ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 52709— 2019

ТОПЛИВА ДИЗЕЛЬНЫЕ

Определение цетанового числа

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия» (ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 31 «Нефтяные топлива и смазочные материалы»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2019 г. № 1235-ст

4 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений стандарта АСТМ Д613—18 «Стандартный метод определения цетанового числа дизельных топлив» (ASTM D613—18 «Standard test method for cetane number of diesel fuel oil», NEQ)

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р 52709—2007

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Сущность метода 3
5 Назначение и применение 3
6 Помехи 4
7 Аппаратура 4
8 Реактивы и материалы 6
9 Отбор проб 8
10 Основные параметры настройки двигателя, приборов и стандартные рабочие условия 9
11 Калибровка и проверка пригодности двигателя к испытанию 9
12 Проведение испытаний 10
13 Вычисления 18
14 Протокол испытаний 19
15 Прецизионность и смещение 19
Приложение А (обязательное) Предупреждающая информация 21
Приложение Б (справочное) Аппаратура и процедуры объемного смешения эталонных топлив 22
Библиография 25

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ТОПЛИВА ДИЗЕЛЬНЫЕ

Определение цетанового числа

Diesel fuels. Determination of cetane number

Дата введения — 2020—07—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает метод определения цетанового числа — характеристики воспламеняемости дизельного топлива в единицах условной шкалы цетановых чисел с использованием стандартного одноцилиндрового четырехтактного форкамерного дизельного двигателя с непрямым впрыском топлива и переменной степенью сжатия. Особенности определения цетановых чисел с использованием метода «совпадения вспышек» приведены в 12.2.

1.2 Шкала цетановых чисел охватывает диапазон от 0 до 100, но обычно определение цетановых чисел проводят в диапазоне от 30 до 65.

1.3 Значения параметров рабочих режимов устанавливают в единицах СИ, рассматриваемых как стандартные. В скобках приведены значения в системе единиц «дюйм-фунт», рассматриваемые как справочные. Допускается проводить измерения в единицах «дюйм-фунт» в связи с наличием широкого набора дорогостоящей аппаратуры, созданной с их применением.

1.4 Применение настоящего стандарта связано с использованием в процессе испытания опасных материалов, операций и оборудования. В настоящем стандарте не предусмотрено рассмотрение всех вопросов обеспечения безопасности. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за установление соответствующих правил по технике безопасности и охране труда, а также определяет целесообразность применения законодательных ограничений перед его использованием. Конкретная предупреждающая информация приведена в приложении А.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.234 Государственная система обеспечения единства измерений. Меры вместимости стеклянные. Методика поверки

ГОСТ 2517 Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб

ГОСТ 5066 (ИСО 3013—74) Топлива моторные. Методы определения температур помутнения, начала кристаллизации и замерзания

ГОСТ 6709 Вода дистиллированная. Технические условия

ГОСТ 12026 Бумага фильтровальная лабораторная. Технические условия

ГОСТ 32508 Топлива дизельные. Определение цетанового числа

ГОСТ 32511 (EN 590:2009) Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт,

Издание официальное

на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **принятое опорное значение;** ARV (accepted reference value; ARV): Значение, служащее в качестве согласованного для сравнения, которое может быть установлено как:

- теоретическое или установленное значение, базирующееся на научных принципах;
- приписанное или аттестованное значение, базирующееся на экспериментальных работах национальной или международной организации;
- согласованное или аттестованное значение, базирующееся на совместных экспериментальных работах под руководством научной или инженерной группы.

Примечание — В контексте настоящего метода предполагают, что принятое опорное значение соответствует цетановому числу конкретных эталонных материалов, определенному эмпирически в воспроизводимых условиях национальной группой или другой признанной испытательной организацией.

3.2 **цетановое число** (cetane number): Количественный показатель воспламеняемости дизельного топлива, полученный сравнением данного топлива с эталонными топливами при испытаниях с применением стандартизованного двигателя.

Примечание — В контексте настоящего метода воспламеняемость характеризуется задержкой воспламенения топлива, определенной при испытании в стандартизованном двигателе с контролируемыми расходом топлива, углом опережения впрыска топлива и степенью сжатия.

3.3 **степень сжатия** (compression ratio): Отношение общего объема камеры сгорания, включающего форкамеру, при нахождении поршня в нижней мертвой точке (н.м.т.) к общему объему камеры сгорания при нахождении поршня в верхней мертвой точке (в.м.т.).

3.4 **задержка воспламенения** (ignition delay): Время в градусах угла поворота коленчатого вала между началом впрыска топлива и началом его горения.

3.5 **установка угла опережения впрыска** (*опережение впрыска*) [injection timing (injection advance)]: Установка времени в градусах угла поворота коленчатого вала в цикле сжатия, при котором происходит начало впрыска топлива в камеру сгорания.

3.6 **образец контроля качества** (quality control sample): Стабильный и однородный материал с физическими и/или химическими свойствами, аналогичными типичным образцам, испытываемым аналитической измерительной системой, предназначенный для использования в программах обеспечения качества для определения и контроля прецизионности и стабильности измерительной системы, хранящийся надлежащим образом для обеспечения целостности образца и доступный в достаточном количестве для повторных долгосрочных испытаний.

3.7 **условия повторяемости** (repeatability conditions): Условия получения независимых результатов одним и тем же методом на одном и том же испытуемом материале в одной и той же лаборатории одним и тем же оператором на одной и той же аппаратуре за короткий промежуток времени.

Примечание — В контексте настоящего метода под коротким промежутком времени между двумя определениями понимают интервал времени, который должен превышать время, необходимое для проведения испытания одной пробы, но не превышать время, в течение которого сохраняются характеристики пробы топлива, испытательного оборудования, окружающей среды.

3.8 **условия воспроизводимости** (reproducibility conditions): Условия получения независимых результатов одним и тем же методом на одном и том же испытуемом материале в разных лабораториях разными операторами при применении разного оборудования.

3.9 **измеритель цетанового числа** (cetane meter): Электронный измерительный прибор, который отображает опережение впрыска и задержку воспламенения, получаемые на основании входящих сигналов от нескольких первичных измерительных преобразователей (датчиков).

3.10 **контрольное топливо** (check fuel): Применяемое при испытаниях для контроля качества топливо для дизельных двигателей с выбранными характеристиками, которое имеет принятое опорное значение цетанового числа, установленное по результатам межлабораторных испытаний.

Примечание — При оценке межлабораторных испытаний для установления ARV до вычисления среднего результата применяют критерии идентификации и исключения выбросов при уровне значимости 5 %.

3.11 **датчик воспламенения** (combustion pickup): Первичный измерительный преобразователь давления, на который воздействует давление в цилиндре двигателя, предназначенный для указания начала сгорания.

3.12 **показания микрометра ручного маховика** (handwheel reading): Условное числовое значение степени сжатия, полученное по микрометрической шкале, указывающей положение поршенька переменной степени сжатия в форкамере двигателя.

3.13 **давление открытия форсунки** (injector opening pressure): Давление топлива, преодолевающее сопротивление пружины, удерживающей иглу распылителя форсунки в закрытом положении и, вследствие этого, вынуждающее ее подняться и осуществить впрыск топлива распылением из сопла форсунки.

3.14 **датчик впрыска** (injector pickup): Первичный измерительный прибор, регистрирующий перемещение штифта форсунки — начала впрыска топлива.

3.15 **первичные эталонные топлива** (primary reference fuels): Цетан, альфаметилнафталин (AMN), 2,2,4,4,6,8,8-гептаметилнонан [гептаметилнонан (HMN)] или 2,2,4,6,6-пентаметилгептан [пентаметилгептан (PMH)] и двухкомпонентные объемные смеси цетана с AMN, HMN или PMH, определяющие шкалу цетановых чисел.

3.16 **опорные датчики** (reference pickups): Первичные измерительные преобразователи или оптические датчики, установленные над маховиком двигателя, срабатывающие при прохождении индикатора на маховике и предназначенные для регистрации момента прохождения поршнем в.м.т. и калибровки измерителя задержки воспламенения.

3.17 **вторичные эталонные топлива** (secondary reference fuels): Смеси по объему двух выбранных пар смесей углеводородов, обозначенных как Т-топливо (с высоким значением цетанового числа) и U-топливо (с низким значением цетанового числа), с принятым опорным значением цетанового числа, установленным с использованием первичных эталонных топлив для Т-топлива и U-топлива по отдельности и для разных комбинаций из них.

4 Сущность метода

Цетановое число дизельного топлива определяют сравнением характеристик его сгорания в испытательном двигателе с характеристиками сгорания смесей эталонных топлив с известными значениями цетановых чисел при испытании в стандартных рабочих условиях. Сравнение проводят по показаниям микрометра ручного маховика для образца и двух эталонных топлив с бóльшим и меньшим значениями цетановых чисел, чем у образца (процедура взятия в вилку), путем изменения степени сжатия для получения специфичного угла задержки воспламенения, что позволяет провести интерполяцию цетанового числа по показаниям микрометра ручного маховика.

5 Назначение и применение

5.1 Цетановое число является показателем, характеризующим воспламеняемость топлива от сжатия в дизельных двигателях.

5.2 Настоящий метод испытаний предназначен для изготовителей двигателей, специалистов в области нефтепереработки и участников рынка нефтепродуктов, а также для использования в торговле в качестве одной из основных характеристик топлив для дизельных двигателей.

5.3 Цетановое число определяют на испытательном двигателе форкамерного типа с воспламенением от сжатия, работающем при постоянной частоте вращения. Зависимость результатов, полученных на испытательном двигателе, от эксплуатационных характеристик в полноразмерных двигателях с переменной частотой вращения и переменной нагрузкой до конца не определена.

5.4 Настоящий метод можно использовать для альтернативных топлив, таких как синтетические и растительные масла и т. п. Однако зависимость оценки таких топлив по настоящему методу от эксплуатационных характеристик в полноразмерных двигателях до конца не определена.

6 Помехи

6.1 **Предупреждение** — Следует защищать испытуемые образцы топлива и эталонные топлива от воздействия солнечных лучей и света ламп дневного освещения для минимизации индуцированных химических реакций, которые могут влиять на оценку цетанового числа.

6.1.1 Ультрафиолетовое излучение (УФ) с длиной волны менее 550 нм даже за короткий промежуток времени может оказать значительное влияние на результаты определения цетанового числа.

6.2 Газы и пары, присутствующие в зоне размещения установки для определения цетанового числа, могут оказывать значительное влияние на результат определения цетанового числа.

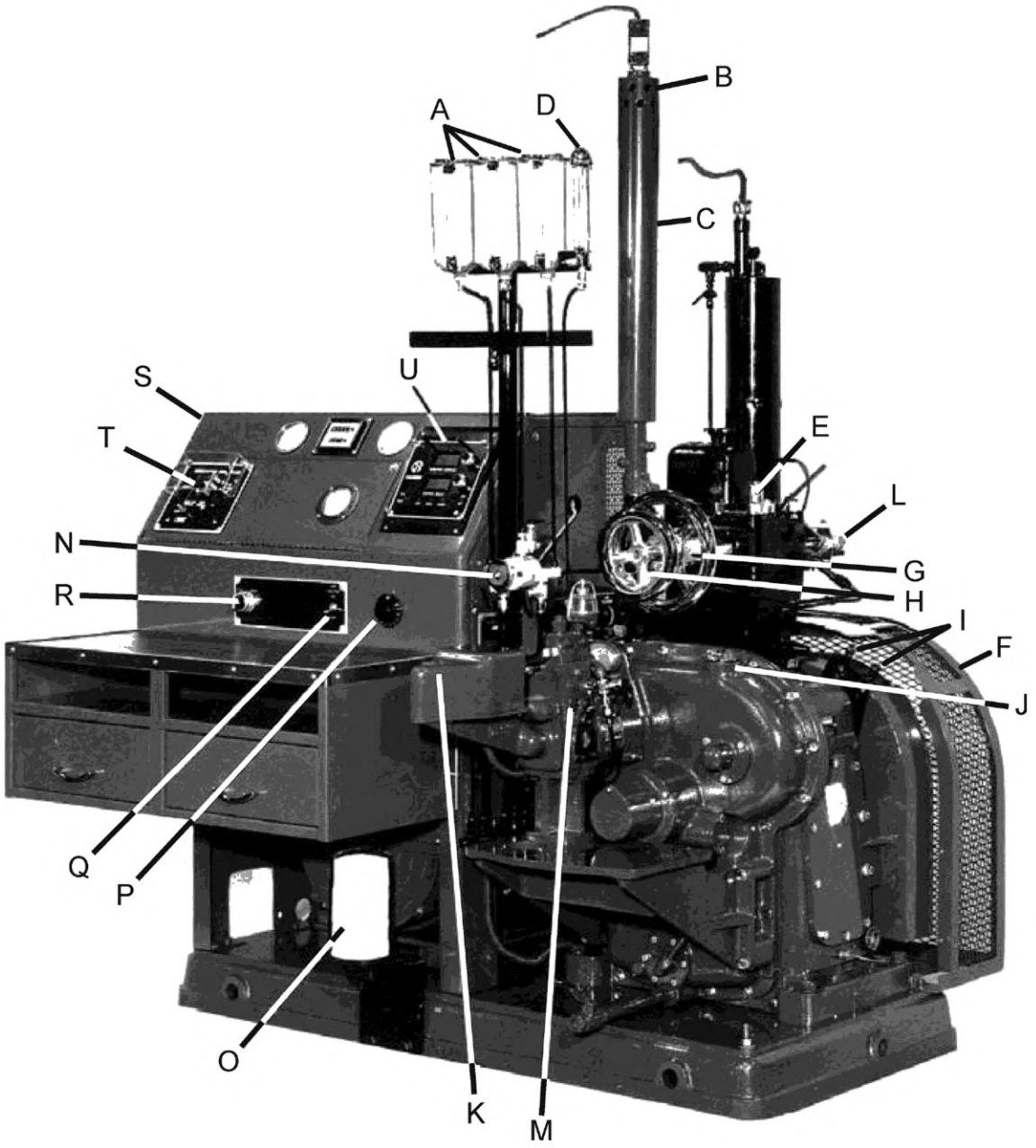
6.3 Настоящий метод не применяют для оценки цетановых чисел дизельных топлив, текучесть которых препятствует свободному перетеканию топлива под воздействием силы тяжести в топливный насос или его подаче через распылитель форсунки.

7 Аппаратура

7.1 Установка

Применяют установки с цифровым измерителем задержки воспламенения и установки с электромеханическими индикаторами, в которых используют одноцилиндровый четырехтактный двигатель, состоящий из стандартного картера с топливным насосом, цилиндра со съемной головкой форкамерного типа, охлаждающей рубашки с термосифонной системой рециркуляции, топливной системы с несколькими топливными баками с распределительным клапанным устройством, форсунки со специальным распылителем, пульта электрического управления и системы выпуска отработанных газов. Двигатель соединен через ременную передачу с электромотором, используемым для пуска двигателя, а также как средство поглощения мощности при постоянной частоте вращения при работе двигателя (пример одной из установок для определения цетанового числа приведен на рисунке 1).

7.1.1 Подробное описание и параметры установки, основного, вспомогательного и сопутствующего оборудования двигателя приведены в инструкции изготовителя по эксплуатации установки.



A — топливные баки; B — кожух нагревателя воздуха; C — глушитель шума всасывания воздуха; D — бюретка измерения расхода топлива; E — датчик воспламенения; F — защитное ограждение; G — ручной маховик поршенька переменной степени сжатия; H — стопорное колесо поршенька переменной степени сжатия; I — датчики маховика; J — крышка маслоналивной горловины; K — соленоид аварийного отключения топливного насоса высокого давления; L — форсунка в сборе; M — топливный насос высокого давления; N — селекторный клапан переключения топливных баков; O — масляный фильтр; P — контроль нагревателя моторного масла; Q — выключатель нагревателя воздуха; R — выключатель запуска — остановки двигателя; S — приборная панель; T — регулятор температуры всасываемого воздуха; U — цифровой измеритель цетанового числа с двойной шкалой

Рисунок 1 — Установка для определения цетанового числа

7.2 Приборы

Используют электронные измерительные приборы для регистрации установки угла опережения впрыска и задержки воспламенения, а также термометры, манометры, амперметры и другие приборы общего назначения.

7.2.1 Измеритель цетанового числа (задержки воспламенения) является основным прибором, применяемым для настоящего метода.

7.3 Оборудование для дозирования эталонных топлив

Для проведения испытания по настоящему методу требуется многократное смешение двух эталонных топлив по объему по мере необходимости. Объемы эталонных топлив должны быть измерены точно, т. к. ошибка в определении цетанового числа пропорциональна ошибке смешения.

7.3.1 Объемное смешение эталонных топлив

Обычно для подготовки смесей эталонных топлив применяют смешение по объему. Для этого используют набор из двух точных бюреток или двух точных мерных цилиндров. Требуемые объемы эталонных топлив помещают в соответствующий контейнер и тщательно перемешивают перед подачей в топливную систему двигателя.

7.3.1.1 Используют поверенные бюретки или мерную посуду вместимостью 400 или 500 $см^3$ с отклонением по объему не более ± 0,2 %. Поверку проводят по ГОСТ 8.234*.

7.3.1.2 Поверенные бюретки должны быть оснащены краном со сливным наконечником, обеспечивающим точное регулирование отмеряемого объема топлива. Размер и конструкция наконечника должны обеспечивать отсекаемый объем топлива в наконечнике не более 0,5 $см^3$.

7.3.1.3 Скорость подачи топлива из распределительной системы не должна превышать 500 $см^3$ за 60 с.

7.3.1.4 Набор бюреток для эталонных топлив должен быть установлен таким образом и снабжаться жидкостями так, чтобы температура смешиваемых топлив не отличалась более чем на 3 °С.

7.3.1.5 Информация об аппаратуре и процедура смешения эталонных топлив приведены в приложении Б.

7.3.2 Гравиметрическое смешение эталонных топлив

Для смешения эталонных топлив допускается использовать системы, позволяющие готовить заданные по объему смеси гравиметрически (по массе) на основе измеренных плотностей отдельных компонентов при условии, что применяемая система обеспечивает отклонение по объему не более ± 0,2 %.

7.3.2.1 Массы компонентов, эквивалентные заданной по объему смеси, вычисляют по плотности отдельных компонентов при температуре 15,56 °С (60 °F).

7.4 Вспомогательная аппаратура

7.4.1 Стенд для проверки распылителя форсунки

Проверяют распылитель форсунки каждый раз при снятии и установке его на место для того, чтобы убедиться в том, что начальное давление, при котором происходит впрыск топлива, отрегулировано правильно. Также проверяют форму распыла топлива. Стенды для проверки распылителя форсунки, в состав которых входят напорный цилиндр с рычажным приводом, резервуар для топлива и манометр, можно приобрести как стандартное оборудование, предназначенное для технического обслуживания и текущего ремонта дизельных двигателей.

7.4.2 Специальные инструменты для технического обслуживания и текущего ремонта

Для простого, удобного и эффективного технического обслуживания и текущего ремонта двигателя установки используют специализированные инструменты и измерительные приборы. Перечни инструментов и приборов можно получить у изготовителей установок и в организациях, предлагающих инженерно-техническое и сервисное обеспечение установок для настоящего метода испытаний.

8 Реактивы и материалы

8.1 Хладагент рубашки охлаждения цилиндра

В лабораториях, расположенных на такой высоте над уровнем моря, при которой температура кипения воды составляет (100 ± 2) °С [(212 ± 3) °F], в качестве хладагента в рубашке охлаждения цилиндра двигателя используют воду. В лабораториях, расположенных на большей высоте над уровнем моря, в качестве хладагента используют воду с добавлением товарного антифриза на основе этиленгликоля в количестве, достаточном для обеспечения требования по температуре кипения. Хладагент должен содержать многофункциональную присадку для снижения коррозии и предотвращения образования накипи, что может повлиять на теплопередачу и оценку результатов воспламеняемости топлива.

* См. также [1].

8.1.1 Вода должна соответствовать требованиям ГОСТ 6709.

8.2 Моторное масло

Предупреждение — Моторное масло — горючее вещество, пары вредны (см. приложение А).

Используют моторные масла, требования к которым приведены в инструкции изготовителя.

8.3 Первичные эталонные топлива

Предупреждение — Первичное эталонное топливо — горючее вещество, пары вредны (см. приложение А).

8.3.1 В качестве компонента с цетановым числом 100 используют цетан (*н*-гексадекан), соответствующий требованиям таблицы 1.

Таблица 1 — Требования к первичным эталонным топливам

Наименование показателя	Цетан	Гептаметилнонан	Пентаметилгептан	Метод испытания
Массовая доля основного вещества, %, не менее	99,0	98,0	99,5	Газовая хроматография

8.3.2 В качестве компонента с низким цетановым числом для смешения с цетаном можно использовать гептаметилнонан (HMN), соответствующий требованиям таблицы 1. В бинарных объемных смесях с цетаном HMN имеет принятое опорное значение цетанового числа 15.

8.3.2.1 Принятое опорное значение цетанового числа CN_{ARV} любой смеси цетана и HMN определяется соотношением

$$CN_{ARV} = C_{цетан} + 0{,}15\ C_{HMN}, \quad (1)$$

где $C_{цетан}$ — содержание цетана в смеси, % об.;

C_{HMN} — содержание HMN в смеси, % об.

8.3.3 В качестве компонента с низким цетановым числом для смешения с цетаном можно использовать пентаметилгептан (PMH), соответствующий требованиям таблицы 1. В бинарных объемных смесях с цетаном PMH имеет принятое опорное значение цетанового числа 16,3.

8.3.3.1 Принятое опорное значение цетанового числа CN_{ARV} любой смеси цетана и PMH определяется соотношением

$$CN_{ARV} = C_{цетан} + 0{,}163\ C_{PMH}, \quad (2)$$

где $C_{цетан}$ — содержание цетана в смеси, % об.;

C_{PMH} — содержание PMH в смеси, % об.

8.3.4 В качестве компонента с цетановым числом, равным 0, используют альфаметилнафталин чистотой не менее 98 %, определяемой хроматографическим анализом.

8.3.5 Чтобы избежать затвердевания цетана, температура плавления которого составляет 18 °С, первичные эталонные топлива хранят и используют при температуре не ниже 20 °С.

8.4 Вторичные эталонные топлива*

Предупреждение — Вторичное эталонное топливо — горючее вещество, пары вредны (см. приложение А).

8.4.1 Т-топливо — дизельное топливо, соответствующее требованиям таблицы 2.

8.4.2 U-топливо — дизельное топливо, соответствующее требованиям таблицы 2.

* Таблицы для смешения серий Т-топлива и U-топлива можно получить у поставщика топлива.

Таблица 2 — Требования к вторичным эталонным и контрольным топливам

Показатель	Вторичное эталонное топливо		Контрольное топливо		Метод испытания
	Т-топливо	U-топливо	с низким значением цетанового числа	с высоким значением цетанового числа	
Принятое опорное значение цетанового числа	73—76	19—22	38—44	50—55	По ГОСТ 32508

8.4.3 Для предотвращения кристаллизации Т-топлива и U-топлива хранят и используют при температуре выше 0 °С (32 °F), особенно в случае Т-топлива. Перед использованием контейнер с топливом, хранившийся при низкой температуре, нагревают до температуры не менее чем на 15 °С (27 °F) выше температуры помутнения топлива (см. ГОСТ 5066). Контейнер с топливом выдерживают при данной температуре не менее 30 мин, а затем содержимое тщательно перемешивают.

8.4.4 Поскольку смеси вторичных эталонных топлив оценивают в пронумерованных парах, они не являются взаимозаменяемыми с эталонными топливами из других пронумерованных пар и их не следует смешивать.

8.5 Контрольные топлива

Предупреждение — Контрольное топливо — горючее вещество, пары вредны (см. приложение А).

В качестве контрольных можно использовать следующие топлива:

- дизельные топлива, соответствующие требованиям экологического класса К5 по ГОСТ 32511 или класса № 2-D S15 дистиллятных топлив*, за исключением цетанового числа;
- топливо Д — смесь, состоящую из 80 % об. декалина и 20 % об. цетана.

Декалин, используемый в качестве компонента контрольного топлива Д, должен иметь чистоту не менее 85 %, определяемую хроматографическим анализом.

8.5.1 Контрольные топлива с низким и высоким значениями цетанового числа должны соответствовать требованиям таблицы 2.

8.5.2 Контрольное топливо Д имеет номинальное цетановое число 47,0.

9 Отбор проб

9.1 Отбор проб проводят по ГОСТ 2517**.

9.1.1 Для предотвращения воздействия УФ излучения от солнечного света или ламп дневного света пробу топлива отбирают и хранят в непрозрачном контейнере, таком как бутылка из темно-коричневого стекла, металлическая банка или контейнер из пластика с минимальной реакционной способностью.

9.2 Температура топлива

Перед испытанием температуру пробы доводят до 18 °С — 32 °С (65 °F — 90 °F).

9.2.1 Температура топлива должна быть не менее чем на 14 °С (26 °F) выше температуры помутнения топлива. Образец топлива должен быть однородным до испытания или фильтрования (см. 9.3).

Примечание — Следует учитывать температуру кипения компонентов топлива, чтобы избежать потерь низкокипящих компонентов, что может повлиять на значение цетанового числа.

9.3 Фильтрование

При необходимости перед проведением испытания пробу фильтруют при комнатной температуре и атмосферном давлении через фильтровальную бумагу типа I по ГОСТ 12026 или класса А***.

---

* См. [2].

** См. также [3] или [4].

*** См. [5].

10 Основные параметры настройки двигателя, приборов и стандартные рабочие условия

10.1 Монтаж установки и ее приборного оснащения

Установку, включающую двигатель и контрольно-измерительную аппаратуру, размещают на соответствующем фундаменте и подключают к нему инженерные коммуникации. Для этого требуется инженерно-техническая поддержка, и пользователь должен нести ответственность за соблюдение законодательных ограничений и требований к монтажу.

10.1.1 Правильная работа испытательного двигателя требует сборки комплектующих двигателя и регулировки его переменных величин в соответствии с заданными требованиями. Некоторые из этих настроек установлены в спецификациях на комплектующие, другие — определяют во время сборки двигателя или после капитального ремонта, третьи — являются условиями работы двигателя, которые должен соблюдать и/или устанавливать оператор в ходе испытания.

10.2 Параметры двигателя

Значения параметров, процедуры измерения и регулировки параметров двигателя приведены в инструкции по эксплуатации установки.

10.2.1 Фазы газораспределения

Двигатель работает в четырехтактном цикле при двух оборотах коленчатого вала на каждый рабочий такт (сгорание топлива). Критическими являются моменты приближения поршня к в.м.т., открытие впускного клапана и закрытие выпускного клапана.

11 Калибровка и проверка пригодности двигателя к испытанию

11.1 Соответствие двигателя техническим требованиям

Предполагают, что двигатель эксплуатировался, все настройки и рабочие параметры установлены и соответствуют требованиям к исходным настройкам двигателя и измерительных приборов, а также стандартным рабочим режимам.

11.1.1 Для прогрева двигателя обычно требуется 1 ч, чтобы обеспечить устойчивость всех основных параметров.

11.2 Проверка рабочих характеристик с использованием контрольных топлив

Для квалификационной оценки двигателя не предусмотрена стандартизованная топливная смесь или смеси. Контрольные топлива являются наиболее подходящими средствами, позволяющими оценить пригодность двигателя для проведения испытаний.

11.2.1 Испытания проводят на одном или нескольких контрольных топливах.

11.2.2 Рабочие характеристики двигателя оценивают как удовлетворительные, если цетановое число, полученное на контрольном топливе (см. 8.5), оказывается в пределах допуска ПД, вычисляемого при применении контрольных топлив (см. 8.5.1) по формуле

$$\text{ПД} = CN_{ARV} \pm 1{,}5\ S_{ARV}, \quad (3)$$

где CN_{ARV} — принятое опорное значение цетанового числа контрольного топлива;

1,5 — выбранный коэффициент предела допуска K для нормального распределения;

S_{ARV} — среднеквадратическое отклонение данных калибровки для контрольного топлива.

При применении контрольного топлива Д номинальное значение предела допуска равно ± 2 единицы цетанового числа.

11.2.2.1 Для настоящего метода статистический коэффициент предела допуска K, основанный на объеме выборки n, позволяет оценить количество двигателей, способных обеспечить получение характеристик контрольного топлива в вычисленных пределах допуска. На основании совокупности калибровочных данных, полученных при 17—20 определениях цетанового числа контрольного топлива, было установлено, что при значении K = 1,5 в течение длительного времени в 19 случаях из 20 не менее 70 % двигателей обеспечивают получение значения цетанового числа в вычисленных пределах допуска.

11.2.3 Если результаты оказываются вне установленного предела допуска, двигатель считают непригодным для проведения испытаний и проверяют рабочие режимы с последующим проведением технического обслуживания, при котором может потребоваться замена основных деталей двигателя. Распылитель форсунки является важным узлом, влияющим на работу двигателя, поэтому его в первую очередь следует проверять или заменять для обеспечения требуемых характеристик установки.

11.2.4 Проверку по контрольному топливу осуществляют при проведении регулировочных работ в процессе испытания или при изменениях в оборудовании.

11.3 Контроль качества (QC)

Пользователям следует регулярно выполнять статистическую программу контроля качества для мониторинга того, что в течение времени работа двигателя находится под статистическим контролем.

11.3.1 Настоящий метод испытаний предполагает проверку двигателя оценкой образца QC.

11.3.2 Образец QC представляет собой дизельное топливо, имеющее цетановое число, попадающее в нормальный рабочий диапазон двигателя.

11.3.2.1 Пользователям рекомендуется оценивать нормальный рабочий диапазон и определять необходимость нескольких образцов QC на основе обычно оцениваемого диапазона цетановых чисел.

11.3.3 Для оценки значений цетанового числа используют подходящие контрольные карты или другие статистически эквивалентные методы. Для данного метода подходящими являются контрольные карты индивидуальных значений и скользящего размаха (I/MR).

11.3.4 Если обнаружена ситуация вне статистического контроля, проверяют работу двигателя для выявления причин(ы).

12 Проведение испытаний

12.1 Процедура взятия в вилку по показаниям микрометра ручного маховика

Описание эксплуатации двигателя и регулировки параметров отдельных рабочих переменных приведено в инструкции изготовителя.

12.1.1 Проводят проверку, чтобы все рабочие режимы прогретого двигателя находились в равновесии и соответствовали параметрам при работе на стандартном дизельном топливе.

12.1.2 Заливают образец в пустой топливный бак, промывают топливную бюретку, удаляют весь воздух из топливопровода, ведущего к насосу, и устанавливают топливный кран в позицию, соответствующую работе двигателя на данном топливе. **Предупреждение** — Топлива — горючие вещества, пары вредны (см. приложение А).

12.1.3 Расход топлива

Проверяют расход топлива и регулируют топливный насос микрометром таким образом, чтобы получить расход 13 $см^3$/мин. Окончательно измеряют расход за полный период (60 ± 1) с. Записывают значение расхода топлива по микрометру.

12.1.4 Установка угла опережения впрыска топлива

После установки расхода топлива регулируют микрометром угол опережения впрыска топлива таким образом, чтобы получить значение опережения впрыска, равное 13,0°± 0,2°. Записывают значение угла опережения впрыска по показаниям микрометра.

12.1.5 Задержка воспламенения

Устанавливают ручной маховик механизма изменения степени сжатия таким образом, чтобы получить значение угла задержки воспламенения 13,0° ± 0,2°. Проводят окончательную регулировку ручного маховика в направлении по часовой стрелке (глядя на двигатель спереди) для устранения влияния люфта в механизме изменения степени сжатия и исключения потенциальной ошибки.

12.1.6 Стабилизация показаний

Важно обеспечить стабильность показаний угла опережения впрыска и задержки воспламенения.

12.1.6.1 Стабилизация показаний, как правило, достигается за 5—10 мин.

12.1.6.2 Время стабилизации показателей для образца и каждого эталонного топлива должно быть одинаковым и равным не менее 3 мин.

12.1.7 Снятие показаний ручного маховика

Записывают показание ручного маховика как индикацию характеристик сгорания испытуемого топлива.

Примечание — Опыт показывает, что более достоверные результаты испытаний получают при снятии показаний ручного маховика при одинаковых уровнях топлива в топливных баках для образца и для эталонного топлива.

12.1.8 Эталонное топливо № 1

Выбирают смесь эталонных топлив с цетановым числом, близким к предполагаемому значению цетанового числа образца.

Примечание — Зависимость показаний ручного маховика и значений цетанового числа зависят от состояния двигателя. Для каждого конкретного двигателя эту зависимость можно установить экспериментально определением цетанового числа после каждого капитального ремонта двигателя. График или таблицу зависимости показаний ручного маховика от цетанового числа можно использовать для выбора эталонного топлива.

12.1.8.1 Если для оценки используют первичные эталонные топлива, выбирают смесь цетана с HMN или PMH, имеющую цетановое число, близкое к предполагаемому цетановому числу образца.

12.1.8.2 Если для оценки используют вторичные эталонные топлива и предполагаемое цетановое число образца меньше принятого опорного значения Т-топлива, выбирают смесь Т-топлива и U-топлива, имеющую цетановое число, близкое к предполагаемому цетановому числу образца.

12.1.8.3 Если для оценки используют вторичные эталонные топлива и предполагаемое цетановое число образца больше принятого опорного значения Т-топлива, выбирают смесь Т-топлива и цетана по таблице 3.

Таблица 3 — Смеси вторичных эталонных топлив с цетаном при предполагаемом цетановом числе образца больше принятого опорного значения Т-топлива

Смесь	Содержание Т-топлива, % об.	Содержание цетана, % об.
1	100	0
2	75	25
3	50	50
4	25	75
5	0	100

12.1.8.4 Готовят свежую порцию выбранной эталонной смеси объемом 400—500 $см^3$.

12.1.8.5 Заливают эталонное топливо № 1 в один из свободных топливных баков, промывают топливные линии тем же способом, что и при промывке их образцом.

12.1.8.6 Выполняют те же регулировки и измерения, которые применяли для образца, и записывают полученные показания микрометра ручного маховика.

12.1.9 Эталонное топливо № 2

Выбирают вторую смесь эталонных топлив, для которой показания ручного маховика и показания для первого эталонного топлива возьмут в вилку показания для испытуемого образца.

12.1.9.1 Если для оценки используют первичные эталонные топлива, выбирают другую смесь цетана и PRF (HMN или PMH) с низким значением цетанового числа, отличную от эталонного топлива № 1. Разность между содержанием цетана в двух смесях первичных эталонных топлив не должна превышать 6 % об. (разность в содержании цетана 6 % об. соответствует разности цетановых чисел: 5,0 — для смесей с PMH и 5,1 — для смесей с HMN).

12.1.9.2 Если для оценки используют вторичные эталонные топлива и цетановое число образца меньше принятого опорного значения Т-топлива, выбирают другую смесь Т-топлива и U-топлива. Разность между цетановыми числами двух смесей вторичных эталонных топлив не должна превышать 5,6. Как правило, разность между цетановыми числами двух смесей со значениями содержания Т-топлива, отличающимися на 5 % об., будет составлять примерно 2,7, отличающимися на 10 % об. — примерно 5,3.

12.1.9.3 Если для оценки используют вторичные эталонные топлива и цетановое число образца больше принятого опорного значения Т-топлива, то по таблице 3 выбирают смесь Т топлива и цетана, соседнюю со смесью Т-топлива и цетана, использованной как эталонное топливо № 1.

12.1.9.4 Готовят свежую порцию выбранной эталонной смеси объемом 400—500 $см^3$.

12.1.9.5 Заливают эталонное топливо № 2 в третий топливный бак, промыв этим топливом топливные линии точно так же, как образцом.

12.1.9.6 Выполняют те же регулировки и измерения, которые применяли для пробы и эталонного топлива № 1, и записывают полученные результаты показаний ручного маховика.

Примечание — Значение расхода топлива для обоих эталонных топлив должно быть одинаковым, т. к. они достаточно близки по составу.

12.1.9.7 Если показания ручного маховика для образца взяты в вилку показаниями ручного маховика для эталонных топлив № 1 и № 2, вычисляют цетановое число по формуле (4) по показаниям ручного маховика для образца и каждого из эталонных топлив и продолжают испытание, в противном случае используют другие эталонные топлива до тех пор, пока данное требование не будет выполнено.

12.1.10 Повторное снятие показаний

После выполнения работы со смесью эталонного топлива № 2 выполняют необходимые процедуры для возврата двигателя к работе на эталонном топливе № 1, затем на образце, после этого — на эталонном топливе № 2. Для каждого топлива проверяют все рабочие параметры и перед записью показаний ручного маховика дают двигателю войти в равновесное состояние. Последовательность переключения топлив должна соответствовать схеме А, приведенной на рисунке 2.

12.1.10.1 Вычисляют цетановое число по формуле (4) по второму набору показаний ручного маховика для образца и каждого из эталонных топлив, взявших в вилку показания для образца.

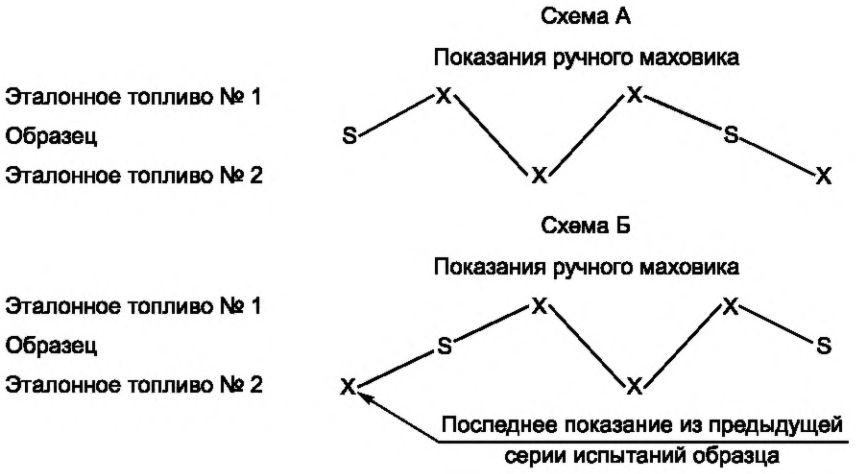


Рисунок 2 — Последовательность снятия показаний для образца и эталонных топлив

12.1.10.2 Цетановое число, вычисленное с использованием среднеарифметического значения двух показаний ручного маховика для испытуемого образца и среднеарифметических значений двух показаний ручного маховика для каждого из эталонных топлив, является оценкой испытуемого топлива при условии, что разность между цетановыми числами, вычисленными в первой и второй сериях показаний, не превышает 1,4.

Примечание — Разность между цетановыми числами, вычисленными в первой и второй сериях показаний, равная 1,4 единицы цетанового числа, принята с целью ограничения нестабильности двигателя и влияния, которое она может оказывать на оценку образца.

12.1.10.3 Если цетановые числа, вычисленные по первой и второй сериям показаний, не соответствуют этому критерию, можно получить третью серию показаний с использованием той же последовательности снятия показаний для образца, эталонного топлива № 1 и эталонного топлива № 2, которая использовалась для первых серий.

12.1.10.4 Вычисляют цетановое число по формуле (4) по третьей серии показаний ручного маховика для образца и каждого из эталонных топлив, взявших в вилку показания для образца.

12.1.10.5 Цетановое число, вычисленное с использованием среднеарифметического значения второй и третьей серий показаний, является оценкой испытуемого топлива при условии, что разность между цетановыми числами, вычисленными во второй и третьей сериях показаний, не превышает 1,4.

12.1.10.6 Если цетановые числа, вычисленные во второй и третьей сериях показаний, не соответствуют этому критерию, следует выяснить причину несоответствия.

12.1.10.7 Если образец, для которого эталонное топливо № 2 окажется приемлемым, испытывают сразу после первого образца, то полученное показание ручного маховика можно использовать для нового образца. В таком случае последовательность переключения образца и эталонных топлив должна соответствовать схеме Б, см. рисунок 2.

12.2 Определение цетанового числа дизельного топлива по методу совпадения вспышек

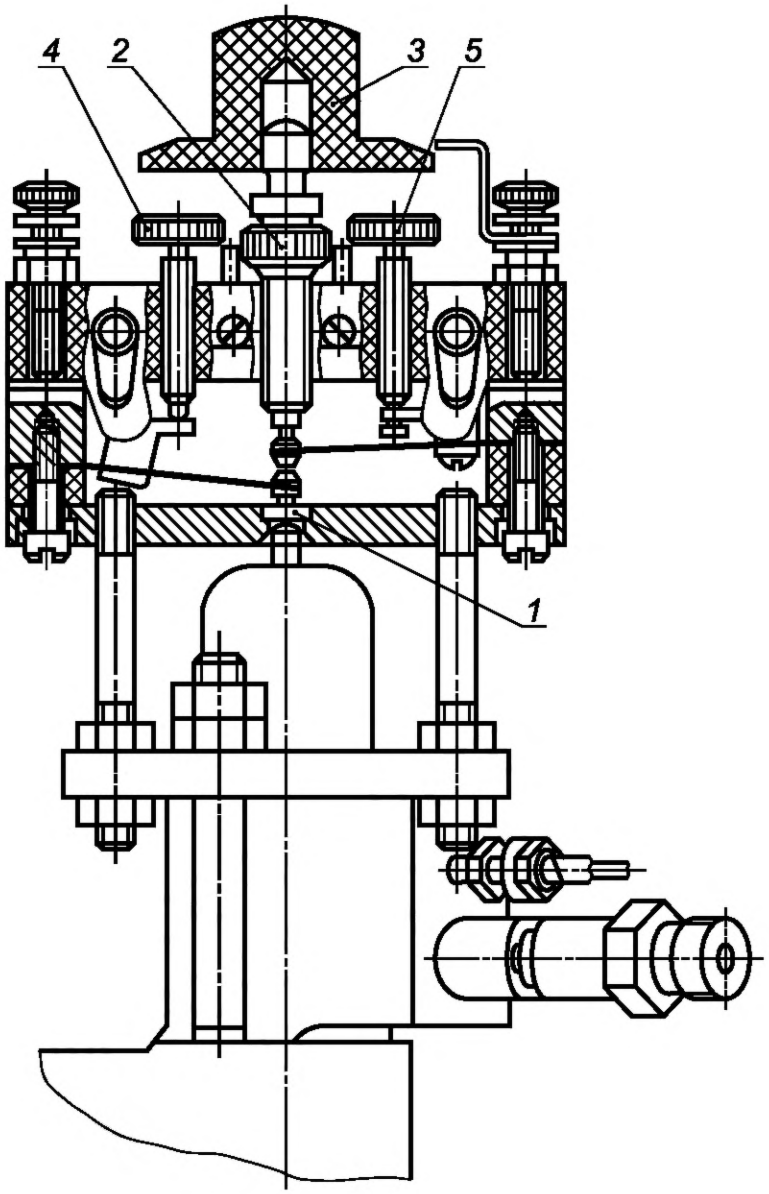
12.2.1 Общие сведения

Процедура и последовательность наладочных работ для выхода на заданные рабочие параметры по углу опережения впрыска и задержке воспламенения установки, использующей электромеханические индикаторы (см. рисунки 3 и 4) в качестве датчика впрыска для регистрации момента начала перемещения иглы (штифта) форсунки и датчика воспламенения для указания начала воспламенения, приведены ниже.

12.2.2 Регулировка индикаторов впрыска и воспламенения

Регулировка индикаторов впрыска и воспламенения включает предварительную регулировку и окончательную настройку.

Предварительная регулировка заключается в установлении натяжения пластинчатых пружин индикаторов впрыска и воспламенения до их установки на двигатель. Перед началом регулировки следует убедиться, что поверхности контактов тщательно зачищены и их соединения плотно затянуты. Окончательную настройку индикаторов впрыска и воспламенения проводят на работающем двигателе.



1 — зазор между нижней пластинчатой пружиной и штоком; *2* — центральный винт; *3* — регулировочный винт; *4* и *5* — установочные винты

Рисунок 3 — Продольный разрез индикатора впрыска

12.2.2.1 Предварительная регулировка индикатора впрыска (см. рисунок 3)

Закручивают до упора регулировочный винт буферной пружины *3*.

Разводят контакты пластинчатых пружин вращением центрального винта *2*.

Вращением установочного винта *4* нижней пластинчатой пружины ее отводят от штока иглы форсунки.

Отгибают нижнюю пластинчатую пружину таким образом, чтобы зазор между нижней пластинчатой пружиной и штоком *1* иглы форсунки был равен 0,8 мм.

Закручивают установочный винт *4* нижней пластинчатой пружины до соприкосновения ее со штоком иглы, а затем еще на один полный оборот.

Освобождают верхнюю пластинчатую пружину от натяжения, вращая установочный винт *5*. В таком положении контакты должны соприкасаться. Если контакты не соприкасаются, следует отогнуть конец пластинчатой пружины до достижения контакта.

Закручивают установочный винт *5* верхней пластинчатой пружины на один оборот.

12.2.2.2 Окончательная регулировка индикатора впрыска

Окончательную регулировку индикатора впрыска проводят для каждого испытуемого топлива при работе двигателя в стандартных рабочих условиях.

Включают неоновую лампочку индикатора впрыска.

Вращением центрального винта *2* устанавливают такой зазор между контактами пластинчатых пружин, при котором неоновая лампочка индикатора на ободе маховика дает сплошную полосу света.

Вращением винта *2* постепенно увеличивают зазор между контактами до появления срезанного конца у светящейся полосы, мгновенно исчезающей при закрытии форсунки.

Полученный рабочий зазор между контактами должен быть минимальным (при незначительном уменьшении зазора не должно происходить мгновенного исчезновения светящейся полосы со срезанным концом при закрытии форсунки).

12.2.2.3 Предварительная регулировка индикатора воспламенения (см. рисунок 4)

Перед началом предварительной регулировки следует убедиться, что мембрана и все соединения плотно затянуты, стержень свободно перемещается во втулках.

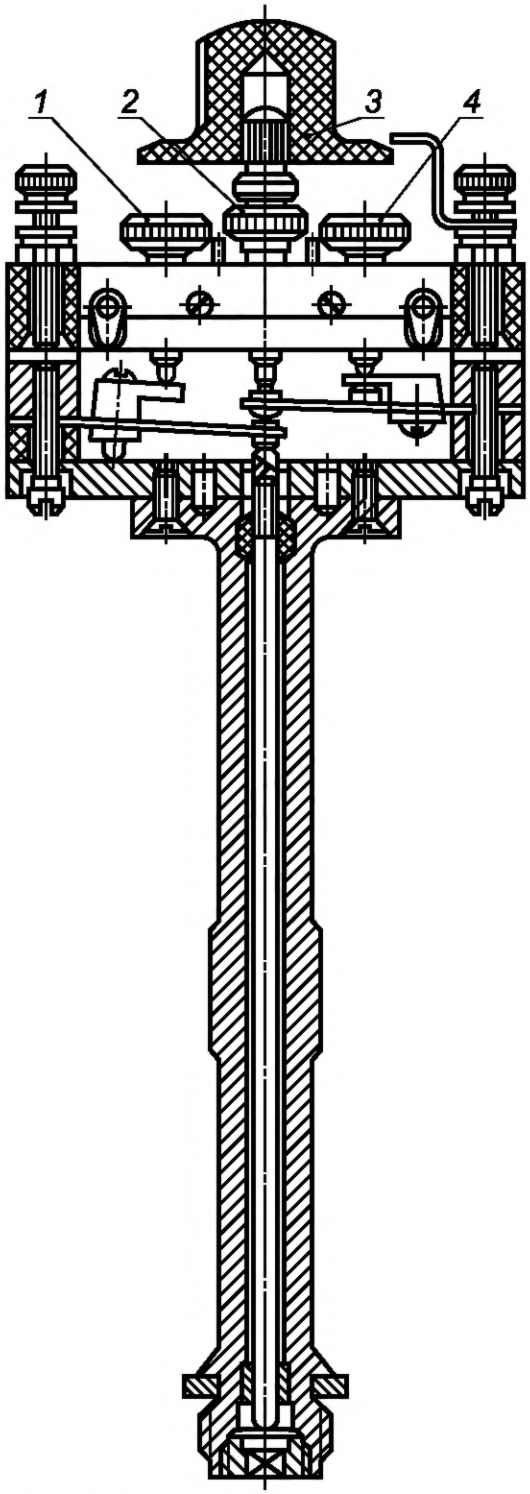
Закручивают до упора винт *3*. Вращением винта *2* разводят контакты пластинчатых пружин.

Ослабляют натяжение нижней пластинчатой пружины вращением винта *1*. В таком положении пружина не должна соприкасаться с эбонитовым концом штока индикатора. Если пружина касается конца штока, то конец нижней пластинчатой пружины следует слегка отогнуть.

Закручивают винт *1* до касания штока нижней пластинчатой пружины, а затем еще на один полный оборот.

Освобождают верхнюю пластинчатую пружину от натяжения, вращая винт *4*. В таком положении контакты должны соприкасаться. Если они не соприкасаются, конец верхней пластинчатой пружины следует слегка отогнуть. Выкручивают винт *4* верхней пластинчатой пружины до момента размыкания контактов, а затем еще на один полный оборот.

Винтом *2* устанавливают предварительный зазор между контактами пластинчатых пружин, равный 0,25 мм.



1, *4* — установочные винты; 2 — центральный винт; *3* — регулировочный винт

Рисунок 4 — Продольный разрез индикатора воспламенения

12.2.2.4 Окончательная регулировка индикатора воспламенения (см. рисунок 4)

Окончательную регулировку индикатора воспламенения проводят для каждого испытуемого топлива при работе двигателя по процедуре, приведенной ниже.

Устанавливают минимальную степень сжатия, обеспечивающую нормальную работу двигателя без пропусков воспламенения.

Увеличивают степень сжатия на две единицы.

Включают неоновую лампочку индикатора воспламенения.

Вращением центрального винта *2* устанавливают такой зазор между контактами пластинчатых пружин, при котором неоновая лампочка индикатора воспламенения дает сплошную светящуюся полосу на ободе маховика.

Вращением того же винта *2* увеличивают зазор между контактами до появления срезанного конца светящейся полосы неоновой лампочки, мгновенно исчезающей при закрытии форсунки.

Убеждаются, что полученный зазор между контактами минимальный (при незначительном уменьшении зазора не должно происходить мгновенного исчезновения светящейся полосы со срезанным концом при закрытии форсунки).

12.2.3 Процедура выхода на рабочие параметры по углу опережения впрыска

После регулирования расхода топлива в соответствии с 12.1.3 устанавливают угол опережения впрыска.

Угол опережения впрыска 13° до в.м.т. устанавливают регулировкой микрометрического винта топливного насоса, изменяющего угол опережения впрыска, и зазора между контактами индикатора впрыска.

Включив лампочку индикатора впрыска, устанавливают такой зазор между контактами индикатора, при котором на ободе маховика появляется светящаяся красная полоса со срезанным концом.

Вращением микрометрического винта насоса добиваются такого положения, при котором срезанный конец светящейся полосы на ободе маховика совпадает с визирной нитью в смотровой трубе.

При этом положении угол опережения впрыска соответствует 13° до в.м.т.

12.2.4 Процедура выхода на рабочие параметры по задержке воспламенения

Процедура включает установление критической степени сжатия и степени сжатия, обеспечивающей самовоспламенение топлива в в.м.т.

12.2.4.1 Критическая степень сжатия — минимальная степень сжатия, при которой двигатель работает без пропусков воспламенения.

Критическую степень сжатия определяют при стандартном режиме работы двигателя в последовательности, приведенной ниже.

Уменьшают степень сжатия до появления пропусков воспламенения топлива, наблюдаемых по дымлению на выхлопе (при открытом кране на выхлопной трубе).

Постепенно увеличивают степень сжатия, доводят работу двигателя до нормального сгорания без пропусков воспламенения.

По графику зависимости показаний микрометра от степени сжатия определяют минимальную (критическую) степень сжатия.

12.2.4.2 Установление степени сжатия, обеспечивающей самовоспламенение топлива в в.м.т.

Степень сжатия, соответствующую совпадению вспышек неоновых ламп, определяют в последовательности, приведенной ниже.

Определяют критическую степень сжатия, затем ручным маховиком устанавливают степень сжатия на 2 единицы больше критической.

Включают неоновые лампочки и на установленной степени сжатия проводят окончательную регулировку индикатора воспламенения. Если обе светящиеся полосы со срезанными концами на ободе маховика находятся под визирной нитью, записывают в протокол показание микрометра и значение степени сжатия, соответствующее совпадению вспышек. Если срезанные концы светящейся полосы индикатора воспламенения не доходят до визирной нити, увеличивают степень сжатия до тех пор, пока светящаяся полоса не достигнет визирной нити.

Правильность регулировки индикатора воспламенения проверяют быстрым выключением форсунки и при необходимости вновь регулируют индикатор.

Временной интервал между моментом начала впрыска и моментом самовоспламенения топлива, выраженный в градусах угла поворота коленчатого вала, при совпадении вспышек составляет 13° до в.м.т.

Доведение двигателя до степени сжатия, соответствующей совпадению вспышек неоновых ламп, следует осуществлять увеличением степени сжатия.

Если степень сжатия, при которой происходит совпадение вспышек, превышает степень сжатия, полученную во время первого включения неоновых лампочек, более чем на единицу, повторяют определение (предварительно проверив регулировку и состояние индикатора, а также рабочие условия двигателя).

Любое изменение степени сжатия требует регулировки индикатора воспламенения (изменения зазора между контактами пластинчатых пружин).

Перед установлением совпадения вспышек неоновых ламп индикаторы впрыска и воспламенения должны быть отрегулированы в соответствии с 12.2.2.1—12.2.2.4.

13 Вычисления

13.1 Вычисляют среднеарифметические значения показаний ручного маховика для образца и каждой смеси эталонных топлив, используя значения двух последовательных серий показаний, цетановое число которых отличается не более чем на 1,4.

13.2 Вычисляют цетановое число CN_S интерполированием среднеарифметических значений показаний ручного маховика, пропорциональных цетановым числам эталонных топлив, взявших в вилку показания для образца, по формуле (4) (см. рисунок 5).

13.2.1 Вычисляют цетановое число образца CN_S для процедуры взятия в вилку по формуле

$$CN_S = CN_{LRF} + \left(\frac{HW_S - HW_{LRF}}{HW_{HRF} - HW_{LRF}}\right) \cdot (CN_{HRF} - CN_{LRF}), \quad (4)$$

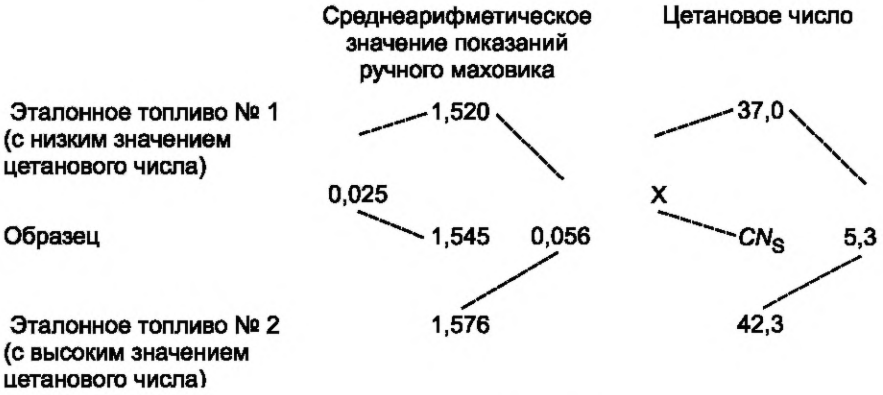
где CN_{LRF} — цетановое число эталонного топлива с низким значением цетанового числа;

HW_S — показание ручного маховика для образца;

HW_{LRF} — показание ручного маховика для эталонного топлива с низким значением цетанового числа;

HW_{HRF} — показание ручного маховика для эталонного топлива с высоким значением цетанового числа;

CN_{HRF} — цетановое число эталонного топлива с высоким значением цетанового числа.



$$CN_S = CN_{LRF} + \left(\frac{HW_S - HW_{LRF}}{HW_{HRF} - HW_{LRF}}\right) \cdot (CN_{HRF} - CN_{LRF}) = 37{,}0 + \left(\frac{1{,}545 - 1{,}520}{1{,}576 - 1{,}520}\right) \cdot (42{,}3 - 37{,}0) = 37{,}0 + 0{,}466 \cdot 5{,}3 = 39{,}4.$$

Рисунок 5 — Пример вычисления цетанового числа

13.2.2 Если цетановое число образца больше принятого опорного значения Т-топлива, вычисляют цетановые числа двух смесей эталонных топлив CN_{RF} из таблицы 3, использованных для оценки, по формуле (5) и подставляют эти значения в формулу (4)

$$CN_{RF} = \frac{C_{\text{Т-топливо}} \cdot ARV_{\text{Т-топливо}} + C_{\text{цетан}} \cdot 100}{100}, \quad (5)$$

где $C_{\text{Т-топливо}}$ — содержание Т-топлива в смеси, % об.;

$ARV_{\text{Т-топливо}}$ — принятое опорное значение цетанового числа Т-топлива;

$C_{\text{цетан}}$ — содержание цетана в смеси, % об.

13.2.3 Не следует проводить интерполяцию, используя содержание эталонного топлива в объемных процентах в смеси, и преобразовывать это эквивалентное процентное содержание в цетановое число.

13.3 Округляют вычисленный результат до первого десятичного знака. Любое значение цетанового числа, оканчивающееся точно на 5 во втором десятичном знаке, округляют до ближайшего четного десятичного числа; например значения 35,55 и 35,65 округляют до 35,6.

14 Протокол испытаний

14.1 В протокол испытаний записывают вычисленное значение цетанового числа.

14.2 При необходимости в протоколе испытаний указывают данные идентификации эталонных топлив, использованных для определения цетанового числа.

14.2.1 При использовании вторичных эталонных топлив записывают обозначения партий Т- и U-топлив.

14.2.2 При использовании первичных эталонных топлив записывают наименование и чистоту каждого топлива.

14.3 Если перед определением цетанового числа пробу фильтровали, эту информацию также записывают в протокол испытаний.

15 Прецизионность и смещение

15.1 Прецизионность процедуры взятия в вилку с использованием ручного маховика получена на основании статистической обработки результатов межлабораторных испытаний, полученных с использованием вторичных эталонных топлив.

15.1.1 Повторяемость (сходимость)

Расхождение между двумя результатами испытаний, полученными на идентичном испытуемом материале в условиях повторяемости в течение длительного времени при нормальном и правильном выполнении метода испытаний, может превышать значения, приведенные в таблице 4, только в одном случае из 20.

15.1.2 Воспроизводимость

Расхождение между двумя единичными и независимыми результатами, полученными на идентичных испытуемых образцах в условиях воспроизводимости в течение длительного времени при нормальном и правильном выполнении метода испытаний, может превышать значения, приведенные в таблице 4, только в одном случае из 20.

15.1.3 Пределы повторяемости установлены по результатам программы ежемесячных испытаний образцов ASTM National Exchange Group (NEG), проведенных с середины 1978 г. по 1987 г. При этом испытания каждого образца были проведены два раза в день одним и тем же оператором на одном двигателе в каждой из участвующих лабораторий.

Таблица 4 — Пределы повторяемости и воспроизводимости цетанового числа на установке с цифровым измерителем задержки воспламенения

Среднее значение цетанового числа[A)]	Предел повторяемости, единица цетанового числа	Предел воспроизводимости, единица цетанового числа
40	0,8	2,8
44	0,9	3,3
48	0,9	3,8
52	0,9	4,3
56	1,0	4,8
[A)] Пределы повторяемости и воспроизводимости для промежуточных значений цетановых чисел можно получить линейной интерполяцией.		

15.1.4 Пределы воспроизводимости установлены по результатам комбинированной программы ежемесячных испытаний NEG с середины 1978 г. до середины 1992 г., программы ежемесячных ис-

пытаний Института нефти Великобритании с 1988 г. до середины 1992 г. и программы ежемесячных испытаний Института нефти Франции с 1989 г. до начала 1992 г.

15.1.5 Комбинация большого количества комплектов образцов с их испытаниями в 12—25 лабораториях дает полную картину прецизионности настоящего метода испытаний. Проанализирована графическая зависимость среднеквадратического отклонения для образца от цетанового числа. Вариация прецизионности относительно цетанового числа лучше всего выражается линейной регрессией. Предельные значения получены умножением среднего среднеквадратического отклонения для каждого уровня значений цетанового числа на 2,772.

15.1.5.1 Приведенные выше оценки прецизионности основаны на результатах испытаний, полученных преимущественно с использованием цифрового измерителя задержки воспламенения и его предшествующей модели (транзисторного измерителя задержки воспламенения).

Официальный отчет о сравнении прецизионности, полученной с использованием цифрового измерителя цетанового числа (утвержденного в 1990 г.), с прецизионностью, полученной с использованием предыдущих моделей, отсутствует.

15.1.6 По результатам программы межлабораторных испытаний по сравнению панели измерения цетанового числа с цифровым измерителем цетанового числа с двойной шкалой статистически наблюдаемого расхождения в прецизионнности результатов испытаний, полученных с двумя аппаратами, не обнаружено.

15.2 Смещение

Смещение настоящего метода определения цетанового числа дизельного топлива не может быть установлено, т. к. значение цетанового числа может быть определено только настоящим методом.

15.3 Для установки с электромеханическими индикаторами

Допускаемое расхождение при определении цетанового числа одного и того же топлива на одной установке не должно отличаться от среднеарифметического значения сравниваемых результатов более чем на ± 1,5 цетановой единицы.

Допускаемое расхождение при определении цетанового числа одного и того же топлива на разных установках (в разных лабораториях) не должно отличаться от среднеарифметического значения сравниваемых результатов более чем на ± 2 цетановые единицы.

Приложение А
(обязательное)

Предупреждающая информация

А.1 Введение

А.1.1 Проведение испытаний по настоящему стандарту связано с применением опасных для персонала веществ. Подробная информация о каждом применяемом веществе и правила техники безопасности для надлежащего обращения с ним приведена в паспорте безопасности материала (MSDS).

А.2 Предупреждение

А.2.1 Горючие вещества. Пары вредны.
А.2.2 Используемые вещества
А.2.2.1 Дизельное топливо.
А.2.2.2 Эталонные материалы.
А.2.2.3 Первичные эталонные топлива.
А.2.2.4 Цетан.
А.2.2.5 Гептаметилнонан.
А.2.2.6 Альфаметилнафталин.
А.2.2.7 Вторичные эталонные топлива (Т-топливо и U-топливо).
А.2.2.8 Контрольные топлива.
А.2.2.9 Керосин.
А.2.2.10 Топливо для прогрева.
А.2.2.11 Моторное масло.

А.3 Предупреждение

А.3.1 Огнеопасно. Пары вредны при вдыхании. Пары могут вызвать вспышку облака газовоздушной смеси.
А.3.2 Применяемые вещества
А.3.2.1 Нефтяной растворитель.

А.4 Предупреждение

А.4.1 Яд. Пары вредны при вдыхании, может быть смертельным при проглатывании.
А.4.2 Применяемые вещества
А.4.2.1 Антифриз на основе этиленгликоля.

Приложение Б
(справочное)

Аппаратура и процедуры объемного смешения эталонных топлив

Б.1 Общие сведения

Первичные эталонные топлива, которые используют редко, упаковывают в относительно небольшие емкости и хранят и дозируют так же, как и химические вещества общего назначения. Вторичные эталонные топлива для обеспечения безопасности в лаборатории хранят в специальном помещении для хранения топлива или за ее пределами.

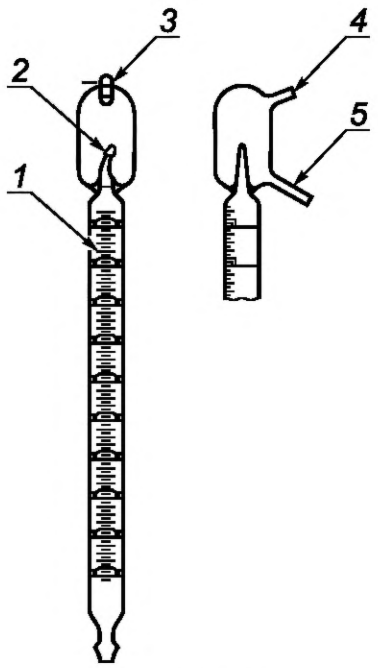
Б.2 Доставка из помещения для хранения

Доставку эталонных топлив из мест хранения в лабораторию осуществляют разными способами, разрешенными правилами техники безопасности. Способ доставки эталонного топлива выбирает пользователь настоящего стандарта.

Б.3 Дозировочное оборудование

Для точного измерения объемов эталонных топливных смесей применяют две поверенные стеклянные бюретки, по одной для каждого из двух эталонных топлив. Топливо дозируют через встроенный в бюретку стеклянный запорный кран или отдельный кран.

Б.3.1 Стеклянные бюретки с автоматической установкой нуля в верхней части обеспечивают точное, эффективное и удобное дозирование. Типовая бюретка приведена на рисунке Б.1. Требования к типовой бюретке приведены в таблице Б.1.



1 — градуировка, начинающаяся с 3 %; *2* — автоматический нуль; *3* — вентиляционная трубка и трубка для слива избытка топлива в задней части; *4* — вентиляционная трубка; *5* — трубка для слива избытка топлива

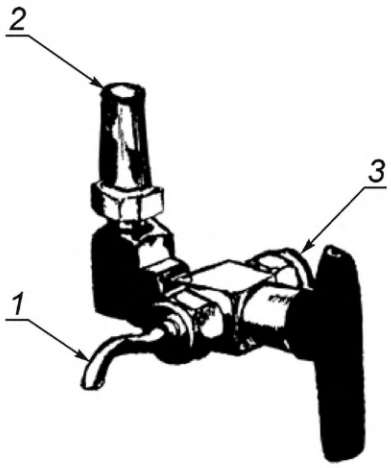
Рисунок Б.1 — Типовая бюретка для приготовления эталонных топлив

Таблица Б.1 — Требования к бюретке

Параметр	Значение
Вместимость, $см^3$	500
Автоматическая установка нуля	Присутствует
Градуировка:	
- крупные деления, %	5
- мелкие деления, %	1
Внутренний диаметр градуированной трубки, мм	От 32 до 34
Длина шкалы от 5 % до 100 %, мм	От 523 до 591
Расстояние от верха переливного шарика до деления с отметкой 5 % номинальное	100/120
Общая длина (включая кончик), мм, не менее	650
Погрешность шкалы, %, не более	0,1

Б.3.2 Отдельные дозирующие краны

Обычно используют бюретки, не имеющие встроенного запорного крана. Топливо подается из нижней прямой части бюретки, соединенной пластиковой трубкой с отдельным трехходовым краном, аналогичным приведенному на рисунке Б.2. Конструктивной особенностью такого крана является то, что при случайном касании кончиком приемного контейнера образование капель незначительно. Такие краны также можно использовать для контроля расхода топлива, используя для изготовления крана трубку наружным диаметром 6 мм (3/16 дюйма) с загнутым кончиком.



1 — формованная сливная трубка (для минимизации образования капель);
2 — соединение с бюреткой; *3* — подача топлива

Рисунок Б.2 — Типовой трехходовый кран для приготовления эталонных топлив

Б.4 Установка и эксплуатация системы

При пользовании эталонными топливными системами следует соблюдать следующие рекомендации:

Б.4.1 Для дозирования эталонных топлив используют бюретки из темного стекла или обеспечивают непрозрачную защиту бюретки из прозрачного стекла, оставляя открытой калибровочную метку.

Б.4.2 Бюретки устанавливают вертикально на такой высоте, которая позволяет видеть прямо перед собой все калибровочные метки.

Б.4.3 Для каждого эталонного топлива используют отдельную бюретку.

Б.4.4 Бюретки не должны подвергаться вибрации.

Б.4.5 Хранение контейнеров и трубки для подачи эталонных топлив в бюретки должно соответствовать инструкциям изготовителя и инструкциям подразделения, в котором проводят испытания.

Б.4.5.1 Следует избегать подачи топлива в бюретки под действием силы тяжести (самотеком).

Б.4.6 Регулярно тщательно очищают бюретки для предотвращения прилипания капель топлива к внутренней поверхности бюретки, что может привести к ошибке смешения.

Б.4.7 Бюретки не следует наполнять заранее для предотвращения ухудшения качества топлива под воздействием света.

Б.4.8 Трубки, соединяющие емкость с топливом и дозировочные бюретки, должны быть изготовлены из нержавеющей стали или другого непрозрачного материала, не взаимодействующего с эталонным топливом.

Б.5 Методика пользования системой бюреток

Для заполнения бюретки устанавливают запорный кран в положение «наполнить», чтобы топливо поднималось по бюретке до тех пор, пока не начнет вытекать через капилляр автоматического нуля. Прекращают наполнение, установив кран в позицию «закрыто». Убеждаются, что пузырьки выходят через автоматический нуль и при необходимости дополняют бюретку топливом.

Б.5.1 Для дозирования топлива устанавливают кран в положение «дозировать», чтобы топливо подавалось в приемный контейнер. Прекращают дозирование, установив кран в позицию «закрыто», внимательно следя за уровнем в калиброванной части бюретки, чтобы нижний мениск располагался на отметке нужного объемного процента.

Б.5.2 Перед сливом измеренного объема топлива убеждаются, что сливная трубка заполнена топливом. При переливании отмеренного количества топлива из бюретки следует убедиться, что топливо не вытекло из сливной трубки крана, т. к. это может привести к ошибке.

Библиография

[1] АСТМ Е542 (ASTM E542) Стандартная практика по калибровке лабораторного объемного оборудования (Standard practice for calibration of laboratory volumetric apparatus)

[2] АСТМ Д975 (ASTM D975) Стандартная спецификация на дизельные топлива (Standard specification for diesel fuel oils)

[3] АСТМ Д4057 (ASTM D4057) Стандартная практика по ручному отбору проб нефти и нефтепродуктов (Standard practice for manual sampling of petroleum and petroleum products)

[4] АСТМ Д4177 (ASTM D4177) Стандартная практика по автоматическому отбору проб нефти и нефтепродуктов (Standard practice for automatic sampling of petroleum and petroleum products)

[5] АСТМ Е832 (ASTM E832) Стандартная спецификация на лабораторные бумажные фильтры (Standard specification for laboratory filter papers)

УДК 665.753.4:621.43.019.265:006.354 ОКС 75.160

Ключевые слова: дизельное топливо, определение цетанового числа

БЗ 1—2020

Редактор *Л.И. Нахимова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 29.11.2019. Подписано в печать 18.12.2019. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,16.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,

117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru