диск): сталь Ст. 30. Частота вращения нижнего образца 225мин⁻¹ (постоянная), геометрическая площадь контактирования образцов 1·10⁻⁴м². Тип применяемой масляной ванны: теплоизолированная. Масса грузов на нижнем рычаге балансира 5,19кг. Относительная погрешность измерения коэффициента трения: ±3%. Измерение ширины полосы износа с помощью штангенциркуля — абсолютная погрешность ±0,05мм. Температура масла в ванне и окружающего воздуха в лаборатории измеряются термопарой ХК с относительной погрешностью ±3%.

- 4. Методика проведения работы
- 4.1. Антифрикционные испытания

В предварительно очищенную и обезжиренную масляную ванну заливают моторное масло-объект сравнения. Устанавливают пару трения в положение конформного контакта. Включают машину и выводят на режим обкатки — нагрузка вес каретки. Время обкатки определяется стабилизацией момента трения (обычно от 3 до 5мин). Затем проводят испытания в режиме ступенчатого нагружения с шагом по нагрузке $1/20N^{\text{max}}$ (100H для машины МИ-6) и временем работы на каждой ступени T_1 =3мин. В конце и начале каждой ступени фиксируют в протоколе испытаний следующие параметры:

- 1) нагрузку *N*, H;
- 2) момент трения M, $H \cdot M$;
- 3) температуру в зоне фрикционного контакта t, 0 С.

После окончания работы на последней ступени нагружения, соответствующей N^{\max} , останавливают машину трения.

Сливают отработавшее моторное масло. Промывают и обезжиривают масляную ванну, заливают в нее масло-объект испытаний. Повторяют вышеописанную процедуру испытаний.

4.2. Противоизносные испытания.

В предварительно очищенную и обезжиренную масляную ванну заливают моторное масло-объект сравнения. Устанавливают пару трения в положение неконформного контакта. Включить машину и при номинальной частоте вращения устанавливают нагрузку $0.5N^{\text{max}}$.

Работают в этом режиме в течение времени T_2 =30мин. Останавливают машину, освобождают верхний образец и, поставив его путем поворота на оси в удобное для осмотра положение, измеряют и записать в протокол испытаний значение ширины линии износа.

Сливают отработавшее моторное масло. Промывают и обезжиривают масляную ванну, заливают в нее масло-объект испытаний. Повторяют вышеописанную процедуру испытаний.

- 5. Обработка результатов эксперимента
- 5.1. Определение коэффициента трения

Производится косвенным путем по формуле

$$f = \frac{2M}{(R_1 + R_2) \cdot N}$$

на основе экспериментально находимого момента трения M и задаваемой нормальной нагрузки на образцы N, а также известных радиусов верхнего и нижнего образцов R_1 и R_2 .

5.2. Расчет параметра нагруженности (числа Герси)

$$\lambda = \frac{\mu \omega A}{N},$$

где динамическая вязкость смазочного материала μ определяется экспериментально-расчетным путем на основе измеренного значения температуры в зоне фрикционного контакта t и задаваемой (исходной) кинематической вяз-

кости при 100^{0} С - ν_{100} . Для расчета параметра μ используется эмпирическая зависимость, предложенная в работе [1] и апробированная в работах [2, 3]:

$$\mu = (v_{100} + 11) 10^{-2} \exp[-0.001 (40 - 0.5 v_{100}) t] + (4 v_{100} - 10) 10^{-4}$$
.

Задаваемые, регистрируемые и вычисляемые показатели заносятся в протокол испытаний, рекомендуемая форма которого приведена в табл.1.

Таблица 1

Протокол испытаний

No	Нагруз-	Момент	Темпера-	Вязкость	Коэффи-	Чис-
сту	ка <i>N</i> , H	трения M ,	тура тре-	динамиче-	циент	ло
пе-		Н∙м	ния t , 0 С	ская μ , Па \cdot с	трения f	Гер-
НИ						си λ
1						
2						

По данным в табл.1 определяют средние значения коэффициента трения для левой, правой ветвей и минимума диаграммы Штрибека отдельно для базового и сравниваемого объектов. Сопоставляя средние значения коэффициентов трения и ширину полосы износа, делают вывод об антифрикционных и противоизносных свойствах масел соответственно.

Контрольные вопросы:

- 1. Дайте определение диаграммы Штрибека.
- 2. От чего зависит значение коэффициента трения смазываемой пары образцов?
- 3. С какой целью выполняется промывка и обезжиривание масляной ванны машины трения перед каждой новой серией испытаний, связанной со сменой объекта?

Лабораторная работа №2. Оценка противозадирных свойств моторных и трансмиссионных масел

1. Цель и задачи работы:

Определение предельной нагрузки заедания смазываемой пары образцов и размеров пятна износа на неподвижном образце.

2. Краткие теоретические предпосылки

При определенных тяжелых условиях эксплуатации в смазываемом узле трения машины может возникать нежелательный режим заедания, который сопровождается аномально высоким трением, перегревом и характерным резким звуком. Длительная работа в режиме заедания невозможна: перегрев приводит к расплавлению материалов пары, переносу и свариванию: заедание переходит в задир – отказ в работе узла. Чем выше стойкость смазываемой пары к задиру, тем большую нагрузку до заедания может воспринимать пара. При неизменности материалов пары трения уровень нагрузки заедания характеризует противозадирные свойства смазочного материала: чем выше нагрузка до наступления заедания, тем лучше эти свойства. Таким образом, в испытаниях по определению противозадирных свойств смазочного материала особое значение приобретает идентичность геометрических и физических параметров образцов пары трения. Лучше всего для этой цели подходят детали стандартизованных подшипников качения (роликовых или шариковых). Смазочный материал, к которому предъявляются наивысшие противозадирные требования – трансмиссионное масло, которое работает в более тяжелых условиях по удельным нагрузкам, чем моторное масло.

3. Оборудование

В качестве испытательного оборудования используется демонстрационная машина трения по методу Тимкена согласно ASTM D 2782 (рис.4) с парой трения типа «неподвижный ролик-вращающееся кольцо» (рис.5), где в трении и износе участвуют ролик и наружная обойма реального подшипника качения.



Рис.4. Общий вид машины трения по методу Тимкена

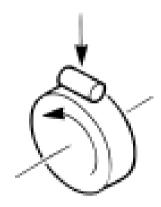


Рис.5. Эскиз пары трения типа «ролик-обойма»

4. Порядок выполнения работы (рис.6)

В масляную ванну 1 заливается испытуемый смазочный материал. Собирается пара трения из обоймы 2 на вале электромотора (не показан) и ролика 3 так, что ролик оказывается погруженным в смазочный материал

ванны 1. Посредством рычажной системы 4 и грузов 5 на пару трения может нагружаться ступенчато нарастающей нагрузкой N. Сначала устанавливается минимальная нагрузка (вес чашки), и машина пускается в работу, реализуемую как вращение вала с обоймой с постоянной угловой скоростью ω .

Постепенно (ступенчато) добавляя количество грузов, увеличивают нагрузку N (система рычагов обеспечивает 15-и кратное увеличение) до появления первых признаков заедания (резкий свистящий звук, неустойчивое вращение, иногда дымление смазочного материала). После чего работу машины прерывают.

Нагрузка, при которой появляются первые признаки заедания, считается предельной нагрузкой заедания $N_{\rm np}$.

Противоизносные свойства смазочного материала оценивают по величине большой D и малой d осей овала износа на неподвижном ролике после работы пары в течение фиксированного времени (например, 0,5ч) на фиксированной нагрузке (например, $0,5N_{nn}$) – рис.7.

Сначала испытания проводят для базового смазочного материала, затем – для объекта испытаний.

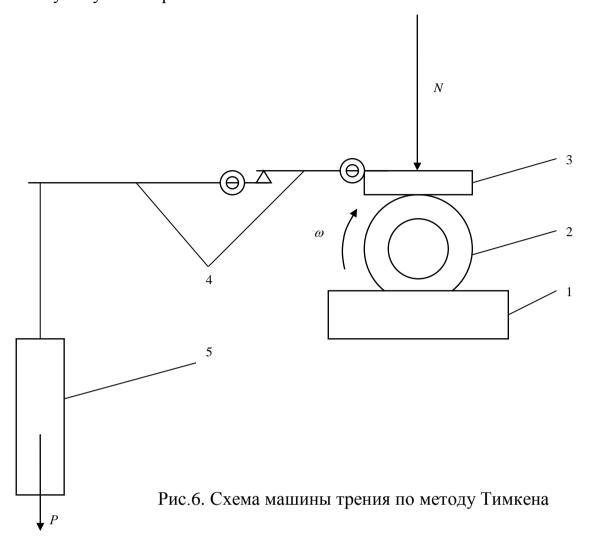
Перед каждым новым испытанием, ванну освобождают от отработавшего смазочного материала, обезжиривают и просушивают. Ролик проворачивают в крепежной полости так, чтобы ввести в контакт «свежую», неизношенную поверхность, либо заменяют на новый. Обойму, во избежание последействия, перед испытанием нового смазочного материала всегда заменяют на новую.

5. Обработка результатов измерений

Для сопоставления противозадирных свойств смазочных материалов сравнивают значения предельных нагрузок заедания: большее значение соответствует лучшим противозадирным свойствам.

Для сравнения противоизносных свойств сопоставляют значения сходственных диаметров овала износа для случая испытаний разных смазоч-

ных материалов при прочих равных условиях: меньшее значение диаметра соответствует лучшим противоизносным свойствам.



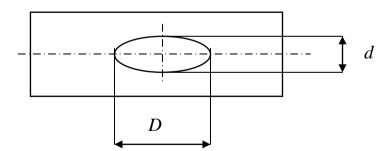


Рис. 7. Вид и характерные размеры пятна износа на ролике

- 6. Контрольные вопросы:
- 1. Что называется заеданием и задиром пары трения?
- 2. Почему в качестве образцов пары трения выбраны детали подшипника качения?
- 3. Чем вызвана необходимость замены обоймы перед каждым испытанием нового смазочного материала?

Лабораторная работа №3. Определение плотности нефтепродуктов

1. Цель работы

Экспериментальное определение плотности нефтепродукта (например, моторного масла) с учетом поправки на существующую температуру.

2. Краткие теоретические предпосылки

Плотностью называют меру атомарной упаковки вещества, определяемую как отношение массы вещества к его объему. Размерность плотности в $CV - \kappa r/m^3$.

В частности, для нефтепродуктов: чем больше атомов углерода приходится на атом водорода, тем выше плотность нефтепродукта.

Определение плотности необходимо для учета расхода нефтепродукта на складах и заправочных станциях, т.к. расход при заправке фиксируют в единицах объема, а приход — в единицах массы. Поэтому для пересчета из одних единиц в другие нужно знать плотность при данной температуре. Плотность также используется при контроле фракционного состава нефтепродукта, при предварительном суждении о марке неизвестного продукта. В случае антифризов плотность свидетельствует о качестве.

3. Оборудование

Используются [4]: стеклянный цилиндр, поплавковый ареометр (нефтеденсиметр) и термометр (иногда находится внутри ареометра).

4. Порядок выполнения работы (рис.8)

В стеклянный цилиндр наливают нефтепродукт, в который затем, придерживая за верхний конец, опускают чистый и сухой ареометр так, чтобы он не касался стенок цилиндра. После успокоения колебаний ареометра в нефтепродукте снимают показания по границе раздела нефтепродукта и окружающего воздуха. При отсчете глаза должны находиться на уровне мениска жидкости. Одновременно с этим записывают температуру нефтепродукта в цилиндре.

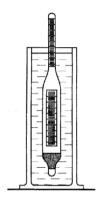
5. Обработка результатов измерений

Плотность может быть измерена при любой температуре, но итоговый результат приводят к плотности при температуре 20° C по формуле:

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma(t - 20),$$

где ρ_t – измеренная плотность при температуре нефтепродукта t;

 γ - поправка на 1°C, зависящая от измеренной плотности (табл.2).



Плотность топлива р20,	Поправка
кг/м ³	K
710 – 720	0,884
720– 730	0,870
730 – 740	0,857
740 – 750	0,844
750– 760	0,831
760 770	0,818
770 – 780	0,805
780 – 790	0,793
790 – 800	0,778
800 – 810	0,765
810 – 820	0,752
820 - 830	0,738
830 – 840	0,725
840 - 850	0,712
850 – 860	0,699
860 – 870	0,686
870 – 880	0,673
880 – 890	0,660
890 – 900	0,647
900 – 910	0,633
910 – 920	0,620
920–930	0,607

Путинцев С.В. Эксплуатационные материалы для ДВС

- 6. Контрольные вопросы
- 1. Физическая сущность и размерность плотности.
- 2. Охарактеризуйте зависимость плотности нефтепродуктов от температуры.
- 3. Зачем необходимо приведение значения плотности к температуре $20^{\circ}\mathrm{C}$?

Лабораторная работа №4. Определение вязкости и индекса вязкости моторного масла

1. Цель работы

Формирование и закрепление знаний по разделу «Моторные масла» курса «Химмотология» путем определения кинематической вязкости и индекса вязкости моторного масла.

2. Краткие теоретические предпосылки

Вязкостью называется мера внутреннего трения тел, рассматриваемая как сопротивление относительному перемещению слоев тела. Вязкость — один из важнейших показателей качества нефтепродукта. В частности, вязкость моторного масла влияет на его прокачиваемость по системе смазки, быстроту пуска и интенсивность изнашивания деталей. В процессе работы двигателя происходит изменение его первоначальной вязкости: как правило — увеличение. Диапазон значений вязкости в зависимости от рабочей температуры масла не должен быть слишком широким, в противном случае ухудшаются пусковые (низкотемпературные) и смазочные (высокотемпературные) свойства масла. Узость диапазона изменений вязкости называется пологостью его вязкостно-температурной характеристики (ВТХ) и численно описывается так называемым индексом вязкости.

Различают кинематическую и динамическую вязкости жидкостей. Кинематическая вязкость — это мера внутреннего сопротивления при движении жидкости в поле сил тяжести. Динамическая вязкость характеризует меру сопротивления движению жидкости в поле внешних сил.

Кинематическая вязкость ν связана с динамической ρ простым соотношением:

$$v = \frac{\mu}{\rho}$$

где ρ - плотность жидкости.

Технически определить кинематическую вязкость проще, поэтому при лабораторных измерениях оценивают именно этот показатель, а динамическую вязкость пересчитывают, исходя из кинематической вязкости и плотности.

Размерность кинематической вязкости в СИ $\text{м}^2/\text{c}$ (чаще используют производную величину — $\text{см}^2/\text{c}$ или сантистокс). Размерность динамической вязкости в СИ $\Pi \text{a} \cdot \text{c}$ (на практике применяют м $\Pi \text{a} \cdot \text{c}$ или сантипуаз).

Метод измерения кинематической вязкости основан на измерении времени истечения определенного объема испытуемого нефтепродукта через калиброванную трубку малого диаметра под действием собственной силы тяжести.

3. Оборудование и приборы

Устройство для определения кинематической вязкости по ГОСТ 33-82 [5], включающее насос центробежный 1, нагреватель 2, датчик термостата 3, указатель температуры 4, теплоизоляцию 5, нижнюю ванну 6, верхнюю ванну 7, термометр 8, вискозиметр капиллярный 9 типа ВПЖ-4 (рис.5).

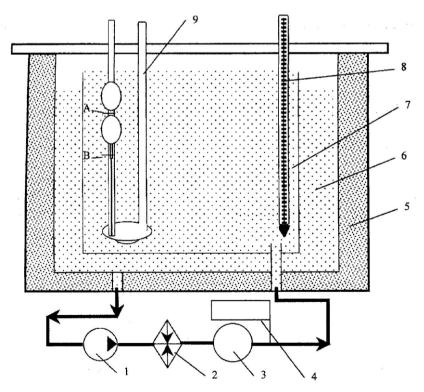


Рис.5. Общий вид устройства для определения кинематической вязкости нефтепродуктов

Оглавление

Путинцев С.В. Эксплуатационные материалы для ДВС

4. Порядок выполнения работы

В широкое колено капиллярного вискозиметра заливают исследуемое масло так, чтобы нижнее расширение заполнилось на 75% своего объема. Вискозиметр устанавливают в термостат с заданной температурой (например, 40° C) в строго вертикальное положение таким образом, чтобы верхняя метка A была ниже уровня теплоносителя (вода или силиконовая жидкость). Затем, при помощи резиновой груши масло поднимают в узкое колено вискозиметра выше метки A. Готовят секундомер и снимают грушу, давая маслу стекать вниз под действием силы тяжести. В момент пересечения верхнего уровня масла метки A включают отсчет времени по секундомеру. В момент пересечения с меткой B отсчет времени останавливают. Записав время прохождения маслом расстояния между метками A и B, испытание дважды повторяют.

Переводят термостат на температуру теплоносителя 100 °C и повторяют описанные выше действия.

5. Обработка результатов измерений

Кинематическую вязкость при данной температуре теплоносителя t [мм 2 /с] рассчитывают по формуле

$$V_t = c \cdot T$$
,

где c – постоянная вискозиметра, приведенная в паспорте [мм 2 / c^2];

T — среднее (по результатам трех параллельных измерений) время истечения масла.

Индекс вязкости рассчитывают согласно рекомендациям ГОСТ 53371-97 [6] следующим образом. По таблице 1 указанного ГОСТ находим кинематические вязкости эталонного масла при 40° С: для масла с крутой ВТХ (ν_2) и для масла с пологой ВТХ (ν_3), при этом для осуществления поиска используется экспериментально полученное значение кинематической вязкости исследуемого масла при 100° С - ν_{100} . Далее, принимая во внимание экс-

периментально полученную кинематическую вязкость при 40°C - ν_{40} —по приведенной ниже формуле определяют индекс вязкости ИВ:

$$MB = \frac{v_2 - v_{40}}{v_2 - v_3} \cdot 100.$$

- 6. Контрольные вопросы
- 1. Дайте определение вязкости.
- 2. Чем кинематическая вязкость отличается от динамической?
- 3. Вязкость при каких контрольных температурах необходимо знать для расчета индекса вязкости по ГОСТ 53371-97?

Лабораторная работа №5. Определение содержания воды и механических примесей в нефтепродуктах

1. Цель работы

Получение навыков по определению содержания воды, а также механических примесей в образце нефтепродукта (бензине, дизельном топливе, моторном масле).

2. Краткие теоретические предпосылки

Большинство нефтепродуктов способно поглощать воду из окружающей среды. Кроме того, вода может проникать в нефтепродукты при эксплуатации, хранении и заправке техники. Присутствие воды в топливе вызывает перебои в работе топливоподающей аппаратуры, снижает теплоту сгорания топлива, при отрицательных температурах провоцирует закупоривание трубопроводов кристаллами льда, обусловливает коррозию деталей. Наличие воды в моторном масле снижает эффективность действия присадок функционального пакета, ускоряет процесс старения масла, увеличивает склонность нагарообразованию.

К механическим примесям относят все посторонние частицы, находящиеся в нефтепродуктах в осадочном или взвешенном состояниях. Различают частицы органического и неорганического происхождения. Особенно опасны сверхтвердые мелкодисперсные (так называемые абразивные) частицы, как правило, составляющие основу пыли и песка. Они засоряют фильтры, вызывают сверхинтенсивное изнашивание смазываемых деталей, резко увеличивают рост отложений на поверхностях.

Присутствие как воды, так и механических примесей в нефтепродуктах для автотракторных ДВС не допускается стандартами и нормативными документами, а именно (с учетом точности измерений) допускается наличие следов воды не более 0,03%, механических примесей не более 0,005%.

- А. Определение содержания воды
- 3. Приборы и оборудование

Для количественного определения содержания воды в нефтепродуктах используется прибор по ГОСТ 2477-65 [7], включающий нагреватель 1, колбу с топливом 2, приемник-ловушку 3, холодильник 4 (рис.6). Соединение элементов 2 - 3 - 4 должно быть выполнено посредством герметичных пробок.

4. Порядок выполнения работы

В сухую колбу наливают 100мл испытуемого продукта, туда же помещают несколько кусков неглазурированного фарфора или фаянса (обломки электроизолятора). Включив нагреватель и холодильник (работает на проточной холодной воде), содержимое колбы доводят до кипения и далее нагревают так, чтобы скорость конденсации дистиллята в приемник-ловушку составляла от 2 до 5 капель в 1с. Окончанием перегонки (общее время обычно от 0,5 до 1ч) служит прекращение каплепадения. Как только прибор охладится, по шкале водосборника определяют объем воды в приемникеловушке.

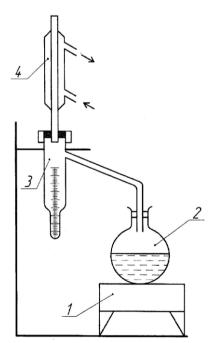


Рис. 6. Прибор для определения содержания воды в нефтепродуктах

5. Обработка результатов измерений

Объемная доля воды в нефтепродукте вычисляется по формуле:

$$B = \frac{v}{V} \cdot 100\%,$$

где v — объем воды в приемнике-ловушке, мл;

V – объем пробы нефтепродукта, мл.

- Б. Определение содержания механических примесей
- 3. Приборы и оборудование

Для количественного определения содержания механических примесей в нефтепродуктах используются: стеклянный стакан, стеклянная воронка, фильтровальная бумага, аналитические весы, сушильный шкаф.

4. Порядок выполнения работы

Предварительно высушенный в стакане бумажный фильтр взвешивают с точностью до 0,1мг. Испытуемый нефтепродукт в количестве 100г подогревается и пропускается через фильтр, помещенный в стеклянную воронку. Остаток на стенках и дне стакана смывают бензином. Далее фильтр с осадком помещается в стакан, в котором сушился чистый фильтр, и помещается снова в сушильный шкаф на 1 ч при температуре 110...115°С. После чего стакан вынимают из шкафа, охлаждают и взвешивают.

5. Обработка результатов измерений

Содержание механических примесей в процентах вычисляют по формуле:

$$M = \frac{m_1 - m_2}{m_3} \cdot 100\%,$$

где m_1 – масса стакана с фильтром и механическими примесями, г;

 m_2 – масса стакана с чистым фильтром, г;

 m_3 – масса нефтепродукта, г.

- 6. Контрольные вопросы
- 1. Какие проблемы при эксплуатации ДВС вызывает наличие воды и механических примесей в топливе и моторном масле?

- 2. Каков нормативный предельно допустимый уровень содержания воды и механических примесей в нефтепродуктах для ДВС?
- 3. Назовите принцип количественного определения воды и механических примесей в нефтепродуктах.

Лабораторная работа №6. Определение температур вспышки и воспламенения моторного масла

1. Цель работы

Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков оценки показателей моторных масел.

2. Краткие теоретические предпосылки

Температура вспышки представляет собой косвенный показатель, по которому можно судить: о наличии в масле легкоиспаряющихся фракций, о разбавлении масла топливом, о взрывоопасности смеси паров масла и воздуха. Кроме того, этот параметр показывает ту предельную температуру смазываемой поверхности детали (например, поршня или поршневого кольца, выше которой нормальная смазка недопустима: масло будет коксоваться с образованием нагара. Естественно, чем выше качество моторного масла, тем выше температура его вспышки. Резкое снижение температуры вспышки может указывать на наличие топлива в моторном масле. Масло с низкой температурой вспышки более склонно с испарению, что приводит в эксплуатации в высокому расходу масла на угар. Определение температуры вспышки, определяемое в открытом тигле при прочих равных условиях выше, чем в закрытом. Для современных моторных масел температура вспышки не должна быть ниже 190...200°С. При дальнейшем нагревании достигается температура воспламенения масла, при которой пары масла и воздуха горят непрерывно не менее 5с.

3. Оборудование

Прибор [8] состоит из электрического нагревателя 1, песчаной бани 2, открытого тигля 3 с испытуемым маслом, термометра 4 в нем и щитка 5 (рис.7). Кроме того, в работе применяется то или иное зажигательное устройство и секундомер.

4. Порядок выполнения работы

Испытуемый нефтепродукт заливают в тигель так, чтобы уровень жидкости отстоял от края тигля на 12...18мм. Сам тигель погружают в песок таким образом, чтобы уровни песка и масла были на равной высоте. Шарик термометра помещают на середине высоты слоя масла в тигле. Для уменьшения рассеивания паров масла и удобства наблюдения прибор загораживают щитком. Включают нагреватель. Примерно за 10-15°С до ожидаемой температуры вспышки, когда над маслом начинают появляться пары, к поверхности подносят пламя зажигательного устройства и медленно проводят им над поверхностью масла. Эту процедуру повторяют через каждые 2°С подъема температуры до тех пор пока над частью или над всей поверхностью масла не появятся вспышки исчезающего пламени. Температуру, фиксируемую в этот момент термометром, соотносят с температурой вспышки.

При необходимости определения температуры воспламенения нагревание продолжают до тех пор, пока пары испытуемого нефтепродукта при воздействии зажигательного устройства от вспышек не перейдут к постоянному (не менее 5c) горению. Эта температура постоянного горения паров принимается за температуру воспламенения нефтепродукта.

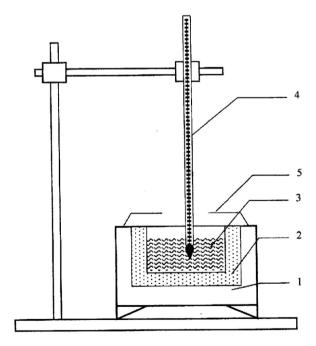


Рис. 7. Общий вид прибора для определения температуры вспышки и воспламенения масла в открытом тигле

Оглавление

Путинцев С.В. Эксплуатационные материалы для ДВС

5. Обработка результатов измерений

Сводится к фиксации в протоколе испытаний упомянутых выше характерных температур вспышки и воспламенения нефтепродукта.

- 6. Контрольные вопросы
- 1. Что называют температурой вспышки моторного масла?
- 2. О чем можно судить по температуре вспышки моторного масла?
- 3. Как зависит температура вспышки от качества моторного масла?

Лабораторная работа №7. Определение температуры замерзания охлаждающей жидкости

1. Цель работы

Оценка низкотемпературных свойств охлаждающих жидкостей (ОЖ).

2. Краткие теоретические предпосылки

Во время работы ДВС примерно до 30% подведенного тепла переносится (у ДВС с жидкостным охлаждением) ОЖ в окружающую среду. Среди прочих требований, предъявляемых к ОЖ ДВС, важное место отводится обеспечению низкотемпературного пуска двигателя. Для этого в качестве ОЖ применяют смеси дистиллированной воды с этиленгликолем – так называемые антифризы - имеющие температуру застывания (в зависимости от соотношения указанных компонентов) от 0 до минус 70°С.

3. Оборудование

Согласно ГОСТ 20287-91 [9] включает в себя расположенные в цилиндре диск 1, баню 2, прокладку 3, пробирку 4, муфту 5, пробку 6 и термометры 7 (рис.8). Отрицательная температура в бане создается охлаждающим веществом или смесью веществ (в частности, жидким азотом).

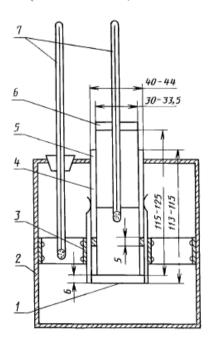


Рис. 8. Прибор для определения температуры застывания ОЖ

4. Порядок выполнения работы

В пробирку 4 заливают исследуемую ОЖ. Собирают прибор как показано на рис.8, поместив в баню жидкий азот. Начинают понижать температуру бани 2 (например, путем вертикального перемешивания жидкого азота специальной мешалкой — на рис.8 не показана). Когда продукт пробирке 4 примет температуру, близкую к ожидаемой температуре застывания (паспортные данные ОЖ), пробирку 4 вынимают из прибора и наклоняют под углом 45° к вертикали, проверяя текучесть содержимого в пробирке 4 в течение 1мин. Если текучесть сохраняется (мениск ОЖ при наклоне сохраняет или возвращается в горизонтальное положение), то пробирку 4 возвращают на место и продолжают понижение температуры с проверкой текучести через каждые 4°С до тех пор пока не получат полное застывание.

Примечание: в ходе вышеприведенной процедуры определяется также температура кристаллизации (визуально, по факту появления кристаллов парафина в ОЖ).

5. Обработка результатов измерений

В зависимости от задачи может быть выполнено троекратное повторение измерений и определение по этим результатам среднего значения температуры замерзания.

- 6. Контрольные вопросы
- 1. Что называют антифризами?
- 2. Каково назначение антифризов в ДВС?
- 3. В чем суть метода определения температуры застывания ОЖ?

Лабораторная работа №8. Определение температуры каплепадения пластичной смазки

1. Цель работы

Закрепление знаний по разделу «Пластичные смазки» курса «Химмотология» на основе приобретения навыков определения температуры каплепадения.

2. Краткие теоретические предпосылки

Пластичные смазки по служебным свойствам занимают промежуточное место между жидкими и твердыми смазочными материалами. Пластичная смазка состоит как бы из двух компонентов: структурного каркаса загустителя (дисперсной фазы) и жидкого масла, включенного в ячейки этого каркаса (дисперсной среды). В рабочем состоянии для выполнения своих функций пластичная смазка не должна распадаться на компоненты (должна сохранять коллоидную стабильность). Одной из основных причин перехода пластичной смазки в жидкое состояние является чрезмерный нагрев. Поэтому при практическом применении пластичных смазок важно знать их температурную стойкость, т.е. ту температуру, при которой пластичная смазка переходит в жидкое состояние. Температурой каплепадения называют температуру, при которой происходит первое падение капли, т.е. смазка из мазеобразного состояния переходит в жидкое. Установлено, что пластичную смазку можно применять до температурного порога, при котором температура узла трения остается на 15...20°С ниже температуры каплепадения.

3. Оборудование и приборы

Установка по ГОСТ 6793-74 [10], включающая термометр 1, пробирку 2, капсюль 3, стакан с жидкостью 4, турболизатор 5, штатив с нагревателем (рис.9). Для тестирования низко- и среднеплавких смазок в качестве жидкости используют воду, для тугоплавких смазок – глицерин или вазелиновое масло.

4. Порядок выполнения работы

Перед началом работы капсюль 3 вынимают и с помощью шпателя заполняют исследуемой пластичной смазкой. Затем устанавливают капсюль на прежнее место в нижней части термометра 1.

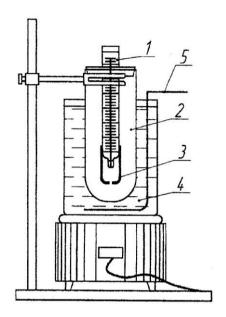


Рис. 9. Установка для определения температуры каплепадения пластичной смазки

Термометр 1 вставляют в пробирку 2, которую помещают в стакан с жидкостью 4. Жидкость, перемешиваемую турбулизатором 5, нагревают до появления и падения первой капли из капсюля 3 на дно пробирки 2.

5. Обработка результатов измерений

Сводится к фиксации в протоколе испытаний температуры каплепадения по показанию термометра 1.

- 6. Контрольные вопросы
- 1. Назовите структурный состав пластичных смазок.
- 2. Дайте определение температуре каплепадения пластичных смазок.
- 3. Каково практическое использование знания температуры каплепадения смазки?

Лабораторная работа №9. Оценка срока смены отработавшего моторного масла

1. Цель работы

Получение навыков прикидочной оценки срока смены моторного масла по методу масляного пятна.

2. Краткие теоретические предпосылки

Срок смены отработавшего моторного масла является важным эксплуатационным показателем, характеризующим своего рода «запас» служебных свойств смазочного материала (в основном, моюще-диспергирующих свойств): чем продолжительнее срок смены, тем больший период работы масло сохраняет свои свойства. Точное определение срока смены моторных масел очень сложная и до конца не решенная к настоящему времени задача. Поэтому для определения срока смены моторного масла используют приближенные экспериментальные методы. Один из самых простых методов состоит в визуальной оценке масляного пятна на фильтровальной бумаге после нагрева последней до характерной предельной температуры работоспособности масла [11]. Сущность метода состоит в различной диффузии компонентов моторного масла через фильтровальную бумагу. Данный метод пригоден для отработавших моторных масел без следов воды.

3. Оборудование

Сушильный шкаф, фарфоровый тигель, пипетка, фильтровальная бумага марки «синяя лента».

4. Порядок выполнения работы

Отработавшее масло тщательно перемешивают, берут пипеткой пробу масла и наносят каплю на листок фильтровальной бумаги. Последнюю кладут на тигель и помещают в разогретый до 200°C сушильный шкаф. По истечении 10мин тигель с бумагой вынимают для осмотра пятна.

5. Обработка результатов измерений

По внешнему виду пятна масла в характерных зонах (рис.10) при сопоставлении с данными табл.3 пятну присваивают оценочный балл от 1 до 9.

Полному срабатыванию моющее-диспергирующей присадки соответствует оценка от 7 до 9 баллов. Такое отработавшее моторное масло считается подошедшим к сроку смены. При соответствии пятна баллам от 1 до 6 отработавшее масло признается не достигшим срока смены.

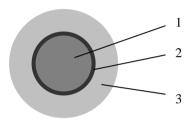


Рис.10. Хроматограмма пятна отработавшего моторного масла: 1 — центральная зона (расплыв капли); 2 — кольцевая зона (нерастворимые в масле продукты); 3 — диффузионная зона (частицы, прошедшие фильтр)

Таблица 3 Шкала оценки капельной пробы

Зона	Баллы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Светло- серый, белый	Светло- серый	Серый	Темно- серый	Черный	Черный, глянцевый	Черный, слабо глянцевый	Очень черный	Очень черный глянцевый
2	Серый	Серый, темно- серый	Темно- серый	Темно- серый, черный	Черный	Черный	Черный	Черный	Черный
3	Светло- серый	Серый	Серый, темно- серый	Темно- серый	Темно- серый, черный	Темно- серый, черный	Темно- серый, черный	Темно- серый, черный	Отсут- ствует

- 6. Контрольные вопросы
- 1. Чем вызвана необходимость смены моторного масла в эксплуата-
- 2. На каком физическом явлении основан метод оценки срока смены моторного масла по пятну капельной пробы?
- 3. Сколько баллов по шкале оценки капельной пробы означает необходимость смены моторного масла?

Лабораторная работа №10. Оценка качества адгезива типа «холодная сварка»

1. Цель работы

Качественная и количественная оценка служебных свойств многокомпонентного адгезива типа «холодная сварка».

2. Краткие теоретические предпосылки

Двухкомпонентные (эпоксидная смола+отвердитель) или трехкомпонентные (эпоксидная смола+отвердитель+наполнитель), отверждающиеся на воздухе адгезивы в последнее время находят все большее применение в технике и эксплуатации, в частности, при ремонте корпусных деталей ДВС и их навесных агрегатов. Однако качество этих составов требует проверки перед ответственным употреблением. Основные технические требования, предъявляемые к таким продуктам автохимии — это высокая адгезия к соединяемым поверхностям и материалам деталей и прочность клеевого шва к основным видам нагрузки (на срез и отрыв). Дополнительно могут быть проверены такие свойства адгезива как стойкость клеевого шва к температурному воздействию. В данной работе оценивается адгезия и прочность клеевого шва при комнатной температуре.

3. Оборудование

Образцы материала для склеивания в виде параллелепипедов с размерами 40x20x5мм с одинаковой шероховатостью поверхностей (в частности, R_z =1,63) по паре из стали, бронзы, алюминия и пластмассы (текстолит). Тиски, чашка для подвеса грузов, набор грузов, нож, линейка (штангенциркуль).

4. Порядок выполнения работы

Выбор материалов и подготовку склеиваемых поверхностей выполнить в соответствии с инструкцией на применение адгезива. Отрезать ножом требуемое количество адгезива (на две пары образцов), размять в пальцах до появления ощущения тепла. Если тепло не выделяется, значит реакция со-

единения смолы и отвердителя идет плохо, и адгезия, а также прочностные свойства клеевого шва будут, скорее всего, неудовлетворительные.

Нанести подготовленный адгезив на соединяемые поверхности и оставить под грузом весом 1к Γ с на 15мин (согласно инструкции на применение), выдержав толщину клеевого шва h=1мм (рис.11). Параллельно с этим скатать шарик из подготовленного к склеиванию адгезива и оставить отверждаться. По истечении указанного времени проверить твердость контрольного шарика (смятием в пальцах и бросанием на твердую поверхность — шарик должен подскакивать и издавать стук).

Закрепить пару в тисках как показано на рис.11 и, подвешивая грузы по схеме на срез (рис.11, 1) и отрыв (рис.11, 2), определить в каждом случае предельную нагрузку разрушения клеевого шва.

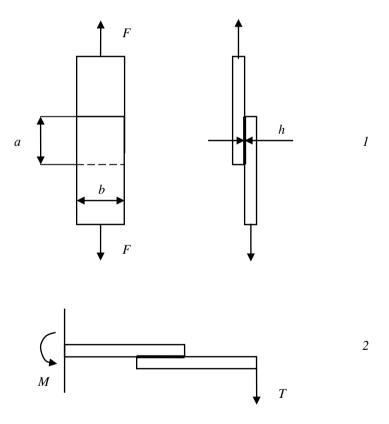


Рис.11. Схема соединения и проверки прочности клеевого шва на срез 1 и отрыв 2

5. Обработка результатов измерений

Кроме предельной нагрузки разрушения клеевого шва на срез $F_{\rm c}$ и отрыв $T_{\rm c}$, исходя из площади поверхности клеевого шва $A=a\cdot b$ определяется предельное напряжение среза и отрыва соответственно:

$$\tau = \frac{F_c}{A},$$

$$\sigma = \frac{T_c}{A}.$$

Для оценки качества клеевого шва следует сравнить полученные значения τ и σ с указанными в паспортных данных (этикетка, справочная информация) значениями.

- 6. Контрольные вопросы
- 1. Что называется многокомпонентными адгезивами?
- 2. Как проверить готовность адгезива к испытаниям образцов?
- 3. В чем состоит определение предельной нагрузки на срез и отрыв?

Техника безопасности при выполнении лабораторных работ Запрещается:

- 1. Работать на установках с электроприборами без заземления.
- 2. Переливать легковоспламеняющиеся жидкости вблизи открытого огня.
- 3. Оставлять в лаборатории обтирочные материалы, пропитанные нефтепродуктами.
 - 4. Выливать остатки нефтепродуктов в раковину мойки.
 - 5. Курить в лаборатории.
- 6. Оставлять даже на короткое время нагревательные приборы без внимания.
- 7. В случае возникновения возгорания заливать нефтепродукты водой.
- 8. Оставлять рабочее место после окончания лабораторной работы неприбранным (включая химикаты).
- 9. Хранить ядовитые и опасные нефтепродукты (в частности, антифризы) вне специально отведенных, закрывающихся на замок мест.

Каждый студент перед выполнением лабораторных работ обязан пройти инструктаж и расписаться в журнале техники безопасности.

Литература

- 1. Путинцев С.В., Аникин С.А. Универсальная зависимость для нахождения динамической вязкости моторных масел в рабочем диапазоне температур//Двигателестроение.-1995.-№1.-С.70-71.
- 2. Путинцев С.В., Белоусов А.И. Повышение эффективности лабораторных методов оценки триботехнических свойств конструкционных и смазочных материалов//Заводская лаборатория (диагностика материалов).-1995.-№8.-С.59-62.
- 3. Экспериментальное исследование триботехнических свойств конструкционных и смазочных материалов: Метод. указания по курсу «Основы научных исследований и испытаний ДВС»/С.В. Путинцев, А.И. Белоусов, С.А. Аникин и др.-М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999.-20с.
- 4. ГОСТ 3900-85. Нефтепродукты. Методы определения плотности.-М.: Изд-во стандартов, 1989.-36с.
- 5. ГОСТ 33-82. Нефтепродукты. Метод определения кинематической вязкости.-М.: Изд-во стандартов, 1986.-12с.
- 6. ГОСТ 25371-97. Нефтепродукты. Расчет индекса вязкости по кинематической вязкости.-М.: Изд-во стандартов, 1999.-37с.
- 7. ГОСТ 2477-65. Нефть и нефтепродукты. Метод количественного определения содержания воды.-М.:Изд-во стандартов, 1965.-4с.
- 8. ГОСТ 4333-87. Нефтепродукты. Методы определения температур вспышки и воспламенения в открытом тигле.-М.: Изд-во стандартов, 1988.-8c.
- 9. ГОСТ 20287-91. Нефтепродукты. Методы определения температуры текучести и застывания.-М.: Изд-во стандартов, 1991.-10с.
- 10. ГОСТ 6793-74. Нефтепродукты. Метод определения температуры каплепадения.-М.: Изд-во стандартов, 1974.-4с.
- 11. Папонов В.С., Полякова М.Г. Химмотология и триботехника: Практикум.-Владимир: ВПИ, 1993.-60с.