

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Двигатели внутреннего сгорания»

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ПРАКТИКУМ)

по дисциплине "Эксплуатационные материалы"
для студентов специальностей

1-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгорания»,

1-27 01 01 «Экономика и организация производства»,

1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»,

1-37 01 07 «Автосервис»,

1-44 01 01 «Организация перевозок и управление
на автомобильном и городском транспорте»,

1-44 01 02 «Организация дорожного движения»

В 2-х частях

Часть 2

СМАЗОЧНЫЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ
АВТОТРАКТОРНЫХ ДВС

Минск 2004

УДК 662.75/076.5/:665.4/4/076.5

Во второй части лабораторного практикума по эксплуатационным материалам «Смазочные и эксплуатационные материалы автотракторных ДВС» содержится 7 лабораторных работ по определению отдельных свойств масел, смазок и других эксплуатационных материалов автотракторных двигателей внутреннего сгорания. Издание предназначено для студентов высших учебных заведений автотракторных специальностей.

Часть 1 настоящего издания «Эксплуатационные свойства топлив автотракторных ДВС» вышла в свет в 2002 г.

Составители:

И.К. Русецкий, А.В. Предко, Р.Я. Пармон

Рецензенты:

Д.Л. Жилинин, Ю.В. Климов

© Русецкий И.К.,
Предко А.В., Пармон Р.Я.,
составление, 2004

В в е д е н и е

Работа автомобилей и тракторов связана с применением большого количества эксплуатационных материалов, имеющих необходимые свойства и качества, регламентированные ГОСТами. Для обеспечения надежной и долговечной работы автомобилей и тракторов необходимо не только знать свойства эксплуатационных материалов, но и уметь определять их. Поэтому студенты автотракторных специальностей изучают дисциплины "Топлива и смазочные материалы" или "Эксплуатационные материалы".

Наряду с лекциями для указанных курсов предусматривается выполнение ряда лабораторных работ в объеме 14 часов. Лабораторные занятия проводятся параллельно с чтением лекций и имеют целью:

- 1) закрепление лекционного материала;
- 2) знакомство с методикой, оборудованием и приборами для определения основных параметров эксплуатационных материалов;
- 3) приобретение практических навыков в обращении с приборами и установками, применяемыми для лабораторных исследований эксплуатационных материалов;
- 4) практическое знакомство с ассортиментом эксплуатационных материалов, применяемых для автомобилей и тракторов.

Лабораторные работы выполняются отдельными группами студентов на рабочих местах, снабженных приборами, образцами испытуемых материалов и методическими указаниями по проведению испытаний. На каждом рабочем месте имеется образец материала, который испытывается в соответствии с методикой, изложенной в лабораторном практикуме.

В лабораторном практикуме введен ряд упрощений по сравнению со стандартной методикой, которые, не изменяя сути испытания, позволяют закончить каждое из них за одно лабораторное занятие.

Техника безопасности и противопожарные мероприятия

В лаборатории топлив, смазочных и эксплуатационных материалов приходится иметь дело с горючими и вредными для здоровья веществами, жидкостями, хрупкой стеклянной посудой и электронагревательными приборами.

Во избежание несчастных случаев – пожаров, ожогов, поражений электрическим током, отравлений и порезов – во время нахождения в лаборатории необходимо строго соблюдать правила техники безопасности и противопожарные меры. Поэтому к лабораторным занятиям допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности и расписавшиеся в лабораторном журнале по технике безопасности.

Правила личной безопасности направлены на предотвращение несчастных случаев и предусматривают выполнение следующих основных мероприятий:

1) все работы, сопровождающиеся интенсивным выделением паров нефтепродуктов, должны выполняться только в вытяжных шкафах;

2) особую осторожность необходимо проявлять при обращении с этилированным бензином. Запрещается использовать этилированный бензин как моющее средство. При попадании этилированного бензина на кожу это место необходимо промыть теплой водой с мылом;

3) после работы с нефтепродуктами необходимо мыть руки с мылом;

4) личные вещи студентов должны находиться в столах.

Правилами пожарной безопасности в лаборатории запрещается:

1. Переливать нефтепродукты вблизи открытого огня.
2. Оставлять без присмотра, даже на короткое время, приборы с нагревающимися нефтепродуктами.

3. Сливать использованные нефтепродукты или их остатки в раковины.

4. Бросать в лаборатории обтирочные материалы, пропитанные нефтепродуктами; они должны складываться в металлический ящик с крышкой.

Студент должен знать местонахождение огнетушителей, ящика с песком, одеял. При возгорании нефтепродуктов тушить их можно только огнетушителями, засыпать песком и покрывать одеялами.

Тушить горящие нефтепродукты водой запрещается.

Для оказания первой помощи пострадавшему в лаборатории имеется аптечка с необходимыми медикаментами. При отравлении парами бензина пострадавший немедленно должен быть выведен на свежий воздух. При попадании нефтепродуктов в глаза необходимо немедленно промыть их 2-процентным раствором соды. В случае порезов поверхность вокруг раны обрабатывают йодом и перевязывают стерильным бинтом. Ожоги промывают холодной водой и слабым раствором марганцовокислого калия.

Правила выполнения лабораторных работ

1. Для выполнения лабораторных работ преподаватель распределяет студентов по рабочим местам таким образом, чтобы одну работу выполняла группа студентов из 2 – 4 человек.

2. Лаборант или преподаватель выдают студентам необходимые материалы, приборы и инструменты.

3. Студенту необходимо ознакомиться с порядком проведения работы и приступить к ее выполнению.

4. По окончании работы полученные результаты следует показать преподавателю.

5. Убрать рабочее место.

Лабораторная работа №1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ МОТОРНОГО МАСЛА

Цель работы: определить кинематическую вязкость масла при температурах 100°C, 50°C и 20°C; построить вязкостно-температурную характеристику масла; определить значение ν_{50}/ν_{100} , индекс вязкости и класс вязкости, к которому принадлежит данное масло.

Теоретические сведения

Вязкость является одним из основных параметров, характеризующих эксплуатационные свойства моторных масел.

Так как в двигателях внутреннего сгорания масло работает в широком диапазоне температур, необходимо, чтобы при рабочих температурах оно обладало достаточной вязкостью, обеспечивающей надежность масляного слоя, а при пониженных температурах имело бы хорошую подвижность и возможно меньшую вязкость.

Вязкость масел при понижении температуры возрастает, а при повышении – снижается. Особенно быстро вязкость изменяется при низких температурах. Чем более полого протекает вязкостно-температурная кривая, называемая вязкостно-температурной характеристикой масла, т.е. чем меньше изменяется вязкость при изменении температуры, тем лучше будут эксплуатационные качества масла.

Вязкостно-температурные свойства масел нормируются по стандарту величиной кинематической вязкости при 100°C и максимально допустимым отношением кинематической вязкости при 50°C к кинематической вязкости при 100°C, а для зимних масел – предельными значениями вязкости при 0°C.

Вязкостью называется свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению одних слоев относительно других

под действием внешних сил. Величину вязкости измеряют в динамических и кинематических единицах.

Единицей динамической вязкости является паскаль-секунда – динамическая вязкость среды, касательное напряжение в которой при ламинарном течении и при разности скоростей слоев, находящихся на расстоянии 1 м по нормали к направлению скорости, равной 1 м/с, равно 1 Па. Паскаль-секунда (Па·с) значительна по своему размеру, и поэтому для выражения динамической вязкости жидкости целесообразно применять дольную единицу – миллипаскаль-секунду (мПа·с). Так, например, вода при 20°C имеет динамическую вязкость 1,01 мПа·с, ртуть – 1,59, бензол – 0,65, метиловый спирт – 0,59 мПа·с.

Вязкость моторных масел обычно выражают в единицах кинематической вязкости. Кинематической вязкостью называется отношение динамической вязкости жидкости к ее плотности при температуре определения. Размерность кинематической вязкости – м²/с, мм²/с. В старых единицах (СГС) кинематическую вязкость измеряли в стоксах (Ст) или сантистоксах (сСт). Размерность стокса – см²/с. Вязкость дистиллированной воды при 20°C составляет 1сСт.

Для нефтепродуктов наиболее распространено определение кинематической вязкости с помощью капиллярных вискозиметров (рис. 1.1).

Метод определения кинематической вязкости жидкости с помощью капиллярных вискозиметров основан на том, что вязкость жидкости прямо пропорциональна времени протекания одинаковых количеств через один и тот же капилляр, обеспечивающий ламинарность потока. Капиллярный вискозиметр представляет собой стеклянную U-образную трубку, в одном колене которой имеются два калиброванных объема, переходящих в капиллярную трубку, а в другом колене имеется расширенная емкость для нагревания масла. Вискозиметры калибруют на заводе-изготовителе, поэтому к каждому прибору прилагается паспорт, в котором указаны диаметр капил-

ляра и постоянная вискозиметра "С", выраженная в сСт/с. Умножив постоянную вискозиметра на время в секундах движения жидкости из одного объема, получают значение кинематической вязкости при температуре определения, т.е.

$$\nu = \tau \cdot C,$$

где ν – кинематическая вязкость в сСт;

C – постоянная вискозиметра, сСт/с;

τ – время движения жидкости через капилляр, с.

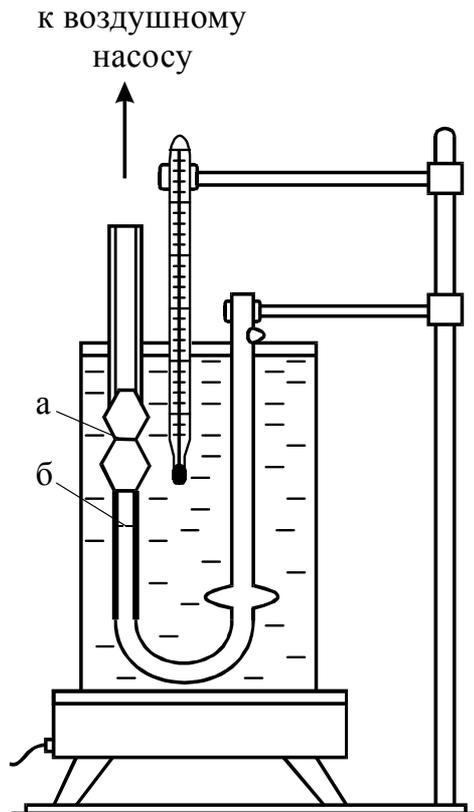


Рис. 1.1. Прибор для определения кинематической вязкости

Порядок выполнения работы

1. Установить вискозиметр в водяной бане так, чтобы капилляр был в строго вертикальном положении и верхняя метка "а" была ниже уровня воды.

2. Нагреть до требуемой температуры и поддерживать ее постоянной в течение 5-10 минут, чтобы масло, находящееся в вискозиметре, приняло температуру воды.

3. С помощью резиновой трубки и вакуум-насоса осторожно закачать масло выше метки "а" между расширениями, следя за тем, чтобы не образовывались пузырьки воздуха и разрывы слоя масла, а также не произошло засасывания масла в резиновую трубку.

4. Отсоединить резиновую трубку от вакуум-насоса и наблюдать за перетеканием масла. Когда его уровень достигнет метки "а", включить секундомер и остановить его, когда уровень масла минует метку "б". Записывая время, отмеченное секундомером, повторить испытание при каждой температуре, подсчитав затем среднее арифметическое для 100°C, 50°C и 20°C. Данные отдельных замеров не должны отличаться от среднеарифметического более чем на 0,5%.

5. Среднее время перетекания масла в секундах τ при каждой температуре умножить на постоянную вискозиметра C , приведенную в паспорте, и определить кинематическую вязкость

$$\nu = \tau \cdot C .$$

6. По полученным значениям кинематической вязкости при температурах 20, 50 и 100 градусов Цельсия построить график (вязкостно-температурную характеристику), откладывая по оси абсцисс температуру, а по оси ординат – вязкость.

7. Значение кинематической вязкости при 100°C сравнить с требованиями ГОСТ и сделать вывод о принадлежности масла к тому или иному классу.

8. Определить отношение v_{50}/v_{100} .
9. По номограмме (рис.1.2) определить индекс вязкости масла.

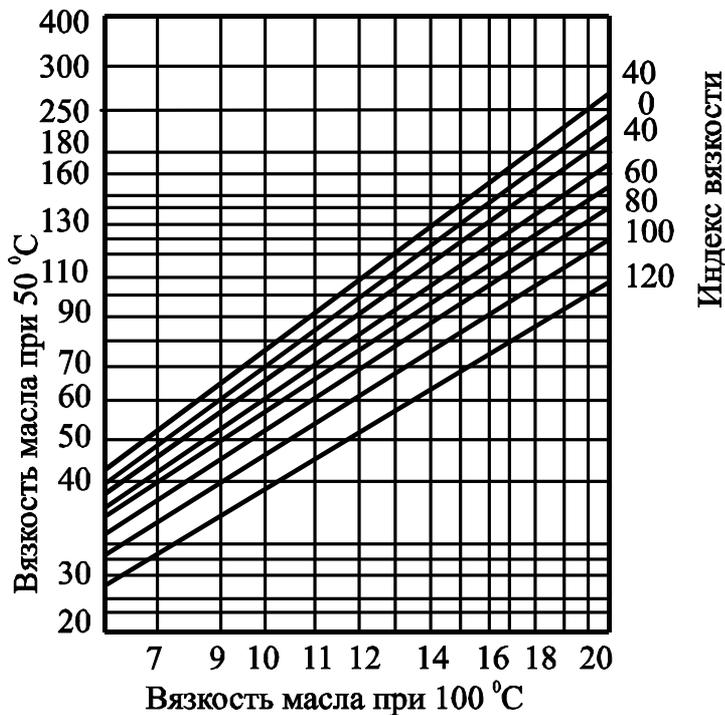


Рис. 1.2. Номограмма для определения индекса вязкости масла

Содержание отчета

1. Дать определение вязкости и краткое описание метода ее определения.
2. Привести схему лабораторной установки для определения вязкости масла.
3. Привести таблицу испытаний.
4. Построить вязкостно-температурную характеристику испытуемого масла.
5. Привести значения индекса масла и отношение v_{50}/v_{100} .

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КАПЛЕПАДЕНИЯ КОНСИСТЕНТНОЙ СМАЗКИ

Цель работы: определить температуру каплепадения испытуемой консистентной смазки с последующим ориентировочным определением ее марки по этой температуре.

Теоретические сведения

При повышении температуры происходит изменение показателей ряда свойств консистентных смазок, а при достижении определенной для каждой смазки температуры она начинает плавиться.

Плавление консистентной смазки является следствием разрушения ее структуры и перехода из мазеобразного состояния в жидкое в довольно широком интервале температур. Поэтому для оценки температурной стойкости консистентной смазки конкретным числовым показателем введено определение "температура каплепадения".

Температурой каплепадения консистентной смазки называется такая температура, при которой происходит падение первой капли расплавленной смазки из калиброванного отверстия прибора, нагреваемого в определенных условиях.

Ориентировочно считают, что консистентные смазки во избежание их плавления можно применять в механизмах, рабочая температура которых на 15-20°C ниже, чем температура каплепадения смазки, выбранной для данного механизма.

Испытуемая смазка, нагретая в определенных условиях, размягчается до такого состояния, при котором происходит образование капли и ее падение. Определение температуры каплепадения проводится на специальном приборе (ГОСТ 6793-74), схематически изображенном на рис. 2.1.

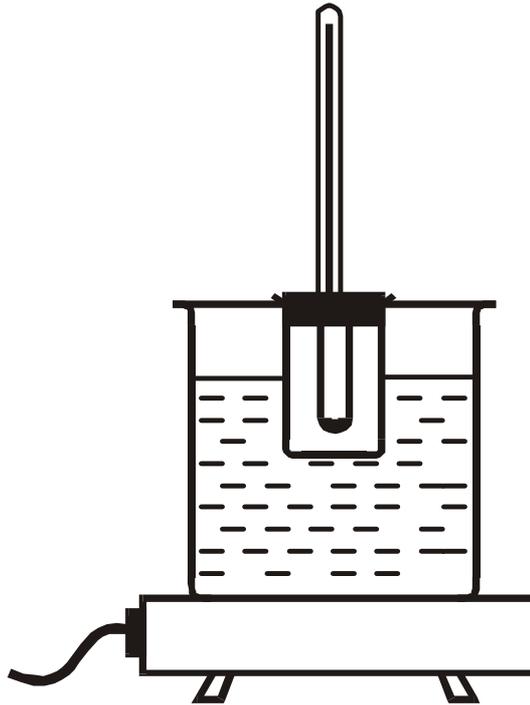


Рис. 2.1. Прибор для определения температуры каплепадения консистентных смазок

Основной деталью прибора является термометр, к нижней части которого прикреплена металлическая гильза. В гильзе силами трения удерживается стеклянная чашечка, в донной части которой имеется калиброванное отверстие, через которое может вытекать расплавленная смазка. Термометр при помощи пробки закрепляется внутри пробирки и помещается в сосуд с водой, установленный на электроплитке.

Порядок выполнения работы

1. Вынуть чашечку из прибора и при помощи шпателя плотно заполнить ее исследуемой смазкой. При этом необхо-

димо следить за тем, чтобы в смазку, находящуюся в чашечке, не попали пузырьки воздуха. Излишек смазки необходимо удалить шпателем или ножом.

2. Вставить чашечку в гильзу до упора и снять выдавленную ртутным шариком смазку заподлицо с нижним обрезом чашечки.

3. Вставить термометр с чашечкой в пробирку так, чтобы расстояние от низа чашечки до дна пробирки составляло 25 мм.

4. Погрузить пробирку с прибором вертикально в сосуд с водой и закрепить так, чтобы глубина погружения была равна 150 мм.

5. Нагреть воду в сосуде так, чтобы ее температура повышалась со скоростью 1°C в минуту. Воду в сосуде периодически помешивать специальной мешалкой.

6. Отметить температуру, при которой размягченная смазка начинает выступать из чашечки, – температуру каплеобразования или размягчения.

7. Отметить температуру, при которой падает первая капля испытуемой смазки, – температуру каплепадения. Если смазка не образует капли, а выступает из чашечки в виде цилиндрического столбика, за температуру каплепадения принимают температуру, при которой выходящий столбик смазки коснется дна пробирки. Полученный результат округляют до целых единиц. Допускаемое расхождение между двумя опытами – не более 1°C .

8. Отключить электроплитку, разобрать и вычистить прибор, убрать рабочее место.

Содержание отчета

1. Дать определение температуры каплепадения.
2. Дать краткое описание выполнения работы.
3. Привести схему прибора, на котором проводились испытания.
4. Привести результаты испытаний.
5. Сравнить полученные результаты с ГОСТом на консистентные смазки.

Лабораторная работа №3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ КОНСИСТЕНТНОЙ СМАЗКИ

Цель работы: определить предел прочности консистентной смазки на пластометре К-2 с последующим ориентировочным определением ее марки.

Теоретические сведения

Одним из важнейших показателей консистентных смазок являются механические свойства. От них зависит сопротивляемость смазок вытекать из узлов трения, усилия, затрачиваемые на преодоление внутреннего трения смазки, возможности применения смазки в тех или иных условиях и другие эксплуатационные показатели.

Предел прочности смазки характеризует ее упругопластические свойства и оценивается минимальным напряжением сдвига, необходимым для того, чтобы консистентная смазка приобрела свойства вязкой жидкости, т.е. при достижении предела прочности под действием внешних сил разрушается каркас смазки, в результате чего в смазке устанавливается течение.

Пределом прочности консистентной смазки называется минимальное напряжение сдвига, соответствующее критическому состоянию смазки. Предел прочности уменьшается с повышением температуры, и при температуре плавления смазки он равен нулю. Абсолютная величина предела прочности большинства консистентных смазок невелика и при температуре от 20°C до 120°C находится в пределах 50-2000 Па. Консистентные смазки должны иметь минимальный предел прочности не ниже 100-200 Па при наибольшей температуре применения. При недостаточном пределе прочности будет наблюдаться усиленный сброс смазки с движущихся деталей под действием инерционных сил и ее сползание с вертикаль-

ных и наклонных поверхностей под влиянием силы тяжести. Слишком высокий предел прочности также нежелателен, т.к. плотные слои смазки плохо поступают к трущимся поверхностям.

Сущность метода определения заключается в определении давления, при котором при заданной температуре 50°C происходит сдвиг смазки в капилляре пластометра. Пластометр К-2 (рис. 3.1) состоит из корпуса с выступом для установки оправки с капилляром и гайкой для ее закрепления и оправки, в которую вставляется капилляр.

Капилляр представляет собой разрезную бронзовую трубку длиной 100 мм, внутри которой имеется резьба. Внутренний диаметр капилляра – 4 мм.

На верхней части корпуса прибора находится защитное стекло. Капилляр с помощью трубок соединен с манометром, воронкой и резервуаром с маслом. Электродогрев служит для подогрева до нужной температуры масла в резервуаре.

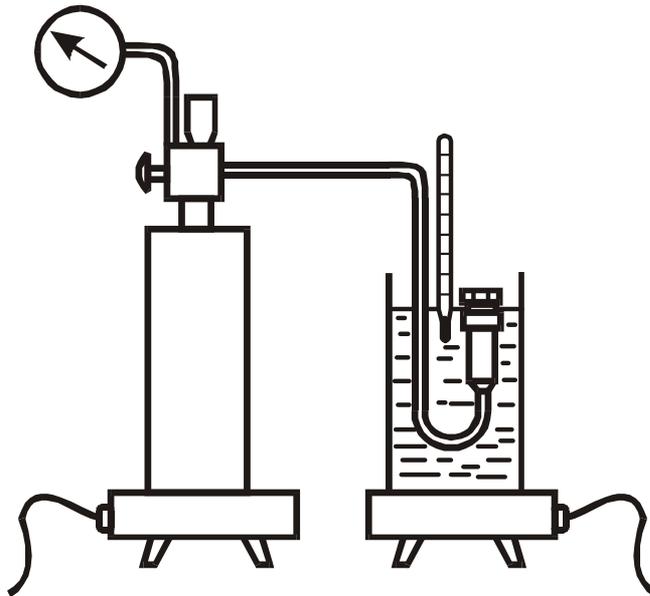


Рис. 3.1. Пластометр К-2

Порядок выполнения работы

1. Вынуть капилляр из оправки, разделить его на две половины и каждую из них заполнить испытуемой смазкой так, чтобы в капилляре не было пустот.

2. Смазать испытуемой или более тугоплавкой смазкой наружную поверхность капилляра и вставить в оправку, медленно вращая и продвигая его вдоль оси.

3. Надеть на нижний и верхний обрезы буртика оправки резиновые прокладки, вставить оправку в корпус пластометра и плотно зажать гайкой. Установить защитное стекло.

4. Поместить корпус пластометра в водяную баню так, чтобы уровень жидкости в ней был на 30 мм выше поверхности конца капилляра.

5. Открыть вентиль и включить плитку подогрева воды, чтобы температура воды достигла 50°C.

6. Закрыть вентиль и включить плитку подогрева масляного резервуара. Следить, чтобы скорость повышения давления не превышала 5 Па в минуту. Скорость можно регулировать путем поднятия или опускания электропечи вдоль резервуара с маслом.

7. Отметить значение максимального давления по манометру и после того, как оно начнет снижаться, что свидетельствует о разрушении смазки, – смазка "потекла", отключить плитку, вынуть оправку с капилляром и очистить его от смазки.

8. Вычислить значение предела прочности

$$\tau_{50} = \frac{P \cdot r}{2l} \cdot 10^5 \text{ (Па)},$$

где P – максимальное давление по манометру в Па;

r – радиус капилляра в см;

l – длина капилляра в см.

Содержание отчета

1. Дать определение предела прочности консистентной смазки.
2. Привести схему прибора и дать краткое описание порядка проведения работы.
3. Привести результаты испытаний и сравнить их с требованиями ГОСТа.

Лабораторная работа № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ПЕНЕТРАЦИИ СМАЗКИ

Цель работы: определить число пенетрации смазки с последующим ориентировочным определением ее марки.

Теоретические сведения

Контроль густоты пластичных смазок, в какой-то степени отражающей их структурно-механические свойства, производится определением пенетрации – глубины (в десятых долях миллиметра) погружения конуса пенетрометра в смазку за 5 с под действием массы 150 г.

Число пенетрации – условный показатель. Оно не имеет физического смысла и не определяет эксплуатационные свойства смазок. По числу пенетрации нельзя судить ни о прочности, ни о вязкостных свойствах смазки.

По пенетрации (числу проницаемости), характеризующей степень мягкости или консистенцию смазки, судят о рабочих свойствах смазки, возможности применения ее в различных механизмах, а также о способности удерживаться в узлах трения. Показатель применяется для контроля над производством уже испытанных консистентных смазок.

Изменение числа пенетрации смазки при хранении указывает на изменение ее структуры.

Число пенетрации пластичных смазок при 20°C – от 170 до 360. Чем мягче смазка, тем больше число пенетрации.

Порядок выполнения работы

Подготовка к испытанию

В стакан смесителя загружают вмазыванием испытуемую смазку в таком количестве, чтобы она заполнила весь объем стакана и выступала в виде шарового сектора с высотой 15 мм. При вмазывании смазки необходимо следить, чтобы в ней не оставалось карманов с воздухом.

После заполнения испытуемой смазки стакана смесителя его плотно завинчивают крышкой и погружают в ванну, в которой выдерживают в течение 1 ч при температуре испытания, установленной стандартом или техническими условиями на испытуемую смазку. Стакан погружают так, чтобы жидкость в ванне покрывала его полностью, включая и крышку, но не более чем на 10 мм выше отверстия в крышке, через которое проходит шток диска.

По истечении срока выдерживания стакан вынимают из ванны, прикрепляют его к подставке, а рукоятку смесителя – к рычагу и приступают к перемешиванию смазки. Перемешивание смазки производят попеременным поднятием и опусканием рукоятки 60 раз в течение 1 мин.

После перемешивания смазки отвинчивают крышку и открытый стакан смесителя снова погружают в ванну на 15 мин при температуре испытания 25°C и на 30 мин – при более высокой температуре.

Стакан погружают так, чтобы жидкость в ванне достигла резьбы стакана, но не была выше его края.

Твердые смазки испытываются без предварительного перемешивания, если это оговорено в стандарте или технических условиях на испытуемую смазку. В этом случае вырезают брусок смазки размером 100x100x60 мм и помещают его в металлическую коробку, которую закрывают крышкой.

Закрытую коробку со смазкой погружают в ванну, в которой ее выдерживают в течение 1 ч при температуре испыта-

ния. По истечении 1 ч снимают крышку с коробки и оставляют коробку в ванне в таком положении, чтобы жидкость находилась близко к краю коробки, но не выше его.

Перед помещением в смеситель или коробку смазка должна иметь комнатную температуру.

Если разность между комнатной температурой и температурой испытания больше 25°C , то после перемешивания смазки стакан смесителя погружают в ванну, не отвинчивая крышки, которую отвинчивают после выдерживания в ванне в течение 30 мин.

Проведение испытания

Ванну с находящимся в ней открытым стаканом (или коробкой) помещают на столик пенетрометра (рис. 4.1) и тщательно выравнивают ножом поверхность смазки (избыток смазки снимают).

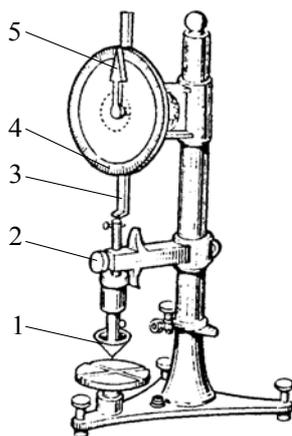


Рис. 4.1. Прибор для определения пенетрации

Температуру жидкости в ванне поддерживают с точностью $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Конус 1 устанавливают так, чтобы наконечник его касался поверхности смазки в центре стакана. При этом необходимо предотвратить возможность соприкосновения конуса со стенкой стакана.

После установки конуса опускают кремальеру 3 до соприкосновения с плунжером, в котором закреплен хвостовик конуса, и ставят стрелку 5 циферблата 4 на нуль.

Одновременно пускают в ход секундомер и нажимают пусковую кнопку 2 пенетрометра, давая конусу 1 свободно погружаться в смазку в течение 5 с, после чего отпускают кнопку, прекращая этим погружение конуса.

При погружении в смазку конус не должен касаться стенок стакана смесителя или коробки.

Затем снова опускают кремальеру 3 до соприкосновения с плунжером. При этом вместе с кремальерой передвигается и стрелка 5 на циферблате 4.

После отсчета показаний стрелки на шкале циферблата приподнимают кремальеру и плунжер с конусом, тщательно очищают конус от смазки ватой, смоченной бензином, и насухо вытирают, подготовив таким образом пенетрометр к повторному испытанию.

Перед повторным испытанием перемешанного образца поверхность смазки в стакане смесителя выравнивают, следя за тем, чтобы не образовалось воздушных карманов, и меняют место соприкосновения наконечника со смазкой.

Если образец смазки не перемешивался, немного передвигают коробку.

За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов трех определений – для смазок с пенетрацией до 200 и пяти – для смазок с пенетрацией 200 или выше, округленное до значений, кратных пяти.

Допускаемые расхождения между параллельными определениями не должны превышать 12 единиц для испытаний без перемешивания и 8 единиц для испытаний с перемешиванием смазки.

Содержание отчета

1. Дать определение пенетрации.
2. Привести схему прибора и дать краткое описание порядка проведения работы.
3. Привести результаты испытаний и сравнить их с требованиями ГОСТа.

Лабораторная работа № 5

КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДЫ В НЕФТЕПРОДУКТАХ

Цель работы: определить качественное наличие воды в нефтепродуктах.

Теоретические сведения

Все углеводородные жидкости гигроскопичны, т.е. способны растворять в себе воду.

Растворимость воды в углеводородных жидкостях зависит от их химического строения и молекулярной массы, парциального давления пара над жидкостью и температуры. Так, например, растворимость воды в ароматических углеводородных жидкостях выше, чем в нафтеновых и парафиновых. С увеличением молекулярной массы растворимость воды в углеводородных жидкостях несколько падает, наиболее заметно это у ароматических углеводородов. С ростом температуры растворимость воды в углеводородах увеличивается, причем более значительно у ароматических углеводородов. Растворимость воды в углеводородных жидкостях прямо пропорциональна парциальному давлению паров воды над жидкостью и подчиняется закону Генри. Вода в нефтепродуктах может находиться в трех фазовых состояниях: растворенная, эмульсионная и свободная. Переход из одного фазового состояния в другое определяется внешними условиями (давлением и температурой).

Каждая углеводородная жидкость может содержать в себе строго определенное максимальное количество воды в растворенном состоянии. Дальнейшее увеличение влажности приводит к ее выпадению в эмульсионное состояние. Граница перехода зависит от температуры, с увеличением которой количество воды в растворенном состоянии может быть больше. Вода в эмульсионном состоянии заметна невооруженным глазом. Она равномерно распределена в объеме нефтепродукта в виде микрокапель воды. В таком состоянии наибольшую опасность вода представляет при эксплуатации топливных систем, т.к. при отрицательных температурах она превращается в микрокристаллы льда, способные закупорить фильтрующие элементы системы.

Дальнейшее увеличение влажности приводит к укрупнению микрокапель воды и их оседанию на дно емкостей.

Вода переходит в свободное состояние. Наибольшую опасность такая вода представляет при эксплуатации масляных систем, т.к. рабочая температура масла, как правило, выше 100°C. Вода на дне емкости масла вскипает и приводит к вспениванию масла. При резком нагревании может произойти выброс масла в атмосферу через дренажную систему. Кроме того, наличие воды в нефтепродуктах способствует увеличению их коррозионной активности по отношению к металлам.

С целью устранения нежелательных проявлений воды в нефтепродуктах используют различные конструктивные и физико-химические методы.

Для контроля воды в нефтепродуктах применяют количественные и качественные методы анализа.

Наличие эмульсионной и свободной воды в маслах и жидкостях для гидравлических систем можно определить визуально. Испытуемый нефтепродукт предварительно разбавляют четырехкратным количеством чистого авиабензина Б-70. Пробу энергично встряхивают и быстро наливают в цилиндр из бесцветного прозрачного стекла диаметром 40-45 мм. Рассматривать пробу необходимо через 1-2 мин, когда поднимутся пузырьки увлеченного топливом воздуха. Наличие в пробе

эмульсионной воды делает ее непрозрачной. При этом заметны мелкие капли воды, распределенные по всему объему. Свободная вода находится на дне сосуда с заметным разделом границы между пробой и водой.

Другой качественный метод определения воды в маслах, маслосмесях и жидкостях для гидравлических систем основан на создании температурных условий, при которых проявляется наличие незначительных количеств воды: наблюдается потрескивание при разрывании пузырьков водяного пара при выходе их на поверхность нагретого масла (ГОСТ 1547-84).

Испытание проводится с помощью масляной бани (рис. 5.1), представляющей собой цилиндрический сосуд диаметром 100 мм и высотой 90 мм, снабженный металлической крышкой. К внутренней стороне крышки на расстоянии 80 мм от нее с помощью металлической стойки, проходящей по центру, прикреплен металлический круг. В крышке и соответственно в круге сделано отверстие для термометра и пробирки с нефтепродуктом. Пробирку разрешается нагревать, перемещая ее в наклонном положении над небольшим пламенем горелки.

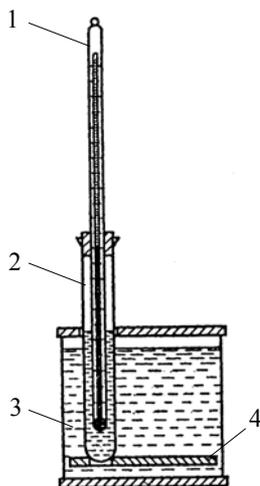


Рис. 5.1. Прибор для качественного определения воды в маслах

Порядок выполнения работы

Определение воды в маслах и жидкостях для гидросистем

Баню заливают минеральным маслом с температурой вспышки не ниже 240°C и нагревают до температуры 175⁺⁵°C. В чистую и сухую стеклянную пробирку диаметром 14-16 мм и длиной 120-150 мм наливают испытуемое масло до высоты 80-90 мм. Закрывают пробирку пробкой, в отверстие которой вставлен сухой термометр так, чтобы его шарик находился на высоте 20-30 мм от дна пробирки. Пробка должна иметь вырез для выхода воздуха. Пробирку с испытуемым маслом помещают в баню и нагревают в течение нескольких минут до температуры 150°C. При наличии влаги в испытуемом масле оно пенится, слышится треск, пробирка вздрагивает, а слой масла на стенках пробирки мутнеет. Наличие влаги считается установленным, если явственный треск слышен не менее двух раз.

Определение воды в смазках

Метод основан на создании температурных условий, при которых проявляется наличие воды в смазке.

В химическую пробирку диаметром 16-21 мм и высотой 150-180 мм, предварительно тщательно промытую водой и просушенную теплым воздухом, сухой стеклянной палочкой помещают испытуемую смазку до высоты 40-60 мм. Для облегчения введения густых смазок слегка подогревают верхнюю часть пробирки, после чего комки смазки, частично расплавляясь у стенок, опускаются на дно.

Пробирку закрывают пробкой, имеющей вырез и отверстие, в которое вставлен термометр. Последний помещают в смазку с таким расчетом, чтобы ртутный шарик находился примерно на равном расстоянии от стенок пробирки и на 20 мм ниже уровня смазки.

Подготовленную пробирку со смазкой нагревают, перемещая ее в наклонном положении над небольшим пламенем горелки. Скорость повышения температуры вначале (до полного расплавления смазки и удаления из нее воздуха) поддерживают в пределах 10-20°C в минуту. После того как вся масса смазки расплавится, нагрев ускоряют до 70°C в минуту и заканчивают при температуре 180°C. Появление толчков и треска при нагревании расплавленной смазки указывает на наличие следов воды.

Содержание отчета

1. Дать краткие теоретические сведения о содержании воды в нефтепродуктах.
2. Привести схему прибора и дать краткое описание порядка проведения работы.
3. Привести результаты испытаний и сравнить их с требованиями ГОСТа.

Лабораторная работа № 6

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В НЕФТЕПРОДУКТАХ

Цель работы: определить концентрацию воды в присадках, топливах, маслах и смазках (ГОСТ 2477-65).

Порядок выполнения работы

Подготовка пробы

Пробу испытуемого масла хорошо перемешивают пятиминутным встряхиванием в склянке, заполненной не более чем на $\frac{3}{4}$ емкости.

В сухую колбу аппарата АКОВ-2 или АКОВ-10 помещают навеску масла 100^{+1} г. Затем в колбу добавляют 100 см^3 обезвожен-

ного и отфильтрованного растворителя (фракция 100-200 °С), тщательно перемешивают содержимое до полного растворения, добавляют в колбу несколько кусочков неглазурированного фаянса или фарфора или несколько капилляров длиной 5-10 мм.

Воду в консистентных смазках определяют аналогично, отличие заключается лишь в приготовлении пробы. С поверхности образца испытываемой смазки шпателем снимают и отбрашивают верхний слой (не менее 10 мм), а затем в нескольких местах (не менее трех), не вблизи стенок сосуда, берут примерно одинаковые пробы. Пробы складывают вместе в фарфоровую чашку и тщательно перемешивают. Количество пробы, взвешенной с точностью 0,02 г, необходимой для анализа, $25^{+0,25}$ г.

Проведение испытания

Сущность метода состоит в нагревании пробы нефтепродукта с нерастворимым в воде растворителем и измерении объема сконденсированной воды (ГОСТ 2477-65).

Количественное определение воды в маслах осуществляется прибором Энглера (рис. 6.1).

Колбу 1 при помощи шлифа плотно присоединяют к отводной трубке чистого и сухого приемника ловушки 2 так, чтобы кососрезанный конец этой трубки вставлялся в колбу на 15-20 мм. К приемнику-ловушке присоединяют холодильник 3. Колбу нагревают плиткой так, чтобы из кососрезанного конца трубки холодильника в приемник-ловушку падали 2-4 капли в секунду.

Если в конце перегонки в трубке холодильника задерживаются капли воды, их смывают в приемник-ловушку сконденсировавшимся растворителем, увеличив для этого на непродолжительное время интенсивность кипения. Перегонку прекращают, как только объем воды в приемнике-ловушке перестает увеличиваться и верхний слой растворителя станет совершенно прозрачным. Время перегонки должно быть не более 1 ч.

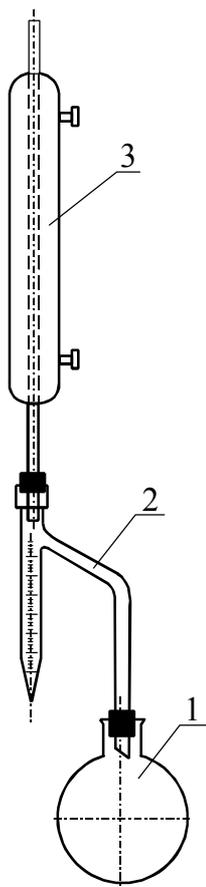


Рис. 6.1. Прибор для определения воды в маслах и смазке

Если в приемнике-ловушке собралось небольшое количество воды (до 0,3 мл) и растворитель мутен, то его помещают на 20-30 мин в горячую воду до осветления и снова охлаждают до комнатной температуры.

Порядок расчета

Содержание воды в весовых процентах C_{H_2O} определяют по формуле

$$C_{H_2O} = \frac{V \cdot 100}{\sigma},$$

где V – объем воды в приемнике-ловушке, мл;

σ – навеска нефтепродукта, г.

Для упрощения расчета плотность воды при комнатной температуре принимают за единицу, а числовое значение объема воды в миллилитрах – за числовое значение веса воды в граммах.

Расхождение между двумя параллельными определениями не должно превышать одного верхнего деления приемника-ловушки, занимаемого водой.

Количество воды в приемнике-ловушке менее 0,03 мл считается следами.

Содержание отчета

1. Дать краткие теоретические сведения о содержании воды в нефтепродуктах.
2. Привести схему прибора и дать краткое описание порядка проведения работы.
3. Привести результаты испытаний и сравнить их с требованиями ГОСТа.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ, ОТНОСИТЕЛЬНОГО И ОСТАТОЧНОГО УДЛИНЕНИЯ РЕЗИНЫ ПРИ РАЗРЫВЕ

Цель работы: определить показатели резины испытанием образца на специальной разрывной машине.

Теоретическая часть

Механические свойства вулканизированной резины характеризуются рядом показателей, важнейшими из которых являются стандартные показатели, получающиеся при испытании резины на растяжение. К ним относятся: предел прочности при растяжении, относительное и остаточное удлинение при разрыве.

Пределом прочности σ при растяжении называется напряжение, возникающее в резине к моменту разрыва образца и численно равное частному от деления максимальной нагрузки P_{\max} , зафиксированной при разрушении образца, на площадь его поперечного сечения, измеренную до начала растяжения.

Относительным удлинением при разрыве $\epsilon_{\text{отн}}$ называется отношение прироста длины разорванного образца к его первоначальной длине, выраженное в процентах.

Образец определенной формы испытывается на специальной разрывной машине, имеющей маятниковый динамометр для измерения разрывного усилия и измерительную шкалу удлинения. Нагрузка на образец создается подвижным зажимным приспособлением при его ходе вниз. В момент разрыва образца одна из стрелок динамометра показывает величину разрывного усилия в килограммах, а указатель измерителя удлинения остается в положении, соответствующем удлинению образца в момент разрыва.

Управление разрывной машиной осуществляется рукояткой, имеющей три положения: среднее положение – отсутствие дви-

жения зажима, верхнее положение – движение вверх, нижнее положение – движение вниз. При достижении зажимом верхнего или нижнего положения его движение автоматически прекращается переводом рукоятки управления в среднее положение.

Порядок выполнения работы

1. Получить у лаборанта необходимые инструменты и материалы.

2. Ознакомиться с устройством разрывной машины.

3. На образце резины (рис.7.1), вырубленном специальным пресс-ножом, нанести измерительные метки в виде штрихов толщиной не более 0,5 мм чернилами или цветным карандашом. Метки для зажима образца наносятся параллельно его краям на расстоянии 30 ± 1 мм от них. Длина рабочего участка образца равна 25 мм и наносится точно на узкой части образца. Если образец подвергался воздействию нефтепродуктов, измерительные метки восстанавливают по старым следам, нанесенным до пропитки.

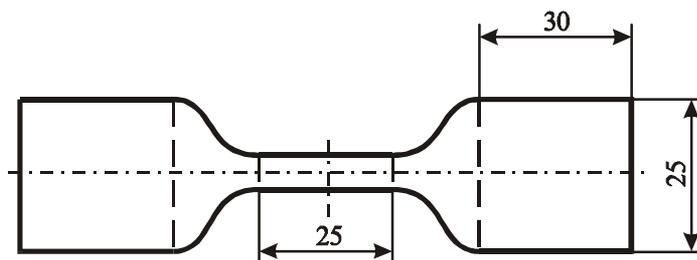


Рис.7.1. Образец для испытаний на растяжение камерной резины

4. Замерить штангенциркулем ширину, толщину и длину рабочей части образца, полученные данные занести в таблицу. Размеры рабочей части образца, подвергнутого воздействию нефтепродуктов, принять равными размерам до пропитки.

5. Поднять вверх до упора ползун с подвижным зажимом и заправить широкие концы образца в верхний и нижний зажимы точно по меткам, закрепив их с помощью винтов.

6. Проверить положение образца резины. Он должен быть закреплен строго вертикально и не иметь слабину или предварительного натяжения.

7. Установить измерительную линейку удлинения в верхнее положение, а стрелку совместить с нулевой отметкой на линейке. Выбрать зазоры, образовавшиеся при установке линейки и образца резины.

8. Установить стрелку маятникового динамометра, показывающую наибольшее разрывное усилие, в нулевое положение.

9. Включить электродвигатель и перевести рукоятку управления в нижнее положение.

10. В момент разрыва образца рукоятку управления перевести в среднее положение и выключить электродвигатель.

11. Вынуть разорванный образец из зажимов, совместить его части по месту разрыва, плотно прижав друг к другу на столе, и по истечении одной минуты замерить длину рабочего участка с точностью до 0,5 мм ($l_{ост}$).

12. Подсчитать предел прочности резины, ее относительное и остаточное удлинение.

Вычисления производятся по формулам:

а) предел прочности

$$\sigma = \frac{P_{\max}}{F_0} \text{ (Па)},$$

где P_{\max} – разрывное усилие, Н;

F_0 – первоначальное сечение образца, м² ;

б) относительное удлинение

$$\varepsilon_{отн} = \frac{l_{\max} - l_0}{l_0} \cdot 100\%,$$

где l_{\max} – длина рабочей части образца в момент разрыва;
 l_0 – длина рабочей части образца до начала испытаний;
 в) остаточное удлинение

$$\varepsilon_{ост} = \frac{l_{ост} - l_0}{l_0} \cdot 100\%,$$

где $l_{ост}$ – длина рабочего участка образца после разрыва.
 Результаты замеров и вычислений занести в таблицу.

Результаты определения предела прочности, относительного и остаточного удлинения резины при разрыве

| № опыта | Ширина рабочей части образца, см | Толщина рабочей части образца, см | Первоначальное сечение образца F_0 , см ² , | Разрывное усилие P , кг | Длина рабочей части образца в момент разрыва l_{\max} , см | Предел прочности при разрыве σ , Па | Относительное удлинение $\varepsilon_{отн}$, % | Остаточное удлинение $\varepsilon_{ост}$, % |
|---------|----------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------|--|--|---|--|
| | | | | | | | | |

Примечание: Испытания должны проводиться как минимум с двумя одинаковыми образцами, причем разница в полученных результатах не должна превышать 20%. За окончательный результат принимается среднее арифметическое.

Содержание отчета

1. Дать определение предела прочности, относительного и остаточного удлинения и привести формулы для их вычислений.
2. Привести таблицу замеров и вычислений.
3. Результаты испытаний сравнить с требованиями ГОСТов и сделать вывод о соответствии резины образцов стандартам.

4. Результаты испытаний резины, подвергнутой воздействию нефтепродуктов, сравнить с результатом испытаний нового образца резины и сделать вывод о влиянии нефтепродуктов на механические свойства резины.

Л и т е р а т у р а

1. Алексеев В.Н., Кувайцев И.Ф. Автотракторные эксплуатационные материалы. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Воениздат, 1979. – 214 с.

2. Васильев Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1968. – 279 с.

3. ГОСТ 33 – 2000. Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости.

4. ГОСТ 1547 – 84. Масла и смазки. Методы определения наличия воды.

5. ГОСТ 1440 – 78. Приборы для определения пенетрации нефтепродуктов. Общие технические условия.

6. ГОСТ 2477 – 65. Нефть и нефтепродукты. Методы определения содержания воды.

7. ГОСТ 5346 – 78. Смазки пластичные. Метод определения пенетрации.

8. ГОСТ 6793 – 74. Нефтепродукты. Метод определения температуры каплепадения.

9. ГОСТ 7143 – 73. Смазки пластичные. Метод определения предела прочности и термоупрочнения.

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение..... | 3 |
| Техника безопасности и противопожарные мероприятия. . . . | 4 |
| Лабораторная работа № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ МОТОРНОГО МАСЛА..... | 6 |
| Лабораторная работа № 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КАПЛЕПАДЕНИЯ КОНСИСТЕНТНОЙ СМАЗКИ..... | 11 |
| Лабораторная работа № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ КОНСИСТЕНТНОЙ СМАЗКИ..... | 14 |
| Лабораторная работа № 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ПЕНЕТРАЦИИ СМАЗКИ..... | 17 |
| Лабораторная работа № 5. КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДЫ В НЕФТЕПРОДУКТАХ..... | 21 |
| Лабораторная работа № 6. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В НЕФТЕПРОДУКТАХ..... | 25 |
| Лабораторная работа № 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ, ОТНОСИТЕЛЬНОГО И ОСТАТОЧНОГО УДЛИНЕНИЯ РЕЗИНЫ ПРИ РАЗРЫВЕ..... | 29 |
| Литература..... | 33 |

Учебное издание

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ПРАКТИКУМ)

по дисциплине "Эксплуатационные материалы"
для студентов специальностей

1-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгорания»,

1-27 01 01 «Экономика и организация производства»,

1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»,

1-37 01 07 «Автосервис»,

1-44 01 01 «Организация перевозок и управление
на автомобильном и городском транспорте»,

1-44 01 02 «Организация дорожного движения»

В 2-х частях

Часть 2

СМАЗОЧНЫЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВС

Составители: РУСЕЦКИЙ Игорь Константинович
ПРЕДКО Андрей Владимирович
ПАРМОН Ромуальд Яковлевич

Редактор Т.Н. Микулик. Корректор М.П. Антонова
Компьютерная верстка А.Г. Гармазы

Подписано в печать 16.02.2004.

Формат 60x84 1/16. Бумага типографская № 2.

Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл.печ.л. 2,0. Уч.-изд.л. 1,5. Тираж 100. Заказ 515.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

Лицензия ЛВ № 155 от 30.01.2003. 220013, Минск, проспект Ф.Скорины, 65.