

ФГОУ ВО  
Новосибирский государственный аграрный университет

Инженерный институт

Кафедра механизации сельского хозяйства и инновационных технологий

**ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА  
АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ**

Методические указания к лабораторной работе

НОВОСИБИРСК 2015

Кафедра механизации сельского хозяйства и инновационных технологий

УДК 665.73.035 (075)

ББК 31.353

Э 414

Составитель: Г.М. Крохта, д-р техн. наук, проф.,

Рецензент канд. техн. наук, проф. Коноводов В.В.

Эксплуатационные свойства автомобильных бензинов: метод. указания к лаб. работе/Новосиб. гос. аграр. ун-т, Инженер. ин-т; сост.: Г.М. Крохта – Новосибирск, 2015. – 19 с.

В методических указаниях представлена система показателей качества автомобильных бензинов. Даны определения эксплуатационных свойств жидких топлив. Приведены методики определения показателей качества автомобильных бензинов, характеризующие их эксплуатационные свойства: прокачиваемость, горючесть, противоизносное свойство и совместимость с материалами.

Методические указания предназначены для лабораторно-практических занятий со студентами всех форм обучения по направлению: 35.03.06 - Агроинженерия, профили: Технические системы в агробизнесе и Технический сервис в АПК при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Топливо и смазочные материалы».

Утверждены и рекомендованы к изданию методической комиссией Инженерного института (протокол № 5 от 22 декабря 2015г.).

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2015

© Инженерный институт НГАУ, 2015

## ВВЕДЕНИЕ

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

**Эксплуатационное свойство** – объективная особенность топлива, которая может проявляться в процессе производства, транспортирования, хранения, испытания и применения в технике.

**Показатель качества продукции** – количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, входящих в ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления.

Эксплуатационные свойства и показатели качества образуют систему показателей качества (табл. 1).

Таблица 1. Система показателей качества автомобильных бензинов

Эксплуатационные свойства	Показатели качества
Прокачиваемость	Массовая доля механических примесей, массовая доля воды, цвет
Охлаждающее	Теплоемкость, теплопроводность, теплота испарения
Испаряемость	Температура начала перегонки, температура перегонки 10% об., температура перегонки 50% об., температура перегонки 90% об., температура конца кипения, давление насыщенных паров, склонность к образованию паровых пробок
Воспламеняемость	Температура вспышки в закрытом тигле, температура самовоспламенения, температурные пределы воспламенения, концентрационные пределы воспламенения, группа пожароопасности
Горючесть	Октановое число - моторный метод, октановое число – исследовательский метод, дорожное октановое число, коэффициент распределения детонационной стойкости, плотность, массовая доля ароматических углеводородов
Склонность к отложениям	Йодное число, концентрация фактических смол, время смывания эталонных отложений, изопропиловый эквивалент
Совместимость	Массовая доля серы, массовая доля меркаптановой серы, испытание на медной пластинке, содержание водорастворимых кислот и щелочей
Защитное свойство	Защитное свойство топлив с присадками, коррозионные потери металлов в условиях конденсации воды
Противоизносное	Кислотность
Токсичность	ПДК в воздухе рабочей зоны, класс токсичности, ПДК в атмосфере населенных пунктов, концентрация свинца, интенсивность окраски, токсичность продуктов сгорания
Сохраняемость	Период индукции, гарантийный срок хранения, сумма продуктов окисления

Величина показателей качества конкретной марки автомобильного бензина утверждена соответствующим ГОСТ или ТУ. Если величина показателей качества соответствует требованию ГОСТ или ТУ, то эксплуатационные свойства бензина удовлетворительны. Если хотя бы один показатель качества бензина не соответствует требованию ГОСТ или ТУ, то это эксплуатационное свойство неудовлетворительное, применение такого бензина приведет к негативным последствиям для двигателя, автомобиля, экономики предприятия, окружающей среды и даже жизни человека.

**Цель работы.** Научиться определять показатели качества автомобильных бензинов, давать заключение о соответствии качества бензина требованию ГОСТ или ТУ, уровне его эксплуатационных свойств и последствиях его применения.

**Оборудование.** Прибор АК-ЗБ для определения октанового числа бензина, прибор для определения фракционного состава бензина, прибор ПОС-77 для определения фактических смол, весы, электроплитка, термометр, лакмусовая бумага, делительная воронка, лабораторная посуда, образец автомобильного бензина.

**Задание и последовательность его выполнения.** Определить показатели качества, характеризующие горючесть автомобильного бензина, испаряемость, склонность к образованию отложений, совместимость, прокачиваемость. Результаты испытаний записать в журнал. Величины показателей качества, полученные при испытаниях, сравнить с величиной показателей качества, установленных требованием ГОСТ. Дать заключение о соответствии показателей качества автомобильного бензина требованиям ГОСТ, об уровне эксплуатационных свойств бензина и последствиях его применения.

## 1. ГОРЮЧЕСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ

**Горючесть** - эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и результаты процессов горения с воздухом паров топлив, протекающих в камерах сгорания поршневых двигателей, котлоагрегатах и испытательных установках.

Горючесть автомобильных бензинов характеризуют следующими показателями качества (см. табл. 1): плотность при 20°C, октановое число - моторный метод, октановое число - исследовательский метод, коэффициент распределения детонационной стойкости, дорожное октановое число, количество ароматических углеводородов.

## 1.1. Плотность бензина

**Плотность топлива** - показатель, указывающий массу топлива в единице объема.

Плотность автомобильных бензинов зависит от состава нефти, технологии его получения, марки и т.д. Для большинства марок плотность бензина не должна быть выше значения, установленного стандартом или техническими условиями. Например, плотность бензина АИ-95 должна быть не более 720, А-92 - не более 770, А-80 - не более 755 кг/м<sup>3</sup>.

Плотность зимнего вида бензина одной и той же марки меньше, чем у летнего вида, вследствие облегчения его фракционного состава. Несоответствие плотности бензинов требованию стандарта изменяет его уровень в поплавковой камере карбюратора и нарушает дозирование.

Увеличение плотности бензина приводит к увеличению силы Архимеда, выталкивающей поплавков, что обеспечивает перекрытие иглой поплавка входного отверстия при меньшем уровне топлива. Это снижает расход топлива, горючая смесь становится беднее. Двигатель на бедной смеси хуже запускается, неустойчиво работает на холостом ходу и не развивает номинальной мощности.

Уменьшение плотности топлива приводит к увеличению уровня бензина в поплавковой камере карбюратора и его повышенному расходу. Двигатель плохо запускается, неустойчиво работает из-за чрезмерного обогащения горючей смеси, наблюдаются пропуски вспышек, увеличение выброса несгоревших углеводородов в атмосферу, смыв масла со стенки цилиндра, разжижение масла в поддоне и повышенный износ цилиндропоршневой группы.

Плотность нефтепродуктов определяют с помощью ареометров (нефтеденсиметров), гидростатических весов Вестфала или пикнометров. Наибольшее применение нашли ареометры. Ареометр представляет собой пустотелый стеклянный поплавок с балластом, размещенным снизу, термометром, размещенным в его средней части, и тонкой трубкой со шкалой пределов плотности, размещенной сверху.

Сущность метода определения плотности бензина заключается в погружении ареометра в испытуемый продукт, снятии показания плотности по шкале ареометра при температуре определения и пересчете результата измерения на плотность при температуре 20°C.

**Методика испытаний.** Прибор для определения плотности состоит из стеклянного цилиндра и ареометра (рис. 1).

Пробу испытуемого бензина налить в цилиндр. Чистый и сухой ареометр аккуратно взять за верхнюю часть и, удерживая его в вертикальном положении, медленно и осторожно опустить в цилиндр с бензином, не допуская смачивания его верхней части, расположенной выше уровня погружения ареометра. В связи с высокой вероятностью поломки ареометра запрещается резко опускать его в цилиндр с бензином. Осторожно убрать руку и ждать окончания колебания ареометра. После 3-5 мин нахождения ареометра в бензине приступить

к считыванию показания плотности со шкалы по верхнему краю мениска. Глаз наблюдателя должен находиться на уровне мениска, а ареометр не должен касаться стенки цилиндра. Показания температуры бензина считывают по термометру.

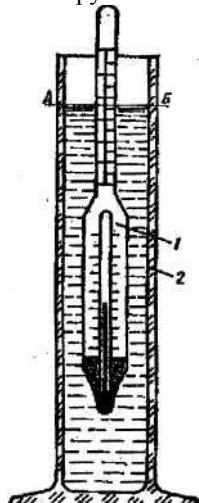


Рис. 1. Прибор для определения плотности:

1 - ареометр; 2- стеклянный цилиндр;

А-Б – мениск жидкости в цилиндре

В нормативном документе (ГОСТ или ТУ) плотность бензина дана при температуре 20°C. Если измерение плотности проводили не при 20°C, то результат измерения необходимо привести к температуре 20°C по таблице приложения 1 ГОСТ 3900 - 85 «Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности», которое находится на столе у преподавателя.

**Пример.** Плотность нефтепродукта при температуре 27,5°C равна 0,6448 г/см<sup>3</sup>. Для пересчета плотности нефтепродукта, измеренной при 27,5°C, на плотность при 20°C необходимо:

- округлить измеренную плотность до второй значащей цифры, например до 0,640 или 0,650 г/см<sup>3</sup>;

- по таблице приложения 1 ГОСТ 3900-85 в горизонтальной графе «Плотность по шкале ареометра, г/см<sup>3</sup>» найти округленную вами величину плотности, например, 0,640;

- в графе «Температура испытания, °C» найти значение температуры испытания 27,5°C;

- по таблице найти плотность нефтепродукта при 20°C - 0,647 г/см<sup>3</sup>. Так как при округлении измеренной плотности значение плотности фактически уменьшили на 0,6448-0,640=0,0048, или 0,005, необходимо прибавить это значение к найденному по таблице значению плотности при 20°C, то есть (0,647 +0,005) г/см<sup>3</sup> = 0,652 г/см<sup>3</sup>.

Таким образом, плотность нефтепродукта при 20°C равна 0,652 г/см<sup>3</sup>.

Если измеренную плотность округлили до 0,650 г/см<sup>3</sup>, фактическое увеличение значения плотности составляет  $0,650 - 0,6448 = 0,0052$ , или 0,005 г/см<sup>3</sup>. Поэтому из значения плотности при 20°C, найденного по таблице (0,6569, или 0,657 г/см<sup>3</sup>), необходимо вычесть 0,005 г/см<sup>3</sup>, то есть  $0,657 - 0,005 = 0,652$  г/см<sup>3</sup>.

Плотность продукта при 20°C равна 0,652 г/см<sup>3</sup>.

Если плотность бензина при температуре 20°C выше, чем указано в стандарте, то это косвенно может указывать на возможность его смешивания при транспортировке или хранении с более тяжелым нефтепродуктом, например дизельным топливом.

Рассчитать плотность бензина при температуре минус 30°C (пуск двигателя зимой) и 60°C (температуре бензина в карбюраторе двигателя, работающего на номинальном режиме). Результаты испытаний записать в таблицу и график журнала.

## 1.2. Октановое число бензина

**Октановое число** - показатель, характеризующий детонационную стойкость бензина в единицах эталонной шкалы.

Детонационная стойкость - физико-химическое свойство, определяющее способность бензина сгорать без взрыва в двигателе с искровым зажиганием.

Величину октанового числа указывают в марке автомобильного бензина. Зная величину октанового числа бензина, можно определить его марку. Если величина октанового числа бензина меньше требования стандарта, то процесс сгорания протекает очень быстро и завершается до прихода поршня в верхнюю мертвую точку (ВМТ). Мощность двигателя и частота вращения коленчатого вала снижаются, двигатель перегревается, увеличиваются удельный расход топлива и скорость изнашивания его деталей.

**Методика испытаний.** Октановое число бензина определяют с помощью прибора АК-ЗБ по косвенному показателю - его диэлектрической проницаемости.

Прибор АК-ЗБ достать из сумки и установить на стол. Снять пластмассовый защитный колпак с первичного преобразователя (металлический цилиндр). На первичном преобразователе (металлическом цилиндре) открутить защитную металлическую крышку и осмотреть два его электрода - металлических цилиндра. Осторожно открутить верхний электрод и протереть оба электрода чистой тряпкой. Собрать прибор в обратной последовательности и подсоединить провод от преобразователя к прибору через разъем «датчик». Подключить прибор к сети с напряжением 220В. Включить прибор, нажав кнопку «сеть». Установить кнопку «АЦП/ОЧ» в положение «АЦП». Тарировать прибор по диэлектрической проницаемости воздуха, находящегося между электродами первичного преобразователя. Известно, что диэлектрическая проницаемость воздуха равна 1,000. Потенциометром «Уст. 1» установить показания индикатора на 1,000. Запол-

нить пространство между электродами первичного преобразователя бензином до верхнего края внешнего электрода. Снять отсчет значения относительной диэлектрической проницаемости бензина по индикатору. Нажать кнопку «АЦП/ОЧ», установить переключатель в положение «мотор» и считать результат измерения октанового числа по моторному методу. Установить переключатель в положение «исслед» и считать результат измерения октанового числа бензина по исследовательскому методу. Величину октанового числа бензина, снятого с прибора, записать в соответствующую графу таблицы журнала.

Открыть раздел «Приложения» лабораторного практикума с показателями качества бензинов. Сравнить величину октанового числа бензина в эксперименте с октановым числом для бензинов по нормативным документам (ГОСТ или ТУ). За марку испытуемого бензина принимается такая марка бензина по ГОСТ или ТУ, у которой октановое число меньше полученного в эксперименте на 1-4 ед. Марку бензина записать в журнал.

### 1.3 Коэффициент распределения детонационной стойкости

**Коэффициент распределения детонационной стойкости** характеризует равномерность распределения детонационной стойкости бензинов по его фракциям.

Коэффициент распределения детонационной стойкости находят делением величины октанового числа, определенной по исследовательскому методу для фракций бензина, выкипающих до 100°C, на величину октанового числа, определенную по этому же методу для фракций, выкипающих выше 100°C. Коэффициент распределения детонационной стойкости бензина должен быть не ниже 0,8 для марки А-76 и не ниже 0,75 для марки АИ-93. Несоответствие величины коэффициента распределения детонационной стойкости требованию стандарта приводит к детонационному сгоранию горючей смеси в период резкого увеличения частоты вращения коленчатого вала двигателя.

**Методика испытаний.** Для расчета коэффициента распределения детонационной стойкости проводят разгонку 100мл автомобильного бензина аналогично как при определении испаряемости (см. раздел 2 «Испаряемость бензина»). В первый цилиндр перегоняют фракции бензина, выкипающие до 100°C. Во второй цилиндр сливают бензин, оставшийся в колбе. Затем по исследовательскому методу определяют октановое число фракций, выкипающих до 100 и после 100 °С. Полученные значения октанового числа заносят в журнал. Коэффициент распределения детонационной стойкости получают делением значения октанового числа фракций, испарившихся до 100 °С, на октановое число фракций, испарившихся при температуре более 100°C. Коэффициент распределения детонационной стойкости бензина записать в таблицу журнала.

Дать заключение о соответствии величины коэффициента распределения детонационной стойкости бензина требованию стандарта, о его горючести и последствиях применения бензина в двигателе.



## 2. ИСПАРЯЕМОСТЬ БЕНЗИНА

**Испаряемость** - эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и результаты процессов перехода топлива из жидкого состояния в газообразное.

Автомобильные бензины являются смесью различных углеводородов, отличающихся друг от друга температурой кипения, что и определяет их испаряемость. Испаряемость автомобильных бензинов оценивают следующими показателями качества: температура начала перегонки ( $t_{\text{нп}}$ ), температура перегонки 10% объема ( $t_{10\%}$ ), температура перегонки 50% объема ( $t_{50\%}$ ), температура перегонки 90% объема ( $t_{90\%}$ ), температура конца кипения ( $t_{\text{кк}}$ ), остаток в колбе (О), остаток и потери (О+П), давление насыщенных паров (ДНП), склонность к образованию паровых пробок.

Для нормальной работы двигателя и сохранения его ресурса необходимо, чтобы фракции входили в состав бензина в таком процентном отношении, чтобы обеспечивались надежный пуск двигателя, прогрев, приемистость двигателя, динамика автомобиля, минимальный износ цилиндропоршневой группы и минимальный расход топлива. Для выполнения таких требований нормативные документы (ТУ, ГОСТ) на автомобильные бензины предусматривают выпуск двух видов бензина: летнего и зимнего. Бензины зимнего вида имеют более низкую (на 10...20°C) температуру перегонки отдельных фракций, чем летние. Зная фракционный состав бензина, можно определить его вид. Температурную характеристику фракционного состава изображают в виде графика (рис. 2).



Рис. 2. Температурная характеристика фракционного состава автомобильных бензинов

Температура начала перегонки ( $t_{\text{нп}}$ ) и температура перегонки 10% объема ( $t_{10\%}$ ) влияют на пусковые свойства двигателя. Если величина этих показателей качества не соответствует требованиям стандарта, то при пуске образуется бедная смесь, которая не всегда воспламеняется в цилиндрах двигателя. Пуск двигателя становится затрудненным либо невозможным без специальных средств облегчения пуска. Минимальную температуру воздуха, при которой возможен пуск холодного двигателя, рассчитывают по зависимости:

$$t_{\text{min}} = 0,5 \cdot t_{10\%} - 50,5, \quad (1)$$

где  $t_{\text{min}}$  - минимальная температура воздуха, при которой возможен пуск холодного двигателя.

Температура перегонки 50% объема бензина ( $t_{50\%}$ ) влияет на продолжительность прогрева двигателя после пуска, расход топлива на эту операцию, приемистость двигателя и динамику автомобиля.

**Приемистость** - способность двигателя под нагрузкой увеличивать частоту вращения коленчатого вала при резком открытии дроссельной заслонки.

Если температура перегонки 50% объема бензина ( $t_{50\%}$ ) не соответствует требованию ГОСТ или ТУ, то приемистость двигателя и динамика автомобиля ухудшаются. Изменение динамики автомобиля, выраженное в процентах, рассчитывают по формуле:

$$\Delta D = 100 - 2,5 \cdot (t_{50\%} - 90)^{0,75}, \quad (2)$$

где  $\Delta D$  - изменение динамики автомобиля, %.

Температура перегонки 90% объема бензина ( $t_{90\%}$ ), температура конца кипения ( $t_{\text{кк}}$ ), остаток в колбе (О), остаток и потери (О+П) после испытания влияют на полноту сгорания бензина, смыв масла с зеркала цилиндра, величину износа цилиндропоршневой группы и расход топлива. Относительное изменение износа цилиндропоршневой группы рассчитывают по зависимости

$$\Delta И = 100 + 0,03 \cdot (t_{90\%} - 160)^2, \quad (3)$$

где  $\Delta И$  - относительное изменение износа цилиндропоршневой группы, %.

Величина остатка и потерь (О+П) при испарении, не превышающая требований стандарта, указывает на достоверность полученных результатов испытания.

**Методика испытаний.** Сущность определения температурной характеристики фракционного состава бензина состоит в перегонке 100 мл испытуемого бензина на специальном аппарате при условиях, предусмотренных государственным стандартом, и регистрации температуры перегонки фракций, установленной стандартом. Схема аппарата для разгонки бензина приведена на рис. 3.

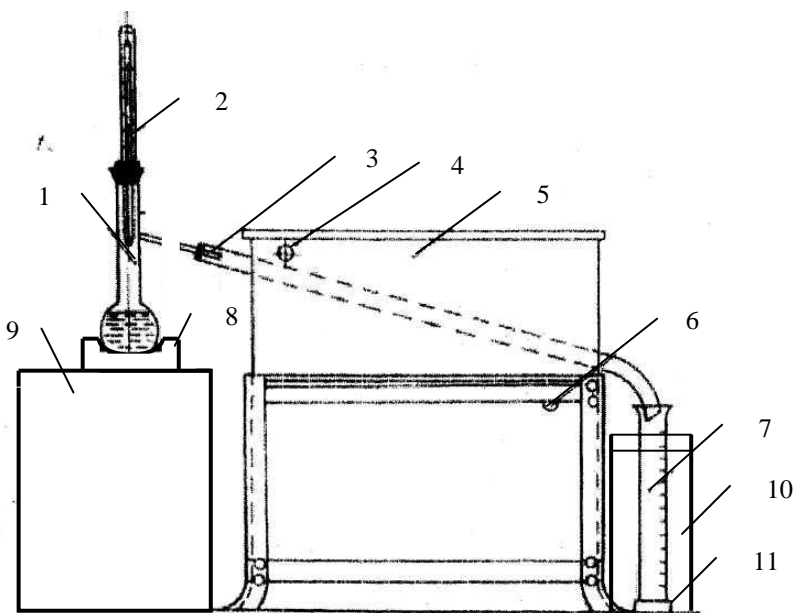


Рис. 3. Аппарат для разгонки нефтепродуктов:

1 - колба; 2 - термометр; 3 - трубка холодильника; 4 и 6 - патрубки для ввода и вывода воды; 5 - баня холодильника; 7 - мерный цилиндр; 8 – электроплитка; 9 – подставка; 10 - емкость с водой; 11 - груз

Пробу бензина осторожно налить в колбу, закрыть пробкой и установить в баню со льдом для охлаждения до температуры 13... 18°C. В баню 5 аппарата залить воду так, чтобы трубка 3 холодильника была покрыта жидкостью. После охлаждения бензина в колбе до 13...18°C мерным цилиндром 7 отмерить 100 мл его объема. Колбу 1 держать под углом 45° пароотводной трубкой вверх. Бензин из мерного цилиндра слить в колбу 1, следя за тем, чтобы бензин не попал в пароотводную трубку колбы. В горловину колбы вставить пробку с термометром 2. Ось термометра должна совпадать с осью горловины колбы. Нижний конец капилляра термометра, содержащий ртуть, совместить с самой высокой точкой нижней внутренней стенки пароотводной трубки, для того, чтобы пары бензина омывали его. Электроплитку 8 установить на подставку 9. Колбу 1 с бензином установить в корпус электроплитки 8. Колба 1 должна находиться в ней в вертикальном положении. Трубку 3 холодильника соединить при помощи пробки с пароотводной трубкой колбы. Пароотводная трубка колбы должна входить в трубку холодильника на 25-50 мм и не касаться ее стенок. Трубка 3 должна входить в цилиндр не менее чем на 25 мм, но не ниже отметки 100 мл. На мерный цилиндр 7, не высушивая его, надеть подковообразный груз 11 и поместить в стеклянный сосуд 10 с водой для более быстрого

охлаждения перегнанного бензина, а его горловину установить под нижний конец трубки 3 холодильника.

Газовый стык трубки 3 холодильника и горловины мерного цилиндра 7 уплотнить ватным жгутом. Уровень воды в стеклянном сосуде должен поддерживаться на уровне отметки 100 мл мерного цилиндра 7. Для поддержания температуры воды в бане 0...1°С в нее добавить лед.

На подставку 9 установить электроплитку 8 и после разрешения преподавателя включить ее в сеть. Переключатель плитки 8 установить в положение 3 – максимальной мощности. Колбу необходимо подогревать так, чтобы до падения первой капли дистиллята в мерный цилиндр 7 прошло 5-10 мин. Во время падения первой капли на термометре 2 считывают температуру начала кипения бензина и заносят ее в таблицу журнала. После падения первой капли бензина переключатель мощности электроплитки 8 установить в положение 1 – минимальной мощности. Установить цилиндр так, чтобы капли стекали по его стенкам. При перегонке фиксируют в журнале температуру перегонки каждые 10 мл бензина. Интенсивность нагревания поддерживают такой, чтобы скорость перегонки до получения 95 мл отгона была 4-5 мл/мин. Интенсивность нагрева регулируют положением регулятора мощности электроплитки 8. После перегонки легких фракций скорость падения капель снизится. Переключатель мощности электроплитки 8 установить в положение 2 – средней мощности. После перегонки средних фракций скорость падения капель бензина вновь снизится. После этого переключатель мощности электроплитки 8 установить в положение 3 – максимальной мощности. Испытание продолжается до перегонки 95 мл. Время от образования 95 мл отгона до конца кипения должно составлять 3-5 мин.

Конец кипения бензина отмечают в тот момент, когда ртутный столбик термометра остановится на некоторой отметке, а затем начнет опускаться. При установлении температуры конца кипения электроплитку выключают - переключатель мощности ставят в положение 0. Последний объем бензина в цилиндре фиксируют по истечении 5 мин после прекращения нагревания, когда весь бензин стечет из холодильника. Колбу с остатком бензина снимают с прибора и охлаждают. После охлаждения колбы остаток бензина из нее сливают в цилиндр емкостью 10 мл и записывают его объем. Разность между 100мл и объемом перегнанного дистиллята и дает остаток и потери при перегонке (О+П). Результаты перегонки бензина занести в журнал.

Сравнить экспериментальные данные, полученные при перегонке бензина, с требованиями ГОСТ на данный бензин, определить его вид, дать заключение о соответствии его показателей качества требованию стандарта и уровне его испаряемости и последствиях применения. Рассчитать температуру холодного пуска двигателя, изменение динамики автомобиля и изменение износа цилиндропоршневой группы.

### 3. СКЛОННОСТЬ БЕНЗИНА К ОБРАЗОВАНИЮ ОТЛОЖЕНИЙ

**Склонность к образованию отложений** - эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и результаты процессов образования отложений компонентов и продуктов превращения топлив в камерах сгорания, топливных, впускных и выпускных системах.

Основной причиной склонности бензина к образованию отложений является наличие в нем непредельных углеводородов. Низкотемпературные отложения представляют собой липкие мазеобразные продукты коричневого цвета. Откладываясь в бензопроводах, жиклерах, фильтрах и распылителе, они уменьшают пропускную способность системы питания. Высокотемпературные отложения представляют собой твердые вещества черного цвета. Относительное процентное увеличение отложений смол во впускном коллекторе в зависимости от концентрации фактических смол рассчитывают по зависимости

$$\Delta O = 55 + 22,5C_{\text{см}}, \quad (4)$$

где  $\Delta O$  - относительное изменение смол во впускном коллекторе ДВС, %;

$C_{\text{см}}$  - концентрация фактических смол в бензине, мг/100 мл.

Твердые отложения уменьшают пропускную способность впускного коллектора, оседают на стержнях, тарелках клапанов и их гнездах, что снижает мощность двигателя, увеличивает удельный расход топлива и токсичность продуктов сгорания. Отложения смол и нагара в цилиндре уменьшают объем камеры сгорания, приводят к детонационному сгоранию топлива и снижению работоспособности двигателя (табл. 2).

Таблица 2. Влияние концентрации фактических смол в бензине на работоспособность автомобильных двигателей

Показатель	Концентрация смол, мг/100 мл					
	до 10	11-15	16-20	21-25	25-50	50-120
Пробег автомобиля до появления неисправности в ДВС, тыс. км	Свыше 25	25	16	8	Не более 5	Не более 2

Склонность бензина к образованию отложений определяется по следующим показателям качества: йодное число и концентрация фактических смол в топливе.

**Йодное число** - это количество йода в граммах, поглощенного 100г испытуемого нефтепродукта. С помощью йодного числа определяют концентрацию непредельных углеводородов - основных поставщиков смолистых отложений при хранении бензина.

**Концентрация фактических смол** показывает концентрацию смол в топливе (мг/100 мл) в момент исследования.

**Методика испытаний.** Сущность метода определения фактических смол в топливе состоит в определении количества смол, оставшихся после испарения заданного объема бензина из предварительно взвешенного стаканчика. Испытание автомобильного бензина на определение в нем концентрации фактических смол проводят на приборе ПОС - 77 (рис. 4).

Подсоединить прибор к сети напряжением 220В и включить тумблер 5. При испытании бензина кнопочным переключателем 4 задатчика температуры установить температурный режим 160°C. Пока прибор выходит на заданный температурный режим, приступают к подготовке эксперимента.

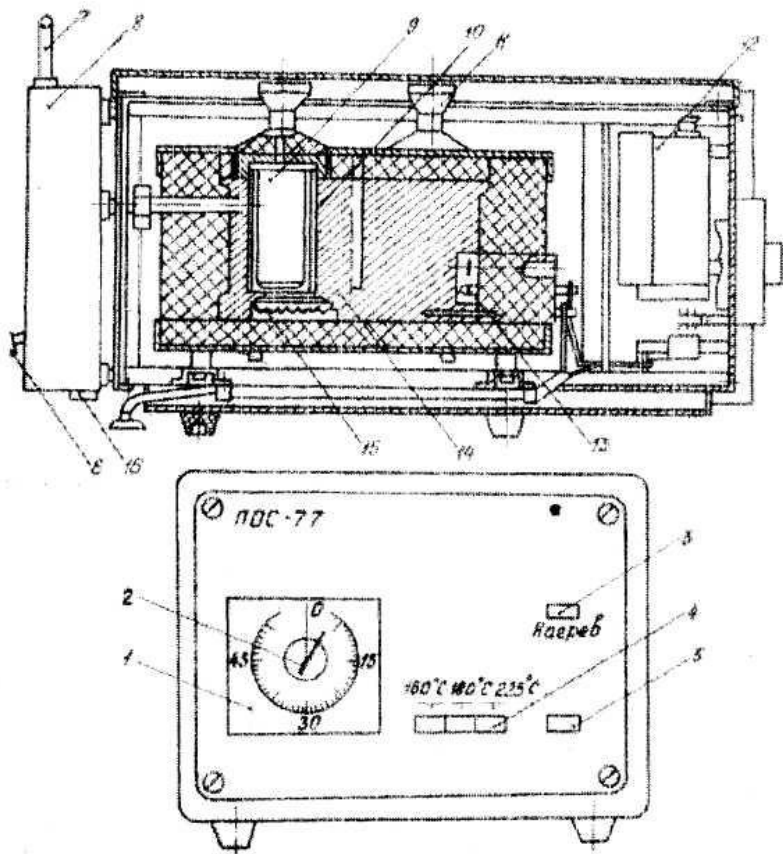


Рис. 4. Прибор ПОС-77:

1 - сигнальные часы; 2 - ручка пуска часов; 3 - индикатор; 4 - переключатель задатчика температур; 5 - выключатель сети питания; 6 - трубка; 7 - трубка холодильника; 8 - холодильник; 9 - стакан для топлива; 10 - карман; 11 - крышка кармана; 12 - электронный терморегулятор; 13 - датчик температуры; 14 - термостат; 15 - нагреватель; 16 - пробка

Испытуемый бензин отстаивают и фильтруют через бумажный фильтр. Стаканчики промывают, устанавливают в карманы прибора, нагретого до температуры испытания, закрывают их крышками и выдерживают 20 мин. Затем снимают крышки, через 2 мин щипцами вынимают стаканы из карманов, охлаждают их на вентиляторе. Записывают номер каждого из двух стаканов, предназначенных под топливо, и взвешивают каждый из них на весах с точностью  $\pm 1$  мг.

Во взвешенные стаканчики под бензин отмерить и налить по 25 мл бензина. Стаканчики под воду не взвешивать, мерным цилиндром отмерить и залить в каждый по 25 мл воды. Стаканы с бензином щипцами осторожно установить в дальние карманы и закрыть крышками так, чтобы каждая трубка у кармана вошла в отверстие каждой крышки, а шлифованные плоскости крышек и карманов герметично соприкасались одна с другой. Немедленно после этого в ближние карманы установить стаканы с водой и тоже плотно закрыть крышками 11. Поворотом ручки 2 вправо установить время испытания (60 мин) и пустить сигнальные часы 1.

Через 60 мин (прозвенит сигнальный звонок) открыть крышки карманов. Через 2 мин после снятия крышек взять щипцы, вынуть стаканы из-под бензина, установить их на гнезда вентилятора и охладить в течение 5 мин. Стаканы из-под бензина взвесить на весах с точностью  $\pm 1$  мг. Результаты занести в таблицу журнала.

Концентрацию фактических смол рассчитывают по формуле

$$C_{\text{см}} = 100(m_2 - m_1)/V, \quad (5)$$

где,  $m_2$  - масса стакана со смолами, мг;

$m_1$  - масса сухого чистого стакана;

$V$  - объем топлива, налитого в стакан для испытаний, мл.

Расхождения между результатами двух определений не должны превышать 2 мг при концентрации фактических смол до 15 мг/100 мл и 3 мг при концентрации смол от 15 до 40 мг/100 мл. Концентрация смол до 2 мг/100 мл в расчет не принимается. За результат испытаний принимают среднее арифметическое двух определений. Результаты испытаний занести в журнал.

Определить концентрацию фактических смол в бензине, дать заключение о соответствии бензина требованию стандарта, о склонности бензина к образованию отложений, о последствиях его применения. Свои выводы занести в таблицу журнала.

## 4. СОВМЕСТИМОСТЬ С МАТЕРИАЛАМИ

**Совместимость с материалами** - эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и результаты процессов коррозии материалов, разрушения и набухания, изменения технических характеристик резин, герметиков и других уплотнительных материалов, которые могут протекать при их контакте с топливом.

Совместимость бензина с материалами характеризуется следующими показателями качества: испытанием на медной пластинке, массовой долей серы, массовой долей меркаптановой серы, содержанием водорастворимых кислот и щелочей (ВКЩ).

При наличии в бензине органических кислот, серы, водорастворимых кислот и щелочей начинают протекать процессы их взаимодействия с материалами системы питания. При наличии в бензине серы в продуктах сгорания будут содержаться окислы серы и пары воды. При высоких температурах сернистые соединения способствуют газовой коррозии деталей двигателя. При пониженном тепловом режиме двигателя пары окислов серы взаимодействуют с парами воды и образуют серную кислоту. Это приводит к интенсивному коррозионному разрушению деталей.

Водорастворимые кислоты взаимодействуют со всеми металлами, а щелочи с алюминием, поэтому их присутствие в бензине не допускается.

Совместимость бензина с материалами определить по наличию водорастворимых кислот и щелочей (ВКЩ).

**Методика испытаний.** Сущность метода состоит в извлечении ВКЩ из бензина водой или водным раствором спирта и определении их наличия с помощью индикатора - универсальной лакмусовой бумаги.

В колбу емкостью 200мл налить 50 мл испытуемого бензина и 50 мл дистиллированной воды, подогретой до 50...60°C. Содержимое колбы перемешать в течение 5 мин взбалтыванием. Минеральные кислоты и щелочи, присутствующие в бензине, растворятся в воде. Содержимое колбы перелить в делительную воронку. Дать отстояться нижнему водному слою, затем налить в пробирку 20-30 мл отстоявшейся вытяжки. В пробирку опустить универсальную индикаторную бумагу. Если в воде содержатся ВКЩ, то индикаторная бумага изменит свой цвет. Вытащить бумагу из пробирки и приложить ее к шкале на корпусе упаковки для индикаторной бумаги. По шкале определить величину pH и тип среды (кислая или щелочная). При pH 7 среда нейтральная, что указывает на отсутствие в бензине наличия ВКЩ. При pH менее 7 среда кислая, что указывает на наличие в бензине водорастворимых кислот. При pH более 7 среда щелочная, что указывает на наличие в бензине водорастворимых щелочей.

Полученные данные занести в таблицу журнала и дать заключение о соответствии бензина требованию стандарта, о его совместимости с материалами деталей системы питания и о последствиях его применения в двигателе.



## 5. ПРОКАЧИВАЕМОСТЬ БЕНЗИНА

**Прокачиваемость** - эксплуатационное свойство, характеризующее особенности и результаты процессов, которые могут протекать при перекачке по трубопроводам и топливным системам и при фильтровании топлив.

Прокачиваемость автомобильных бензинов характеризуется следующими показателями качества: содержанием воды и механических примесей, массовой долей механических примесей, цветом.

Вода в топливо попадает из атмосферы. Ночью температура воздуха и бензина в емкости понижается, их плотность повышается, а объем уменьшается. В результате в емкость из атмосферы поступает воздух, содержащий пары воды и взвешенные в нем механические примеси. При понижении температуры содержащаяся в воздухе вода переходит из парообразного состояния в жидкость. Наличие воды в бензине в виде эмульсии, жидкого осадка или инея не допускается. При наличии воды интенсивно протекает электрохимическая коррозия системы питания, развиваются микроорганизмы, блокируются фильтры и т.д.

Зимой, после выезда из теплого гаража или после заправки относительно теплым бензином из подземного хранилища, в бензобаке образуется иней, который осыпается на дно и забивает систему питания. Если в бензине присутствует вода в жидком виде, то она накапливается в нижних частях бензопровода и, застывая, блокирует подачу топлива.

При работе двигателя уровень бензина в топливном баке уменьшается. Вместе с воздухом и парами воды в бак поступают механические примеси, которые затем с бензином попадают в систему питания. Гидроабразивное действие механических примесей увеличивает диаметр жиклера, что повышает расход топлива.

При одновременном наличии в бензине воды и механических примесей образуются шлам, забивающий систему питания.

Неэтилированный бензин должен быть прозрачным и бесцветным. Желтый или слегка желтоватый цвет является признаком наличия в бензине продуктов окисления непредельных углеводородов - смол, способствующих склонности бензина к образованию отложений. Наличие мутности указывает на наличие в бензине механических примесей и (или) воды.

Этилированные бензины окрашивают в специальные цвета для предупреждения водителя об их повышенной токсичности. Этилированный бензин А-76 окрашен в желтый цвет, этилированный АИ-93 - в оранжево-красный, а АИ-98 - в синий.

Поэтому по окраске бензина можно определить, этилированный бензин или нет, и его марку.

**Методика испытаний.** Интенсивно перемешать пробу бензина и налить 10-15 мл в чистую сухую пробирку. Осмотреть объем бензина в пробирке в проходящем свете. Если в бензине обнаружится взвесь или он будет слегка мутным, то в нем содержатся вода и (или) механические примеси. Поднести пробирку к белой бумаге и сравнить цвет бензина с ее цветом. Если бензин будет иметь даже слегка желтоватый оттенок, то в нем содержится повышенное количество смол. Если бензин содержит специальный краситель, то бензин этилированный. Результаты наблюдений записать в журнал, дать заключение о наличии в бензине тетраэтилсвинца, о соответствии его качества требованию стандарта, о его прокачиваемости и последствиях применения.

### **Контрольные вопросы**

1. Объясните маркировку автомобильных бензинов.
2. Дайте определение терминам «эксплуатационное свойство», «горючесть», «испаряемость», «совместимость», «прокачиваемость», «склонность к образованию отложений».
3. Какими показателями качества характеризуются следующие эксплуатационные свойства бензинов: горючесть, испаряемость, совместимость, прокачиваемость, склонность к образованию отложений?
4. Дайте определение термину октановое число, плотность.
5. Объяснить процесс детонационного сгорания бензина.
6. Дайте полную характеристику показателей качества, эксплуатационных свойств и последствий применения испытанного бензина в технике.

### **Библиографический список**

1. Журба А.А. Эксплуатационные свойства автомобильных бензинов: учеб. пособие/Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; -Новосибирск, 2002. – 142 с.
2. Кузнецов А.В. Практикум по топливу и смазочным материалам/А.В Кузнецов, М.А. Кульчев - М.: Агропромиздат, 1987.-224 с.
3. ГОСТ 26098-84. Нефтепродукты. Термины и определения.
4. ГОСТ 4.25-83. Система показателей качества продукции. Нефтепродукты. Топлива жидкие. Номенклатура показателей.
5. Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы: учеб. для вузов. –М.: Наука-Пресс, 2003. - 421 с.
6. ГОСТ 25349-90. Топлива, масла, смазки и специальные жидкости. Химотологическая карта. Порядок составления и согласования. – М.: Изд-во стандартов, 1991. -16 с.

Составитель: Крохта Геннадий Михайлович

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА  
АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ

Методические указания к лабораторной работе

Редактор Н. К. Крупина  
Компьютерный набор Н.А.Усатых  
Компьютерная верстка Н.А.Усатых

Подписано к печати  
Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Объем 1,3 уч.-изд. л.  
Изд. № 64  
Заказ № 128  
Тираж 40 экз.

---

Отпечатано в издательстве НГАУ  
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, офис 106.  
Тел. факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru