

2837

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра автомобилей и тракторов

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ
СВОЙСТВ ТОПЛИВА**

Методические указания к выполнению лабораторных работ
по дисциплине "Эксплуатационные материалы"
для студентов дневного отделения и очно-заочной
формы обучения по специальности 150100
"Автомобиле- и тракторостроение"

Составители С.А. Харламов, И.С. Константинова

Липецк 2003

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра автомобилей и тракторов

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ
СВОЙСТВ ТОПЛИВА**

Методические указания к выполнению лабораторных работ
по дисциплине "Эксплуатационные материалы"
для студентов дневного отделения и очно-заочной
формы обучения по специальности 150100
"Автомобиле- и тракторостроение"

Составители С.А. Харламов, И.С. Константинова

Липецк 2003

УДК 62-631.2 + 665.753.4
Х 211

Комплексная оценка эксплуатационных свойств топлива: Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Эксплуатационные материалы» для студентов дневного отделения и очно-заочной формы обучения по специальности 150100 «Автомобиле- и тракторостроение» / Сост.: С.А. Харламов, И.С. Константинова. – Липецк: ЛГТУ, 2003. – 26 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по темам: определение физико-химических показателей бензина и дизельного топлива, определение цетанового числа дизельного топлива.

Рецензент Баженов С.П.

© Липецкий государственный технический университет, 2003

Содержание лабораторных работ

Наряду с изучением теоретической части курса «Эксплуатационные материалы» студенты должны под наблюдением преподавателя и учебного мастера в лаборатории выполнить цикл работ по определению физико–химических показателей различных видов топлива, масел и специальных жидкостей.

Для успешного проведения лабораторных работ большое значение имеет организация рабочих мест, отбор проб, подготовка их к анализу, соблюдение правил техники безопасности и противопожарных мероприятий.

В настоящие методические указания включены 7 лабораторных работ по определению некоторых физико–химических показателей топлива, смазочных материалов и специальных жидкостей, нормируемых соответствующими ГОСТами и нормативно–технической документацией.

Описание лабораторных работ основано на действующих стандартах по испытанию эксплуатационных материалов, но порядок их проведения значительно упрощен и сокращен по объему с тем, чтобы каждый студент мог усвоить суть работы, выполнить ее и получить вполне достоверные результаты для сравнения с данными соответствующего ГОСТа или ТУ.

С целью экономии учебного времени некоторые лабораторные работы можно выполнять параллельно с другими, используя для этого перерывы между отдельными операциями.

Одновременно с выполнением лабораторных работ по определению физико–химических показателей студенты должны ознакомиться с образцами товарного ассортимента различных видов топлива, смазочных материалов и специальных жидкостей, изучить эксплуатационные требования к ним, классификацию, марки и различия по характерным признакам.

Оформление отчета

По окончании испытаний каждый студент самостоятельно составляет отчет, который должен содержать:

- название лабораторной работы;
- цель работы;
- приборы и оборудование;
- расчеты, необходимые при определении некоторых физико-химических показателей;
- журнал наблюдений.

Техника безопасности и противопожарные мероприятия при проведении лабораторных работ

Во время проведения лабораторных работ по определению физико–химических показателей топлива, масел и специальных жидкостей приходится

иметь дело с открытым огнем, нагревательными приборами, ядовитыми и огнеопасными веществами, хрупкими стеклянными приборами и оборудованием.

Во избежание несчастных случаев при нахождении в лаборатории и при выполнении лабораторных работ следует строго соблюдать правила техники безопасности и противопожарные меры.

Основные правила техники безопасности

На рабочем столе не должно быть химической посуды или приборов, не имеющих отношения к выполнению лабораторной работы, а портфели, сумки и другие личные вещи студентов должны быть сложены в указанном учебным мастером месте.

Все образцы нефтепродуктов, подлежащие испытанию, должны находиться в лаборатории в стеклянной или пластмассовой посуде с плотно закрывающимися пробками или кранами.

Во избежание ожога при работе с нагревательными приборами нельзя прикасаться или брать нагретые приборы и посуду голыми руками. Особенно внимательно надо относиться к нагретым нефтепродуктам (моторные и трансмиссионные масла, глицерин и т.д.), так как температура их может быть выше 200⁰С, а по внешним признакам это трудно заметить. Нагретые фарфоровые или металлические тигли берут специальными щипцами, а пробирки – держателями.

В случае теплового ожога необходимо обожженное место немедленно протереть ватой, смоченной в растворе марганцовокислого калия или в этиловом спирте.

Особые меры предосторожности следует соблюдать при работе с этилированным бензином, так как он высокотоксичен. Запрещается использовать его в качестве растворителя нефтепродуктов, для мытья рук, приборов и посуды, чистки одежды и т.д. Строго запрещается засасывать в трубки, шланги и пипетки этилированный бензин ртом, так как пары бензина могут вызвать сильное отравление. Для этих целей следует применять резиновую грушу. После окончания работы с этилированным бензином необходимо сразу тщательно вымыть руки сначала керосином, а затем руки и лицо теплой водой с мылом.

Сильно ядовитыми веществами являются также этиленгликоль и все материалы, содержащие его (антифриз, тормозная жидкость и т.п.). Поэтому при работе со специальными жидкостями на этиленгликолевой основе надо остерегаться попадания их в пищевой тракт и на слизистые оболочки лица. После работы с этими жидкостями надо тщательно вымыть руки с мылом.

При мойке, сборке и разборке стеклянных приборов и посуды необходима особая осторожность, нельзя прилагать излишних усилий при закрывании пробок или надевании резиновых трубок, так как это может привести к разрушению стеклянных изделий и порезам рук осколками. При порезах необходимо быстро удалить осколки из раны, протереть кожу вокруг раны ватой, смоченной йодом, наложить на рану стерильную салфетку и забинтовать.

Основные противопожарные мероприятия

При выполнении лабораторных работ с топливом и смазочными материалами важное значение имеет обязательное и точное соблюдение правил противопожарных мероприятий в связи с тем, что работы проводятся с легко воспламеняющимися горючими веществами, обладающими большой летучестью паров и низкой температурой вспышки.

К работе и занятиям допускаются студенты, прослушавшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с основами противопожарных мероприятий.

Рабочие столы, шкафы и подоконники в лаборатории нельзя загромождать бутылками, банками и другой посудой с нефтепродуктами.

Образцы и пробы нефтепродуктов следует готовить для испытания при выключенных приборах или вдали от них.

Не разрешается оставлять нагреваемые нефтепродукты без надзора даже на короткое время.

Запрещается хождение в лаборатории с открытым огнем и курение.

Легковоспламеняющиеся нефтепродукты нагревают на электронагревательных приборах с закрытой спиралью, на песочной или водяной бане. Не допускается держать посуду с горючими веществами над газовой горелкой без асбестовой прокладки или сетки.

В лаборатории запрещается находиться и проводить работы в одежде, пропитанной нефтепродуктами.

При воспламенении горючей жидкости на рабочем месте необходимо немедленно выключить нагревательные приборы, которые находятся вблизи места горения. Горящее пламя следует накрыть кошмой, одеялом или другими предметами или засыпать слоем сухого песка, или залить горящую поверхность жидкости слоем пены из огнетушителя.

Если нефтепродукт воспламенился в открытом сосуде, то категорически запрещается толкать или передвигать этот сосуд. Необходимо быстро накрыть его асбестом, листом жести, кошмой, одеялом, но очень осторожно, чтобы не опрокинуть.

Для прекращения растекания горячей жидкости по столу или по полу необходимо быстро вокруг нее насыпать валик из песка, а затем уже тушить пламя.

Если загорится одежда, то на пострадавшего необходимо накинуть кошму, одеяло, халат и т.п. Потушив огонь, надо разрезать и осторожно снять одежду, а обожженные места сразу же обработать.

После выполнения лабораторной работы необходимо убрать за собой рабочее место: выключить электронагревательные приборы, закрыть водопроводные краны, потушить горелки и лампы, закрыть пробками емкости с остатками нефтепродуктов.

Лабораторная работа № 1

«Определение физико-химических показателей автомобильного бензина»

Цель работы: познакомиться с образцами автомобильных бензинов, изучить эксплуатационные требования, предъявляемые к ним, их марки и различия по характерным признакам, научиться определять основные физико-химические показатели.

Приборы и оборудование

Ручная лаборатория РЛ, мерный стакан, стеклянный цилиндр, фильтр бумажный, воронка, лабораторное стекло, белая бумага, пипетка, медная пластина, термометр, нефтенсиметр.

Порядок выполнения работы

1. Познакомиться с образцами автомобильных бензинов, изучить эксплуатационные требования, предъявляемые к ним, их марки и различия по основным показателям.
2. Изучить методику определения физико-химических показателей автомобильного бензина.
3. Определить основные физико-химические показатели автомобильного бензина.
4. Результаты определения физико-химических показателей автомобильного бензина занести в журнал наблюдений. Дать заключение о соответствии его показателей ГОСТу.
5. Ответить на контрольные вопросы.

Эксплуатационные требования, предъявляемые к бензинам

Важнейшим фактором, от которого зависят технико-экономические показатели работы двигателя с воспламенением горючей смеси от искры, является качество применяемого бензина. Поэтому бензин должен обладать определенными эксплуатационными свойствами, которые регламентируются стандартными значениями его физико-химических показателей (табл. 1).

Для обеспечения надежной, экономической и долговечной работы двигателя бензин должен отвечать следующим требованиям:

- обладать высокой теплотой сгорания;
- обеспечивать нормальное и полное сгорание горючей смеси за счет высокой испаряемости;
- обладать высокой детонационной стойкостью;

- иметь высокую химическую стабильность, определяющую склонность к образованию нагаров и отложений при использовании, транспортировании и хранении;
- иметь низкую коррозионную активность и воздействие на резинотехнические изделия;
- обладать хорошими низкотемпературными свойствами;
- не оказывать вредного воздействия на человека и окружающую среду.

Основные марки автомобильных бензинов и их показатели

Автомобильные бензины предназначены для поршневых и роторно-поршневых двигателей внутреннего сгорания с принудительным воспламенением топливовоздушных смесей от искры. Государственными стандартами России предусмотрена выработка девяти марок бензина: А-72, А-76, АИ-91, АИ –93 и АИ – 95 (ГОСТ 2084-77), Нормаль-80, Регуляр-92, Премиум-95 и Супер-98 (ГОСТ Р 51105-97) (табл. 1) .

Все автомобильные бензины, выработанные по ГОСТ 2084-77, подразделяются на два вида:

1) летние - предназначены для применения во всех районах страны, кроме северных и северо-восточных, в период с 1 апреля по 1 октября; в южных районах допускается применение летних видов бензинов в течение всего года.

2) зимние – предназначены для применения в течение всех сезонов в северных и северо-восточных районах страны, в остальных районах – с 1 октября по 1 апреля.

Кроме того, по ТУ выпускаются экспортные бензины: АИ-80, АИ-92, АИ-96 и для внутреннего потребления АИ-98.

В целях повышения конкурентоспособности российских бензинов и доведения их качества до уровня европейских стандартов разработан и с 01.01.99г. введен в действие ГОСТ Р 51105-97 «Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия».

В соответствии с новым стандартом ГОСТ Р 51105-97 для автомобильных бензинов введено пять классов испаряемости для применения в различных климатических районах по ГОСТ 16350-80. Бензины всех четырех марок:

1^{го} класса испаряемости применяют с 1 апреля по 1 октября (летом) в умеренно теплом с мягкой зимой районе;

2^{го} класса – с 1 апреля по 1 октября (летом) в умеренно холодном и умеренном районах;

3^{го} класса - с 1 апреля по 1 октября (летом) в очень холодном и холодном районах и с 1 октября по 1 апреля (зимой) в умеренно теплом с мягкой зимой районе;

4^{го} класса - с 1 октября по 1 апреля (зимой) в умеренно холодном и умеренном районах;

Таблица 1

Физико-химические показатели бензинов

| Показатель | Марка | | | | | | | | | |
|--|---|-----------------|---------------|-------|-------|-------|-----------------|------------|------------|----------|
| | ГОСТ 2084-77 | | | | | | ГОСТ Р 51105-97 | | | |
| | А-72 | А-76 | | АИ-91 | АИ-93 | АИ-95 | Нормаль-80 | Регуляр-92 | Премиум-95 | Супер-98 |
| | | Неэтилированный | Этилированный | | | | | | | |
| Детонационная стойкость: Октановое число, не менее: моторный метод исследовательский метод | 72 | 76 | 76 | 82,5 | 85 | 85 | 76 | 83 | 85 | 88 |
| | Не нормируется | | | 91 | 93 | 95 | 80 | 92 | 95 | 98 |
| Массовое содержание свинца, г/дм ³ , не более | 0,013 | 0,013 | 0,17 | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Содержание марганца, мг/дм ³ , не более | - | - | - | - | - | - | 50 | - | - | - |
| Содержание фактических смол, мг/100 см ³ , не более | 5,0 | | | | | | | | | |
| Индукционный период бензина, мин, не менее | 600 | 1200 | 900 | 900 | 1200 | 900 | 360 | 360 | 360 | 360 |
| Массовая доля серы, %, не более | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Объемная доля бензола, %, не более | - | - | - | - | - | - | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Плотность при 15 ⁰ С, кг/м ³ при 20 ⁰ С | - | - | - | - | - | - | 700-750 | 725-780 | 725-780 | 725-780 |
| | Не нормируется. Определение обязательно | | | | | | - | - | - | - |
| Фракционный состав: температура начала перегонки бензина, ⁰ С, не ниже: летнего зимнего | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 30 | | | | |
| | Не нормируется | | | | | | | | | |
| 10 % бензина перегоняется при температуре, ⁰ С, не выше: летнего зимнего | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 75 | | | | |
| | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | | | | |

Окончание табл. 1

| Показатель | Марка | | | | | | | | | |
|---|---------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|-----------------|---------------------|--------------|
| | ГОСТ 2084-77 | | | | | | ГОСТ Р 51105-97 | | | |
| | А-72 | А-76 | | АИ-91 | АИ-93 | АИ-95 | Норма ль-80 | Регул- яр-92 | Пре- миум- 95 | Супер- 98 |
| Неэтилиро- ванный | | Этилиро- ванный | | | | | | | | |
| 50 % бензина перегоняется при температуре, °С, не выше: | | | | | | | | | | |
| летнего | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 120 | | | | |
| зимнего | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 105 | | | | |
| 90 % бензина перегоняется при температуре, °С, не выше: | | | | | | | | | | |
| летнего | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | | | | |
| зимнего | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | | | | |
| Конец кипения бензина, °С, не выше: | | | | | | | | | | |
| летнего | 195 | 195 | 195 | 205 | 205 | 205 | | | | |
| зимнего | 185 | 185 | 185 | 195 | 195 | 195 | | | | |
| Остаток в колбе, % | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | | | | |
| Остаток и потери, % | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | | | | |
| Давление насыщенных паров бензина, кПа: | | | | | | | | | | |
| летнего, не более | 66,7 | 66,7 | 66,7 | 66,7 | 66,7 | 66,7 | | | | |
| зимнего | 66,7- 93,3 | 66,7-93,3 | 66,7-93,3 | 66,7-93,3 | 66,7-93,3 | 66,7-93,3 | | | | |
| Кислотность, мг КОН/100 см ³ , не более | 3 | 1 | 3 | 3 | 0,8 | 2 | - | - | - | |
| Испытание на медной пластине | Выдерживает | | | | | | Выдерживает класс 1 | | | |
| Содержание механических примесей и воды | Отсутствие | | | | | | | | | |
| Содержание водорастворимых кислот и щелочей | Отсутствие | | | | | | | | | |
| Внешний вид | | | | | | | Чистый, прозрачный | | | |

5^{го} класса - с 1 октября по 1 апреля (зимой) в очень холодном и холодном районах. Кроме того, наряду с определением температуры перегонки бензина при заданном объеме предусмотрено определение объема испарившегося бензина при заданной температуре 70, 100 и 180^о С. Введен также показатель «Индекс испаряемости» (табл. 2).

Таблица 2

Показатели испаряемости бензинов

| Показатель | Класс | | | | |
|---|-------|-------|----------------|-------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Давление насыщенных паров бензина, кПа | 35-70 | 45-80 | 55-90 | 60-95 | 80-100 |
| Фракционный состав: температура начала перегонки, °С, не ниже | 35 | 35 | Не нормируется | | |
| Пределы перегонки, °С, не выше: | | | | | |
| 10% | 75 | 70 | 65 | 60 | 55 |
| 50% | 120 | 115 | 110 | 105 | 100 |
| 90% | 190 | 185 | 180 | 170 | 160 |
| Конец кипения, °С, не выше: | 215 | | | | |
| Остаток в колбе, % | 2 | | | | |
| Остаток и потери, % | 4,0 | | | | |
| или объем испарившегося бензина, %, при температуре | | | | | |
| 70 °С | 10-45 | 15—45 | 15—47 | 15—50 | 15—50 |
| 100 °С | 35-65 | 40—70 | 40 — 70 | 40—70 | 40—70 |
| 180 °С, не менее | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 |
| Конец кипения, °С, не выше: | 215 | | | | |
| Остаток в колбе, % | 2 | | | | |
| Индекс испаряемости, не более | 900 | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 |

Основным показателем автомобильных бензинов является октановое число, характеризующее способность топлива противостоять детонации-самовоспламенению бензиновоздушной смеси при сжатии. Октановое число (ОЧ) топлива численно равно объемному (в %) содержанию изооктана (ОЧ=100) в смеси с *n*-гептаном (ОЧ=0), которое по детонационной стойкости эквивалентно бензину, испытываемому в стандартных условиях. Определение октанового числа осуществляется на одноцилиндровых установках двумя методами: моторным (по ГОСТ 511-82) и исследовательским (по ГОСТ 8226-82). Испытания по моторному методу проводятся при более напряженном режиме работы одноцилиндровой установки, чем по исследовательскому. Октановое число, полученное моторным методом, в большей степени характеризует детонационную стойкость топлива при работе двигателя в условиях повышенного

теплового форсированного режима, а октановое число, полученное исследовательским методом, больше характеризует бензин при работе двигателя на частичных нагрузках. Разницу между октановыми числами бензина, определенными указанными методами, называют *чувствительностью* бензина к детонации.

Для двигателей с воспламенением от искры ориентировочно можно принять следующую взаимосвязь допустимой степени сжатия и необходимого октанового числа топлива:

| | | | | |
|-----------------------|-----------|-----------|------------|-------------|
| Степень сжатия | 6,5 – 7,5 | 7,5 – 8,5 | 8,5 - 10,0 | 10,0 - 12,0 |
| Октановое число | 64 - 74 | 74 - 80 | 80 - 90 | 90 – 100 |

При одинаковом октановом числе топлива допустимая степень сжатия карбюраторного двигателя выбирается по нижнему пределу, а для двигателя с впрыском бензина во впускную трубу можно использовать более высокие значения степени сжатия. При использовании наддува необходимо применять топливо с повышенным октановым числом.

Методика определения физико-химических показателей автомобильного бензина

Нефтепродукты производятся в соответствии с государственными стандартами, но при хранении и транспортировании их качество может изменяться из-за окисления, испарения, обводнения, засорения и других явлений. Поэтому нефтепродукты перед применением необходимо проверять и сравнивать их фактические показатели с показателями ГОСТов. Для проверки могут применяться специальные ручные лаборатории РЛ и простейшие методы, доступные потребителям горюче-смазочных материалов. После проверки горюче-смазочные материалы должны быть заменены или очищены с помощью отстаивания, фильтрации и др. методов.

Определение содержания воды

Содержание воды в бензине определяют способом отстаивания пробы в стеклянном цилиндре в течение 1,5 – 2,0 часов. Если в бензине присутствует вода, то из-за различия плотностей она по окончании указанного периода отстаивания собирается внизу сосуда, что фиксируется визуально.

Определение содержания механических примесей

Содержание механических примесей в бензине определяют визуально одним из следующих способов. Бензин, залитый в стеклянный цилиндр, осматривают на просвет. Если в бензине присутствуют механические примеси, то они будут хорошо видны в виде взвеси или осадка. Для большей достоверности пробу бензина отстаивают в течение 10 – 12 часов и затем производят осмотр.

Другой способ проверки содержания механических примесей в бензине заключается в его фильтрации через бумажный фильтр. После фильтрации бензина на фильтре остается осадок, по которому можно судить о содержании механических примесей.

Следующий способ определения содержания механических примесей состоит в визуальном осмотре стекла или белой бумаги после испарения на них нескольких капель испытуемого бензина. При обнаружении осадка делают вывод о содержании механических примесей.

Определение содержания коррозионно-активных веществ

Содержание коррозионно-активных веществ в бензине определяют путем опускания в него отполированной медной пластины на 3 часа. Для ускорения окисления пластины сосуд с бензином и пластиной подогревают на водяной бане. Если после этого на пластине появляется налет, и точки зеленого цвета или наблюдается ее потемнение, то делается вывод о содержании в бензине коррозионно-активных соединений. О количестве этих соединений и об их агрессивности судят по интенсивности изменения цвета медной пластины.

Определение содержания смол

Содержание смол в бензине определяют путем его сжигания на стекле полусферической формы. На стекло диаметром 55 – 60 мм наливают 1 см³ испытуемого бензина. После сжигания пробы на стекле остаются следы смол в виде круга или кольца. Чем больше в топливе смол, тем больше диаметр пятна. Для количественной оценки содержания смол измеряют диаметр пятна в трех направлениях и вычисляют среднее значение. Затем определяют содержание смол в испытуемом образце по таблице 3.

Таблица 3

Содержание смол в бензине в зависимости от диаметра пятна

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Диаметр пятна, мм | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 |
| Содержание смол, мг/100 см ³ | 4 | 7 | 11 | 15 | 20 | 32 | 43 | 56 | 70 | 85 | 102 |

Определение содержания непредельных углеводородов

Для определения содержания непредельных углеводородов смешивают 1 часть бензина и 1 часть слабого раствора марганцово-кислого калия. После отстаивания смеси по изменению цвета судят о содержании непредельных углеводородов в бензине. Если слабо-розовый цвет меняется на желтый, то непредельные углеводороды присутствуют. Если цвет не меняется, то непредельные углеводороды отсутствуют.

Определение плотности

Плотность бензина определяют с помощью нефтенсиметра (разновидность ареометра). В чистый стеклянный цилиндр диаметром не менее 5–6 см осторожно по стенке наливают бензин.

Чистый и сухой нефтенсиметр медленно и осторожно опускают в нефтепродукт, держа его сверху. Во избежание повреждения нефтенсиметр вводят до дна цилиндра или до погружения всей шкалы, а затем отпускают.

После того как нефтенсиметр установится и прекратятся его колебания, снимают показания по верхнему краю мениска. При отсчете глаз должен находиться на уровне мениска, а нефтенсиметр не должен касаться стенок цилиндра.

Одновременно с отсчетом показания по шкале нефтенсиметра устанавливают температуру бензина по внутреннему или дополнительному термометру, вводя его в бензин рядом с нефтенсиметром.

При отсчете по шкале нефтенсиметра получают относительную плотность бензина при температуре испытания.

Для приведения этой плотности к относительной стандартной при 20⁰С ρ_4^{20} (ГОСТ 2084-77) полученное значение пересчитывают, используя поправочные коэффициенты.

$$\rho_4^{20} = \rho_4^t + \gamma(t - 20),$$

где ρ_4^t - относительная плотность бензина при температуре испытания;

γ - средняя температурная поправка плотности (табл. 4);

t – температура испытания бензина, ⁰ С.

Для ГОСТ Р 51105-97 плотность бензина приводится к относительной стандартной при 15⁰С ρ_4^{15} и определяется по формуле

$$\rho_4^{15} = \rho_4^t + \gamma(t - 15).$$

Таблица 4

Температурные поправки плотности γ

| Относительная плотность ρ_4^t | Температурная поправка γ на 1 ⁰ С |
|------------------------------------|---|
| 0,6900-0,6999 | 0,000910 |
| 0,7000-0,7099 | 0,000897 |
| 0,7100-0,7199 | 0,000884 |
| 0,7200-0,7299 | 0,000870 |
| 0,7300-0,7399 | 0,000857 |
| 0,7400-0,7499 | 0,000844 |
| 0,7500-0,7599 | 0,000831 |
| 0,7600-0,7699 | 0,000818 |
| 0,7700-0,7799 | 0,000805 |
| 0,7800-0,7899 | 0,000792 |

Журнал наблюдений

1. Дата испытания;
2. Марка бензина;
3. Октановое число:
 - по моторному методу,
 - по исследовательскому методу,
4. Содержание ТЭС, г/дм³;
5. Цвет бензина;
6. Температура воздуха;
7. Температура топлива;
8. Результаты определения физико-химических показателей автомобильного бензина:
 - содержание воды,
 - содержание механических примесей,
 - содержание коррозионно-активных веществ,
 - содержание смол,
 - содержание непредельных углеводородов,
 - значение плотности при температуре испытания,
при 20⁰ С,
при 15⁰С,

Заключение о соответствии фактических показателей испытуемого бензина показателям ГОСТа.

Контрольные вопросы

1. Эксплуатационные требования, предъявляемые к бензинам.
2. Основные марки бензинов.
3. Основные показатели бензинов.
4. Применение бензинов в зависимости от сезона года.
5. Октановое число бензина.
6. Методы определения октанового числа бензина.
7. Методика определения содержания воды в бензине.
8. Методика определения содержания механических примесей в бензине.
9. Методика определения содержания коррозионно-активных веществ в бензине.
10. Методика определения содержания смол в бензине.
11. Методика определения содержания непредельных углеводородов в бензине.
12. Методика определения плотности бензина.

Лабораторная работа № 2

«Определение физико-химических показателей дизельного топлива»

Цель работы: познакомиться с образцами дизельных топлив, изучить эксплуатационные требования, предъявляемые к ним, их марки и различия по характерным признакам, научиться определять основные физико-химические показатели.

Приборы и оборудование

Ручная лаборатория РЛ, мерный стакан, стеклянный цилиндр, фильтр бумажный, воронка, лабораторное стекло, белая бумага, пипетка, медная пластина, термометр, нефтенсиметр.

Порядок выполнения работы

1. Познакомиться с образцами дизельных топлив, изучить эксплуатационные требования, предъявляемые к ним, их марки и различия по основным показателям.
2. Изучить методику определения физико-химических показателей дизельного топлива.
3. Определить основные физико-химические показатели дизельного топлива.
4. Результаты определения физико-химических показателей дизельного топлива занести в журнал наблюдений. Дать заключение о соответствии его показателей ГОСТу.
5. Ответить на контрольные вопросы.

Эксплуатационные требования, предъявляемые к дизельным топливам

Высокие технико-экономические показатели работы двигателя в значительной мере зависят от качества применяемого дизельного топлива, которое обладает определенными эксплуатационными свойствами и характеризуется физико-химическими показателями (табл. 5).

К дизельному топливу предъявляют следующие требования:

- оптимальное цетановое число, характеризующее воспламеняемость;
- необходимый фракционный состав, определяющий полноту сгорания, дымность и токсичность отработавших газов;
- допустимые вязкость и плотность, обеспечивающие хорошую прокачиваемость, испарение и смесеобразование;

- достаточные низкотемпературные свойства, определяющие работоспособность системы питания при отрицательных температурах окружающей среды;
- низкое содержание серы, непредельных углеводородов и металлов, характеризующих нагарообразование, коррозию и износы;
- высокая химическая стабильность, влияющая на сроки использования, транспортирования и хранения;
- отсутствие вредного воздействия на человека и окружающую среду.

Основные марки дизельного топлива и их показатели

Дизельные топлива предназначены для автотракторных дизелей и газотурбинных двигателей. Государственным стандартом (ГОСТ 305-82) предусматривается выработка трех марок дизельного топлива:

Л - летнее, применяемое при температуре окружающего воздуха 0 °С и выше;

З - зимнее, применяемое при температурах до -20 °С (в этом случае дизельное топливо должно иметь $t_{заст} < -35^{\circ}\text{C}$ и $t_n < -25^{\circ}\text{C}$), или зимнее, применяемое при температурах до -30 °С, тогда топливо должно иметь

$$t_{заст} < -45^{\circ}\text{C} \text{ и } t_n < -35^{\circ}\text{C};$$

А - арктическое, температура применения которого до -50 °С. Содержание серы в дизельном топливе марок Л и З не превышает 0,2% - для I вида топлива и 0,5 - для II вида топлива, а марки А - 0,4% (табл. 5).

Для удовлетворения потребности в дизельном топливе разрешаются по согласованию с потребителем выработка и применение топлива с температурой застывания 0° С без нормирования температуры помутнения. В соответствии с ГОСТ 305-82 принято следующее условное обозначение дизельного топлива: летнее топливо заказывают с учетом содержания серы и температуры вспышки (Л-0,2-40), зимнее - с учетом содержания серы и температуры застывания (З-0,2-минус 35). В условное обозначение на арктическое дизельное топливо входит только содержание серы: А-0,2.

Кроме того по ТУ производят следующие марки дизельного топлива.

Дизельное экспортное топливо ДЛЭ и ДЗЭ (ТУ 38.401-58-110-94) - вырабатывают для поставок на экспорт, содержание серы 0,2 %. Для оценки его качества по требованию заказчиков определяют дизельный индекс (а не цетановое число, как принято ГОСТ 305-82). Кроме того, вместо определения содержания воды и коэффициента фильтруемости экспресс-методом устанавливают прозрачность топлива при температуре 10° С.

Зимние дизельные топлива с депрессорными присадками. С 1981 г. вырабатывают зимнее дизельное топливо марки ДЗп по ТУ 38.101889-81. Получают его на базе летнего дизельного топлива с $t_{п} = -5^{\circ}\text{C}$. Добавка сотых долей присадки обеспечивает снижение предельной температуры фильтруемости до

Физико-химические показатели дизельного топлива (ГОСТ 305-82)

| Показатель | Марка | | |
|---|-------------|---------|---------|
| | Л | З | А |
| Цетановое число, не менее | 45 | 45 | 45 |
| Фракционный состав: 50 % перегоняется при температуре, °С, не выше | 280 | 280 | 255 |
| 96 % перегоняется при температуре (конец перегонки), °С, не выше | 360 | 340 | 330 |
| Кинематическая вязкость при 20 °С, мм ² /с | 3,0-6,0 | 1,8-5,0 | 1,5-4,0 |
| Температура застывания, °С, не выше, для климатической зоны: | | | |
| умеренной | -10 | -35 | - |
| холодной | - | -45 | -55 |
| Температура помутнения, °С, не выше, для климатической зоны: | | | |
| умеренной | -5 | -25 | - |
| холодной | - | -35 | - |
| Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже: | | | |
| для тепловозных и судовых дизелей и газовых турбин | 62 | 40 | 35 |
| для дизелей общего назначения | 40 | 35 | 30 |
| Массовая доля серы, %, не более, в топливе: | | | |
| вида I | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| вида II | 0,5 | 0,5 | 0,4 |
| Массовая доля меркаптановой серы, %, не более | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Содержание фактических смол, мг/100 см ³ топлива, не более | 40 | 30 | 30 |
| Кислотность, мг КОН/100 см ³ топлива, не более | 5 | 5 | 5 |
| Йодное число, г I ₂ /100 г топлива, не более | 6 | 6 | 6 |
| Зольность, %, не более | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Коксуемость 10 %-ного остатка, %, не более | 0,20 | 0,30 | 0,30 |
| Коэффициент фильтруемости, не более | 3 | 3 | 3 |
| Плотность при 20 °С, кг/м ³ , не более | 860 | 840 | 830 |
| Содержание механических примесей и воды | Отсутствие | | |
| Испытание на медной пластине | Выдерживает | | |

- 15 °С, температуры застывания до - 30 °С и позволяет использовать летнее дизельное топливо в зимний период времени при температуре до - 15 °С.

Для применения в регионах с холодным климатом при температурах - 25 °С и - 45 °С вырабатывают топлива по ТУ 38.401-58-36-92. Согласно техническим условиям получают две марки топлива: ДЗп - 15/-25 (базовое дизельное топливо с температурой помутнения - 15 °С, товарное - с предельной температурой фильтруемости - 25 °С) и арктическое дизельное топливо ДАп - 35/-45 (базовое топливо с температурой помутнения - 35 °С, товарное - с предельной температурой фильтруемости - 45 °С).

Экологически чистое дизельное топливо выпускают по ТУ 38.1011348-89. Технические условия предусматривают выпуск двух марок летнего (ДЛЭЧ-В и ДЛЭЧ) и одной марки зимнего (ДЗЭЧ) дизельного топлива с содержанием серы до 0,05 % (вид I) и до 0,1 % (вид II).

С учетом ужесточающихся требований по содержанию ароматических углеводородов введена норма по этому показателю: для топлива марки ДЛЭЧ –В – не более 20 %, для топлива марки ДЗЭЧ – не более 10 %.

Городское дизельное топливо (ТУ 38.401-58-170-96) предназначено для использования в г. Москве. Основное отличие городского дизельного топлива от экологически чистого – улучшенное качество благодаря использованию присадок (летом – антидымной, зимой – антидымной и депрессорной). Добавка присадок в городское дизельное топливо снижает дымность и токсичность отработавших газов дизелей на 30-50 %. Депрессорные присадки, улучшающие низкотемпературные свойства топлива, представляют собой, в основном, сополимеры этилена с винилацетатом зарубежного производства.

Европейский стандарт EN 590 действует в странах Европейского экономического сообщества с 1996 г. Стандарт предусматривает выпуск дизельных топлив для различных климатических регионов. Общими для дизельных топлив являются требования по температуре вспышки – не ниже 55 °С, коксуемости 10%-ного остатка – не более 0,30 %, зольности – не более 0,01 %, содержанию воды – не более 200 ppm, механических примесей – не более 24 ppm, коррозии медной пластинки – класс 1, устойчивости к окислению – не более 25 г осадка/м³. В 1996 г. в Европе введены ограничения на содержание серы в дизельных топливах – не более 0,05 %. Таким требованиям отвечают отечественные ТУ 38.1011348-89.

Методика определения физико-химических показателей

Определение содержания воды

Содержание воды в дизельном топливе определяют визуально. Дизельное топливо наливают в стеклянный сосуд в количестве 30 мл и взбалтывают. Если проба дизельного топлива после взбалтывания приобрела мутный цвет, то вода в дизельном топливе присутствует.

Определение содержания механических примесей

Содержание механических примесей в дизельном топливе определяют одним из следующих способов. Пробу дизтоплива (1 часть дизтоплива + 1 часть бензина) в стеклянном цилиндре отстаивают в течение 30 минут и проводят визуальный осмотр на содержание на дне цилиндра механических включений или взвеси.

Другой заключается в смешивании одной части дизтоплива и бензина и фильтрации смеси через фильтрующий элемент. После фильтрации произво-

дится осмотр бумажного фильтра на содержание на нем механических примесей. Бумагу предварительно промыв в бензине.

Определение содержания коррозионно-активных веществ

Для определения содержания коррозионно-активных веществ в дизельном топливе отполированную медную пластину опускают в дизельное топливо на 10–12 часов. Визуальным осмотром пластины фиксируют наличие налета или точек темного цвета. Если последние присутствуют, то в дизельном топливе содержатся коррозионно-активные вещества.

Определение содержания непредельных углеводородов

Содержание непредельных углеводородов в дизельном топливе определяют так же, как и в бензине (см. ЛР № 1).

Определение плотности

Плотность дизельного топлива определяют так же, как и бензина (см. ЛР № 1). Температурные поправки плотности приведены в таблице 6.

Таблица 6

Температурные поправки плотности γ

| Относительная плотность ρ_4^t | Температурная поправка γ на 1 ⁰ С |
|------------------------------------|---|
| 0,8100-0,8199 | 0,000752 |
| 0,8200-0,8299 | 0,000738 |
| 0,8300-0,8399 | 0,000725 |
| 0,8400-0,8499 | 0,000712 |
| 0,8500-0,8599 | 0,000699 |
| 0,8600-0,8699 | 0,000686 |

Журнал наблюдений

1. Дата испытания;
2. Марка дизельного топлива;
3. Цетановое число;
4. Массовая доля серы;
5. Цвет;
6. Температура воздуха;
7. Температура дизельного топлива;

8. Результаты определения физико-химических показателей дизельного топлива:

- содержание воды,
- содержание механических примесей,
- содержание коррозионно-активных веществ,
- содержание непредельных углеводородов,
- значение плотности: при температуре испытания, при 20⁰ С.

Заключение о соответствии фактических показателей испытуемого дизельного топлива показателям ГОСТа.

Контрольные вопросы

1. Эксплуатационные требования, предъявляемые к дизельным топливам.
2. Основные марки дизельных топлив.
3. Основные показатели дизельных топлив.
4. Методика определения содержания воды в дизельном топливе.
5. Методика определения содержания механических примесей в дизтопливе.
6. Методика определения содержания коррозионно-активных веществ в дизтопливе.
7. Методика определения содержания непредельных углеводородов в дизтопливе.
8. Методика определения плотности дизтоплива.

Лабораторная работа № 3

«Определение цетанового числа дизельного топлива»

Цель работы: изучить методы определения цетанового числа дизельного топлива, научиться определять цетановое число дизельного топлива расчетно-экспериментальным методом.

Приборы и оборудование

Ручная лаборатория РЛ, мерный стакан, стеклянный цилиндр, воронка, лабораторное стекло, термометр, нефтенсиметр, вискозиметр, резиновая груша.

Порядок выполнения работы

1. Изучить методы определения цетанового числа дизельного топлива.
2. Определить цетановое число расчетно-экспериментальным методом.
3. Результаты определения цетанового числа дизельного топлива занести в журнал наблюдений. Дать заключение о соответствии его значения требованиям ГОСТа.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Методы определения цетанового числа дизельного топлива

Основным показателем дизельного топлива является цетановое число, которое в первую очередь определяет способность топлива к самовоспламенению, что является необходимым условием работы двигателя с воспламенением от сжатия. Цетановое число (ЦЧ) дизельного топлива численно равно содержанию цетана (ЦЧ= 100) в смеси с α -метилнафталином (ЦЧ=0), которая по температуре воспламеняемости эквивалентна испытываемому дизельному топливу.

Оптимальным цетановым числом является величина 40 - 50. Применение топлива с цетановым числом меньше 40 приводит к увеличению периода задержки самовоспламенения и повышенной жесткости работы двигателя. При цетановом числе более 50 увеличивается удельный расход топлива за счет уменьшения полноты сгорания топлива и повышается дымность отработавших газов.

Европейским стандартом на дизельное топливо установлен нижний предел цетанового числа - 48 единиц.

Для повышения цетанового числа дизельного топлива к нему добавляют специальные высокоцетановые компоненты и присадки.

Для характеристики воспламенения дизельного топлива наряду с цетановым числом используют дизельный индекс (ДИ). Этот показатель нормируется за рубежом и в отечественной технической документации на дизельное топливо, поставляемое на экспорт.

Между дизельным индексом и цетановым числом топлива существует зависимость:

| | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|
| ЦЧ..... | 30..... | 35..... | 40..... | 45..... | 55..... | 60..... | 80 |
| ДИ..... | 20..... | 30..... | 40..... | 50..... | 62..... | 70..... | 80 |

Цетановое число определяется разными методами: по совпадению вспышек, по запаздыванию самовоспламенения, по критической степени сжатия. В нашей стране цетановое число определяют по методу совпадения вспышек на установке ИТ9-3М.

Испытания проводят следующим образом. Запускают двигатель установки и задают ему стандартный режим работы. Потом переводят двигатель на испытываемое топливо. Угол определения впрыска устанавливают равным 13^0 до прихода поршня в ВМТ. Затем изменением степени сжатия добиваются начала

самовоспламенения топлива строго в ВМТ. После этого в тех же условиях переводят двигатель на смесь цетана с α -метилнафталином, подбирая такой состав, чтобы она при найденной степени сжатия также воспламенялась в ВМТ. Тогда процентное содержание цетана в этой смеси и даст цетановое число испытываемого топлива.

Цетановое число можно приблизительно рассчитать по некоторым формулам.

Исходя из углеводородного состава цетановое число определяется по выражению

$$ЦЧ = 0,85П + 0,1Н - 0,2А,$$

где П, Н и А – содержание в дизельном топливе соответственно парафиновых, нафтеновых и ароматических углеводородов, % по массе.

В данной лабораторной работе цетановое число определяется по выражению

$$ЦЧ = \frac{(v_{20} + 17,8) \cdot 1,5879}{\rho_4^{20}},$$

где ρ_4^{20} - относительная плотность дизельного топлива при 20° С, определяемая экспериментально (см. ЛР № 2).

V_{20} - кинематическая вязкость дизельного топлива при 20° С, определяемая экспериментально при помощи вискозиметра.

Кинематическая вязкость характеризует сопротивление жидкости течению под влиянием гравитационных сил.

Метод определения кинематической вязкости заключается в измерении времени истечения определенного объема испытываемой жидкости под влиянием силы тяжести.

Для определения кинематической вязкости нефтепродуктов применяют капиллярные вискозиметры (рис. 1) из стекла с малым коэффициентом температурного расширения.

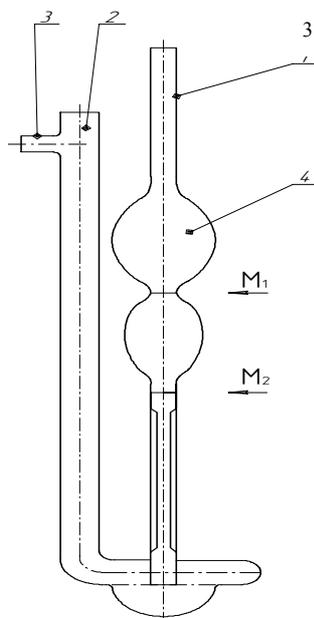


Рис. 1. Схема вискозиметра ВПЖТ – 2

1 – отводная трубка 2, 3 – колено; 4 – расширение, M_1 , M_2 - метки

Для определения кинематической вязкости дизельного топлива с помощью вискозиметра ВПЖТ – 2 на отводную трубку 1 надевают резиновую трубку и зажав пальцем колено 2, переворачивают вискозиметр и погружают колено 3 в дизельное топливо (рис. 2). Затем с помощью резиновой груши, соединенной с резиновой трубкой, засасывают дизтопливо до метки M_2 колена 3. После этого вискозиметр вынимают и переворачивают. Протирают колено 3 и надевают на него резиновую трубку с грушей, снятые с отводной трубки 1. Если температура дизтоплива отличается от 20^0C , вискозиметр помещают в термостат таким образом, чтобы расширение 4 находилось ниже уровня термостатирующей жидкости, температура которой составляет 20^0C . При заданной температуре вискозиметр выдерживают не менее 15 минут. Затем дизтопливо засасывают в колено 3 на $1/3$ высоты расширения 4. Снимают с колена 3 резиновую трубку и сообщают его с атмосферой. Секундомером фиксируют время истечения дизтоплива от метки M_1 до метки M_2 .

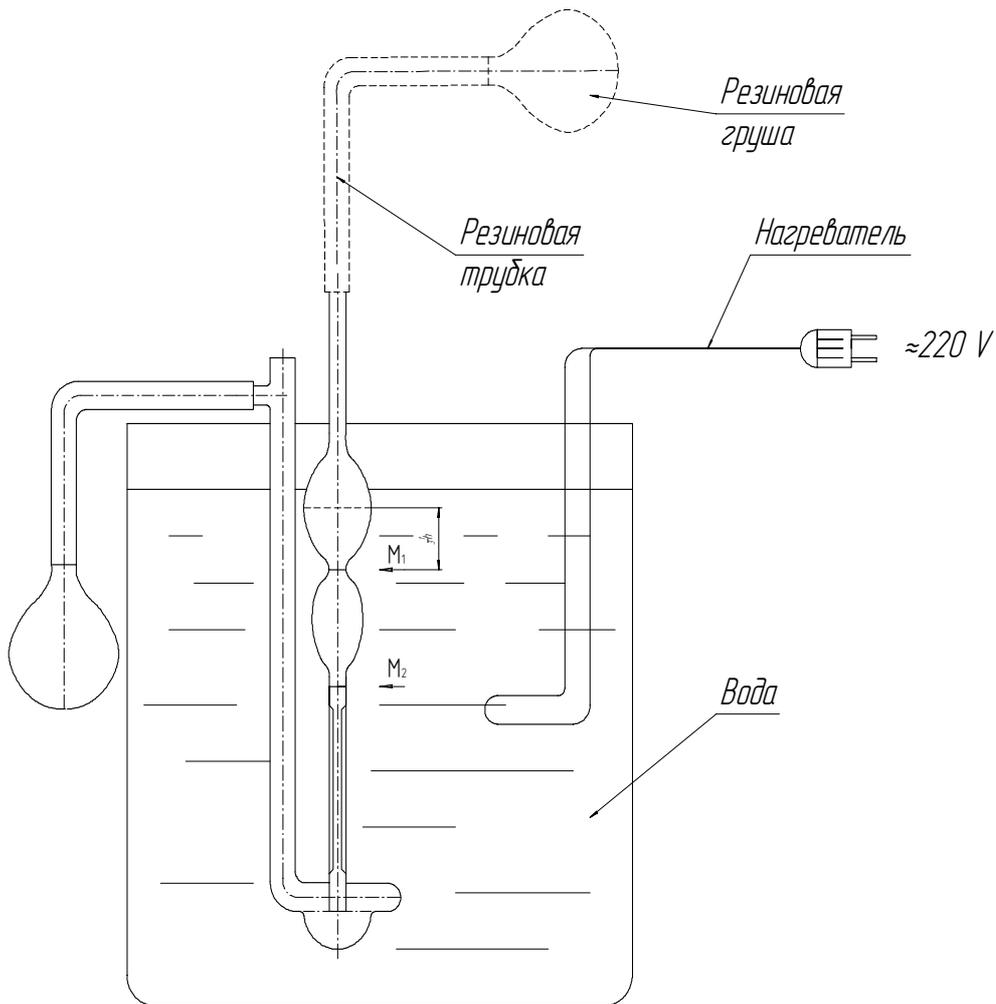


Рис. 2. Схема проведения опыта

Кинематическую вязкость ν определяют по формуле

$$\nu = c \cdot \tau,$$

где c – постоянная вискозиметра, $\text{мм}^2/\text{с}^2$;

τ – время истечения дизтоплива в вискозиметре от метки M_1 до метки M_2 , с.

Полученные экспериментально значения плотности (ЛР № 2) и кинематической вязкости подставляют в формулу и определяют цетановое число.

Журнал наблюдений

1. Дата испытания;
2. Марка дизельного топлива;

3. Температура воздуха;
4. Температура дизельного топлива;
5. Результаты определения цетанового числа дизельного топлива:
 - относительная плотность дизтоплива при 20⁰ С,
 - постоянная вискозиметра,
 - время истечения дизтоплива в вискозиметре,
 - кинематическая вязкость дизтоплива при 20⁰ С,
 - цетановое число.

Заключение о соответствии цетанового числа испытуемого дизельного топлива показателям ГОСТа.

Контрольные вопросы

1. Цетановое число дизельного топлива.
2. Влияние цетанового числа дизельного топлива на работу двигателя.
3. Методы определения цетанового числа.
4. Определение цетанового числа методом совпадения вспышек.
5. Определение цетанового числа по углеводородному составу дизельного топлива.
6. Определение цетанового числа по известным значениям дизельного топлива.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ
СВОЙСТВ ТОПЛИВА

Методические указания к выполнению лабораторных работ
по дисциплине "Эксплуатационные материалы"
для студентов дневного отделения и очно-заочной
формы обучения по специальности 150100
"Автомобиле- и тракторостроение"

Составители: Сергей Алексеевич Харламов, Ирина Станиславовна
Константинова

Редактор: Т.М. Курьянова

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16. Бумага газетная.

Объем 1,6 п.л. Тираж 100 экз. Заказ № Ризография.

Липецкий государственный технический университет

398600 Липецк, ул. Московская, 30.

Типография ЛГТУ. 398600 Липецк, ул. Московская, 30