

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

ФАКУЛЬТЕТ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Адылин И.П.

Филин Ю.И.

# **Комплексная оценка основных показателей качества бензина**

Учебно-методическое пособие для выполнения  
лабораторно-практических работ

по дисциплине: «Эксплуатационные и ремонтные материалы»

для студентов факультета среднего профессионального образования  
по специальности 23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт  
автомобильного транспорта»

Брянская область  
2018

УДК 62-631.2 (076)  
ББК 35.514  
А 32

Адылин, И. П. Комплексная оценка основных показателей качества бензина: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторно-практических работ / И. П. Адылин, Ю. И. Филин. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. - 20 с.

Методическое пособие предназначено для выполнения лабораторно-практических работ по теме «Комплексная оценка основных показателей качества бензина» для студентов факультета среднего профессионального образования по специальности подготовки 23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта».

Рецензент: к.т.н, доцент Будко С.И. (Брянский государственный аграрный университет).

Рекомендовано к изданию решением цикловой методической комиссии общепрофессиональных дисциплин факультета СПО, протокол № 5 от 04.04. 2018 г.

© Адылин И.П., 2018  
© Филин Ю.И., 2018  
© Брянский ГАУ, 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение

Цель работы

1	Теоретическое введение .....	6
2	Результат внешнего осмотра образца топлива.....	7
3	Определение наличия водорастворимых кислот и щелочей в бензине. ....	7
4	Определение плотности.....	9
5	Определение фракционного состава автомобильного бензина. ....	12
6	Определение октанового числа.....	16
	Список литературы .....	18

## **ВВЕДЕНИЕ**

Учебно-методическое пособие для выполнения лабораторно-практических работ по дисциплине «Эксплуатационные и ремонтные материалы» выполнено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта» и предназначено как для проведения учебного процесса, так и для самостоятельной подготовки студентов.

Представленные в издании теоретические сведения и практические задания позволяют ознакомиться с основными показателями качества топлива. Также в процессе выполнения работы учащиеся получают навыки определения плотности, фракционного состава и октанового числа бензина.

При усвоении учебного материала обучающийся должен:

**уметь:**

- определять экспериментально основные показатели качества топлив, смазочных и неметаллических материалов, специальных жидкостей;
- производить анализ свойств топлив, смазочных и неметаллических материалов, специальных жидкостей;
- принимать решение об использовании топлив, смазочных и неметаллических материалов и специальных жидкостей в узлах как существующих, так и вновь создаваемых транспортных средств;
- оценивать экономические и экологические последствия при применении эксплуатационных материалов;
- организовывать экономное расходование и возможность дальнейшего использования или утилизации отработавших эксплуатационных материалов.

**знать:**

- влияние современных технологий получения ТСМ на их качество;

- назначение и условия работы топлив, смазочных и неметаллических материалов, специальных жидкостей, требования к ним;
- классификацию и маркировку топлив, смазочных и неметаллических материалов, специальных жидкостей;
- физико-химические и эксплуатационные свойства топлив, смазочных и неметаллических материалов, специальных жидкостей и их влияние на работоспособность узлов и агрегатов, с которыми они взаимодействуют;
- методы повышения качества топлив, смазочных и неметаллических материалов, специальных жидкостей и варианты их замены;
- экономические и экологические аспекты применения эксплуатационных материалов.

Результатом освоения дисциплины является формирование профессиональных компетенций:

<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК 1.1	Организовывать и проводить работы по техническому обслуживанию и ремонту автотранспорта.
ПК 1.2	Осуществлять технический контроль при хранении, эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте автотранспортных средств.
ПК 2.2	Контролировать и оценивать качество работы исполнителей работ.

**Цель работы:** изучение технических норм на бензин, методик и приборов, выполнение испытания по определению плотности, фракционного состава, наличия водорастворимых кислот и щелочей, октанового числа, наличия воды и механических примесей.

## 1 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

В состав бензина, кроме углеводородов (парафиновых, олефиновых, нафтеновых и ароматических), могут входить примеси: серо-, азот- и кислородсодержащие соединения. Бензин готовят смешиванием компонентов, получаемых переработкой нефти: прямой перегонкой, крекингом, риформингом, коксованием и др. Бензин применяют в качестве горючего для двигателей внутреннего сгорания с принудительным воспламенением, а также как растворитель и промывочную жидкость. Температура замерзания бензина ниже  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , температура горения –  $2063\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Бензин – лёгкая фракция нефти, выкипающая в пределах  $40\text{-}205\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

При концентрации паров бензина в воздухе  $74\text{-}123\text{ г/м}^3$  образуются взрывчатые смеси.

$$\Delta H_{\text{сгор}}^0 \text{ (низшая)} = 41\text{-}44 \text{ МДж/кг};$$

$$\eta = 0,5\text{-}0,65 \text{ мм}^2/\text{с};$$

$$\rho = 0,700 - 0,780 \text{ г/см}^3 \text{ (при } 20^{\circ}\text{C)}.$$

Основные эксплуатационные характеристики бензина, применяемого в качестве горючего: испаряемость, горючесть, воспламеняемость, химическая стабильность, склонность к образованию отложений, коррозионная активность.

Показатели, влияющие на испаряемость: фракционный состав, давление насыщенных паров, вязкость, поверхностное натяжение, теплоёмкость, плотность.

Для испытания получен бензин АИ-80 и АИ-92 ГОСТ Р 51105-97. «Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин».

Бензин – легкая фракция нефти, выкипающая в пределах  $40\text{-}205\text{ }^{\circ}\text{C}$ , применяется в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания с воспламенением от искры.

## 2 РЕЗУЛЬТАТ ВНЕШНЕГО ОСМОТРА ОБРАЗЦА ТОПЛИВА

### *АИ-80:*

Цвет: желтый.

Прозрачность: прозрачный.

Наличие воды: отсутствует.

Наличие механических примесей: отсутствуют.

### *АИ-92:*

цвет: оранжевый

прозрачность: помутнения отсутствуют

наличие воды: отсутствует

наличие механических примесей: отсутствуют

### *Заключение.*

Образец отвечает требованиям ГОСТ Р 51105-97, цвет – чистый, прозрачный, наличие воды и механических примесей не допускается.

## 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЛИЧИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ КИСЛОТ И ЩЕЛОЧЕЙ В БЕНЗИНЕ

Цель определения: Определить наличие в образце топлива содержание водорастворимых кислот и щелочей и сделать заключение о коррозионной активности топлива.

### *Аппаратура, материалы, реактивы.*

1. Воронки делительной емкостью 100 мл.
2. Мерный цилиндр на 10 мл.
3. Фарфоровые чашки.
4. Пипетки.
5. Вода дистиллированная.
6. Фенолфталеин 1%-й спиртовой раствор.
7. Метилоранж 0,02%-й водный раствор.
8. Химический штатив.

**Схема установки:**

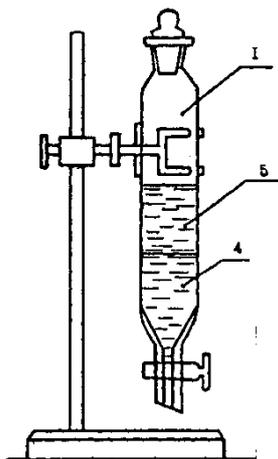


Рисунок 1 – Делительная воронка для определения в топливе водорастворимых кислот и щелочей

**Последовательность выполнения.**

1. Образец топлива тщательно перемешивают взбалтыванием в бутылке, затем наливают в делительную воронку (рисунок 1) 10 мл испытуемого топлива, добавляя такое же количество дистиллированной воды, и взбалтывают смесь в течение 5 минут.

2. Дают смеси отстояться, после чего водный слой, находящийся внизу делительной воронки, спускают через кран в две фарфоровые чашки.

3. В одну чашку добавляют 1-2 капли метилоранжа. При наличии в топливе минеральных кислот водная вытяжка в пробирке окрасится в розовый цвет, при отсутствии кислот цвет водной вытяжки будет желто-оранжевый.

4. В другую чашку добавляют 1-2 капли фенолфталеина. При наличии в топливе щелочей водная вытяжка окрасится в малиновый цвет, при отсутствии щелочей водная вытяжка останется бесцветной или слегка побелеет.

Бензин может быть допущен к применению только при неизменяющейся окраске его водной вытяжки, что будет свидетельствовать о полном отсутствии в нем водорастворимых кислот и щелочей.

**Исходные данные:**

- объем испытуемого топлива 10 мл;
- наименование растворителя: дистиллированная вода;

- объем растворителя 10 мл;
- температура топлива 23°С;
- время перемешивания смеси топлива и растворителя в делительной воронке 5 мин.;
- объем водной вытяжки 10 мл;
- число капель индикаторов метилового оранжевого 2 капли;
- фенолфталеина 3 капли.

***Результаты испытания.***

***АИ-80:***

1. При добавлении метилового оранжевого окраска водной вытяжки не изменилась.
2. При добавлении фенолфталеина окраска водной вытяжки не изменилась.

***АИ-92:***

1. При добавлении метилового оранжевого окраска водной вытяжки не изменилась.
2. При добавлении фенолфталеина окраска водной вытяжки не изменилась.

***Заключение:*** В образце топлива водорастворимые кислоты и щелочи отсутствуют, что соответствует требованиям ГОСТ Р 51105-97; наличие кислот и щелочей не допускается.

## **4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ**

***Цель определения:*** научиться определять плотность бензина.

Система учета и отчетности, а также расчеты при составлении заявок на снабжение должны предусматривать перевод количества бензина из массовых единиц в объемные и обратно. Кроме того, контроль наличия и остатков в ёмкостях автомобильных заправочных станций (АЗС) также невозможен без четко налаженного перевода массовых единиц измерения в объемные.

Для перерасчета количества бензина в объемных единицах в массовые достаточно умножить объемное количество бензина, замеренное при какой-либо определенной температуре, на плотность бензина при той же температуре, т.е.

$$C_T = V_T \cdot \rho,$$

где  $C_T$  – количество бензина в массовых единицах, кг;

$V_T$  – объём бензина, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – плотность бензина, кг/м<sup>3</sup>.

### ***Основные определения и обозначения***

Плотность измеряется массой тела, заключенной в единице его объема, и имеет размерность в системе СИ (кг/м<sup>3</sup>).

### ***Аппаратура.***

1.Стеклянный цилиндр.

2.Нефтеденсиметр с ценой деления 0,0005 г/см<sup>3</sup> (0,5 кг/м<sup>3</sup>).

### ***Схема установки:***

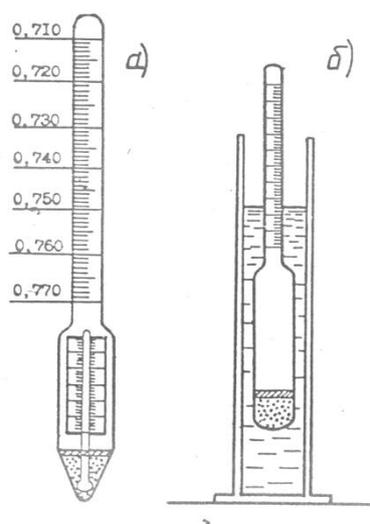


Рисунок 2 – Определение плотности бензина нефтеденсиметром: а – нефтеденсиметр; б – замер плотности топлива

### ***Проведение испытаний.***

Для определения плотности бензина стеклянный цилиндр устанавливают на прочный горизонтальный стол. По стеклянной палочке осторожно наливают в него бензин, причем температура бензина не должна отклоняться от температуры в помещении, где производят измерение, более чем на 5°С.

Далее чистый и сухой нефтенсиметр медленно погружают в бензин до момента свободной плавучести.

Отсчет производят по верхнему краю мениска (рисунок 2).

Температуру бензина определяют термометром.

Плотность бензина принято указывать при температуре +20 °С.

Если температура бензина в момент определения его плотности отличалась от указанной, следует ввести температурную поправку.

Температурная поправка определяется по формуле:

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

где  $\rho_{20}$  – плотность при температуре +20°С;

$\rho_t$  – плотность при температуре замера;

t – температура бензина к моменту замера;

$\gamma$  – температурная поправка.

#### ***Результаты испытания:***

- Температура бензина к моменту замера  $t = 23^\circ \text{C}$ ;
- Температура помещения  $22^\circ \text{C}$ ;
- Плотность топлива при температуре испытания  
АИ-80:  $\rho = 715 \text{ кг/м}^3$   
АИ-92:  $\rho = 820 \text{ кг/м}^3$
- Температурная поправка  $\gamma = 0,00087$

Приведение полученной плотности к плотности при температуре 20°С  $\rho_{20}$ :

#### ***АИ-80:***

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma(t - 20) = 715 + 0,00087(23 - 20) = 715,00261 \text{ кг/м}^3.$$

#### ***АИ-92:***

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma(t - 20) = 820 + 0,00087(23 - 20) = 820,00261 \text{ кг/м}^3$$

### ***Заключение.***

Плотность образца бензина АИ-80 соответствует требованиям ГОСТ Р 51105-97, плотность при 20° С не более 750 кг/м<sup>3</sup>, плотность образца бензина АИ-92 не соответствует ГОСТ Р 51105-97, допускается плотность при 20° С не более 780 кг/м<sup>3</sup>.

## **5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНА**

***Цель работы:*** определить зависимость количества испарившегося бензина от температуры.

### ***Введение.***

Фракционный состав бензина во многом определяет его важнейшие эксплуатационные свойства. Легкость пуска холодного двигателя, необходимая интенсивность подогрева впускного трубопровода, мощностные показатели, топливная экономичность, наконец, интенсивность износа двигателя тесно связаны с фракционным составом бензина.

В отличие от химически однородных веществ, таких, например, как вода, спирт, эфиры, имеющих постоянную температуру кипения, зависящую только от барометрического давления, бензин является сложной смесью ряда индивидуальных углеводородов, кипящих при различных температурах.

Поэтому для оценки испаряемости бензина определяют зависимость количества испарившегося бензина от температуры.

График, показывающий зависимость объема отогнанного топлива (в %) от температуры, называется кривой перегонки. Кривая перегонки дает наглядное представление о фракционном составе топлива.

По характерным точкам на кривой фракционного состава можно приблизительно судить о некоторых эксплуатационных качествах бензина.

Например, температура выкипания 10% бензина характеризует его пусковые свойства, в частности, возможность пуска при низких температурах воздуха.

Чем ниже температура выкипания 10% бензина, тем легче пуск двигателя. Поэтому в средней полосе страны применяют летний и зимний бензин с ограничением температуры начала кипения. Летний бензин должен обеспечивать запуск при температуре воздуха до  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , не образовывать пробок при температуре воздуха до  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Начало кипения не ниже  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , разгонка 10% – не ниже  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , но не выше  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Зимний бензин – запуск до  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , отсутствие паровых пробок до  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Начало кипения не выше  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , разгонка 10% – не выше  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Температура выкипания 50% бензина характеризует необходимую интенсивность подогрева впускного трубопровода, а также скорость подогрева двигателя и возможность более быстрого прекращения обогащения горючей смеси при пуске.

Температура 90% выкипания и конца разгонки достаточно полно характеризует противоизносные свойства бензина, так как с повышением этих температур увеличивается количество тяжелых трудноиспаряющихся фракций, попадающих в цилиндр в капельно-жидком состоянии и смывающих масляную пленку с зеркала цилиндров.

Чем выше температура разгонки 90% топлива, тем больше неполнота сгорания топлива и выше токсичность выхлопа. Температура разгонки 90% топлива обычно бывает не выше  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$  у летнего и  $160\text{ }^{\circ}\text{C}$  у зимнего бензинов. От фракционного состава значительно зависит расход топлива, величина потерь при транспортировке, хранении и перекачках.

### ***Аппаратура:***

1. Прибор для разгонки нефтепродуктов.
2. Цилиндры измерительные на 100 и 10 мл.
3. Круглодонная колба на 200 мл.
4. Термометр с корковой пробкой.
5. Горелка газовая или электрическая плитка.

*Схема установки:*

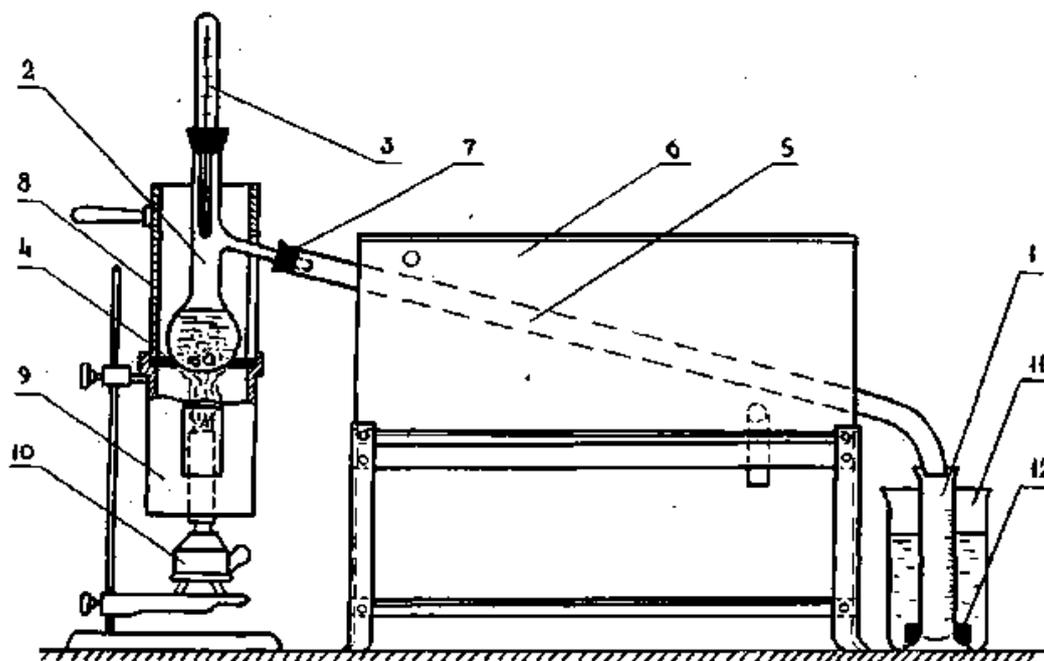


Рисунок 3 – Схема установки для разгонки нефтепродуктов: 1 – измерительный цилиндр; 2 – колба с отводной трубкой; 3 – термометр; 4 – асбестовая прокладка с фасонным отверстием; 5 – трубка; 6 – холодильник; 7 – пробка; 8 – верхний кожух; 9 – нижний кожух со смотровым окном; 10 – горелка; 11 – стакан с водой; 12 – металлический грузик

***Последовательность выполнения.***

Отмерив измерительным цилиндром 100 мл исследуемого бензина, его переливают в колбу, установив ее в таком положении, чтобы отводная трубка была направлена вверх, затем колбу закрывают пробкой с вставленным в неё термометром так, чтобы ось термометра совпала с осью колбы, а верх ртутного шарика находился бы на уровне нижнего края отводной трубки в месте её припоя. В этом случае можно отметить температуру пара, поступившего в холодильник. Колба соединяется с холодильником и закрывается кожухом. Измерительный цилиндр, не высушивая, следует поставить под нижний конец отводной трубки холодильника так, чтобы трубка входила в цилиндр не менее чем на 25 мм, но не ниже метки 100 мл (рисунок 3).

После проведения указанных подготовительных операций приступить непосредственно к проведению перегонки.

Перегонка производится в следующем порядке:

1. Включается электроплитка. Интенсивность нагрева должна быть такой, чтобы первая капля дистиллята упала из трубки холодильника через 5-10 минут после начала нагревания.

2. Температуру, показанную термометром в момент падения первой капли, условно принимают за температуру начала перегонки.

3. Дальнейшую перегонку ведут со скоростью 4-5 мл/мин, что соответствует 20-25 каплям за 10 с. Запись показания термометра производят через каждые 10 мл перегонки дистиллята .

4. После отгона 90% дистиллята нагрев колбы регулируют так, чтобы до конца перегонки прошло 3-5 мин. Перегонку заканчивают, когда ртутный столбик остановится. В этот момент записывают температуру конца перегонки, выключают прибор, снимают верхний кожух и дают колбе охладиться в течение 5 мин.

5. После остывания колбы из нее вынимают термометр и снимают с прибора. Оставшийся в колбе остаток сливают в измерительный цилиндр и измеряют с точностью до 0,1 мл.

#### ***Обработка результатов.***

<b>Объем отгона</b>	<b>Температура, °С</b>
1 капля	40
10 мл	70
20 мл	78
30 мл	90
40 мл	150

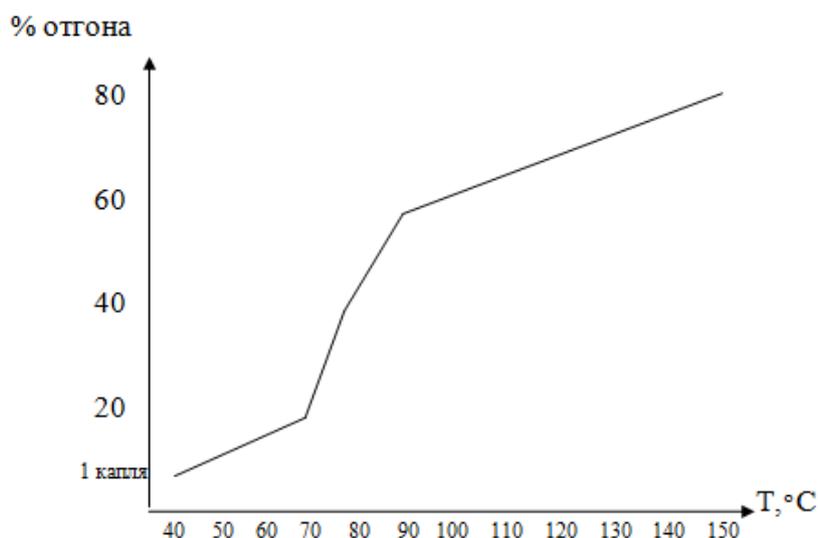


Рисунок 4 – График фракционной разгонки бензина по экспериментальным данным (с учетом поправки на барометрическое давление)

**Заключение:** По фракционному составу испытуемое топливо соответствует марке.

## 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА

Октановое число – это показатель детонационной стойкости бензина, численно равный процентному содержанию изооктана в смеси его с нормальным гептаном, которая эквивалентна по детонационной стойкости испытуемому бензину.

Оценку детонационных свойств производят на установках с одноцилиндровым двигателем, степень сжатия которого можно менять от 4 до 10.

Эти установки стандартизированы, и испытания топлив на них производят в одних и тех же условиях.

Детонация – процесс очень быстрого завершения сгорания в результате самовоспламенения части рабочей смеси и образования ударных волн, распространяющихся со сверхзвуковой скоростью. Скорость детонационного сгорания в десятки раз выше скорости обычного сгорания и может достигать сверхзвуковых величин.

Детонация обусловлена многими причинами – конструктивными особенностями двигателя, качеством применяемого топлива, повышенной степенью сжатия. Детонационная стойкость – стойкость углеводородов к химическим изменениям в паровой фазе в условиях камеры сгорания двигателя.

С увеличением числа углеродных атомов в цепи n-алканов их детонационная стойкость уменьшается.

Высокая детонационная стойкость товарных бензинов достигается тремя основными способами:

- использование в качестве базовых бензинов высокооктановых вторичных продуктов переработки нефти или увеличение их доли в товарных бензинах;
- широкое использование высокооктановых компонентов, вводимых в товарные бензины;
- применение антидетонационных присадок.

Октановое число (ОЧ) может быть подсчитано по формуле (приближенно соответствует октановому числу, определенному исследовательским методом):

$$\text{ОЧ} = 120 - 2 \cdot \left[ \frac{114 - 58}{5} \cdot 0,71500261 \right] = 88,671$$

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{нр}} + t_{\text{кр}}}{2} = \frac{23 + 205}{2} = 114,$$

где  $t_{\text{ср}}$  – средняя температура разгонки топлива;  
 $t_{\text{нр}}$  – температура начала разгонки топлива;  
 $t_{\text{кр}}$  – температура конца разгонки топлива, °С;  
 $\rho_{20}$  – плотность топлива при 20 °С (г/см<sup>3</sup>).

### ***Заключение.***

Октановое число образца отвечает требованиям ГОСТ Р 51105-97, не менее 80.

***Вывод:*** В ходе выполнения лабораторной работы изучили технические нормы на бензин, методики и приборы, выполнили испытания по определению плотности, фракционного состава, наличия водорастворимых кислот и щело-

чей, октанового числа, наличия воды и механических примесей. Получили не соответствие ГОСТу образца АИ-92 по плотности, более 780 кг/м<sup>3</sup>.

### **Контрольные вопросы**

1. Что называется фракцией и испаряемостью топлива?
2. Как оценивается фракционный состав топлива?
3. Какие характерные точки имеются на кривой фракционной перегонки?
4. Какие параметры бензинов характеризует температура начала перегонки?
5. Что характеризует октановое число, как оно определяется?
6. Чем различаются методы определения октанового числа моторным и исследовательским способами?
7. Какую опасность представляет наличие воды в бензинах?
8. На что влияет содержание серы в бензине?
10. Укажите марку бензина, которую вы исследовали и как она расшифровывается.

## Список литературы

1. Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы: учебник для вузов. М.: Наука-Пресс, 2003. 421 с.
2. Каня В.А. Автомобильные эксплуатационные материалы: курс лекций для студентов специальности 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство» Омск: Изд-во СибАДИ, 2006. 192 с.
3. Химмотология: учебник для вузов / А.А. Гуреев, И.Г. Фукс, В.Л. Лашхи и др. М.: Химия, 1986. 367 с.
4. Автомобильные масла, смазки, присадки: справочное пособие / И.И. Гнатченко и др. М.: ООО «Издательство АСТ», 2000. 360 с.
5. Обельницкий А.М., Егорушкин Е.А., Чернявский Ю.Н. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости: учебник для вузов по спец. «Двигатели внутреннего сгорания» / под ред. проф. А.М. Обельницкого. М.: ИПО «Полигран», 1997. 272 с.
6. Макушев Ю.П. Лабораторный практикум по автомобильным эксплуатационным материалам. Омск: Изд-во СибАДИ, 2006. 68 с.
7. ГОСТ Р 51105 – 97. Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические требования.
8. ГОСТ 305 – 82. Топливо дизельное. Технические условия.
9. ГОСТ 25371 – 97. Нефтепродукты. Метод расчёта индекса вязкости.
10. ГОСТ 33 – 2000. Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости.

Учебное издание

Адылин И.П.

Филин Ю.И.

# **Комплексная оценка основных показателей качества бензина**

Учебно-методическое пособие для выполнения  
лабораторно-практических работ

по дисциплине: «Эксплуатационные и ремонтные материалы»

для студентов факультета среднего профессионального образования  
по специальности 23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт  
автомобильного транспорта»

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 05.04.2018 г. Формат 60x84. 1/16.  
Бумага офсетная. Усл. п. 1,16. Тираж 25 экз. Изд. № 5696.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ