

Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический
университет



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ
и контрольной работы
по дисциплине
«Эксплуатационные материалы»
для студентов дневной и заочной формы обучения
по направлению
6.070106 «Автомобильный транспорт»



Севастополь
2013

Методические указания к выполнению лабораторных работ и контрольной работы по дисциплине «Эксплуатационные материалы» / Сост. С. В. Огрызков, А. А. Ветрогон, И. Ю. Чуйко. — Севастополь : Изд-во СевНТУ, 2013. – 64 с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам при проведении лабораторных работ по дисциплине «Эксплуатационные материалы». Излагаются основные теоретические сведения, порядок выполнения и требования к оформлению отчетов по проведению лабораторных работ.

Методические указания предназначены для студентов направления «Автомобильный транспорт» всех форм обучения.

Методические рекомендации рассмотрены и утверждены на заседании кафедры Автомобильного транспорта (протокол № 3 от 14.10.2013 г.)

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний

Рецензент: кандидат физ.-хим. наук, доцент, Львов А. Н.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Лабораторная работа № 1.	
Определение качества автомобильных бензинов	4
2. Лабораторная работа № 2.	
Определение фракционного состава бензина	12
3. Лабораторная работа № 3.	
Определение качества дизельного топлива	19
4. Лабораторная работа № 4.	
Определение качества моторных масел	28
5. Лабораторная работа № 5.	
Определение качества пластичной смазки	36
6. Лабораторная работа №6.	
Определение качества охлаждающей жидкости	42
7. Вопросы на контрольную работу для студентов	
заочной формы обучения	47
Библиографический список	49
Приложение А. Свойства эксплуатационных материалов	50

1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ

Цель работы: – изучить характеристики определяющие качество бензина;
– изучить методику определения качества бензина;
– ознакомится с составлением паспорта на партию нефтепродуктов.

1.1. Теоретический раздел

По состоянию на 2013 год в Украине действует два стандарта на автомобильные бензины: ДСТУ 4063 – 2001 "Бензины автомобильные" и ДСТУ 4839:2007. "Бензины автомобильные повышенного качества".

На месте производства для каждой партии нефтепродуктов составляется паспорт качества, в котором указываются: изготовитель, дата производства, номер партии, стандарт, марка топлива, приводится сравнение фактических и стандартных значений характеристик топлива, указываются стандарты, по которым производилось определение характеристик.

Качество применяемого на автомобиле бензина оказывает влияние на работу двигателя и его срок службы.

Одними из основных свойств бензинов является детонационная стойкость. Для оценки детонационных свойств бензинов существует несколько методов испытаний топлива на безмоторных установках, одноцилиндровых лабораторных и полноразмерных многоцилиндровых двигателях в стендовых и дорожных условиях. Арбитражные методы определения детонационной стойкости бензинов заключаются в сравнении с известной детонационной стойкостью эталонного топлива.

Октановое число (ОЧ) – величина, численно равная процентному содержанию (по объему) изооктана в такой его смеси с н-гептаном, которая по детонационной стойкости равноценна испытываемому топливу при оценочных исследованиях на стандартном двигателе в одинаковых условиях.

Нормируемое ОЧ, определяемое по исследовательскому методу приводится в марке бензина.

Наличие воды при низких температурах приводит к ее кристаллизации и засорению топливной аппаратуры, а также возможно разложение компонентов, что увеличивает коррозионную агрессивность бензина.

Бензины, имеющие в своем составе продукты термического или одноступенчатого каталитического крекинга, содержат значительное количество непредельных углеводородов, способных во время транспортировки и хранения полимеризоваться и превращаться в смолы. Это вредно отражается на работе двигателя в виде образования на деталях твердых отложений. Наличие непредельных углеводородов, смолистых включений и механических примесей приводит к интенсивному отложению смолистых веществ и образованию нагара на деталях двигателя, что вызывает перегрев и их повышенный износ, а иногда и прогорание поршней.

Смолы в нефтепродуктах разделяют на фактические (присутствующие на момент испытания) и потенциальные (которые могут образоваться при хранении).

Фактические смолы – остаток, образовавшийся в стеклянной чашке после испарения определенного объема (100 см^3) испытуемого бензина на водяной бане в струе воздуха.

Потенциальные смолы – смолы, которые могут образовываться в процессе полимеризации и окисления содержащихся в топливе главным образом непредельных углеводородов. Вероятность возникновения таких смол оценивается индукционным периодом.

Индукционный период – время, в течение которого топливо, находящееся в условиях, благоприятных для окисления, практически не поглощает кислорода.

Топливо не должно содержать водорастворимых кислот и щелочей. Их наличие вызывает коррозию черных и цветных металлов. Современные технологии очистки бензинов исключают возможность попадания этих веществ в бензины, поэтому в стандарте ДСТУ 4839:2007 такой пункт отсутствует.

Учет на нефтебазах, перевозка и оптовая закупка бензина производится в массовых единицах. Розничная продажа бензина и его отпуск при заправке баков транспортных средств производится в литрах. Нормы расхода бензина автотранспортом устанавливаются также в объемных единицах.

Следовательно, система учета и отчетности, а также расчеты при составлении заявок на снабжение должны предусматривать перевод количеств из массовых единиц в объемные и обратно. Кроме того, контроль наличия и остатков в емкостях автомобильных заправочных станций (АЗС) также невозможен без перевода массовых единиц измерения в объемные.

Пересчет осуществляют следующим образом. Количество бензина при температуре t в массовых единицах равно, кг

$$G_t = V_t \rho_t , \quad (1.1)$$

где V_t – количество бензина в объемных единицах при температуре t , м^3 ;
 ρ_t – плотность бензина при температуре t , кг/м^3 .

Абсолютной плотностью вещества называется количество массы, содержащейся в единице объема, и имеет размерность в системе СИ (кг/м^3).

Согласно стандартной методике плотность нефтепродуктов определяют при любой температуре, но обязательно приводят ее к стандартной температуре t_{CT} равной 20 или 15°C. С повышением температуры плотность нефтепродуктов уменьшается, а с понижением — увеличивается. Плотность приводят к температуре t_{CT} по следующей формуле:

$$\rho_{t_{CT}} = \rho_t + \gamma(t - t_{CT}) , \quad (1.2)$$

где $\rho_{t_{CT}}$ — плотность нефтепродукта при температуре t_{CT} °С, кг/м³;

γ — температурная поправка, кг/м³ на 1°С; (таблица А.1);

t — температура в момент измерения плотности, °С.

Плотность бензинов влияет на массу топлива попадающего в камеру сгорания и характеризует физическую стабильность бензина. Плотность нефтепродуктов определяется по ДСТУ 31072:2006 при помощи ареометров или нефтеденсиметров.

1.2. Оборудование и материалы

Бензины автомобильные по ДСТУ 4063-2001, ДСТУ 4839:2007; стеклянные цилиндры диаметром 40...55 мм; пробирки химические; фильтровальная бумага, нефтеденсиметры, стеклянный цилиндр, часовое стекло, линейка, спички, делительная воронка, штатив, реактивы: дистиллированная вода, водный раствор марганцево-кислого калия, фенолфталеин (1%-ный раствор в 60%-ном этиловом спирте), метилоранж (0,02%-ный водный раствор), спирт этиловый ректификат, спиртовой раствор 0,05Н КОН.

1.3. Порядок проведения экспериментальных исследований

1.3.1. Оценка бензина по внешнему виду

Оценка бензина по внешнему виду производится в стеклянном цилиндре диаметром 40...55 мм.

Бензины обычно бесцветны или имеют бледно-желтый цвет, вызванный наличием в нем смолистых веществ. Бензины могут иметь в составе присадки красители или маркеры, которые придают топливу характерную окраску и служат защитой от подделки.

Топливо, должно быть совершенно прозрачным и не содержать взвешенных и осевших на дно частиц посторонних примесей, в том числе воды. Мутность топлива при комнатной температуре вызывается обычно наличием в нем воды в виде эмульсии или механических примесей.

Бензины в отличие от керосинов, дизельных топлив и других более тяжелых нефтепродуктов имеют специфический запах. Запах керосинов и дизельного топлива более слабый, нежели запах бензина.

На фильтровальную бумагу нанести стеклянной палочкой по одной капле каждого вида топлива, дать ему испариться и осмотреть осадок испарения. Бензины испаряются с бумаги без остатка в течение 1...2 минут. Керосин и дизельное топливо длительное время остаются на бумаге в виде жирного пятна.

1.3.2. Определение наличия непредельных углеводородов

В пробирки налить равные объемы (примерно 10 см³) нескольких видов испытуемого топлива и водного раствора марганцево-кислого калия. Смесь хорошо взболтать в течение 10...15 с и дать отстояться. Если фиолетовая окраска водного раствора марганцево-кислого калия переходит в бурую и выпадает бурый осадок на дно пробирки, то в топливе имеются непредельные углеводороды. Если в течение двух минут фиолетовая окраска водного раствора марганцево-кислого калия не изменится, то в топливе непредельные углеводороды отсутствуют.

1.3.3. Определение смолистости и загрязненности топлива по остатку после сгорания

Часовое стекло установить на подставку, с помощью пипетки налить в центр стекла 0,5 см³ испытуемого топлива и поджечь. После окончания горения дать остыть и осмотреть остаток на стекле.

Бессмольный или малосмольный бензин оставляет на стекле след в виде бледного, беловатого пятна. Смолистый бензин дает ряд концентрических колец желтого или коричневого цвета.

Замерив внешний диаметр самого большого кольца, с помощью таблицы 1.1 определить количество смол в мг на 100 см³ топлива.

Таблица 1.1 – Зависимость содержания смол от диаметра смоляного круга

Диаметр смоляного круга, мм	6...7	8...9	10...11	11...12	11...13	14...15
Содержание фактических смол, мг/100 см ³	5	10	15	20	25	30

Бензин, загрязненный маслом или дизельным топливом, оставляет на стекле несгоревшие капли, обычно располагающиеся по окружности, ближе к краю стекла.

Содержание в топливе в растворенном виде твердых кристаллических примесей обнаруживается по остатку на стекле в виде мелких точек.

1.3.4. Определение содержания водорастворимых кислот и щелочей

Содержание водорастворимых кислот и щелочей в нефтепродуктах определяется согласно ГОСТ 6307-75.

В делительную воронку помещают 50 см³ испытуемого топлива и такое же количество дистиллированной воды. В течении 5 минут взбалтывать, не допуская образования эмульсии.

Дать смеси отстояться, закрепив делительную воронку на штативе, после чего водный слой (водную вытяжку) слить через бумажный фильтр в колбу.

Вытяжку разлить по 1–10 см³ в две пробирки. В одну пробирку добавить 2 капли метилоранжа, взболтать содержимое. При наличии в топливе минеральных кислот водная вытяжка окрасится в розовый цвет.

В другую пробирку добавляют 3 капли фенолфталеина. При наличии в топливе щелочей водная вытяжка окрасится в фиолетово-розовый цвет. При отсутствии щелочей водная вытяжка остается бесцветной или слегка побелеет.

1.3.5. Определение кислотности бензина

Количество органических кислот в топливе оценивается кислотностью по ГОСТ 5985-79 или ГОСТ 11362-96. Кислотность бензина характеризуется количеством миллиграмм едкого калия, необходимого для нейтрализации 100 см³ топлива. Установка для определения кислотности топлива показана на рисунке 1.1. Кислотность по ГОСТ 5985-79 определяется в следующем порядке.

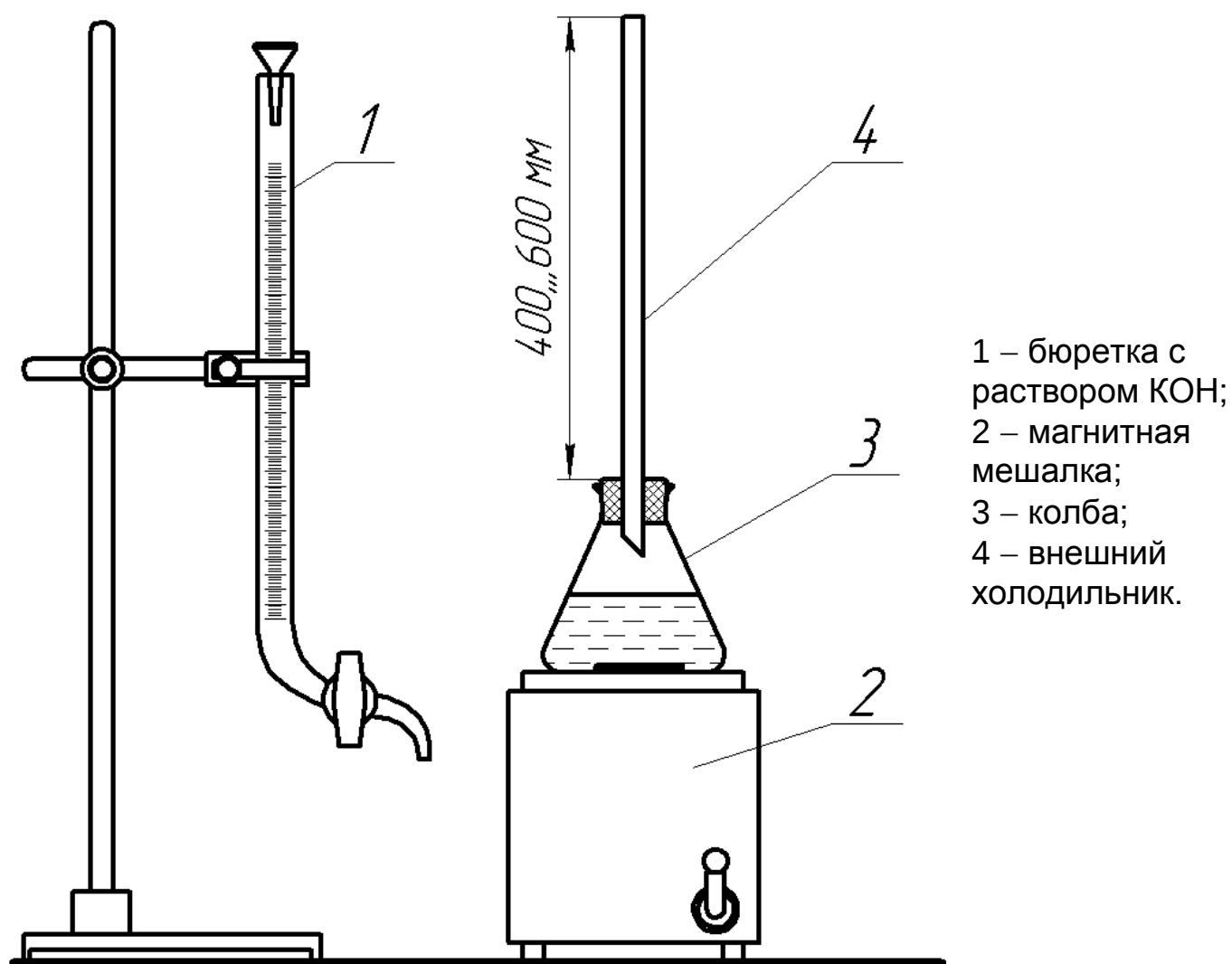


Рисунок 1.1 – Установка для определения кислотности

1) В коническую колбу емкостью 250 см³ залить 50 см³ спирта-ректификата, закрыть пробкой с внешним холодильником.

2) Кипятить спирт на водяной бане 5 минут для удаления из спирта углекислоты.

3) Поставить горячий спирт на магнитную мешалку и быстро нейтрализовать 0,05Н спиртовым раствором КОН в присутствии нескольких капель 1% раствору фенолфталеина до появления малинового цвета.

4) К нейтрализованному спирту добавить пипеткой 20–25 см³ исследуемого топлива.

5) Полученную смесь кипятить 5 минут на водяной бане, периодически помешивая вместиное.

6) Горячую смесь ставят на магнитную мешалку и титруют 0,05Н спиртовым раствором КОН.

7) Кислотность топлива рассчитать по формуле

$$KЧ = \frac{V \cdot T \cdot 100}{V_1}, \quad (1.3)$$

где V – объем раствора КОН, затраченный на титрование топлива, см³;

T – титр 0,05Н раствора КОН, мг/ см³;

V_1 – объем исследуемого топлива, см³.

1.3.6. Определение плотности бензина

В стеклянный цилиндр аккуратно по стенке налить испытуемый бензин, причем температура бензина не должна отклоняться от температуры помещения, в котором производят измерения, более чем на ± 5 °С.

Чистый и сухой нефтенсиметр медленно погружается в бензин до момента его свободной плавучести (следите за тем, чтобы уровень бензина не поднялся выше края цилиндра).

Произвести отсчет по верхнему краю мениска а-а (рисунок 1.2). Во избежание ошибки, глаз наблюдателя должен находиться на уровне мениска.

Температуру бензина определить по впаянному в нефтенсиметр термометру.

Привести замеренную плотность к стандартному значению по формуле (1.1), учитывая температурную поправку (таблица А.4).

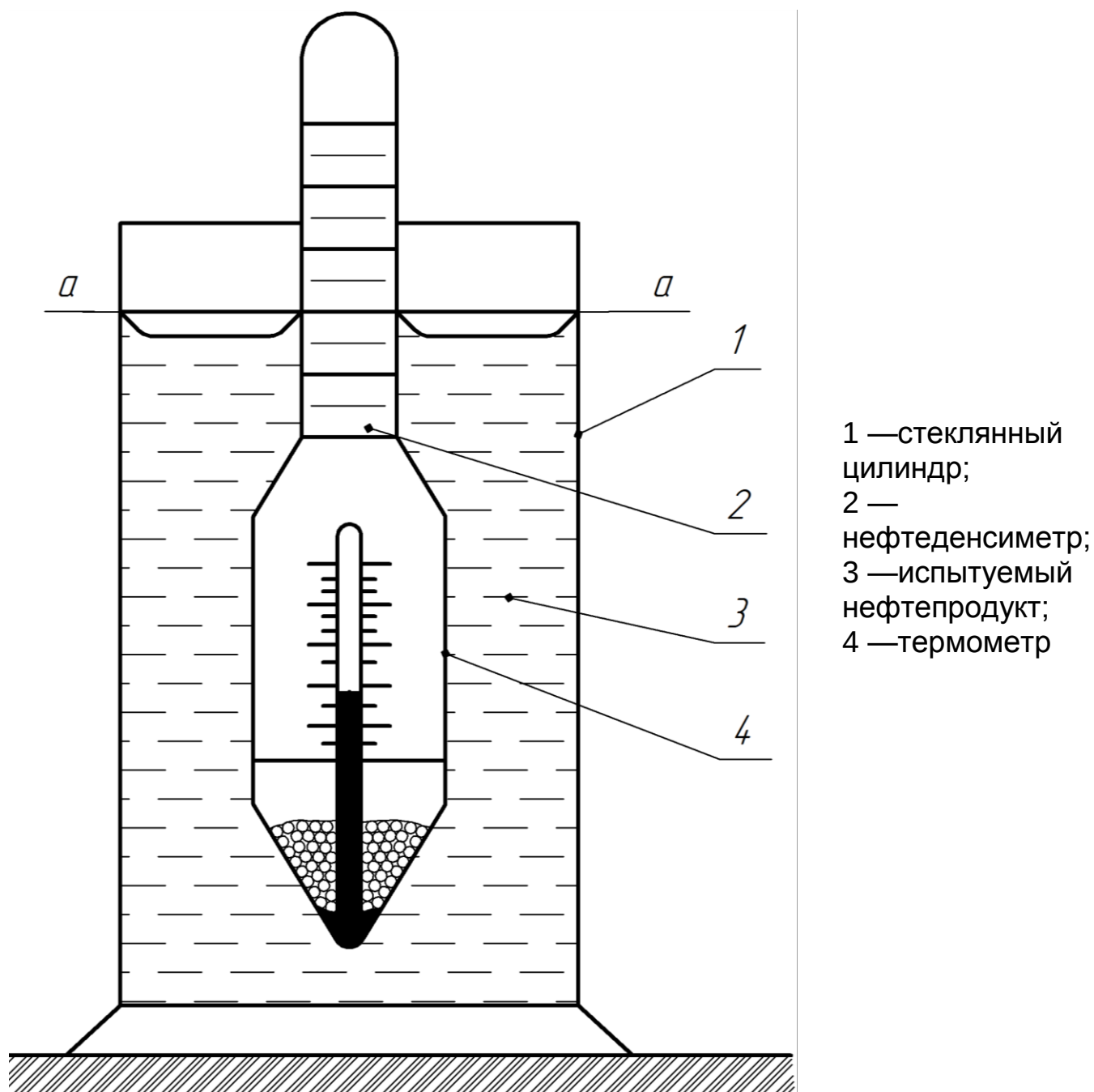


Рисунок 1.2 – Измерение плотности нефтепродуктов

1.4. Содержание отчета

- 1) Краткие теоретические сведения (ответы на контрольные вопросы).
- 2) Методики проведения экспериментов и схемы экспериментальных установок.
- 3) Выводы о качестве бензина в виде таблицы 1.2.

Таблица 1.2 – Результаты определения качества бензина

ДСТУ			
Параметр	ДСТУ 4063–2001	ДСТУ 4839:2007	Измеренное значение
Плотность при 20 °С, кг/м ³			
Плотность при 15 °С, кг/м ³			
Кислотность, мг КОН/100 см ³ , не более			
Концентрация фактических смол, мг /100 см ³ , не более – на месте производства – на месте потребления			
Наличие водорастворимых кислот и щелочей			
Непредельные углеводороды			
Содержание механических примесей и воды			
Цвет			

1.5. Контрольные вопросы

- 1) Что такое октановое число бензина?
- 2) Что характеризует детонационная стойкость бензина?
- 3) Как влияют непредельные углеводороды, находящиеся в бензине, на качество топлива?
- 4) Как осуществляется нормирование фактических и потенциальных смол?
- 5) Каким образом проявляется смолистость топлива при эксплуатации двигателя?
- 6) Почему не допускается содержание водорастворимых кислот в бензине?
- 7) Как влияют на качество бензинов органические кислоты?
- 8) Для чего необходимо определять плотность бензина?
- 9) Как приводится плотность к стандартным температурам?

2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА БЕНЗИНА

Цель работы: – изучить методику определения фракционного состава автомобильных топлив.

2.1. Теоретический раздел

Фракцией называется часть топлива, выкипающая в определенных температурных пределах. Фракционный состав является одним из важнейших показателей топлива и выражает зависимость между температурой и количеством топлива, перегоняющегося при этой температуре.

Фракционный состав автомобильных бензинов и дизельного топлива определяют по ГОСТ 2177—99 при помощи специальных установок. Условия испытаний зависят от вида топлива и приведены в таблице А.6.

Параметры, которыми нормируются фракционный состав, зависят от стандарта, по которому изготовлен бензин (таблицы А.1, А.3, рисунок А.1).

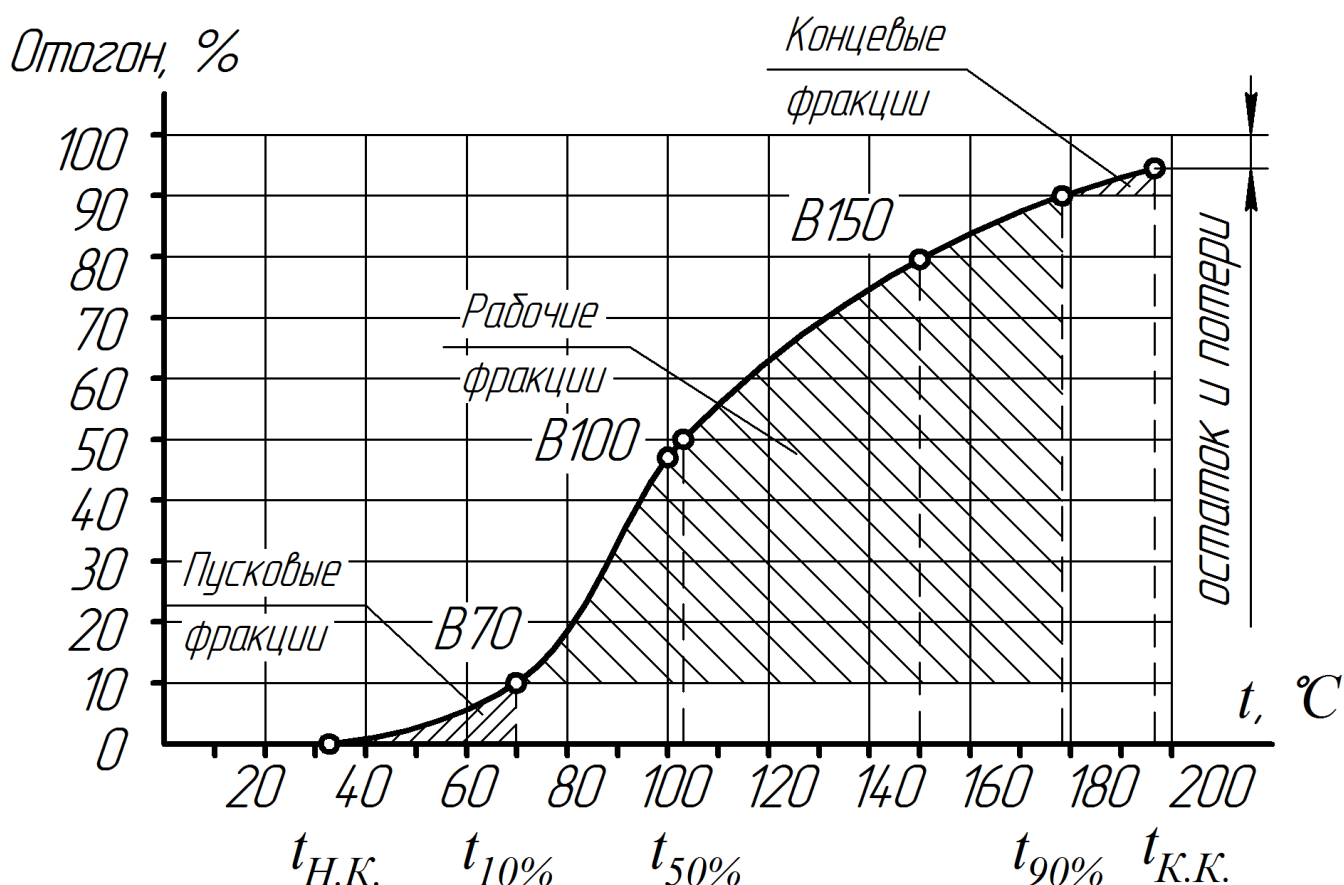


Рисунок 2.1 – Кривая фракционной разгонки автомобильного бензина

Первая пусковая фракция выкипания 10 % топлива (рисунок 2.1) характеризует легкость пуска двигателя. Чем ниже температура выкипания этой фракции, тем лучше пуск двигателя, меньше износ двигателя. Зная

температуру выкипания 10 % бензина $t_{10\%}$ и температуру начала кипения $t_{H.K.}$, можно определить минимальную температуру воздуха ($^{\circ}\text{C}$), при которой возможен легкий пуск двигателя $t_{ЛП}$, возможен $t_{ВП}$ и не возможен пуск $t_{НП}$:

$$t_{ЛП} = \frac{t_{10\%}}{1,25} - 59; \quad (2.1)$$

$$t_{ВП} = 0,5t_{10\%} - 50,5; \quad (2.2)$$

$$t_{НП} = 0,5t_{10\%} - 50,5 + \frac{(t_{H.K.} - 50)}{3}. \quad (2.3)$$

Для облегчения пуска холодных двигателей при температуре окружающего воздуха ниже -20°C следует применять специальные приспособления либо предварительно подогревать двигатель или же использовать бензин с более низким значением $t_{10\%}$. Легкие пусковые фракции топлива нужны главным образом в период пуска и прогрева двигателя, поэтому вид бензина для двигателя выбирают в зависимости от температуры окружающего воздуха.

В летнее время при относительно высокой температуре воздуха под капотом прогретого двигателя наиболее легкие фракции бензина испаряются в топливопроводах, что может привести к образованию паровых пробок и нарушению работы двигателя.

Температура образования паровых пробок $t_{ПП}$ определяется по следующей формуле:

$$t_{10\%} = 0,5t_{ПП} + 46,5. \quad (2.4)$$

Бензин с максимально допустимым значением $t_{10\%}$ должен обеспечивать легкий пуск холодного двигателя в зимнее время, а с минимально допустимым — надежную работу прогретого двигателя без образования паровых пробок.

Количество легкокипящих углеводородов в бензинах ограничивается также температурой начала кипения, которая для автомобильных бензинов всех марок должна быть не ниже 30°C . При таком условии уменьшаются потери легкокипящих углеводородов бензина от испарения при хранении в случае нагревания резервуаров солнцем.

Данные о фракционном составе и давлении насыщенных паров бензина не всегда позволяют достоверно оценить его склонность к образованию паровых пробок. При проведении исследовательских работ все чаще связывают склонность бензина к образованию паровых пробок с изменением отношения паровой фазы к жидкой при нагреве бензина. В результате испытаний бензиновых карбюраторных двигателей и двигателей с

непосредственным впрыском на семи сортах бензинов с различным фракционным составом предложено вычислять индекс паровых пробок (ИПП), характеризующий вероятность их образования, по формуле

$$ИПП = 10 \cdot ДНП + 7 \cdot В70, \quad (2.5)$$

где $ДНП$ – давление насыщенных паров, кПа.

Основным отклонением прогретых двигателей по сравнению с холодными было увеличение времени повторного запуска, а для карбюраторных двигателей наряду с этим наблюдали ухудшение динамики разгона. Время повторного запуска двигателей линейно возрастает по мере увеличения ИПП. При повышении давления подачи бензина температура форсунок повышается, что приводит к увеличению времени повторного пуска двигателя. Таким образом, характеристики работы двигателей при повышенных температурах зависят не только от испаряемости бензина, но также от температуры и давления в системе питания.

Часть бензина от 10 до 90 % выкипания называют рабочей фракцией. Температура ее испарения не должна быть выше 160...180°C. Чем однороднее углеводородный состав бензина, тем более круто поднимается кривая разгонки в своей средней части. Бензин с таким характером кривой разгонки позволяет двигателю устойчиво и экономично работать на всех эксплуатационных режимах. В соответствии со стандартом рабочую фракцию нормируют по температуре выкипания 50 % бензина или объемом топлива перегнанного при температуре 100°C.

Температура выкипания 50% топлива $t_{50\%}$ для автомобильных бензинов должна быть не более 120 °C. Топливо с такой $t_{50\%}$ обеспечивает быстрый прогрев двигателя, плавный перевод двигателя с одного скоростного режима работы на другой. Увеличение этой температуры снижает приемистость двигателя.

Тяжелые углеводороды бензина в интервале от 90 % выкипания до конца кипения представляют собою концевые, или хвостовые, фракции, которые крайне нежелательны в топливе. От $t_{90\%}$ (В150) зависит состав смеси в конце такта сжатия, от которого зависит приемистость горячего двигателя, переход с низких частот на высокие и обратно.

Большое количество концевых фракций приводит к отрицательным явлениям при работе двигателя: неполному сгоранию топлива, повышению износов деталей за счет смывания смазки с гильз цилиндров и разжижения моторного масла в двигателе, увеличению нагарообразования. Чем меньше интервал температур от точки выкипания 90 % бензина до конца кипения, тем качество его выше.

При перегреве остатка может начаться его термическое разложение, что сопровождается образованием белых плотных паров.

Метод определения фракционного состава светлых нефтепродуктов предназначается для бензинов (за исключением газового), лигроина, керосина, дизельного топлива.

2.2 Оборудование и материалы

Установка для разгонки нефтепродуктов (рисунок 2.2), мерные стеклянные цилиндры на 100 и 20 см³, колба с отводной трубкой емкостью 125 см³, электроплитка закрытого типа мощностью до 1000 Вт с регулятором нагрева, термометр ТИН-4-1 на 360 °С с делением через 1 градус, бензины автомобильные по ДСТУ 4063-2001, ДСТУ 4839:2007, лед, вата.

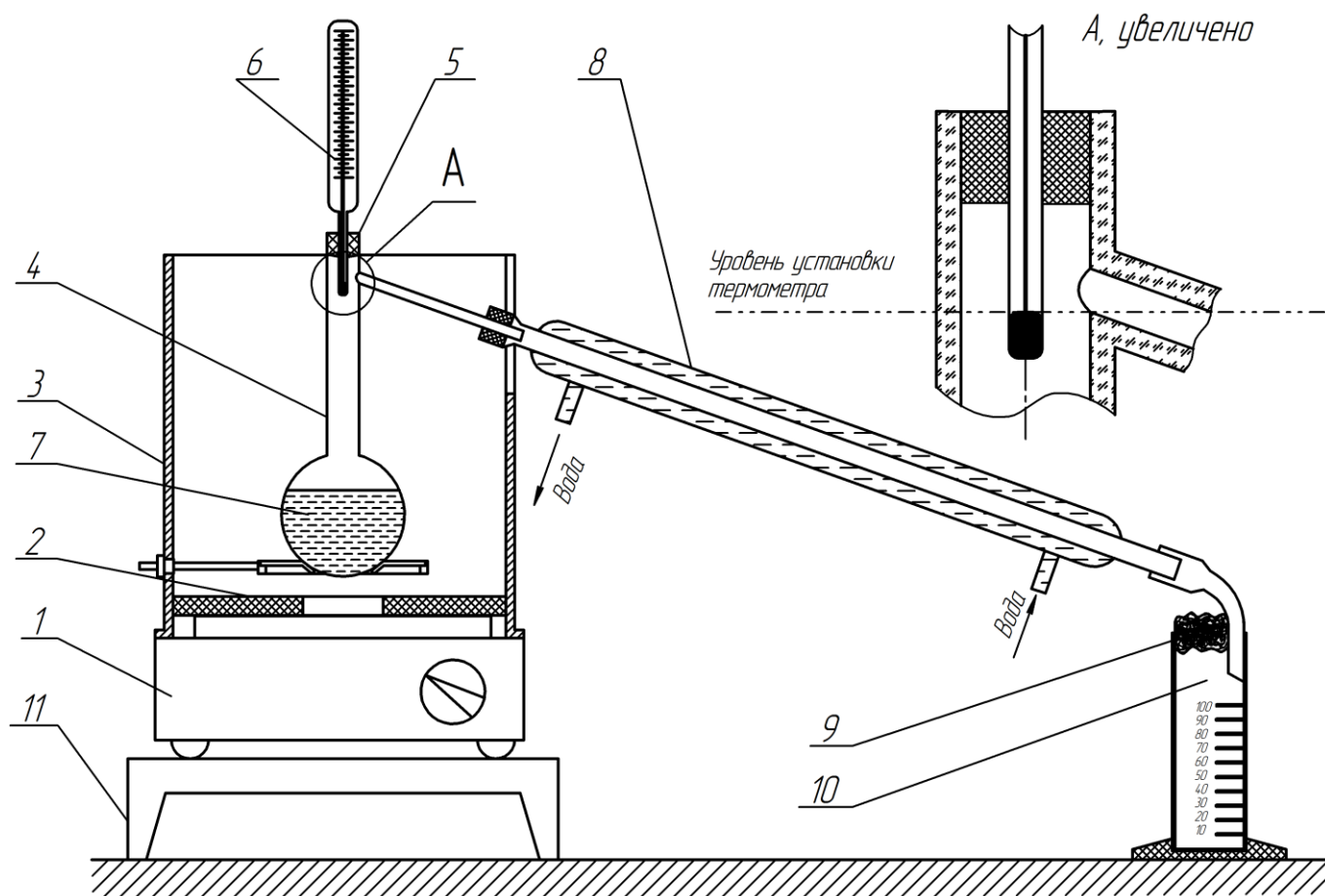


Рисунок 2.2 – Схема установки для фракционной разгонки светлых нефтепродуктов:

- 1 – печь; 2 – асбестовая или керамическая прокладка;
 3 – термоотражающий кожух с держателем колбы; 4 – колба с отводом;
 5 – пробка колбы; 6 – термометр; 7 – топливо; 8 – водяной холодильник;
 9 – вата; 10 – мерный цилиндр

2.3. Порядок выполнения экспериментальных исследований

- 1) Заготовить таблицу записи результатов (таблица 2.1).
- 2) Сухим и чистым мерным цилиндром 10 отмерить 100 см³ бензина и осторожно перелить его в колбу 4 так, чтобы бензин не попал в отводную трубку колбы (рисунок 2.2). Испытуемый бензин должен иметь температуру 13–18 °С.

Таблица 2.1– Результаты экспериментальных исследований

	Температура, °С										
	начала кипения	отгона, %									конца кипения
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	
Измеренная											
Поправка											
Приведенная											
Количество, %											
перегнанного бензина		остаток в колбе					потери				
B70		B100					B150				

3) В шейку колбы с бензином вставить термометр 6, вмонтированный в плотно пригнанную пробку 5 так, чтобы ось термометра совпала с осью шейки колбы, а верхний край ртутного шарика термометра находился на уровне нижнего края отводной трубки в месте припоя.

4) Отводную трубку колбы соединить с верхним концом трубки холодильника 8 при помощи плотно пригнанной пробки так, чтобы отводная трубка колбы входила в трубку холодильника на 25...50 мм и не касалась стенок последней.

5) Колбу 4 с бензином установить на держатель колбы.

6) Измерительный цилиндр 10, которым отмерялся бензин, не высушивая, подставить так, чтобы сливная трубка холодильника входила в цилиндр не менее чем на 25 мм, но не ниже метки 100 см³ и не касалась его стенок. Отверстие цилиндра прикрыть сверху ватой 9 или листом фильтровальной бумаги.

7) Заполнить холодильник водой и поддерживать ее уровень постоянным немного выше сливного отверстия. Циркуляция воды должна быть постоянной. Вода должна иметь температуру 0...1 °С.

8) Определить барометрическое давление.

9) Отрегулировать нагрев колбы так, чтобы первая капля дистиллята упала из трубки холодильника в мерный цилиндр не ранее, чем через 5 и не позже, чем через 10 минут после начала нагревания.

10) Записать температуру падения первой капли как температуру начала кипения.

11) После падения первой капли перегонку вести с равномерной скоростью 4...5 см³ в минуту (2...2,5 капли в секунду), при этом первые 5% должны быть отогнаны за 60..75 с. Измерительный цилиндр пододвинуть к концу трубки холодильника так, чтобы дистиллят стекал по стенке цилиндра.

12) Записать температуры, соответствующие моментам, когда уровень жидкости в мерном цилиндре доходит до делений, соответствующих 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90% от первоначально взятого количества бензина 100 см³.

13) После того как уровень бензина в цилиндре достигнет 95 см^3 , усилить нагрев колбы так, чтобы до конца разгонки прошло от 3 до 5 минут.

14) Записать температуру конца перегонки. Для автомобильных бензинов моментом конца перегонки считается момент, когда ртутный столбик термометра после некоторой остановки на какой-то высоте начнет опускаться. Максимальную температуру, показанную термометром, записывают как температуру конца кипения.

15) Выключить нагревательный элемент и дождаться остывания установки.

16) Записать объем перегнанного топлива с точностью до $0,5 \text{ см}^3$. Остаток из колбы перелить в малый мерный цилиндр и записать его объем с точностью до $0,5 \text{ см}^3$.

2.4. Порядок проведения теоретических расчетов

1) Разность между 100 см^3 и суммой объема отогнанного продукта и остатка записать как потери при перегонке.

2) Привести температуры к нормальному барометрическому давлению $101,3 \cdot 10^3 \text{ Па}$ (760 мм рт. ст.) с точностью до $0,5^\circ \text{C}$ по формуле

$$t_{np} = t_{зам} + C, \quad (2.6)$$

где $t_{зам}$ — замеренная температура.

C — поправка на барометрическое давление, вычисляется по формуле 2.7 или выбирается из таблицы А.5;

$$C = 0,00009 (101,3 \cdot 10^3 - P_b) (273 + t_{зам}), \quad (2.7)$$

где P_b — барометрическое давление, во время испытания, Па.

Поправки больше нуля в случае, когда барометрическое давление ниже $101,3 \cdot 10^3 \text{ Па}$ и меньше нуля, когда давление выше $101,3 \cdot 10^3 \text{ Па}$.

3) Вычертить график перегонки топлива (рисунок 2.1).

4) По кривой разгонки определить объем перегнанного топлива при температурах 70 , 100 и 150°C (В70, В100 и В150). Значения занести в таблицу 2.2.

5) Рассчитать индекс паровой пробки по формуле (2.5). Значения ДНП взять по ДСТУ 4839:2007 (таблица А.3).

6) По номограмме (рисунок А.1) определить класс испаряемости.

5) Рассчитать минимальную температуру воздуха, при которой возможен пуск двигателя по формулам (2.1)–(2.3).

6) Рассчитать температуру возникновения воздушных пробок $t_{ВП}$ из формулы (2.4).

2.5. Содержание отчета

- 1) Ответы на контрольные вопросы.
- 2) Схема установки (рисунок 2.2) и ее описание.
- 3) Методика проведения эксперимента.
- 4) Таблица 2.1 с результатами эксперимента.
- 5) График перегонки топлива.
- 6) Результаты расчетов.
- 7) Выводы. Сравнить полученные результаты с требованиями стандарта и дать заключение о годности топлива к применению в виде таблицы 2.2.

Таблица 2.2 – Результаты определения фракционного состава

Параметр	ДСТУ 4063–2001	ДСТУ 4839:2007	Измеренное значение
Класс испаряемости			
Температура, °C:			
начала кипения			
перегонки 10%			
перегонки 50%			
перегонки 90%			
конца кипения			
Объем, %:			
B70			
B100			
B150			
остаток			
остаток и потери			
Давление насыщенных паров, кПа			
Индекс паровой пробки, для классов C–F			

2.6. Контрольные вопросы

- 1) Что выражают показатели фракционного состава топлива?
- 2) Что такое фракционирование топлива во впускном трубопроводе?
- 3) Каково влияние каждой фракции бензина на работу автомобильного двигателя?
- 4) Как влияет фракционный состав бензина на экономичность работы двигателя?
- 5) Чем отличаются летние и зимние сорта бензинов?
- 6) Как влияет температура конца перегонки на работу двигателя?
- 6) Что необходимо сделать при образовании паровых пробок?

3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Цель работы: изучить методики определения качеств дизельного топлива, характеризующего его основные свойства.

Лабораторная работа рассчитана на 2 занятия.

3.1. Теоретический раздел

Для обеспечения долговечной и экономичной работы дизеля топливо должно отвечать следующим требованиям:

- иметь хорошие смесеобразование и воспламеняемость;
- обладать соответствующей вязкостью;
- иметь хорошую прокачиваемость при различных температурах окружающей среды;
- не содержать сернистых соединений, водорастворимых кислот и щелочей, механических примесей и воды.

Наличие растворенных смол в дизельном топливе придает ему окраску. В зависимости от количества смол и их состава цвет топлива изменяется от желтого до светло-коричневого. Чем светлее топливо (меньшая интенсивность окраски), тем меньше в нем смолистых веществ и тем выше его качество.

Запах у дизельного топлива нерезкий из-за более тяжелого его фракционного состава. Зимние сорта дизельного топлива мало отличаются по фракционному составу от керосинов, поэтому по запаху они в определенной степени могут быть схожи с керосином.

Вязкостью называется свойство, проявляющееся в сопротивлении, которое оказывает жидкость при перемешивании ее слоев под действием внешних сил. Вязкость влияет на качество распыления топлива в камере сгорания. Различают динамическую и кинематическую вязкость. Для нефтепродуктов наиболее распространено определение кинематической вязкости с помощью капиллярных вискозиметров типа ВПЖ-4.

Кинематическая вязкость – отношение динамической вязкости жидкости к ее плотности ρ_t (при температуре определения), мм²/с:

$$\nu_t = \frac{\eta_t}{\rho_t} . \quad (3.1)$$

Определение вязкости с помощью капиллярных вискозиметров основано на том, что вязкость жидкости прямо пропорциональна времени истечения одинакового количества ее через один и тот же капилляр, обеспечивающий ламинарность потока.

Свойство дизельного топлива, характеризующее мягкую или жесткую работу дизеля, оценивают по его самовоспламеняемости. Эту

характеристику определяют путем сравнения работы стандартного дизеля на испытуемом и на эталонном топливе. Оценочными показателями при этом служат цетановое число и цетановый индекс топлива.

Цетановое число – процентное (по объему) содержание цетана в смеси его с альфаметилнафталином, которая по самовоспламеняемости равноценна испытуемому в стандартном двигателе топливу.

Цетановый индекс – показатель, косвенно характеризующий цетановое число и испаряемость дизельных топлив. По дизельному индексу определяется цетановое число в случае невозможности определения последнего на установке. Так как расчетное значение цетанового индекса зависит от углеводородного состава дизельного топлива, то большое отклонение цетанового индекса от стандартного значения может говорить о наличии большого количества присадок, улучшающих воспламенение, в топливе.

Коэффициент фильтруемости – показатель, указывающий наличие в дизельных топливах загрязнений. Рассчитывается как отношение времени фильтрования через бумажный фильтр при атмосферном давлении десятой фильтруемой порции к первой. Для дизельных топлив не более 3,0.

В ДСТУ 4840:2007 загрязненность топлива нормируется содержанием воды и механических примесей.

Фракционный состав дизельного топлива нормируется по ДСТУ 3868–99 температурами выкипания 50% и 96% топлива, а по ДСТУ 4840:2007 объемами, испаряющийся при температурах 250 и 350⁰С и температура перегонки 95% топлива.

3.2. Оборудование и материалы

Дизельные топлива по ДСТУ 3868–99 и ДСТУ 4840:2007, стеклянные цилиндры диаметром 40... 55 мм, нефтеденсиметр, пробирки химические, фильтровальная бумага, вискозиметр ВПЖ-4, прибор для определения коэффициента фильтруемости, установка для фракционной разгонки нефтепродуктов, термометры.

3.3. Порядок проведения экспериментальных исследований

Лабораторное занятие №1

3.3.1. Оценка дизельного топлива по внешнему виду

Налить в стеклянные цилиндры диаметром 40–50 мм дизельное топливо. Определить визуально цвет топлива, прозрачность наличие воды и механических примесей.

3.3.2 Определение плотности

Произвести измерение плотности дизельного топлива с помощью нефтенсимиетра. Измерение плотности и приведение плотности к нормальной проводить согласно методике изученной в лабораторной работе №1.

3.3.3 Определение вязкости дизельного топлива

Стандарты предусматривают определение кинематической вязкости дизельных топлив при температуре 20°C (ДСТУ 3868–99) и 40°C (ДСТУ 4840:2007). Определение вязкости производится с помощью вискозиметра ВПЖ-4 в следующем порядке.

1) Тщательно промытый и просушенный вискозиметр наполнить чистым испытуемым дизельным топливом. Для этого надевают на отводную трубку 7 (рисунок 3.1) резиновую трубку.

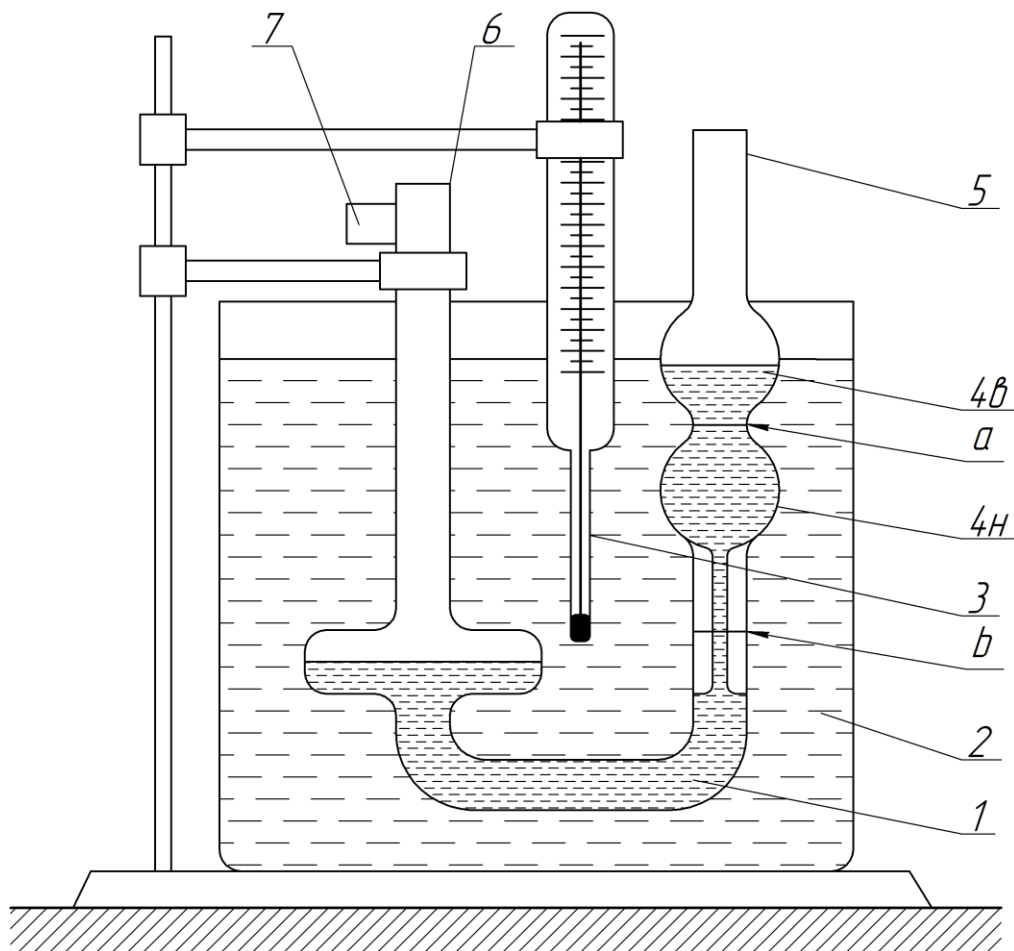


Рисунок 3.1 – Схема установки для определения кинематической вязкости нефтепродуктов:

- 1 — вискозиметр ВПЖ-4; 2 — термостат; 3 — термометр; 4н — нижнее расширение; 4в — верхнее расширение; 5 — колено вискозиметра; 6 — широкое колено вискозиметра; 7 — отводная трубка

Зажав пальцем колено 6 и перевернув вискозиметр, опустить колено 5 в сосуд с испытуемым топливом. Засосать с помощью резиновой груши нефтепродукт до метки «б» следя за тем, чтобы в капилляре и в расширениях 4в и 4н не образовалось пузырьков воздуха. При достижении уровня жидкости до отметки «б» вискозиметр вынимают из сосуда и быстро переворачивают в нормальное положение. Снять с внешней стороны колена 5 избыток нефтепродукта.

2) Наполненный вискозиметр погрузить в заранее подготовленный термостат 2, в котором поддерживается постоянная температура 20°C или 40°C. Закрепить в штативе вискозиметр в строго вертикальном положении так, чтобы расширение 4в было погружено в жидкость наполовину. Для контроля температуры установить термометр 3.

3) С помощью резиновой трубки с грушей, одетой на колено 5 засосать топливо выше метки «а», следя за тем, чтобы не образовывались пузырьки воздуха и разрывы слоя топлива.

4) Снять резиновую трубку с колена 5 и наблюдать за истечением топлива из верхнего расширения 4в вискозиметра. Когда его уровень достигнет метки «а» включить секундомер и остановить его в момент прохождения уровня метки «б».

5) Проведя измерения пять раз, определить среднее значение времени истечения и вычислить кинематическую вязкость, мм²/с

$$\nu_t = T \cdot C, \quad (3.2)$$

где T – среднее время истечения топлива, с;

C – постоянная вискозиметра (берется из паспорта на вискозиметр, номер его и диаметр капилляра указываются на расширениях 4в и 4н соответственно), мм²/с².

3.3.4. Испытание на медной пластинке

В данной лабораторной работе производится ускоренное испытание на медной пластинке.

1) Взять медную пластинку размером 40×10×2 мм и зачистить ее с помощью наждачной бумаги.

2) Налить в коническую колбу дизельное топливо и поместить в неё медную пластинку.

3) Закрыть колбу пробкой с обратным холодильником.

4) Установить колбу на водяную баню таким образом, чтобы уровень воды был выше уровня топлива.

5) Довести воду до кипения и через 15-18 минут снять колбу с водяной бани.

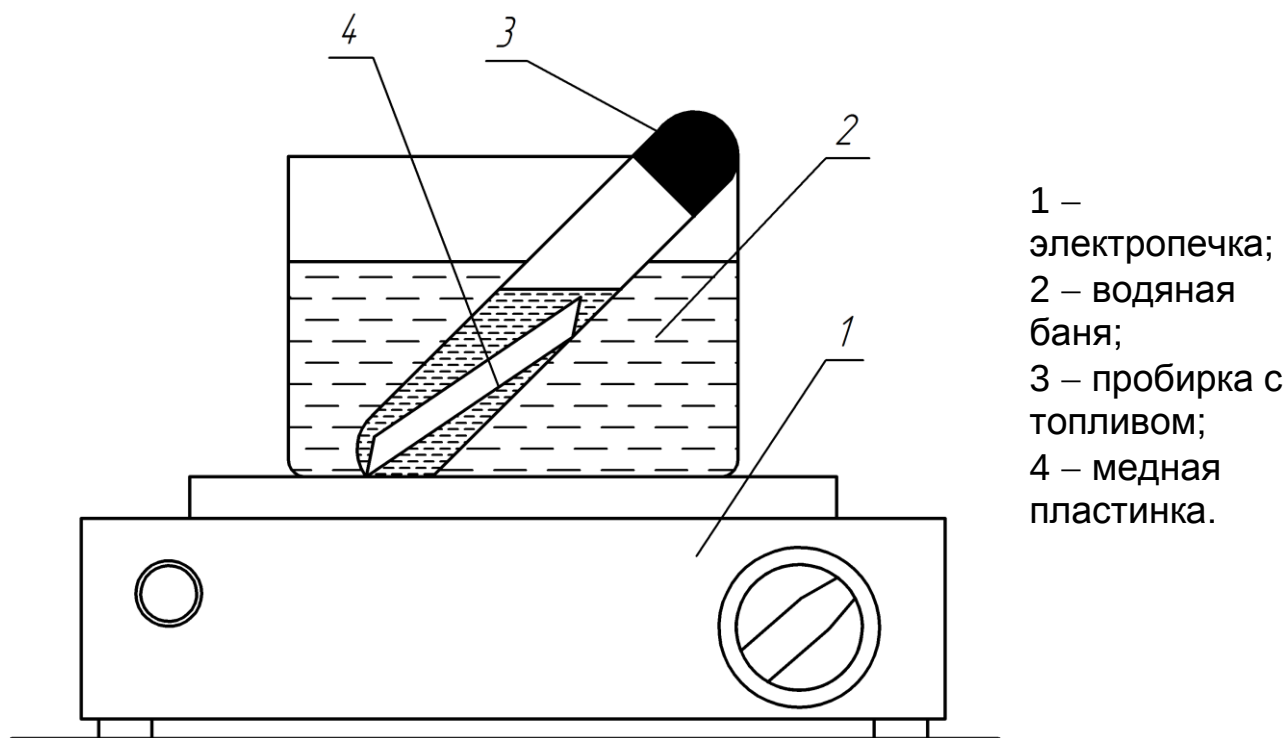


Рисунок 3.2 – Испытание на медной пластинке

6) Достать пластинку с помощью пинцета и рассмотреть. Если на ней наблюдается черный, темно-коричневый или серый налет, то это указывает на наличие в топливе активных сернистых соединений. Топливо в этом случае считается не прошедшим испытание. Классы степени коррозии приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Классы степени коррозии при испытании на медную пластинку

Класс	Степень коррозии	Описание пластинки после испытаний
1	Незначительное потускнение	а) Светло-оранжевый, почти такого же цвета, как и свежее отшлифованная пластинка; б) темно-оранжевый
2	Умеренное потускнение	а) Темно-красный; б) бледно-лиловый; в) многоцветный; лиловато-синий (и/или), темно-красный с серебряным налетом; г) серебристый; д) латунно-желтый или золотистый
3	Сильное потускнение	а) Пурпурно-красный, нанесенный на пластинку латунно-желтого цвета; б) многоцветный с красным или зеленым оттенком (переливчатый), но не серый
4	Коррозия	а) Прозрачно-черный, темно-серый или коричневый с едва заметным переливчато-зеленым цветом; б) цвет графита или тускло-черный; в) блестяще-черный

Лабораторное занятие №2

3.3.5. Определение сезонности топлива

1) Поместить в стеклянный или металлический сосуд емкостью 2000 см³ снег или мелкий лед, в середину которого добавлено 3-4 ложки крупной соли.

2) Налить в пробирку на одну четверть дизельного топлива и закрыть пробкой с термометром.

3) Разместить пробирку и термометр вертикально в охлаждающей смеси.

4) Через 20 минут рассмотреть пробирку. Если топливо утратило прозрачность и в нем появилась муть, то испытуемое топливо летней марки.

3.3.6. Определение фракционного состава

Определить фракционный состав дизельного топлива по методике приведенной в лабораторной работе 2. Условия испытаний выдерживать согласно таблице А.6, для топлив группы 4.

Таблица 3.2 – Результаты определения фракционного состава дизельного топлива

дисольного топлива

	Температура, °C												
	начала кипения	отгона, %											конца кипения
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	96	
Измеренная													
Поправка													
Приведенная													
Количество, %													
перегнанного топлива		остаток в колбе							потери				
B250						B350							

3.3.7. Определение в топливе воды

1) Налить в пробирку на одну четверть хорошо перемешанного дизельного топлива.

2) Наклонив пробирку на 45° от себя, осторожно подогреть дно пробирки спичками (1—2 спички).

3) При наличии воды в топливе появится пена. При большом количестве воды будет слышно потрескивание.

3.3.8. Определение коэффициента фильтруемости

- 1) Установить на штативе прибор для определения коэффициента фильтруемости.
- 2) Налить в прибор топливо до верхней риски.
- 3) Производить фильтрацию десяти порций топлива по 2 см³.
- 4) Измерить с помощью секундомера время фильтрации каждой порции топлива, при прохождении уровня топлива от верхней до средней риски.
- 5) Результаты измерений занести в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Определение коэффициента фильтруемости

Номер опыта		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Время фильтрации порции, с											
Коэффициент фильтрации	для порции										
	общий										

3.4. Порядок проведения теоретических расчетов

- 1) Произвести приведение плотности дизельного топлива к 15⁰С и 20⁰С, по формуле (1.2).
- 2) Привести температуры перегонки дизельного топлива к нормальному барометрическому давлению 101,3·10³ Па (760 мм рт. ст.) с точностью до 0,5⁰С по формуле (2.6).
- 3) Определить цетановое число (ЦЧ) через цетановый индекс (ЦИ) согласно ГОСТ 27768-88 по формуле (3.3) и номограмме (рисунок А.2).

$$ЦИ = 454,74 - 1641,41\rho_{15} + 774,74\rho_{15}^2 - 0,554 \cdot t_{50\%} + 97,803 (\lg t_{50\%})^2, \quad (3.3)$$

где ρ_{15} – плотность, приведенная к температуре 15 °С, г/см³;

$t_{50\%}$ – температура выкипания 50% топлива.

Определит ЦЧ по таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Зависимость ЦЧ от ЦИ

ЦИ	20	30	40	50	56	62	70	80
ЦЧ	30	35	40	45	50	55	60	80

- 4) Определить ЦЧ через среднюю температуру кипения и плотность при 15⁰С (г/см³):

$$ЦЧ = \frac{0,5(t_{HK} + t_{KK}) - 56}{5\rho_{15}}, \quad (3.4)$$

где t_{HK} , t_{KK} – температуры начала и конца кипения дизельного топлива, °С.

4) Определить ЦЧ через плотность и кинематическую вязкость:

$$ЦЧ = \frac{1,5879(\nu_{20} + 17,8)}{\rho_{20}}, \quad (3.4)$$

где ν_{20} – кинематическая вязкость топлива при 20 °С, мм²/с;

ρ_{20} – плотность топлива при 20 °С, г/см³.

6) Рассчитать коэффициент фильтруемости:

$$K\Phi = \frac{T_{\Phi}^{10}}{T_{\Phi}^1}, \quad (3.5)$$

где T_{Φ}^1 – время фильтрации первой порции с;

T_{Φ}^{10} – время фильтрации десятой порции.

3.4. Содержание отчета

1) Марка испытуемого дизельного топлива. Расшифровка марки.

2) Результаты определения качества дизельного топлива простейшими способами: внешний вид, цвет, прозрачность, наличие воды и механических примесей.

3) Результаты измерения плотности. Значение плотности дизельного топлива приведенное к 15°С и 20°С.

4) Схема прибора определения вязкости нефтепродуктов.

5) Результаты определения кинематической вязкости топлива.

6) Значение цетанового индекса по формулам 3.3 и 3.4.

7) Значение цетанового числа.

8) Схема проведения испытания на медную пластинку и результаты испытания.

9) Результаты определения сезонности топлива.

10) Результаты определения в топливе воды.

11) Расчет коэффициента фильтруемости.

12) Выводы. Указать область применения испытуемого дизельного топлива. Сравнить полученные результаты с требованиями стандарта применению в виде таблицы 3.5 и дать заключение о годности топлива.

Таблица 3.3 – Результаты определения качества дизельного топлива

Параметр	ДСТУ 3868–99	ДСТУ 4840:2007	Измеренное значение
1) Цетановое число, не менее			
2) Цетановый индекс, не менее			
3) Фракционный состав. - температура перегонки, не выше			
перегонки 50%			
перегонки 95%			
перегонки 96%			
- объем, %:			
B250			
B350			
4) Кинематическая вязкость, мм ² /с	$\nu_{20} =$	$\nu_{40} =$	
5) Испытание на медную пластину			
6) Коэффициент фильтруемости, не более			
7) Содержание механических примесей			
8) Содержание воды			
9) Плотность, кг/м ³ не более	$\rho_{20} \leq$	$\rho_{15} =$	$\rho_{20} =$ $\rho_{15} =$
10) Температура помутнения, °С	–	–	
11) Предельная температура фильтруемости °С			–

3.5. Контрольные вопросы

1) Назовите марки применяемого дизельного топлива и область их использования.

2) Как влияет наличие непредельных углеводородов и смол на работу топливной аппаратуры и дизельного двигателя?

3) Как изменяется качество распыления топлива в камере сгорания при повышении и понижении его вязкости?

4) Каким образом очищается дизельное топливо от механических примесей и воды?

5) Дать определение цетановому числу.

6) Методы определения цетанового числа.

7) Что характеризует цетановый индекс?

8) Дать определение коэффициенту фильтруемости дизельного топлива.

9) Устройство и принцип действия вискозиметра.

4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Цель работы: определить параметры, характеризующие качество моторного масла

4.1. Основные теоретические положения

Смазочными маслами называют жидкости, используемые в качестве смазочных материалов. Их применяют для уменьшения потерь на трение и для снижения износа трущихся деталей.

По происхождению масляной основы (базового масла) бывают нефтяными (минеральными), синтетическими и смешанными.

Классифицируются моторные масла на группы (в зависимости от эксплуатационных свойств), подгруппы (в зависимости от типа двигателя) и классы (по кинематической вязкости).

Качество моторных масел оценивается вязкостными и моющими свойствами, физической и химической стабильностью, коррозионностью, наличием примесей и воды, температурой вспышки, противоизносными свойствами и т.д.

Простейший способ оценки качества масла заключается в осмотре его пробы в стеклянном цилиндре диаметром 40...50 мм. При этом в нем не должно обнаруживаться ни взвешенных, ни осевших на дно частиц и воды.

Так как моторные масла содержат большое количество смол, то они непрозрачны в проходящем свете, следовательно, необходимо дополнительно фиксировать цвет и оттенок в отраженном свете. Запах у масел не резкий и является типичным для нефтепродуктов.

Температура вспышки в открытом тигле характеризует огнеопасность масла, а также дает представление о характере углеводородов, входящих в его состав и позволяет узнать о наличии примесей легкоиспаряющихся компонентов.

На температуру вспышки масел влияет атмосферное давление, что необходимо учитывать при ее определении.

Вязкость – один из важнейших показателей, характеризующих пригодность масла для применения в двигателе. Показателями вязкостных свойств являются вязкость при различных температурах, индекс вязкости и температура застывания.

От вязкости масла зависят: легкость пуска двигателя в холодную погоду, мощность двигателя (потери на трение), расход топлива, прокачиваемость масла.

Большое значение для обеспечения нормальной работы двигателя имеет характер изменения вязкости масла с изменением температуры. Желательно, чтобы при высоких температурах эксплуатации двигателей масло имело высокую вязкость для создания жидкостного трения, а при температурах пуска – низкую для уменьшения крутящего момента при

прокручивании коленчатого вала и обеспечения хорошей прокачиваемости масла в системе смазывания.

Для характеристики вязкости и вязкостно-температурных качеств моторных масел нормируется вязкость при определенных температурах, информация о которых включена в их маркировку (таблицы А.9, А.10).

Масла должны обладать оптимальной вязкостью при рабочей температуре. При изменениях температуры колебания вязкости должны быть минимальными. Количественно это требование выражают рядом показателей, которые называют вязкостно-температурными характеристиками. Основной из них — графическое представление зависимости кинематической вязкости от температуры масла.

Кинематическая вязкость определяется с помощью капиллярных вискозиметров (рисунок 3.1), диаметр капилляра которого больше 1,0 мм.

Индекс вязкости (ИВ) — условный показатель, получаемый путем сопоставления вязкости данного масла с двумя эталонными, вязкостно-температурные свойства одного из которых приняты за 100, а второго за единицу.

В основу определения ИВ положены универсальные секунды Сейболта, условные единицы вязкости. Так как их определение затруднительно, проще определять ИВ определяют при помощи номограммы (рисунок 4.3) или специальных таблиц, зная его вязкость при 50 и 100 °С. По стандарту ISO 2909:2002 индекс вязкости рассчитывается по вязкости при 40 и 100 °С.

Масло с большим индексом вязкости имеет лучшие вязкостно-температурные свойства, кривая вязкости носит более пологий характер, а значит выше его качество.

Построение вязкостно-температурной характеристики удобно производить в координатах Рама $\sqrt{\lg \eta} = f(t)$.

4.2 Оборудование и материалы

Стеклянные цилиндры диаметром 40...50 мм, установка для определения температуры вспышки масла, барометр, вискозиметр ВПЖ-4, стеклянный стакан, электроплитка, зажигалка, секундомер, термометр, резиновая трубка с грушей, образцы моторных масел.

4.3. Порядок проведения экспериментальных исследований

4.3.1. Оценка масла по внешним признакам

Залить масло в стеклянный цилиндр диаметром 40...50 мм. Определить визуально прозрачность масла в проходящем свете, наличие осадков и взвешенных включений, цвет в отраженном свете, запах масла. Записать наблюдаемые признаки в отчет.

4.3.2 Определение плотности

Произвести измерение плотности масла с помощью нефтеденсиметра.

Если нет необходимого денсиметра можно измерить плотность смеси масла с бензином. Плотность масла рассчитывается по формуле (4.1.)

Измерение плотности и приведение плотности к нормальной проводить согласно методике изученной в лабораторной работе №1.

4.3.3. Определение вязкостно-температурной характеристики и индекса вязкости моторного масла.

- 1) Установить в термостате температуру 20 °С.
- 2) Выдержать вискозиметр с маслом при данной температуре в течении 2 мин.
- 3) Определить вязкость по методике описанной в работе №3
- 4) Повторить опыт при температуре 50, 75 и 100 °С.
- 5) Результаты занести в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Результаты измерений и расчета вязкости

Величины	Температура масла, °С				
	20	40	50	75	100
Время истечения масла, с					
Постоянная вискозиметра, мм ² /с ²					
Вязкость, мм ² /с					

4.3.4. Определение температуры вспышки масла

1) Собрать оборудование в соответствии с рисунком 4.1 так, чтобы тигель 3 находился на слое песка толщиной 5...10 мм, а пространство между тиглем 3 и емкостью 4 засыпать песком на высоту 8...10 мм от края тигля.

2) Залить испытуемое масло в тигель до уровня песка и установить термометр в штатив.

3) Включить плитку на наибольшую скорость нагрева, а за 20°С до ожидаемой температуры вспышки (примерно около 200°С) уменьшить скорость нагрева до 5°С в минуту.

4) При температуре ниже ожидаемой на 10°С провести медленно на расстоянии 10...15 мм от поверхности масла открытым пламенем. Длина пламени должна быть 3...5 мм, а время передвижения пламени параллельно поверхности масла — 2...3 с. Такие испытания повторять через интервалы температуры масла 2°С до тех пор, пока над поверхностью не появится пробегающее и исчезающее пламя синего цвета. Температуру, показываемую термометром в этот момент, принимают за температуру вспышки масла. Записать опытное значение температуры вспышки в отчет.

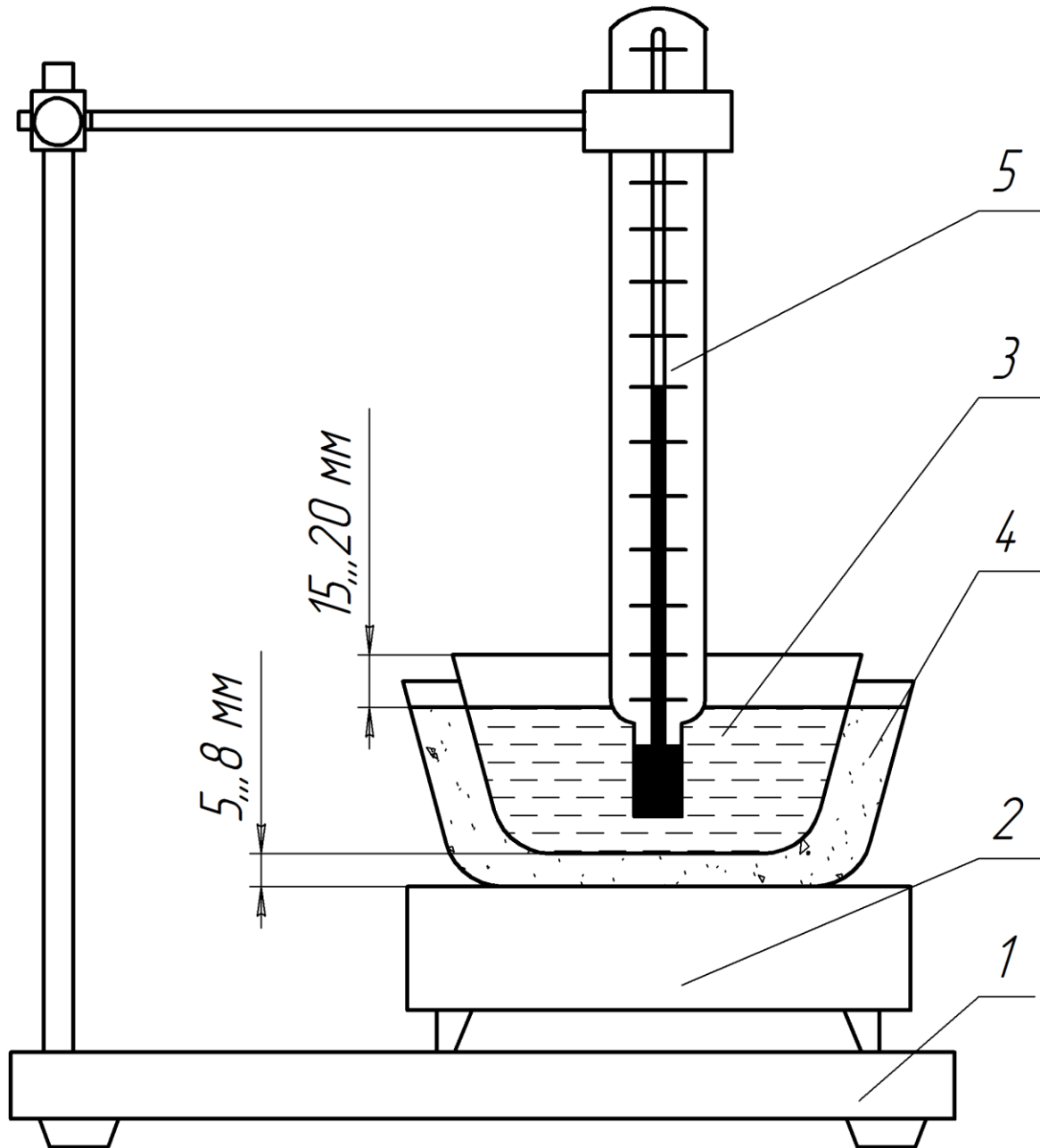


Рисунок 4.1 – Прибор для определения температуры вспышки масла:
 1 — штатив; 2 — электрическая плитка; 3 — тигель; 4 — песчаная баня;
 5 — термометр

4.3.5. Оценка моюще-диспергирующих свойств масел

- 1) Из прогретого двигателя, указателем уровня масла нанести каплю на фильтровальную бумагу.
- 2) После впитывания масла (примерно 2 ч) осмотреть полученную хроматограмму (рисунок 4.2).
- 3) Зарисовать хроматограмму и измерить средние диаметры масляного пятна D и центрального ядра.

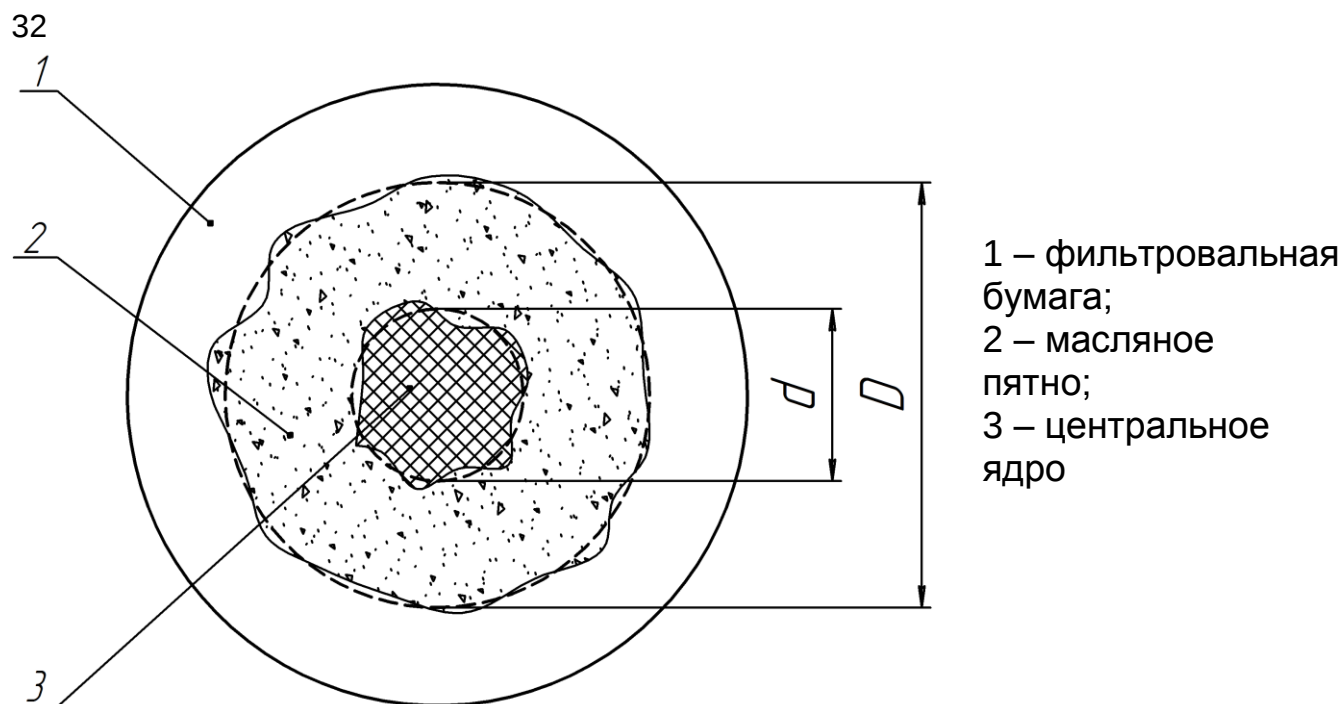


Рисунок 4.2 – Хроматограмма

4.4. Порядок проведения теоретических расчетов

1) В случае определения плотности масла ρ_M по плотности смеси ρ_C плотность масла рассчитать по формуле

$$\rho_M = 2\rho_C - \rho_P, \quad (4.1)$$

где ρ_P – плотность растворителя.

Привести измеренную плотность к стандартной температуре.

2) Определить вязкость масла при различных температурах по формуле (3.2). По результатам измерений (таблица 4.2) построить зависимость вязкости от температуры в логарифмических координатах Рама. При этом необходимо учитывать, что вязкостно-температурная характеристика в координатах Рама будет прямой.

3) Определить индекс вязкости масла.

Способ 1. Для определения индекса вязкости воспользоваться номограммой для вычисления индекса вязкости (рисунок 4.3). Отметить на номограмме точки, соответствующие вязкости масла при 50 и 100 °С. Провести с них линии, параллельные осям номограммы, до пересечения линий. Точка их пересечения, расположенная на линии индекса вязкости укажет его значение. Записать значения вязкости масла при 50 и 100 °С и индекса вязкости в отчет.

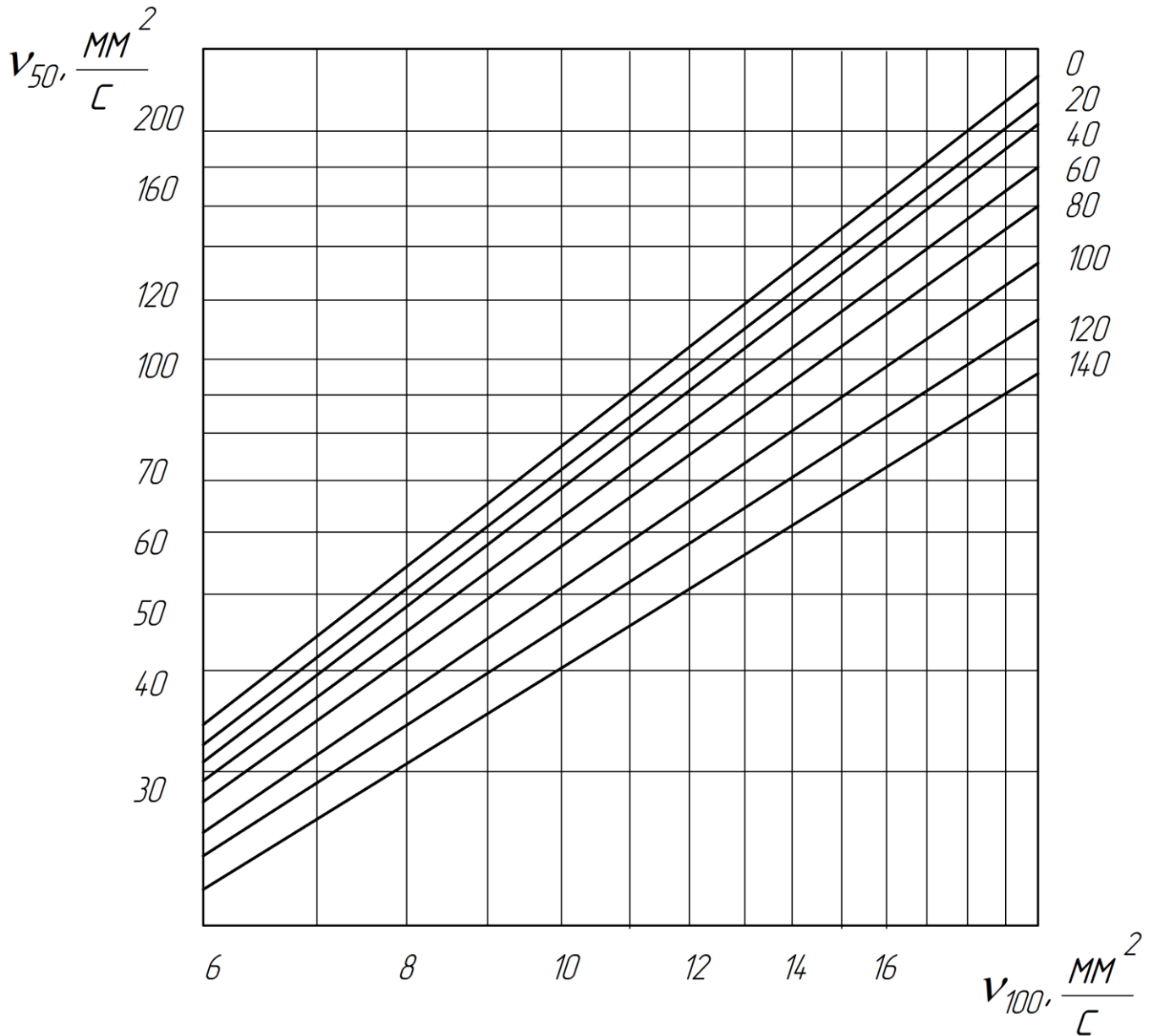


Рисунок 4.4 – Номограмма для определения индекса вязкости

Способ 2. Произвести расчет индекса вязкости по методу Б ISO 2909:2002 для масел с кинематической вязкостью при 100°C от 2 до 70 мм²/с:

$$ИБ = \frac{(10^n) - 1}{0,00715} + 100, \quad (4.2)$$

где $n = \frac{\lg H - \lg \nu_{40}}{\lg \nu_{100}};$

H – кинематическая вязкость при температуре 40°C нефтепродукта имеющего $ИБ=100$ и такую же кинематическую вязкость при температуре 100°C, что и испытуемый нефтепродукт, мм²/с. Определяется из таблицы А.11.

4) Рассчитать отношение вязкости при 50⁰С к вязкости при 100⁰С.

Для летних моторных масел $\frac{\nu_{50}}{\nu_{100}} \leq 6$, для зимних масел $\frac{\nu_{50}}{\nu_{100}} \leq 4$.

5) Рассчитать температурный коэффициент вязкости (ТКВ)

$$TKB_{0-100} = \frac{(\nu_0 - \nu_{100})}{\nu_{50}}, \quad (4.3)$$

Для зимних масел $TKB_{0-100} \leq 22$, для всесезонных $TKB_{0-100} \leq 25$, для летних $TKB_{0-100} \leq 35-40$.

6) При атмосферном давлении, отличном от нормального, рассчитать реальную температуру вспышки масла по формулам (2.6), (2.7).

7) Рассчитать диспергирующую способность масла:

$$ДС = 1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2. \quad (4.4)$$

Диспергирующие свойства считаются удовлетворительными, если $ДС > 0,3$.

4.4. Содержание отчета

- 1) Теоретические сведения.
- 2) Марки исследуемых масел и расшифровка их обозначения.
- 3) Результаты оценки масла по внешним признакам.
- 4) Результаты определения вязкостно-температурных характеристик масел: таблица 4.1, график зависимости вязкости от температуры, расчет вязкостно-температурных характеристик масел.
- 5) Результаты определения температуры вспышки масла: схема установки для определения вспышки масла, атмосферное давление в момент проведения экспериментов, температура вспышки масла измеренная и приведенная к нормальному значению.
- 6) Результаты оценки моюще-диспергирующих свойства масла.
- 10) Выводы: сравнить полученные значения со значениями из спецификации на масло в форме таблицы 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты измерений

Параметр	Значение по спецификации	Измеренное значение
Плотность при 15 ⁰ С, кг/м ³		
Вязкость кинематическая, мм ² /с при 40 ⁰ С при 100 ⁰ С		
Вязкость динамическая CCS при –25 ⁰ С (10W), сП		
Индекс вязкости		
Температура вспышки, ⁰ С		
Температура застывания, ⁰ С		
Сезонность		
Диспергирующие свойства	–	

4.5. Контрольные вопросы

- 1) Перечислите показатели качества масла.
- 2) Что характеризует температура вспышки масла, порядок ее определения и применяемое оборудование?
- 3) Дайте классификацию моторных масел.
- 4) Перечислите примеры обозначения моторных масел.
- 5) Дайте определение вязкости масел.
- 6) Что называется динамической и кинематической вязкостью, их размерности?
- 7) Как влияет вязкость на работу двигателя?
- 8) Устройство и принцип действия прибора для определения вязкости масла?
- 9) Порядок определения вязкости.
- 10) Как обозначается вязкость в маркировке масел?
- 11) Что называется индексом вязкости масла и как его определить?

5. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК

Цель работы: – закрепление знаний марок пластичных смазок;
– изучение методов определения контрольного анализа пластичных смазок.

5.1 Теоретическая раздел

Пластичные смазки применяются для таких трущихся деталей механизмов, где по конструкционным особенностям не могут удерживаться или регулярно подаваться жидкие масла, т. е. когда использование минеральных масел невозможно или нерационально.

В качестве примера таких узлов, используемых на автомобилях, можно назвать подшипники колес, шарниры различного рода приводов и т. д.

Эксплуатационные требования к качеству смазок следующие:

- смазки должны быть однородными,
- обладать определенными механическими свойствами,
- оказывать минимальное коррозионное воздействие на металлы,
- не должны содержать воды и механических примесей.

При оценке смазки по внешним признакам обращается внимание на ее цвет, состояние ее поверхностного слоя и ее однородности.

Цвет зависит от состава смазки и технологии ее приготовления.

Смазки, в которых не содержатся специальные добавки, имеют цвет от светло-желтого до темно-коричневого. Наиболее ярко выраженный цвет имеют смазки графитная и № 158. Первая имеет черный цвет, вторая — синий.

Однородность — одно из важнейших требований, предъявляемых к пластичным смазкам. При внешнем осмотре определяется, прежде всего, отсутствие выделения из смазки жидкой фазы (масла). Затем однородность проверяется с помощью стеклянной пластинки, на которую наносится слой смазки толщиной 1—2 мм. При рассмотрении этого слоя невооруженным глазом в проходящем свете не должны обнаруживаться капли масла, комки загустителя, твердые включения.

Испытание пластичной смазки на растворимость в воде и бензине позволяет определить загуститель данной смазки, так как известно, что натриевые смазки обладают слабой водоустойчивостью, а кальциевые и литиевые не растворимы в воде и бензине, хотя с бензином они образуют тягучие, но непрозрачные системы. Поэтому отличить их друг от друга можно только по температурам каплепадения.

Полное же растворение пластичной смазки возможно в нагретой до кипения воде. При этом будет образован мутный (мыльный) раствор с плавающим на его поверхности слоем жидкого масла, что говорит о принадлежности данного образца к натриевым смазкам. Однако если после охлаждения вода станет прозрачной или слегка мутной, а на ее поверхности

будет находиться слой смазки, то данная смазка считается нерастворимой в воде.

Чтобы проверить смазку на растворимость в бензине, надо смешать ее с ним в соотношении 1:4 при температуре 60 °С. Если при этом образуется совершенно прозрачный раствор, имеющий при просвечивании цвет испытуемого образца, то смазка считается растворимой в бензине. В бензине растворяются смазки с углеводородными загустителями.

Одной из причин перехода пластичной смазки в жидкое состояние является чрезмерное ее нагревание.

Для определения температуры каплепадения смазки пользуются прибором (ГОСТ 6793—74), схема которого показана на рисунке 5.1.

К нижней части термометра прикрепляется металлическая гильза 2, в которой за счет трения держится стеклянная чашечка 1 с калиброванным донным отверстием. Заполненная смазкой чашечка вставляется в гильзу, а собранный прибор (чашечка, гильза и термометр) вставляются в стеклянную муфту так, чтобы расстояние от ее дна до низа чашечки составляло 25 мм. Муфта погружается в стакан с водой или глицерином и закрепляется в штативе. При этом глубина погружения должна составлять 150 мм. Затем ведется нагрев жидкости в два этапа. На первом этапе скорость нагрева не нормируется и он ведется до температур:

30 °С — для низкоплавких смазок;

60 °С — для среднеплавких;

110 °С — для натриевых;

150 °С — для литиевых.

На втором этапе темп нагрева должен составлять 1 °С в минуту. На обоих этапах жидкость в стакане следует периодически помешивать.

Температура, при которой в процессе нагревания падает из чашечки первая капля испытуемой смазки, считается температурой каплепадения.

Если смазка не образует капли, а вытягивается из чашечки в виде цилиндра, то за температуру каплепадения принимают ту, при которой выходящий столбик смазки коснется дна муфты.

Пенетрация характеризует густоту смазки. Значение пенетрации, выражаемое целым числом десятых долей миллиметра по шкале пенетromетра, представляет собой глубину погружения в смазку стандартного конуса под действием собственной массы (150 г) в течение 5 с. Если пенетрация смазки равна 250, это значит, что конус за 5 с опустился в смазку на глубину 25 мм. Чем выше значение пенетрации, тем меньше густота (консистенция) данной смазки. Смазки с большим значением пенетрации применяются зимой, с меньшим—летом. Пенетрацию смазок определяют в соответствии с ГОСТ 5346—78. Для смазок значение пенетрации равно 200...400.

5.2 Оборудование и материалы

Стеклянная пластинка, шпатель, образцы испытуемых смазок, пробирки, стеклянная палочка, дистиллированная вода, бензин неэтилированный; плитка электрическая, водяная баня, прибор для определения температуры каплепадения смазок, секундомер, стеклянный термостойкий стакан, глицерин, кольцевая металлическая мешалка.

5.3 Порядок проведения лабораторных исследований

5.3.1 Оценка пластичной смазки по внешним признакам

- 1) Смазку при помощи шпателя нанести на стеклянную пластинку слоем 1—2 мм. При этом допускается образование пузырьков воздуха.
- 2) Осмотреть слой смазки в проходящем свете и определить наличие или отсутствие в ней капель масла, комков загустителя, посторонние твердые включения.
- 3) Результаты оценки записать в отчет.

5.3.2. Определение растворимости смазки в воде и бензине

- 1) Образец смазки в количестве примерно по 1 грамму при помощи стеклянной палочки поместить на самый низ двух пробирок.
- 2) В одну из пробирок добавить четырехкратное количество дистиллированной воды.
- 3) Во вторую пробирку добавить четырехкратное количество бензина.
- 4) Соблюдая осторожность, довести до кипения воду в первой пробирке.
- 5) Определить растворимость смазки в воде и результат записать в отчет.
- 6) Подогреть вторую пробирку до температуры 60 °С (нагрев определить на ощупь).
- 7). Определить растворимость смазки в бензине и результат записать в отчет.

5.3.3. Определение температуры каплепадения смазки

- 1) Вынуть чашечку 1 (рисунок 5.1) из прибора и заполнить ее с помощью шпателя смазкой, которая подлежит испытанию, не допуская образования пузырьков воздуха в смазке.
- 2) Вставить чашечку обратно в металлическую гильзу 2 до упора и снять шпателем выдавленную термометром 6 смазку заподлицо с нижним обрезом чашечки.

3) Собранный прибор укрепить с помощью пробки 5 в стеклянной муфте 4 так, чтобы расстояние от ее дна до низа чашечки составляло 25 мм.

4) Муфту вместе с прибором погрузить в стакан 4 с водой или глицерином и закрепить в штативе так, чтобы глубина погружения составляла 150 мм.

5) Помешивая с помощью мешалки жидкость, на электроплитке нагревать стакан до температур указанных в разделе 5.1.

6) После прохождения указанных температур скорость дальнейшего нагрева поддерживать в пределах 1° в минуту.

7) Зафиксировать температуру, при которой из чашечки упадет первая капля смазки или ее выползающий столбик коснется дна муфты.

8) Результат округлить до целых единиц и записать в отчет.

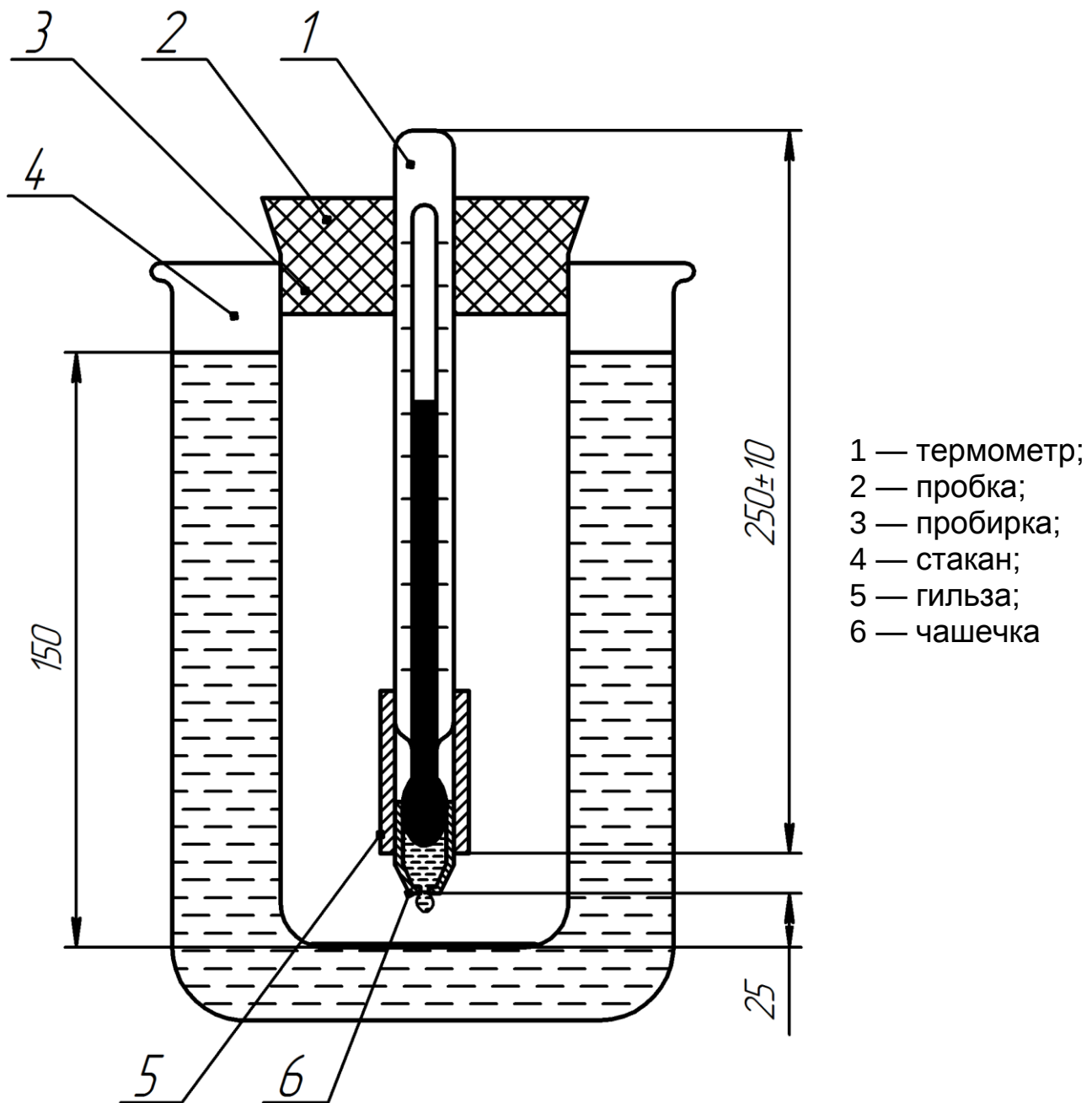


Рисунок 5.1 – Схема прибора для определения температуры каплепадения

5.4.4. Определение пенетрации

- 1) Наполнить стакан испытуемой смазкой, без образования пузырьков
- 2) Подвести конус к поверхности смазки и закрепить кронштейн.
- 3) Опустить кремальеру до касания с хвостовиком плунжера.
- 4) Нажать пусковую кнопку, через 5 с отпустить.
- 5) Опустить кремальеру до касания с хвостовиком плунжера и снять показания.

Опыт проводить для каждого образца 3 раза и найти среднеарифметическое значение пенетрации.

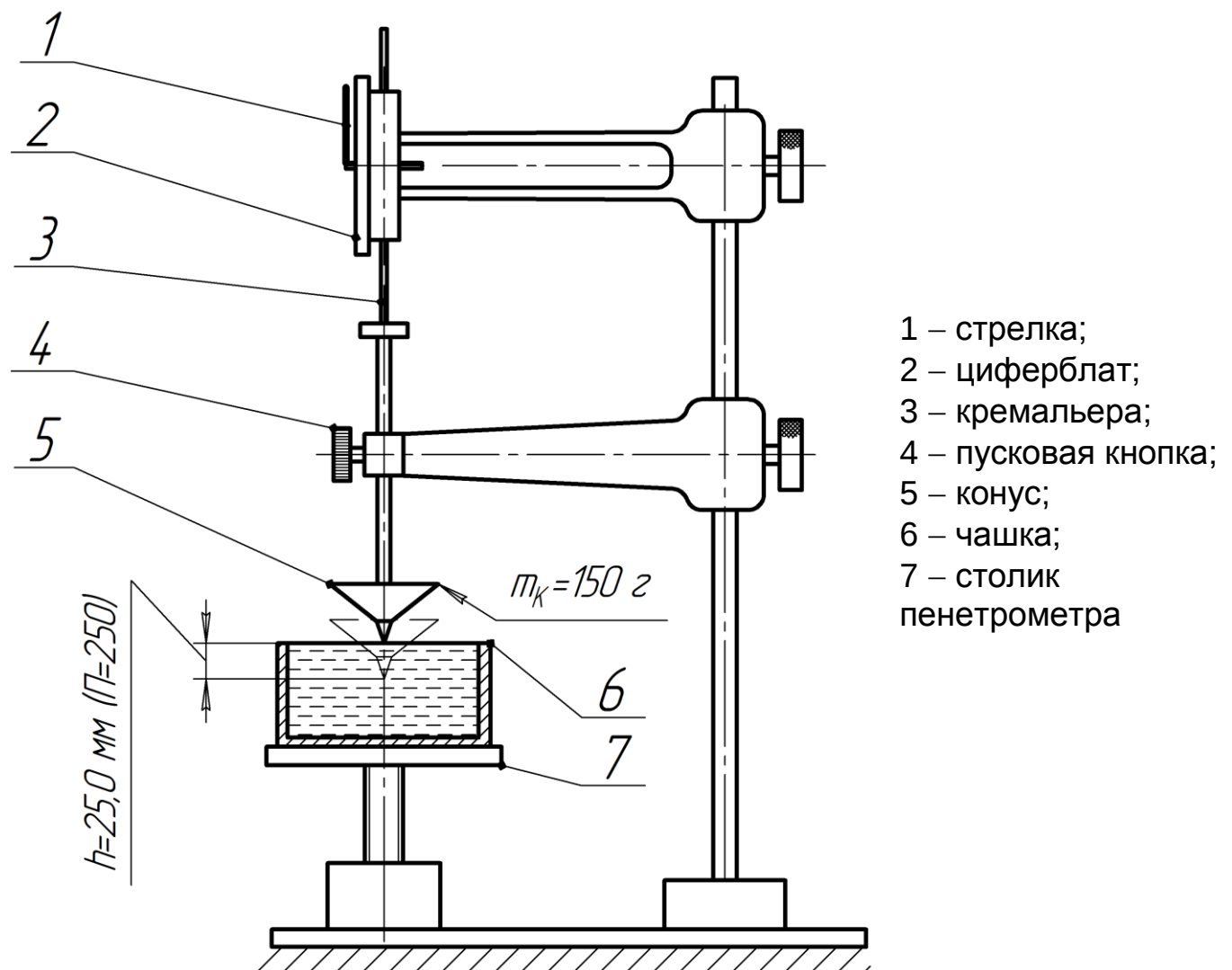


Рисунок 5.2 – Прибор для определения пенетрации смазок

5.4. Содержание отчета

- 1) Основные теоретические положения.
- 2) Схема установки для определения температуры каплепадения.
- 3) Выводы в виде таблицы 5.1 с результатами лабораторных исследований.

По результатам опытов определить тип каждого образца смазки и указать ГОСТ.

Таблица 5.1 – Результаты экспериментальных исследований

Наименование показателей	Образец №	
	ГОСТ	Фактическое
Цвет		
Наличие капель масла, комков загустителя и посторонних твердых включений		
Растворимость в воде		
Растворимость в бензине		
Расплавление		
Температура каплепадения, °С		
Пенетрация		
Заключение о качестве смазки		

5.5. Контрольные вопросы

- 1) Что такое пластичная смазка?
- 2) Дайте краткую характеристику важнейшим эксплуатационным показателям качества консистентной смазки.
- 3) Перечислите эксплуатационные требования к качеству пластичных смазок.
- 4) Перечислите марки смазок.
- 5) Чем определяется переход смазки из пластичного состояния в жидкое?

6. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

Цель работы: – закрепление знаний марок низкозамерзающих жидкостей;
– изучение методов определения контроля качества низкозамерзающих жидкостей.

6.1. Теоретический раздел

В качестве охлаждающей жидкости для двигателей применяется вода и специальные низкозамерзающие жидкости — антифризы. В качестве антифризов могут быть использованы водные растворы солей, спиртов и других соединений. Наибольшее распространение получили соответствующей концентрации смеси воды с двухатомным спиртом — этиленгликолем:



Антифризы применяются для системы охлаждения, через которую отводится до 30% тепла, выделяемого, при сгорании топлива в двигателе.

Они представляют смесь этиленгликоля (маслянистая бесцветная или желтоватая жидкость без запаха с плотностью 1,11 кг/м³ при температуре 20 °С, температурой кипения 197,5 °С и температурой кристаллизации – 11,5 °С) с дистиллированной водой. Меняя состав смеси можно получить жидкость с температурой кристаллизации от 0 °С до –75 °С (таблица А.12).

Для улучшения свойств в антифризы добавляют присадки (противокоррозионные, противопенные и др.).

Состав антифриза, а значит и температуру замерзания, можно определить по его плотности, а также используя специальный ареометр-гидрометр (рисунок 6.1). Гидрометр имеет в верхней части шкалу концентрации этиленгликоля в антифризе (в процентах по объему) и соответствующие ей температуры замерзания антифриза, а в нижней части—термометра. Верхняя шкала проградуирована при 20 °С и при этой температуре прибор покажет истинное содержание этиленгликоля в антифризе.

При температуре антифриза ниже 20 °С гидрометр будет показывать завышенную концентрацию этиленгликоля, а при температуре выше 20 °С — заниженную. Чтобы получить истинное значение (C_H) концентрации этиленгликоля (при 20 °С), имея замеренное значение концентрации этиленгликоля (C_t) при температуре t , следует выполнить перерасчет по формуле:

$$C_H = C_t [1 + 0,008(t - 20)]. \quad (6.1)$$

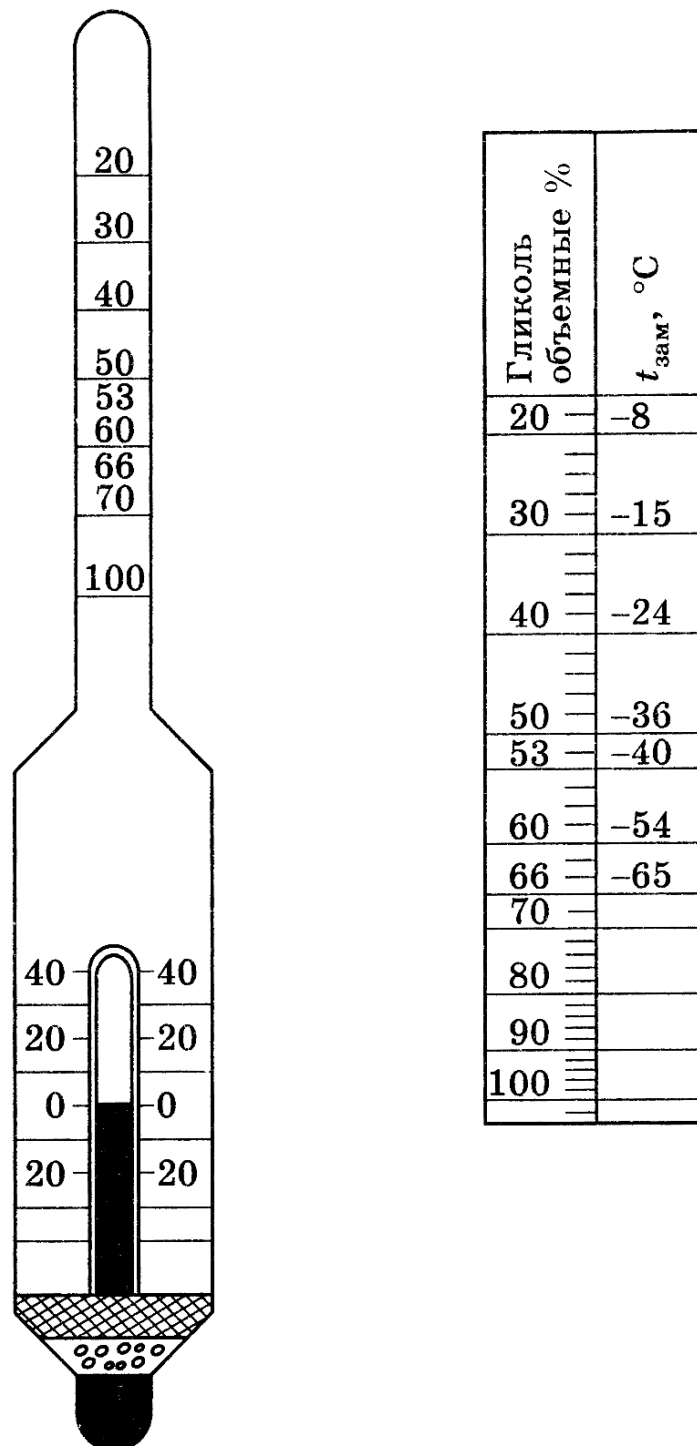


Рисунок 6.1 – Гигрометр и его шкала

6.2. Оборудование и материалы

Гидрометр; стеклянный цилиндр; мерный цилиндр; охлаждающая жидкость; дистиллированная вода; этиленгликоль.

6.3. Порядок выполнения лабораторных исследований

6.3.1. Оценка жидкости по внешним признакам

Залить в стеклянный цилиндр 100..50 см³ охлаждающей жидкости. Определить визуально наличие в ней взвешенных частиц, осадков и других включений. Определить цвет жидкости и наличие запаха. Записать наблюдаемые признаки в отчет.

6.3.2. Определение состава и температуры замерзания жидкости

В стеклянный цилиндр с жидкостью опустить гидрометр. Определить с его помощью температуру жидкости, концентрацию этиленгликоля в ней (C_i) и температуру замерзания (t_i) по верхней шкале или по рисунку 6.2.

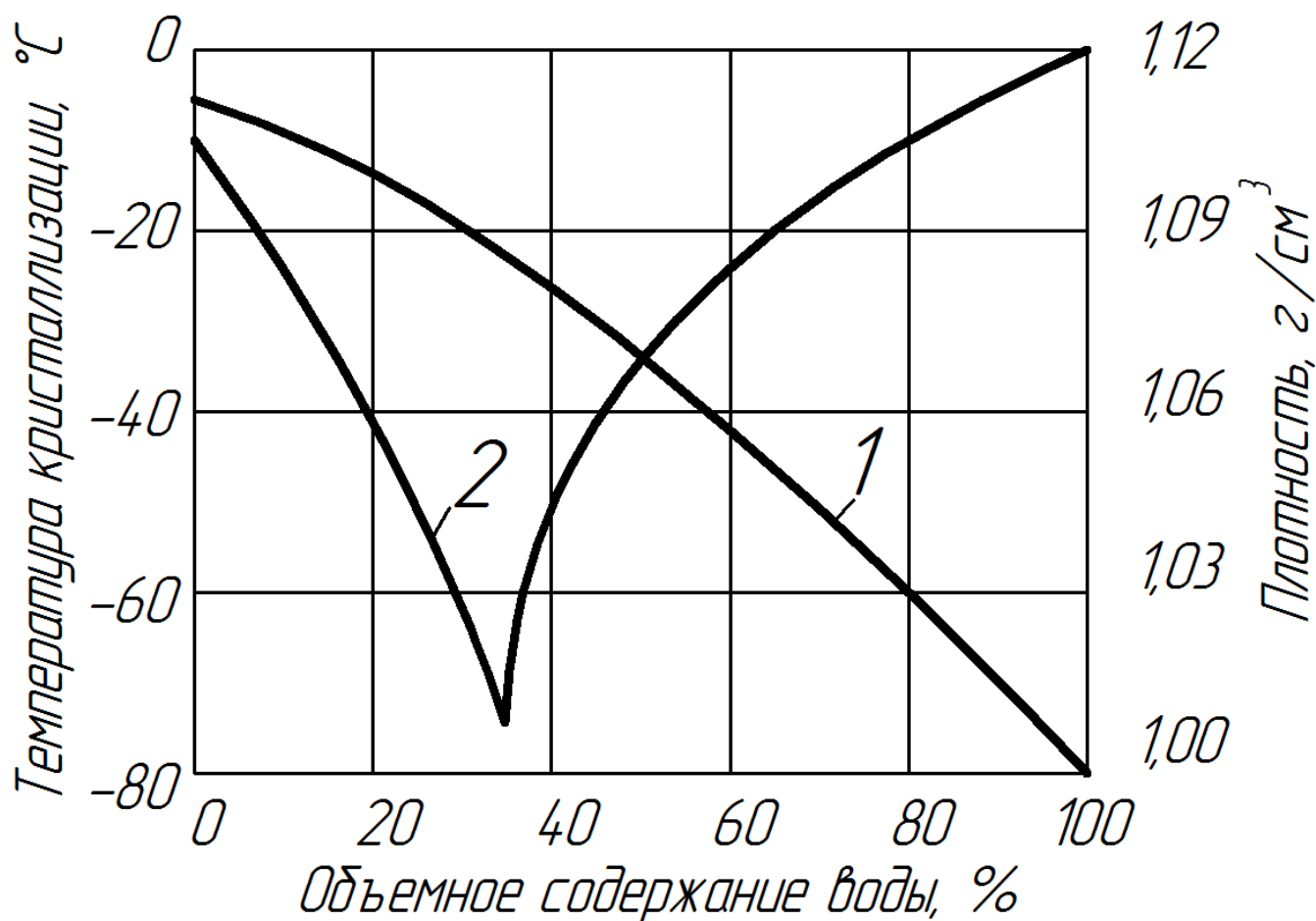


Рисунок 6.2 – Зависимость плотности (1) и температуры замерзания (2) этиленгликолевого раствора от содержания в нем воды

При температуре жидкости, отличной от 20°C, вычислить по формуле (6.1) истинную ($C_{и}$) концентрацию этиленгликоля и по ней определить истинную температуру ($t_{и}$) замерзания жидкости.

Записать результаты в отчет (таблица 6.1).

6.3.3. Исправление качества антифриза

При отклонении температуры замерзания испытываемой жидкости от заданной ($-40\text{ }^{\circ}\text{C}$) необходимо довести концентрацию этиленгликоля до такой, чтобы смесь замерзала при температуре $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Если температура замерзания испытываемой жидкости выше требуемой, то необходимо добавить этиленгликоль, если ниже — необходимо добавить дистиллированную воду.

Количество (в миллилитрах) добавляемого этиленгликоля ($X_{\text{Э}}$) или воды ($X_{\text{В}}$) определяется по формулам

$$X_{\text{Э}} = \frac{a-b}{b-k} V; \quad (6.2)$$

$$X_{\text{В}} = \frac{c-d}{d} V, \quad (6.3)$$

где a, b, k — соответственно количество воды (в процентах по объему) в исправляемом и в исправленном антифризе, в этиленгликоле;

c, d — количество этиленгликоля (в процентах по объему) в исправляемом и исправленном антифризе соответственно;

V — объем исправляемой жидкости, см^3 .

Добавить в жидкость подсчитанное количество этиленгликоля или воды, перемешать их. Замерить с помощью гидрометра и определить истинную концентрацию этиленгликоля и температуру замерзания антифриза. Результаты занести в отчет (таблица 6.1).

6.4. Содержание отчета

- 1) Марка исследуемой охлаждающей жидкости. Область применения
- 2) Описать внешние признаки: цвет; наличие взвешенных частиц; осадков; нефтепродуктов; запах.
- 3) Схема гидрометра
- 4) Состав и температура замерзания жидкости:

Таблица 6.1 – Характеристика жидкости

Жидкость	$t^{\circ}\text{C}$	Количество этиленгликоля, %		Температура замерзания, $^{\circ}\text{C}$	
		по прибору	при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$	по прибору	при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$
Первоначальная					
Исправленная					

- 5) Количество добавляемого этиленгликоля (воды) (формулы 6.2-6.3)
Характеристику исправленной жидкости внести в таблицу 6.1.
- 6) Выводы

6.5. Контрольные вопросы

- 1) Перечислите марки и состав охлаждающих жидкостей и их состав.
- 2) Каковы свойства охлаждающих жидкостей?
- 3) Какой порядок определения состава и температуры замерзания жидкости?
- 4) Каков порядок исправления качества жидкости?
- 5) Назовите приборы для оценки качества жидкостей.
- 6) Дайте характеристику воды как охлаждающей жидкости.
- 7) Способы снижения жесткости воды.

7. ВОПРОСЫ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Контрольная работа состоит из шести вопросов по темам изучаемой дисциплины. Вариант контрольной работы (0-9) выбирается по последней цифре зачетной книжки. Ответ на каждый вопрос составляет 1-1,5 листа формата А4.

Ответы необходимо сопровождать рисунками (рисунки в указанный объем не входят) и ссылками на литературу. Студент получает неудовлетворительную оценку, если вариант не совпадает с номером зачетной книжки.

Тема 1. Нефть и ее переработка.

- 0) Химмотология, как наука.
- 1) Характеристика н-парафинов.
- 2) Характеристика и-парафинов.
- 3) Характеристика непредельных углеводородов.
- 4) Характеристика нафтеновых углеводородов.
- 5) Характеристика ароматических углеводородов.
- 6) Метод прямой перегонки нефти.
- 7) Крекинг процессы переработки нефти.
- 8) Методы очистки нефти.
- 9) Получение топлива из ненефтяного сырья. Альтернативные топлива.

Тема 2. Топлива для ДВС с искровым зажиганием.

- 0) Требования, предъявляемые к топливу для ДВС с искровым зажиганием.
- 1) Смесеобразующие свойства бензинов.
- 2) Свойства бензинов, характеризующие сезонность применения.
- 3) Коэффициент избытка воздуха. Зависимость работы двигателя от состава смеси.
- 4) Параметры влияющие на возникновение детонационного сгорания бензина.
- 5) Параметры характеризующие детонационные свойства бензинов. Методы оценки детонационной стойкости.
- 6) Коррозионные свойства бензинов.
- 7) Физическая стабильность бензинов.
- 8) Виды газообразного топлива. Преимущества и недостатки газообразного топлива.
- 9) Фактические и потенциальные смолы.

Тема 3. Топлива для дизельных двигателей.

- 0) Требования, предъявляемые к качеству дизельного топлива.
- 1) Влияние вязкости дизельного топлива на работу двигателя.
- 2) Самовоспламеняемость дизельных топлив и методы ее оценки.
- 3) Способы повышения самовоспламеняемости топлив.
- 4) Влияние цетанового числа на рабочий процесс дизеля.

- 5) Способность дизельных топлив к нагаро - и лакообразованию.
- 6) Низкотемпературные свойства дизельного топлива.
- 7) Влияние воды и механических примесей в дизельном топливе на работу двигателя. Методы нормирования и очистки.
- 8) Ассортимент дизельного топлива.
- 9) Коррозионная агрессивность дизельных топлив.

Тема 4. Масла и смазки.

- 0) Виды смазочных материалов.
- 1) Требования, предъявляемые к моторным и трансмиссионным маслам.
- 2) Вязкостно-температурные свойства масел.
- 3) Технология очистки базовых масел.
- 4) Моющее-диспергирующие свойства моторных масел.
- 5) Изменение качества моторного масла при работе двигателя.
- 6) Маркировка моторных масел (отечественная и зарубежная).
- 7) Основные свойства пластичных смазок.
- 8) Низкотемпературные свойства смазочных материалов.
- 9) Виды пластичных смазок по назначению.

Тема 5. Технические жидкости.

- 0) Жидкости для гидравлических систем.
- 1) Свойства тормозных жидкостей.
- 2) Вода, как охлаждающая жидкость.
- 3) Специальные охлаждающие жидкости.
- 4) Амортизаторные жидкости.
- 5) Пусковые жидкости.
- 6) Моющие составы.
- 7) Средства по уходу за лакокрасочными покрытиями автомобилей.
- 8) Жидкости, применяемые в рулевом управлении с гидроусилителем.
- 9) Жидкости для гидротрансформаторов.

Тема 6. Топливная экономичность автомобиля и охрана окружающей среды

- 0) Потери топлива при хранении и транспортировке.
- 1) Методика расчета расхода топлива на автомобильном транспорте.
- 2) Нормы расхода ГСМ.
- 3) Факторы, влияющие на величину расхода топлива.
- 4) Выбор экономичного режима движения ДТС.
- 5) Токсичность бензинов.
- 6) Токсичность дизельных топлив и смазочных материалов.
- 7) Техника безопасности при эксплуатации автомобилей, работающих на газообразном топливе.
- 8) Определение индивидуальных норм расхода топлива.
- 9) Пожаробезопасность при эксплуатации ДТС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Полянський С. К. Експлуатаційні матеріали : Підручник / С. К. Полянський, В. М. Коваленко. – К. : Либідь, 2003. – 448 с.
2. Колосюк Д. С. Експлуатаційні матеріали : Підручник / Д. С. Колосюк, Д. В. Зеркалов. – К. : Основа, 2003 – 200 с.
3. Практикум з палив, мастильних матеріалів та технічних рідин. Уклад. Д. С. Колосюк. – К. : КАДІ, 1992. – 92с.
4. Караулов А. К. Автомобильные топлива. Бензины и дизельные: ассортимент и применение. Справочник. / А. К. Караулов, Н. Н. Худолий. – К. : Радуга, 1999. – 360 с.
5. Караулов А. К. Автомобильные смазки. Моторные и трансмиссионные: ассортимент и применение. Справочник. / А. К. Караулов, Н. Н. Худолий. – К. : Радуга, 2000. – 280 с.
6. Гнатченко И. И. Автомобильные масла, смазки, присадки : Справочное пособие / И. И. Гнатченко – М. : ООО"Издательство "Полигон", 2000. – 360 с.
7. Игнатов В. Д. Отечественные и зарубежные масла и смазки: классификация, взаимозаменяемость, экономное использование / В. Д. Игнатов, Ю. С. Голодников, Д. М. Факас. – Одесса : Черноморье, 1996. – 32 с.
8. Лышко Г. П. Топливо и смазочные материалы : Учебник для ВУЗов / Г. П. Лышко. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с., ил.
9. Трофименко И. Л. Автомобильные эксплуатационные материалы : Лабораторный практикум / И. Л. Трофименко, Н. А. Коваленко, В. П. Лобах. – Мн. : Дизайн ПРО, 2002. – 96 с.
10. ДСТУ 4063–2001. Бензини автомобільні : Технічні умови – К : Держпоживстандарт України, 2002. – 33 с.
11. ДСТУ 4839:2007. Бензини автомобільні підвищеної якості : Технічні умови – К : Держпоживстандарт України, 2007. – 18 с.
12. ДСТУ 3868–99. Паливо дизельне : Технічні умови – К : Держпоживстандарт України, 1999. – 12 с.
13. ДСТУ 4840:2007. Паливо дизельне підвищеної якості : Технічні умови – К : Держпоживстандарт України, 2007. – 12 с.
14. ГОСТ 2177-99. Нефтепродукты : Методы определения фракционного состава. – Мн : ВНИИ НП, 1999. – 23 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А.
СВОЙСТВА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
(справочное)

Таблица А.1 – Свойства бензинов по ДСТУ 4063–2001

Параметр	Значение для марок				
	А-76	А-80	А-92	А-95	А-98
1) Плотность при температуре 20 ⁰ С, кг/м ³	700–760	700–760	725–780	725–780	725–780
2) Детонационная стойкость ОЧИ, не менее ОЧМ не менее	– 76,0	80,0 76,0	92,0 82,5	95,0 85,0	98,0 88,0
3) Фракционный состав					
Температура, ⁰ С:					
– начала перегонки, не ниже	30				
– перегонки 10%, не выше	75				
– перегонки 50%, не выше	120				
– перегонки 90%, не выше	190				
– конца кипения, не выше	215				
Остаток в колбе %, не больше	1,5				
Остаток и потери %, не больше	4,0				
4) Давление насыщенных паров кПа, не более	79,9				
5) Кислотность, мг КОН на 100 см ³ бензина, не более	3,0				
6) Концентрация фактических смол, мг на 100 см ³ бензина, не более:					
– на месте производства	5				
– на месте потребления	10				
7) Индукционный период бензина на месте производства, мин, не менее	360				
8) Массовая доля серы %, не более					
– до 31.12. 2007	0,05				
– после 1.01.2008	0,015				
9) Испытание на медную пластинку	Выдерживает				
10) Наличие водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие				
11) Наличие воды и механических примесей	Отсутствие				
12) Цвет (при отсутствии красителей)	Бесцветный или бледно-желтый				
13) Концентрация свинца, г/дм ³ , не более	0,013				
14) Суммарное массовое содержание ароматических углеводородов, %, не более	42	42	45	45	48

Продолжение таблицы А.1

Параметр	Значение для марок				
	А-76	А-80	А-92	А-95	А-98
15) Массовая часть бензола, %, не более	5,0				
16) Массовая доля кислорода %, не более	2,7				
11) Массовая часть кислородосодержащих веществ %, не более					
- метанола					
- этанола					
- изопропилового спирта					
- изобутилового спирта					
- третбутилового спирта					
- простых эфиров					
- прочих веществ с температурой конца кипения не выше 210 ⁰ С					

Таблица А.2 – Свойства бензинов по ДСТУ 4839:2007

Параметр	Значение для марок		
	92-Евро	95-Евро	98-Евро
1) Октановое число			
ОЧИ, не менее	92,0	95,0	98,0
ОЧМ, не менее	82,5	85,0	88,0
2) Концентрация свинца, мг/дм ³ , не более	5		
3) Плотность при температуре 15 °С, кг/м ³	720–775		
4) Содержание серы мг/кг, не более	10		
- вид I	50		
- вид II			
5) Индукционный период, мин, не менее	360		
6) Содержание фактических смол мг/100см ³ , не более	5		
7) Испытание на медную пластинку (коррозия медной пластинки (за 3 ч ± 5 мин) при температуре 50 ⁰ С, класс, не более)	Выдерживает (1)		
8) Внешний вид	Прозрачный, светлый, без механических примесей и воды		
9) Объемная часть углеводородов %, не более			
олефиновых (непредельных)	18		
ароматических	35		
10) Объемная часть бензола %, не более	1,0		
11) Массовая доля кислорода %, не более	2,7		

Продолжение таблицы А.2

Параметр	Значение для марок		
	92-Евро	95-Евро	98-Евро
12) Объемная часть кислородосодержащих веществ %, не более			
- метанола		3,0	
- этанола		5,0	
- изопропилового спирта		10,0	
- изобутилового спирта		10,0	
- третбутилового спирта		7,0	
- простых эфиров		15,0	
- прочих веществ с температурой конца кипения не выше 210 ⁰ С		10,0	

Таблица А.3 – Параметры фракционного состава бензинов по ДСТУ 4839:2007

Параметр	Значение для классов испаряемости*					
	А	В	С/С ₁	Д/Д ₁	Е/Е ₁	F/F ₁
1) Давление насыщенных паров (ДНП) кПа, В пределах	45,0– 60,0	45,0– 70,0	50,0– 80,0	60,0– 90,0	85,0– 95,0	70,0 – 100,0
2) Фракционный состав						
Объем перегнанного топлива при температуре, %:						
– 70 ⁰ С (В70)	20,0— 48,0	20,0— 48,0	22,0— 50,0	22,0— 50,0	22,0— 50,0	22,0— 50,0
– 100 ⁰ С (В100)	46,0— 71,0	46,0— 71,0	46,0— 71,0	46,0— 71,0	46,0— 71,0	46,0— 71,0
– 150 ⁰ С (В150), не менее	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
Температура конца кипения ⁰ С, не выше	210					
Остаток в колбе, %, не более	2					
3) Индекс паровой пробки (ИПП) для классов	–	–	С ₁	Д ₁	Е ₁	F ₁
ИПП=10×ДНП+7×В70	–	–	1050	1150	1200	1250

А,В – летние классы (с 16 апреля по 15 октября), С, Д, Е, F – зимние классы (с 16 ноября по 15 марта), С₁ Д₁ Е₁ F₁ – переходные классы (с 16 марта по 15 октября и с 16 октября по 15 ноября)

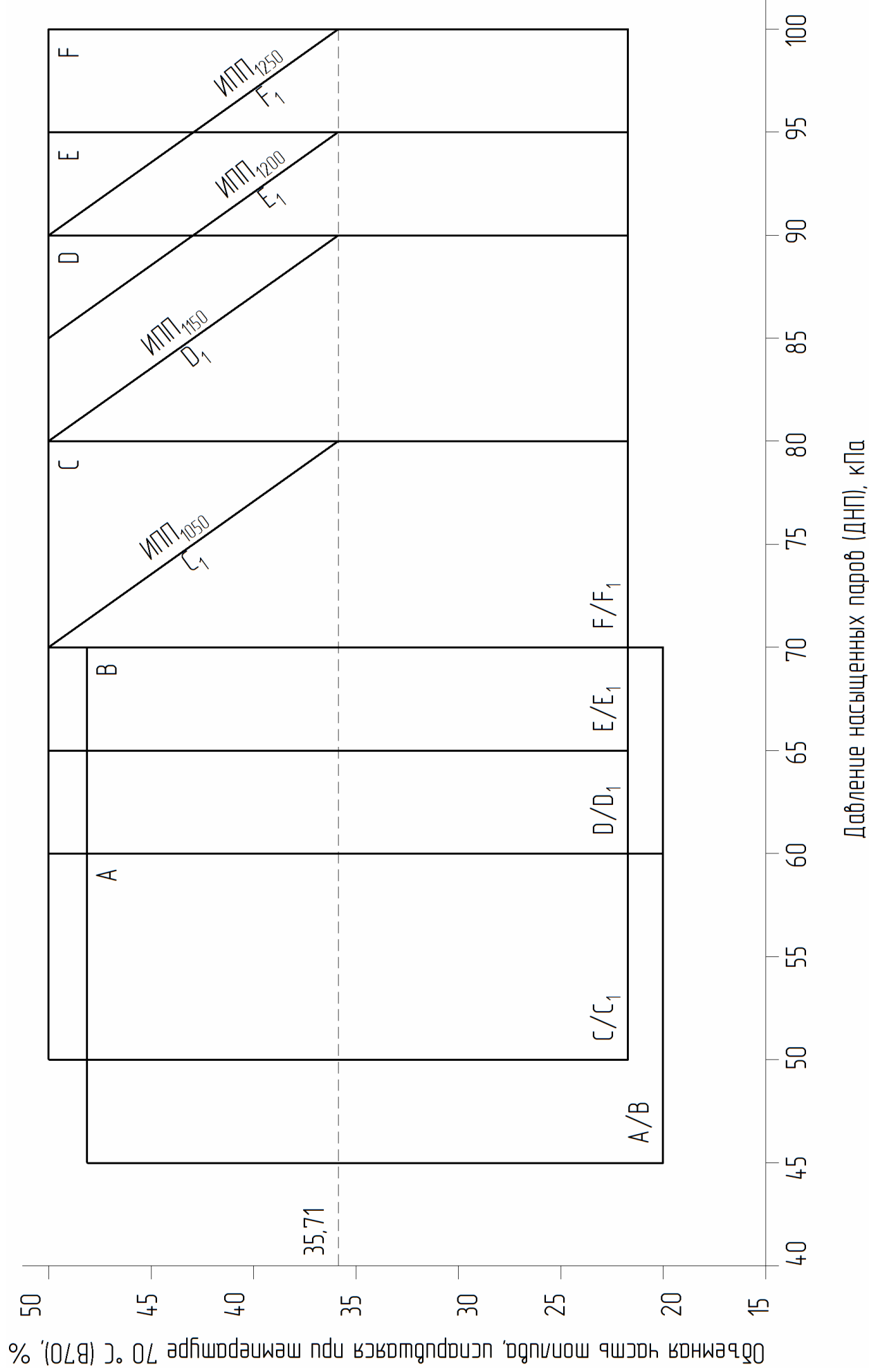


Рисунок А.1 – Диаграмма определения сезонности (класса испаряемости) бензинов по ДСТУ 4839:2007

Таблица А.4 – Температурная поправка для определения плотности нефтепродуктов

Замеренная плотность, кг/м ³	Поправка на 1 °С, кг/м ³	Замеренная плотность, кг/м ³	Поправка на 1 °С, кг/м ³
700...710	0,893	831...840	0,725
711...720	0,884	841...850	0,712
721...730	0,870	851...860	0,699
731...740	0,857	861...870	0,686
741...750	0,844	871...880	0,673
751...760	0,831	881...890	0,660
761...770	0,818	891...900	0,647
771...780	0,805	901...910	0,633
781...790	0,792	911...920	0,620
791...800	0,778	921...930	0,607
801...810	0,765	931...940	0,594
811...820	0,752	941...950	0,581
821...830	0,738		

Таблица А.5 – Величина поправок на барометрическое давление

Температурные пределы, °С	Поправка в °С на разность в давлении на		Температурные пределы, °С	Поправка в °С на разность в давлении на	
	10 ³ Па	10 мм.рт.ст.		10 ³ Па	10 мм.рт.ст.
10...30	0,26	0,35	211...230	0,44	0,59
31...50	0,29	0,38	231...250	0,46	0,62
51...70	0,30	0,40	251...270	0,48	0,64
71...90	0,32	0,42	271...290	0,50	0,66
91...110	0,34	0,45	291...310	0,52	0,69
111...130	0,35	0,47	311...330	0,53	0,71
131...150	0,38	0,50	331...350	0,56	0,74
151...170	0,39	0,52	351...370	0,57	0,76
171...190	0,41	0,54	371...390	0,59	0,78
191...210	0,43	0,57	391...410	0,60	0,81

Таблица А.6 – Параметры определения фракционного состава топлива по ГОСТ 2177—99

Наименование показателя	Значения для группы			
	1	2	3	4
1) Характеристика образца				
1.1) Давление насыщенных паров при 37,8 °С, кПа (мм рт. ст.) (ГОСТ 1756-2000)	≥ 65,5 (≥ 488)	< 65,5 (< 488)		
1.2) Перегонка, °С:				
температура начала кипения ¹	-		≤100	> 100
температура конца кипения	≤250		> 250	
2) Подготовка аппаратуры				
2.1) Термометр для перегонки	Низкотемпературный термометр		Высототемпературный термометр	
2.2) Диаметр отверстия прокладки колбы ²⁾ , мм	37,5 или 50		50	
2.3) Температура в начале испытания, °С:				
колбы и термометры	13 – 18		≤ Температура окружающей среды	
прокладки для колбы и кожуха	Температура окружающей среды		-	
мерного цилиндра со 100 см ³ пробы	13 – 18		От 13 до температуры окружающей среды	
2.4) Вместимость колбы, см ³	125			
3) Условия проведения испытания				
3.1) Температура охлаждающей жидкости в холодильнике, °С	0 – 1	0 – 4		0 – 60 ³⁾
3.2) Температура среды, окружающей мерный цилиндр, °С	13 – 18		В пределах ±3 С от температуры загруженного продукта	
3.3) Время от момента нагревания до начала кипения, мин	5 – 10		5 – 15	
3.4) Время от начала кипения до получения 5 % отгона, с	60 – 75		–	
3.5) Постоянная средняя скорость перегонки отгона 5 % до получения 95 см ³ отгона, см ³ /мин	4 – 5			
3.6) Время перегонки от 95 см ³ отгона до конца кипения, мин	3 – 5 или 2 – 5		≤ 5	

Примечания:

¹⁾ Определено при условиях испытаний соответствующей группы продуктов.

²⁾ Диаметры отверстия подставки колбы могут быть изменены.

³⁾ Температуру охлаждающей жидкости устанавливают в зависимости от содержания парафина в испытуемой пробе или ее дистиллятных фракциях. Следует поддерживать минимальную температуру, обеспечивающую необходимую скорость перегонки.

Таблица А.7 – Свойства дизельного топлива по ДСТУ 3868–99

Параметр	Значение для марок	
	Л	З
1. Цетановое число, не менее	45	
2. Фракционный состав: температура, °С - перегонки 50%, не выше - перегонки 96%, не выше	280 370	
3. Кинематическая вязкость при $t = 20^{\circ}\text{C}$, мм ² /с	3,0– 6,0	1,8– 6,0
4. Температура застывания не выше, °С	–10	–25
5. Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	40	35
6. Массовая доля, %, но не более - серы для видов топлива - меркаптановой серы - сероводорода	I – 0,05 % II – 0,10 % II – 0,20 % IV – 0,50 % 0,01 отсутствие	
7. Испытание на медную пластину	Выдерживает	
8. Концентрация фактических смол, мг /100 см ³ , не более	40	30
9. Кислотность, мг КОН/100 см ³ , не более	5	
10. Йодное число, г иода на 100 г топлива, не более	6	
11. Зольность, %, не более	0,01	
12. Коксуемость 10-процентного остатка, %, (мас.) не более	0,30	
13. Коэффициент фильтруемости, не более	3	
14. Содержание механических примесей	Отсутствие	
15. Содержание воды	Отсутствие	
16. Плотность при $t = 20^{\circ}\text{C}$, кг/м ³ , не более	860	840
17. Предельная температура фильтруемости, °С, не выше	–5	–15

Таблица А.8 – Свойства дизельного топлива повышенного качества по ДСТУ 4840:2007

Параметр	Значение
1. Цетановое число, не менее	51
2. Цетановый индекс, не менее	46,0
3. Плотность при температуре 15 °С, кг/м ³	820–845
4. Массовая доля полициклических ароматических углеводородов не более чем, %	11
5. Содержание серы мг/кг, не более для видов топлива	I – 10 (0,001 %) II – 50 (0,005%)
6. Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	55
7. Коксуемость 10-процентного остатка, % (мас.), не более	0,30
8. Зольность, % (мас.), не более	0,01
9. Содержание воды	Отсутствие (до 200 мг/кг)
10. Содержание механических примесей	Отсутствие (24 мг/кг)
11. Испытание на медную пластину Коррозия пластины за 3 часа ±5 мин при температуре 50°С, класс, не более	Выдерживает 1
12. Окислительная стабильность, г/м ³ , не более чем	25
13. Смазочная способность: диаметр пятна износа при температуре 60 °С, мкм, не более	460
14. Кинематическая вязкость при температуре 40 °С, мм ² /с	2,0–4,5
15. Фракционный состав: объем, испаряющийся при температуре, %, не более: - 250°С (В250) - 350°С (В350) температура перегонки 95% топлива, °С, не выше	65 85 360
16. Объемная доля метиловых эфиров жирных кислот, % не более	5
17. Предельная температура фильтруемости, °С, не выше: для марок дизельного топлива для умеренного климата А В С D Е F для классов арктического дизельного топлива 0 1	5 0 -5 -10 -15 -20 -26

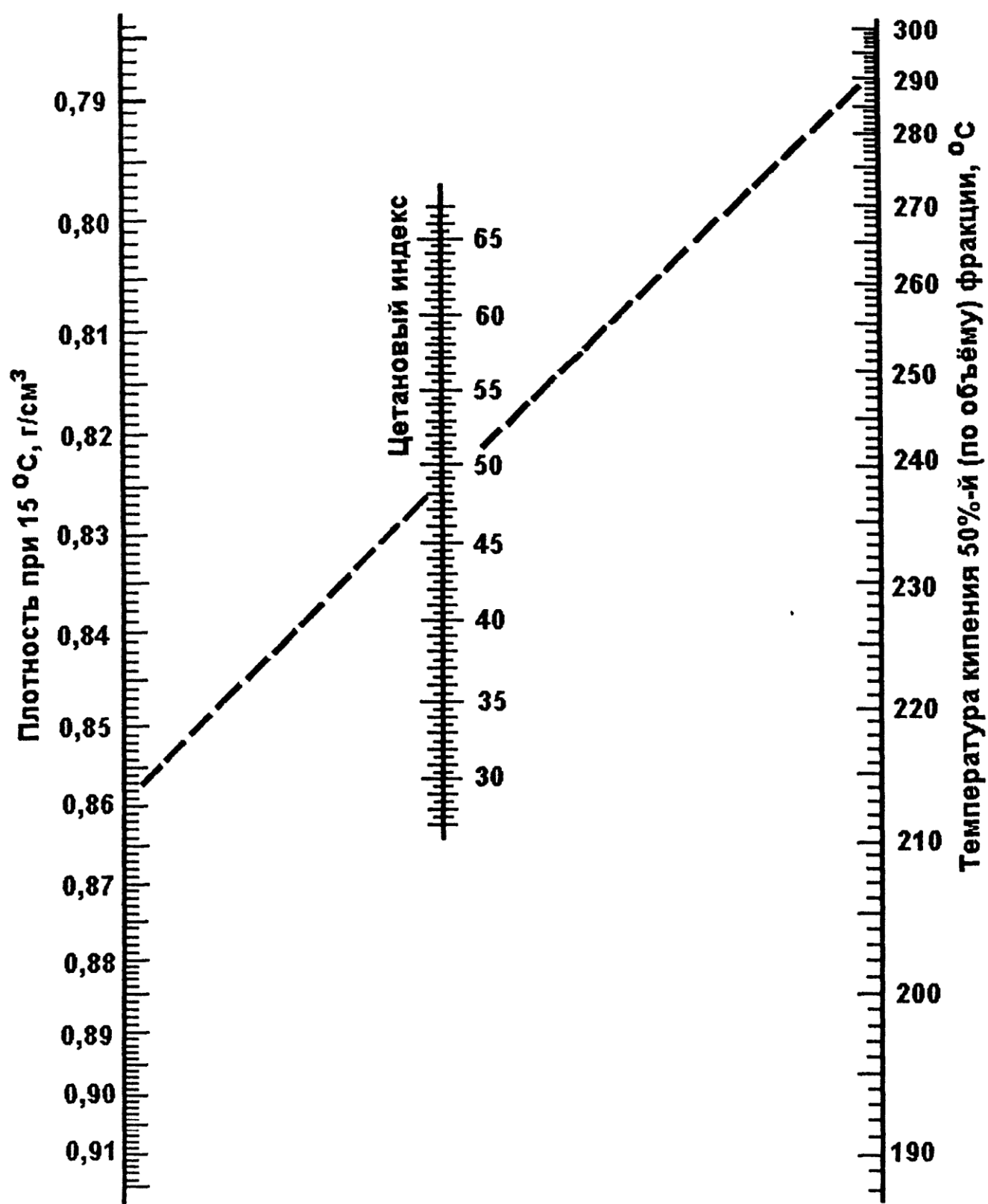


Рисунок А.2 – Номограмма для определения цетанового индекса

Таблица А.9 – Требования к моторным маслам по классификации SAE J300 (декабрь 1999 г)

Класс вязкости	Вязкости при низких температурах		Вязкости при высоких температурах		
	Пусковые свойства (мПа·с) при температуре (°C)	Прокачиваемость (мПа·с) при температуре (°C)	Кинематическая при температуре 100°C, мм ² /с,		Динамическая при температуре 150°C и 10 ⁶ C ⁻¹ , сПз
	Не более	Не более	Не менее	Не более	Не ниже
0W	3250 (-30)	60000 (-40)	3,8		
5W	3500 (-25)	60000 (-35)	3,8		
10W	3500 (-20)	60000 (-30)	4,1		
15W	3500 (-15)	60000 (-25)	5,6		
20W	4500 (-10)	60000 (-20)	5,6		
25W	6000 (-5)	60000 (-15)	9,3		
20			5,6	9,3	2,6
30			9,3	12,5	2,9
40			12,5	16,3	2,9* (3,7**)
50			16,3	21,9	3,7
60			21,9	26,1	3,7

Примечания:

* – для масел 0W-40, 5W-40, 10W-40;

** – для масел 40, 15W-40, 20W-40, 25W-40.

Таблица А.10 – Классы вязкости моторных масел по ГОСТ 17479.1–85 и соответствующие им классы вязкости по SAE

Класс вязкости	Вязкость при -18°C, мм ² /с		Вязкость при 100°C, мм ² /с		Показатель вязкости по SAE
	Не менее	Не более	Не менее	Не более	
3 _з	1250	2600	3,8	–	5W
4 _з	1300	2600	4,1	–	10W
5 _з	2600	6000	5,6	–	15W
6 _з	6000	10400	5,6	–	20W
6	–	–	5,6	7,0	20
8	–	–	7,0	9,5	20
10	–	–	9,5	11,5	30
12	–	–	11,5	13,0	30/40
14	–	–	13,0	15,0	40
16	–	–	15,0	18,0	40/50
20	–	–	18,0	23,0	50/60

Продолжение таблицы А.10

Класс вязкости	Вязкость при -18°C , $\text{мм}^2/\text{с}$		Вязкость при 100°C , $\text{мм}^2/\text{с}$		Показатель вязкости по SAE
	Не менее	Не более	Не менее	Не более	
3 ₃ /8	1250	2600	7,0	9,5	5W-20
4 ₃ /6	1300	2600	5,6	7,0	10W-20
4 ₃ /8	1300	2600	7,0	9,5	10W-20
4 ₃ /10	1300	2600	9,5	11,5	10W-30
5 ₃ /10	2600	6000	9,5	11,5	20W-30
5 ₃ /12	2600	6000	11,5	13,0	20W-30–20W-40
5 ₃ /14	2600	6000	13,0	15,0	20W-40
6 ₃ /10	6000	10400	9,5	11,5	20W-30
6 ₃ /14	6000	10400	13,0	15,0	20W-40
6 ₃ /16	6000	10400	15,0	18,0	20W-40–20W-40

Таблица А.11 – Справочные данные для расчета индекса вязкости, мм²/с

ν_{100}	H	ν_{100}	H	ν_{100}	H	ν_{100}	H
2,00	6,394	6,10	39,17	10,20	85,30	14,30	139,6
2,10	6,894	6,20	40,15	10,30	86,51	14,40	141,0
2,20	7,410	6,30	41,13	10,40	87,72	14,50	142,4
2,30	7,944	6,40	42,14	10,50	88,95	14,60	143,9
2,40	8,496	6,50	43,18	10,60	90,19	14,70	145,3
2,50	9,063	6,60	44,24	10,70	91,40	14,80	146,8
2,60	9,647	6,70	45,33	10,80	92,65	14,90	148,2
2,70	10,25	6,80	46,44	10,90	93,92	15,00	149,7
2,80	10,87	6,90	47,51	11,00	95,19	15,10	151,2
2,90	11,50	7,00	48,57	11,10	96,45	15,20	152,6
3,00	12,15	7,10	49,61	11,20	97,71	15,30	154,1
3,10	12,82	7,20	50,69	11,30	98,97	15,40	155,6
3,20	13,51	7,30	51,78	11,40	100,2	15,50	157,0
3,30	14,21	7,40	52,88	11,50	101,5	15,60	158,6
3,40	14,93	7,50	53,98	11,60	102,8	15,70	160,1
3,50	15,66	7,60	55,09	11,70	104,1	15,80	161,6
3,60	16,42	7,70	56,20	11,80	105,4	15,90	163,1
3,70	17,19	7,80	57,31	11,90	106,7	16,00	164,6
3,80	17,97	7,90	58,45	12,00	108,0	16,10	166,1
3,90	18,77	8,00	59,60	12,10	109,4	16,20	167,7
4,00	19,56	8,10	60,74	12,20	110,7	16,30	169,2
4,10	20,37	8,20	61,89	12,30	112,0	16,40	170,7
4,20	21,21	8,30	63,05	12,40	113,3	16,50	172,3
4,30	22,05	8,40	64,18	12,50	114,7	16,60	173,8
4,40	22,92	8,50	65,32	12,60	116,0	16,70	175,4
4,50	23,81	8,60	66,48	12,70	117,4	16,80	177,0
4,60	24,71	8,70	67,64	12,80	118,7	16,90	178,6
4,70	25,63	8,80	68,79	12,90	120,1	17,00	180,2
4,80	26,57	8,90	69,94	13,00	121,5	17,10	181,7
4,90	27,53	9,00	71,10	13,10	122,9	17,20	183,3
5,00	28,49	9,10	72,27	13,20	124,2	17,30	184,9
5,10	29,46	9,20	73,42	13,30	125,6	17,40	186,5
5,20	30,43	9,30	74,57	13,40	127,0	17,50	188,1
5,30	31,40	9,40	75,73	13,50	128,4	17,60	189,7
5,40	32,37	9,50	76,91	13,60	129,8	17,70	191,3
5,50	33,34	9,60	78,08	13,70	131,2	17,80	192,9
5,60	34,32	9,70	79,27	13,80	132,6	17,90	194,6
5,70	35,29	9,80	80,46	13,90	134,0	18,00	196,2
5,80	36,26	9,90	81,67	14,00	135,4	18,10	197,8
5,90	37,23	10,00	82,87	14,10	136,8	18,20	199,4
6,00	38,19	10,10	84,08	14,20	138,2	18,30	201,0

Продолжение таблицы А.11

v_{100}	H	v_{100}	H	v_{100}	H	v_{100}	H
18,40	202,6	25,00	320,9	38,00	603,1	58,50	1175
18,50	204,3	25,20	324,9	38,50	615,0	59,00	1190
18,60	205,9	25,40	328,8	39,00	627,1	59,50	1206
18,70	207,6	25,60	332,7	39,50	639,2	60,00	1222
18,80	209,3	25,80	336,7	40,00	651,8	60,50	1238
18,90	211,0	26,00	340,5	40,50	664,2	61,00	1254
19,00	212,7	26,20	344,4	41,00	676,6	61,50	1270
19,10	214,4	26,40	348,4	41,50	689,1	62,00	1286
19,20	216,1	26,60	352,3	42,00	701,9	62,50	1303
19,30	217,7	26,80	356,4	42,50	714,9	63,00	1319
19,40	219,4	27,00	360,5	43,00	728,2	63,50	1336
19,50	221,1	27,20	364,6	43,50	741,3	64,00	1352
19,60	222,8	27,40	368,3	44,00	754,4	64,50	1369
19,70	224,5	27,60	372,3	44,50	767,6	65,00	1386
19,80	226,2	27,80	376,4	45,00	780,9	65,50	1402
19,90	227,8	28,00	380,6	45,50	794,5	66,00	1419
20,00	229,5	28,20	384,6	46,00	808,2	66,50	1436
20,20	233,0	28,40	388,8	46,50	821,9	67,00	1454
20,40	236,4	28,60	393,0	47,00	835,5	67,50	1471
20,60	240,1	28,80	396,6	47,50	849,2	68,00	1488
20,80	243,5	29,00	401,1	48,00	863,0	68,50	1506
21,00	247,1	29,20	405,3	48,50	876,9	69,00	1523
21,20	250,7	29,40	409,5	49,00	890,9	69,50	1541
21,40	254,2	29,60	413,5	49,50	905,3	70,00	1558
21,60	257,8	29,80	417,6	50,00	919,6		
21,80	261,5	30,00	421,7	50,50	933,6		
22,00	264,9	30,50	432,4	51,00	948,2		
22,20	268,6	31,00	443,2	51,50	962,9		
22,40	272,3	31,50	454,0	52,00	977,5		
22,60	275,8	32,00	464,9	52,50	992,1		
22,80	279,6	32,50	475,9	53,00	1007		
23,00	283,3	33,00	487,0	53,50	1021		
23,20	286,8	33,50	498,1	54,00	1036		
23,40	290,5	34,00	509,6	54,50	1051		
23,60	294,4	34,50	521,1	55,00	1066		
23,80	297,9	35,00	532,5	55,50	1082		
24,00	301,8	35,50	544,0	56,00	1097		
24,20	305,6	36,00	555,6	56,50	1112		
24,40	309,4	36,50	567,1	57,00	1127		
24,60	313,2	37,00	579,3	57,50	1143		
24,80	317,0	37,50	591,3	58,00	1159		

Таблица А.12 – Плотность и температура замерзания смесей технического этиленгликоля и воды

Концентрация этиленгликоля, %	Плотность, кг/м ³	Температура замерзания, °С	Концентрация этиленгликоля, %	Плотность, кг/м ³	Температура замерзания, °С
26,4	1034,0	-10	65,3	1085,5	-65
27,2	1037,6	-12	65,6	1086,0	-66
29,6	1041,0	-14	66,0	1086,3	-67
32,0	1044,3	-16	66,3	1086,6	-68
34,2	1048,0	-18	68,5	1088,8	-66
36,4	1050,6	-20	69,6	1090,0	-64
38,4	1053,3	-22	70,8	1091,0	-62
40,4	1056,0	-24	72,1	1092,3	-60
42,2	1058,6	-26	73,3	1093,7	-58
44,0	1060,6	-28	74,5	1094,7	-56
45,6	1062,7	-30	75,8	1096,0	-54
47,0	1064,3	-32	77,0	1097,3	-52
48,2	1066,3	-34	78,4	1098,3	-50
49,6	1068,0	-36	79,6	1099,7	-48
51,0	1069,6	-38	81,2	1100,7	-46
52,6	1071,3	-40	82,5	1102,3	-44
53,6	1072,6	-42	83,9	1103,3	-42
54,6	1074,0	-44	85,4	1104,3	-40
55,6	1075,3	-46	86,9	1105,4	-38
56,8	1076,6	-48	88,4	1106,6	-36
58,0	1078,0	-50	90,0	1107,7	-36
59,1	1079,0	-52	91,5	1108,7	-36
60,2	1080,3	-54	93,0	1109,6	-34
61,2	1081,3	-56	94,4	1110,3	-32
62,2	1082,3	-58	95,0	1110,5	-28
63,1	1083,3	-60	95,5	1110,7	-27
64,0	1084,3	-62	96,4	1111,0	-24
64,8	1085,0	-64	97,0	1111,6	-22
			97,8	1112,0	-20

Заказ № 333 от " 24 " 10 2013 г.
Тираж 50 экз
Изд-во СевНТУ