ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСТ 33461-2015

ТОПЛИВА АВИАЦИОННЫЕ И ДИСТИЛЛЯТНЫЕ

Методы определения электрической проводимости

ПАЛІВЫ АВІЯЦЫЙНЫЯ І ДЫСТЫЛЯТНЫЯ

Метады вызначэння электрычнай праводнасці

(ASTM D2624–09, IDT)

Издание официальное



Госстандарт
Минск

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации (ЕАСС) представляет собой региональное объединение национальных органов по стандартизации государств, входящих в Содружество Независимых Государств. В дальнейшем возможно вступление в ЕАСС национальных органов по стандартизации других государств.

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены».

Сведения о стандарте

1 ВНЕСЕН Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь

2 ПРИНЯТ Евразийским советом по стандартизации, метрологии и сертификации по переписке (протокол № 79-П от 27 августа 2015 г.)

За принятие стандарта проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Кыргызстан	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт

3 Настоящий стандарт подготовлен на основе СТБ 1587-2012

4 Настоящий стандарт идентичен стандарту Американского общества по испытаниям и материалам ASTM D2624–09 Standart Test Methods for Electrical Conductivity of Aviation and Distillate Fuels (Стандартные методы определения электропроводности авиационных и дистиллятных топлив).

Стандарт ASTM разработан подкомитетом D02.J0.04 по присадкам и электрическим свойствам технического комитета по стандартизации ASTM D02 по нефтепродуктам и смазочным материалам Американского общества по испытаниям и материалам (ASTM).

Перевод с английского языка (en).

Официальные экземпляры стандарта ASTM, на основе которого подготовлен настоящий государственный стандарт, и стандартов ASTM, на которые даны ссылки, имеются в Национальном фонде ТНПА.

В стандарт внесены следующие редакционные изменения:

- наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования стандарта ASTM для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5—2001 (подраздел 3.6);
- нумерация сносок в настоящем стандарте изменена, поскольку сведения об организации по стандартизации, разработавшей стандарт ASTM, приведенные в сноске «[1)]» стандарта ASTM, приведены в предисловии государственного стандарта в соответствии с ГОСТ 1.3 (подпункт 8.2.3.3, перечисление в)).

В разделе «Нормативные ссылки» и тексте стандарта ссылки на стандарты ASTM актуализированы.

Степень соответствия — идентичная (IDT)

5 ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 7 октября 2015 г. № 47 непосредственно в качестве государственного стандарта Республики Беларусь с 1 сентября 2016 г.

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ (с отменой СТБ 1587-2012)

© Госстандарт, 2016

Настоящий стандарт не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта Республики Беларусь

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных (государственных) стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных (государственных) органов по стандартизации.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ТОПЛИВА АВИАЦИОННЫЕ И ДИСТИЛЛЯТНЫЕ
Методы определения электрической проводимости

ПАЛІВЫ АВІЯЦЫЙНЫЯ І ДЫСТЫЛЯТНЫЯ
Метады вызначэння электрычнай праводнасці

Aviation and distillate fuels
Test methods for electrical conductivity

Дата введения — 2016-09-01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает методы определения удельной электрической проводимости авиационных и дистиллятных топлив, содержащих и не содержащих антистатическую присадку. В результате применения данных методов определяют проводимость незаряженного, т. е. электрически нейтрального, топлива (так называемую нейтральную удельную электрическую проводимость).

1.2 Существуют два метода определения удельной электрической проводимости топлива. Данные методы предусматривают:

1) использование переносных измерительных приборов для проведения испытаний топлива непосредственно в емкостях или для проведения испытаний проб топлива в полевых или лабораторных условиях;

2) использование встроенных измерительных приборов для непрерывного измерения удельной электрической проводимости топлива в системе его подачи. При применении переносных приборов перед проведением измерения необходимо принимать меры, обеспечивающие снятие остаточных электрических зарядов и предотвращение загрязнения топлива.

1.3 Значения, выраженные в единицах СИ, следует считать стандартными. Настоящий стандарт не содержит значений, выраженных в других единицах измерения.

1.4 Настоящий стандарт не рассматривает всех проблем безопасности, связанных с его применением, если они существуют. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за обеспечение техники безопасности, охрану здоровья человека и определение границ применимости стандарта до начала его применения. Особые меры предосторожности приведены в 7.1, 7.1.1 и 11.2.1.

2 Нормативные ссылки

2.1 Стандарты ASTM [1]:

ASTM D4306–12a Practice for Aviation Fuel Sample Containers for Tests Affected by Trace Contamination (Руководство по контейнерам для проб авиационных топлив, используемым при проведении испытаний, на которые влияет присутствие микропримесей)

ASTM D4308–10 Test Method for Electrical Conductivity of Liquid Hydrocarbons by Precision Meter (Стандартный метод определения электрической проводимости углеводородных жидкостей с использованием прецизионного измерительного прибора)

[1] Информацию о ссылочных стандартах можно найти на веб-сайте ASTM www.gost.e-ecolog.ru ь в службе работы с потребителями по адресу gost.e-ecolog.ru формацию о Ежегоднике стандартов ASTM можно найти на странице Document Summary на веб-сайте.

3 Термины и определения

3.1 В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **пикосименс на метр** (picosiemens per metre): Единица измерения удельной электрической проводимости, также называемая единицей проводимости (cu). Сименс в международной системе единиц измерения (СИ) является величиной, обратной ому, иногда называемой мо.

$$1 \text{ пСм/м} = 1 \times 10^{-12} \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^{-1} = 1 \text{ cu} = 1 \text{ пмо/м}. \quad (1)$$

3.1.2 **нейтральная удельная электрическая проводимость**: Величина, обратная удельному сопротивлению незаряженного топлива при отсутствии обеднения ионами или поляризации.

3.1.2.1 Нейтральной удельной электрической проводимостью является величина электрической проводимости в начальный момент измерения тока после прикладывания между электродами постоянного напряжения или величина среднего тока при прикладывании переменного напряжения.

4 Сущность методов

4.1 Между двумя электродами, погруженными в топливо, прикладывают напряжение, и значение возникающего при этом тока принимают за величину удельной электрической проводимости. При применении переносных измерительных приборов измерение тока производится сразу же после приложения напряжения для предотвращения возникновения ошибок, связанных с обеднением ионами. Обеднение ионами или поляризация устраняются в системах динамического контроля путем постоянной смены пробы в измерительной ячейке или посредством использования переменного напряжения. При правильном выборе размеров электродов и приборов, измеряющих ток, метод настоящего стандарта может применяться для измерения удельной электрической проводимости величиной от 1 пСм/м и более. Имеющееся в продаже оборудование, указанное в методах настоящего стандарта, обеспечивает измерение удельной электрической проводимости в диапазоне значений до 2000 пСм/м с высокой прецизионностью (см. раздел 12), хотя некоторые измерительные приборы позволяют считывать показания только до 500 пСм/м или 1000 пСм/м.

4.1.1 Прибор Emcee модели 1152 и прибор D-2 модели JF-1F-HH обеспечивают проведение измерений в расширенном диапазоне значений, однако прецизионность метода при проведении измерений с использованием соответствующих приборов в расширенном диапазоне значений не определена. При необходимости измерений значений удельной электрической проводимости ниже 1 пСм/м, например в случае топлив, очищенных глиной, или очищенных углеводородных растворителей, следует применять метод, установленный в ASTM D4308.

5 Значение и применение методов

5.1 Способность топлива рассеивать электрический заряд, образующийся при операциях перекачивания и фильтрования, определяется его электрической проводимостью, которая зависит от содержания ионов. Если значение удельной электрической проводимости достаточно высоко, скорость рассеивания электрического заряда является достаточной для предотвращения его накопления, что позволяет избежать образования в приемном резервуаре высоких потенциалов, представляющих опасность.

Метод с применением переносного измерительного прибора

6 Оборудование

6.1 Кондуктометрическая ячейка и приборы для измерения тока

Поскольку электрическая проводимость углеводородов чрезвычайно мала по сравнению с проводимостью водных растворов, для проведения измерений требуется специальное оборудование, обладающее практически мгновенным откликом к приложенному напряжению [2), 3)].

[2)] Следующее оборудование, указанное в исследовательских отчетах RR:D02-1161, RR:D02-1476, RR:D02-1575, RR:D02-1680, использовалось при определении показателей прецизионности: приборы моделей 1150, 1151, 1152 и 1153 производства компании Emcee Electronics, Inc., 520 Cypress Ave, Venice Ave, 34285; при-

6.2 **Термометр** с соответствующим диапазоном, обеспечивающим измерение температуры топлива в полевых условиях. Термометр должен быть оснащен держателем, обеспечивающим определение температуры топлива непосредственно в резервуарах, железнодорожных цистернах и автоцистернах.

Примечание 1 — В приборе Emcee модели 1153 и приборе D-2 модели JF-1A-HH предусмотрено измерение и хранение значений температуры пробы в течение испытательного цикла.

6.3 Сосуд для проведения измерений

Используют любой подходящий сосуд, способный вместить достаточное количество топлива для погружения в него электродов кондуктометрической ячейки.

7 Реактивы и материалы

7.1 Очищающие растворители

Применяют изопропиловый спирт (**Предупреждение** — Легковоспламеняющаяся жидкость.) при предположительном наличии воды с последующим промыванием толуолом (**Предупреждение** — Легковоспламеняющаяся жидкость. Вдыхание паров вредно.) с аналитической степенью чистоты.

7.1.1 Смесь, состоящая из 50 % (по объему) изопропилового спирта с аналитической степенью чистоты и 50 % (по объему) гептана (**Предупреждение** — Легковоспламеняющаяся жидкость. Вдыхание паров вредно.) с аналитической степенью чистоты, может применяться взамен толуола.

8 Отбор проб

8.1 Для исключения изменения пробы во время ее перемещения измерение удельной электрической проводимости топлива следует проводить в месте его нахождения или в месте отбора пробы. При необходимости отбора пробы для последующих анализов принимают меры предосторожности, указанные ниже.

8.1.1 Если в ячейке находится вода, то при включении прибора будет наблюдаться зашкаливание его показаний. Если в ячейке ранее находилась вода, то ее необходимо тщательно промыть очищающим растворителем (предпочтительно изопропиловым спиртом) и высушить в потоке воздуха.

В нагретой влажной среде в ячейке может происходить образование конденсата, что может привести к завышенным показаниям при установке нуля, проведении калибровки и испытания пробы. Образование конденсата можно избежать в случае хранения ячейки при температуре, превышающей максимальную температуру окружающей среды (если это практически выполнимо) на 2 °С – 5 °С.

8.2 Объем пробы должен быть настолько большим, насколько это необходимо (см. 6.3).

8.3 На удельную электрическую проводимость топлив, содержащих антистатические присадки, оказывают влияние солнечный свет и другие источники яркого света. У проб, содержащихся в сосудах из прозрачного стекла, может происходить значительная потеря электрической проводимости при воздействии солнечного света в течение 5 мин. Дополнительная информация приведена в ASTM D4306.

Примечание 2 — Установлено, что результаты, полученные при применении данного метода испытания, чувствительны к следовым загрязнениям от используемых контейнеров для проб. Рекомендуемые контейнеры для отбора проб указаны в ASTM D4306.

8.4 Все контейнеры, включая укупорочные средства, перед отбором проб следует ополоснуть не менее трех раз испытуемым топливом. Использованные контейнеры следует тщательно промыть очищающим растворителем (при необходимости) в соответствии ASTM D4306 (подраздел 6.6) и высушить на воздухе.

боры Maihak Conductivity Indicator и MLA 900 производства компании MBA Instruments GmbH, Friedrich-List-Str 5, D-25451 Quickborn; прибор модели JF-1A-HH производства компании D-2 Incorporated, 19 Commerce Park Road, Pocasset, MA 0259. Указанные сведения не означают, что данное оборудование признано или сертифицировано Американским обществом по испытаниям и материалам (ASTM International). При наличии информации об альтернативных поставщиках оборудования она может быть направлена в штаб-квартиру ASTM International. Данная информация будет внимательно рассмотрена на заседании ответственного технического комитета, на котором сможет присутствовать лицо, предоставившее информацию.

[3)] Прибор Maihak Conductivity Indicator старого типа (приложение А1) и прибор модели 1151 производства Emcee сняты с производства.

8.5 Измерения удельной электрической проводимости следует проводить как можно быстрее после отбора проб и предпочтительно в течение 24 ч.

9 Процедуры очистки

9.1 Если в ячейке находится вода, то при включении прибора будет наблюдаться зашкаливание его показаний. Если в ячейке ранее находилась вода, то ее необходимо тщательно промыть очищающим растворителем (предпочтительно изопропиловым спиртом) и высушить в потоке воздуха.

На дисплее измерительного прибора может отображаться ненулевое значение из-за образования конденсата в ячейке в том случае, если прибор из прохладной сухой среды переносят в нагретую влажную среду. Возникновение данной ситуации можно избежать в случае хранения ячейки при температуре, превышающей максимальную температуру окружающей среды (если это практически выполнимо) на 2 °С — 5 °С.

9.2 В обычных условиях применения измерительный зонд переносных приборов после использования следует очищать толуолом или смесью гептана и изопропилового спирта и высушивать на воздухе для предотвращения загрязнения пробы и получения ошибочных результатов, обусловленных ионами веществ, абсорбировавшихся на измерительном щупе при проведении предыдущих испытаний.

10 Калибровка

10.1 Порядок калибровки зависит от используемого оборудования. Процедуры калибровки приборов, указанных в сноске [2)], приведены в А1–А7.

11 Проведение испытания

11.1 Специфические процедуры калибровки измерительных приборов, описанные в А1–А7, являются важной частью общих процедур испытания, приведенных ниже. Соответствующие стадии калибровки используемого измерительного прибора должны быть выполнены перед проведением последующих процедур испытания.

11.2 Измерения в полевых условиях непосредственно в резервуарах, железнодорожных цистернах, автоцистернах и т. д.

Для измерения удельной электрической проводимости в полевых условиях могут применяться приборы, указанные в сноске [2)]. Использование данных приборов в опасных местах может быть ограничено надзорными органами. Прибор Emcee модели 1152 и прибор Malik MLA 900 комплектуются удлинительным кабелем или могут использоваться с данным кабелем для погружения ячейки в емкость. Портативные (переносные) высокоомные измерительные приборы чувствительны к электрическим импульсным помехам, возникающим в результате изгибания кабеля в процессе измерения. Если при проведении измерений оборудование не будет прочно удерживаться, то может произойти значительное ухудшение прецизионности измерения относительно значений, указанных в таблице 1. В случае измерительных приборов, указанных в сноске [2)], руководствуются указаниями, приведенным ниже.

Таблица 1 — Показатели прецизионности метода [A] при использовании приборов моделей 1150, 1151, 1152 и 1153 производства компании Emcee

Удельная электрическая проводимость, пСм/м	Повторяемость [B]	Воспроизводимость [C]
1	1	1
15	6	3
20	7	4
30	9	6
50	13	10
70	15	13
100	19	17
200	29	32
300	37	45
500	51	69
700	62	92

Окончание таблицы 1

Удельная электрическая проводимость, пСм/м	Повторяемость [B]	Воспроизводимость [C]
1000	77	125
1500	98	177

[A] Показатели прецизионности, приведенные в таблице 1, применимы при комнатной температуре; значительно более высокие показатели прецизионности (x2) могут применяться при температуре около минус 20 °С.

[B] Значения повторяемости были рассчитаны при выполнении программы сличительных испытаний в ноябре 2004 г. Оценка прецизионности, приведенная в отчете RR:D02-1575, выполнялась при проведении повторяющихся испытаний одних и тех же проб случайным образом, а не последовательно. Это привело к значительному увеличению значений повторяемости.

[C] Данные, использовавшиеся для расчета воспроизводимости, приведены в исследовательском отчете RR:D02-1161.

11.2.1 В зависимости от используемого измерительного прибора проверяют калибровку согласно приложениям А1, А2, А4, А5 или А7. Заземляют прибор к емкости и погружают кондуктометрическую ячейку до требуемого уровня, не допуская при этом недостаточного погружения или контакта с водой на дне емкости (в случае ее присутствия). Перемещают кондуктометрическую ячейку вверх и вниз для удаления остатков предыдущего топлива. (**Предупреждение** — Для предотвращения электрического разряда между заряженным топливом и кондуктометрическим зондом, погруженным в емкость, должны предприниматься соответствующие меры безопасности по заземлению и выдерживанию топлива для рассеивания заряда. Например, в соответствии с рекомендациями Американского института нефти (API), приведенными в RP 2003, топливо после его закачивания в резервуар для хранения и перед поднятием оператора для погружения в резервуар пробоотборного устройства должно быть выдержано в течение 30 мин. Выдерживание топлива обеспечивает его доведение до состояния электрической нейтральности.)

11.2.2 После промывания ячейку удерживают в неподвижном состоянии и после активации прибора записывают максимальное из показаний, отображаемых после их первичной стабилизации. Стабилизация показаний должна происходить в течение 3 с. Для приборов с несколькими диапазонами измерений (шкалами) выбирают шкалу с наибольшей чувствительностью к определяемому значению удельной электрической проводимости. Удостоверяются, что используется соответствующий множитель шкалы (или диапазон шкалы). Записывают температуру топлива.

Примечание 3 — Прибор Emcee модели 1153 осуществляет измерение и запись показаний в течение 3 с автоматически. Прибор D-2 модели JF-1A-HH перед активацией осуществляет десять раз отбор пробы; ожидают, пока центральный шкальный указатель не переместится на дисплее в центр, что будет указывать на завершение обработки текущего показания, после чего нажимают кнопку отбора пробы снова для вывода на дисплей прибора значений удельной электрической проводимости, температуры и сохранения указанных данных в памяти прибора.

11.3 Измерения отобранных проб топлива в лабораторных и полевых условиях

11.3.1 Подготовка контейнеров (металлических или стеклянных)

Внимательно следят за тем, чтобы все контейнеры и сосуды для проведения измерений перед отбором пробы были тщательно очищены. Предпочтительно, чтобы сосуды перед отправкой к месту отбора пробы очищались в лабораторных условиях (раздел 8).

11.3.2 Измерение

Тщательно ополаскивают кондуктометрическую ячейку испытуемым топливом для удаления остатков топлива после предыдущих испытаний. Наполняют сосуд для проведения измерений испытуемым топливом и определяют его удельную электрическую проводимость, применяя подходящую для используемого прибора процедуру. Если для измерений удельной электрической проводимости применяют один из приборов, указанных в сноске [2)], то выполняют следующие действия. Одновременно ополаскивают кондуктометрическую ячейку и сосуд для проведения измерений. Затем переносят испытуемую пробу в чистый сосуд для измерений. Проверяют калибровку измерительного прибора согласно приложениям А1, А2, А5 или А7 (в зависимости от используемого измерительного прибора). Полностью погружают кондуктометрическую ячейку в испытуемое топливо и измеряют удельную электрическую проводимость согласно процедуре, приведенной в 11.2.2 и соответствующем приложении настоящего стандарта. Записывают температуру топлива.

Примечание 4 — Для предотвращения ошибочных показаний важно, чтобы дно кондуктометрической ячейки не касалось сосуда для проб. Указанное требование касается всех сосудов независимо от материала, из которого они изготовлены.

Примечание 5 — При использовании аналогового измерительного прибора результаты определения, выходящие за пределы диапазона измерений прибора, являются очевидными. При использовании цифрового измерительного прибора Emcee модели 1152 и измерительного прибора Maihak MLA 900 результаты определения, выходящие за диапазон измерений прибора, обозначаются цифрой «1» в левой части дисплея, где отображаются тысячные. В случае прибора D-2 модели JF-1A на его дисплей выводится текст «Показание за пределами диапазона измерения» (Reading Out of Range). Количественная оценка значений удельной электрической проводимости (для которых прецизионность не определена) может быть проведена погружением измерительного зонда устройства в пробу до уровня первых отверстий, расположенных вблизи кончика зонда и в центре его сенсорного участка. Поскольку отображаемое значение удельной электрической проводимости обратно пропорционально глубине погружения, то полученное значение (в случае его отображения) должно быть удвоено. Для определения значений удельной электрической проводимости менее 1 пСм/м и более 20000 пСм/м применяют метод, установленный в ASTM D4308. В случае использования цифрового измерительного прибора Emcee модели 1153 при получении результатов, лежащих за пределами диапазона измерения, на дисплее отобразится слово OVER.

12 Протокол испытания

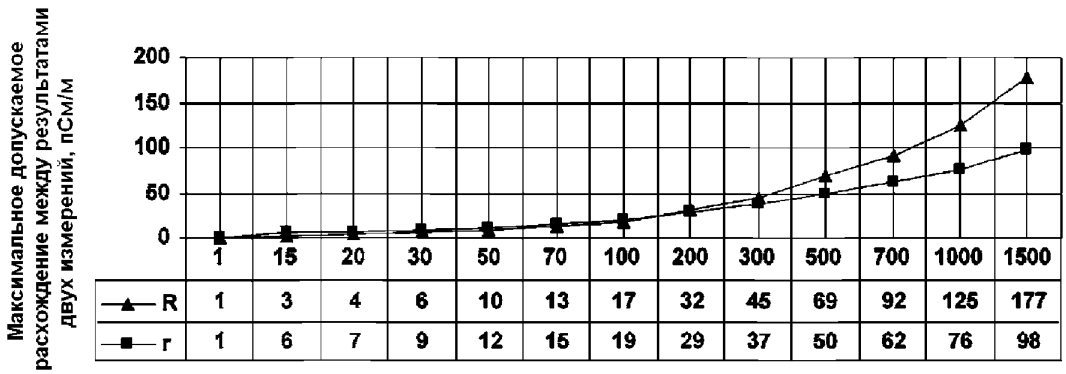
12.1 Записывают в протокол испытания значение электрической проводимости топлива и температуру топлива при выполнении измерения. Если прибор отображает значение, равное нулю, то в протоколе испытания указывают значение удельной электрической проводимости как «менее 1 пСм/м».

Примечание 6 — Известно, что электрическая проводимость топлив изменяется в зависимости от температуры, и эта зависимость для разных видов авиационного и дистиллятного топлив является различной. Если возникает необходимость скорректировать значение удельной электропроводности для конкретной температуры, то зависимость электрической проводимости топлива от температуры в интересуемом диапазоне должна устанавливаться в каждой лаборатории. Дополнительная информация о влиянии температуры на электрическую проводимость топлива приведена в приложении Х2.

13 Прецизионность и смещение метода [4)]

13.1 Показатели прецизионности метода настоящего стандарта, установленные в результате статистической обработки результатов, полученных в одном месте проведения испытаний с использованием различных пар «оператор — прибор», приведены ниже. Показатели прецизионности, приведенные в таблице 1, не относятся к бензинам или растворителям. Показатели прецизионности, приведенные в таблице 1, для удобства пользования представлены на рисунке 1.

Примечание 7 — Считается, что прецизионность, полученная в результате выполнения программы по ее определению, является одинаковой для всех портативных приборов.



	1	15	20	30	50	70	100	200	300	500	700	1000	1500
R	1	3	4	6	10	13	17	32	45	69	92	125	177
r	1	6	7	9	12	15	19	29	37	50	62	76	98

Рисунок 1 — Графическое отображение показателей прецизионности, приведенных в таблице 1

13.1.1 Повторяемость

Расхождение между последовательными результатами определения удельной электрической проводимости, полученными одним и тем же оператором при работе на одном и том же оборудовании при одинаковых условиях на идентичном испытуемом продукте при одной и той же температуре топлива в течение длительного промежутка времени при правильном выполнении метода, только в одном случае из двадцати может превысить значения, приведенные в таблице 1.

13.1.2 Воспроизводимость

Расхождение между двумя отдельными и независимыми результатами определения удельной электрической проводимости, полученными различными операторами при работе в одном месте (13.2) на идентичном испытуемом продукте при одной и той же температуре топлива в течение длительного промежутка времени при правильном выполнении метода, только в одном случае из двадцати может превысить значения, приведенные в таблице 1.

13.2 В 1987 г. была выполнена программа испытаний для получения сведений о воспроизводимости результатов при перемещении проб между лабораториями (приложение X1) [5)]. Несмотря на то, что значения воспроизводимости были сопоставимы со значениями, указанными в таблице 1, было установлено, что удовлетворительные значения воспроизводимости получены не были из-за изменений удельной электрической проводимости в процессе перемещения и хранения проб. В случае возникновения спорных ситуаций, касающихся удельной электрической проводимости перемещаемой пробы, операторам рекомендуется проводить измерение удельной электрической проводимость топ-

[4)] Подтверждающие материалы хранятся в архиве штаб-квартиры ASTM International и могут быть получены по запросу исследовательских отчетов RR:D02-1013, RR:D02-1476 и RR:D02-1161. В исследовательском отчете RR:D02:1161 приведены данные, полученные Институтом энергии (Великобритания), на основании которых были рассчитаны показатели прецизионности, приведенные в таблице 1, для кондуктометра компании Maihak и цифрового кондуктометра компании Emcee. Данные, приведенные в исследовательском отчете RR:D02-1476, обеспечивают определение прецизионности для прибора Maihak MLA 900. Данные, приведенные в исследовательском отчете RR:D02-1680, обеспечивают определение прецизионности для прибора D-2 модели JF-1A-HH.

[5)] Подтверждающие материалы хранятся в архиве штаб-квартиры ASTM International и могут быть получены по запросу исследовательского отчета RR:D02-1235.

лива или его свежеотобранных проб в месте хранения данного топлива в соответствии с приведенными процедурами. Выполнение данного условия обеспечивает проведение испытания одной или обеими сторонами с использованием пробы топлива, идентичной топливу из оригинальной партии, и в этом случае следует применять показатели прецизионности, приведенные в таблице 1.

13.3 Прибор Maihak MLA 900 и прибор Emcee модели 1153 позволяют измерять температуру пробы. Показатели прецизионности метода при применении прибора Maihak MLA 900 приведены в таблице 2. Показатели прецизионности метода при применении прибора D-2 модели JF-1A-HH приведены в таблице 3.

Таблица 2 — Показатели прецизионности метода [A] при использовании прибора Maihak MLA 900

Удельная электрическая проводимость, пСм/м	Повторяемость	Воспроизводимость
1	0	0
15	2	2
20	2	2
30	3	3
50	5	5
70	7	7
100	9	9
200	17	16
300	23	22
500	36	34
700	47	46
1000	64	61
1500	89	86

[A] Показатели прецизионности, приведенные в таблице 2, применимы при комнатной температуре; значительно более высокие показатели прецизионности (×2) могут быть применимы при температуре около минус 20 °С.

Таблица 3 — Показатели прецизионности метода [A] при использовании прибора D-2 модели JF-1A-HH

Удельная электрическая проводимость, пСм/м	Повторяемость	Воспроизводимость
1	1	1
15	6	6
20	7	7
30	8	8
50	10	10
70	12	12
100	15	15
200	21	21
300	26	26
500	33	33
700	39	39
1000	47	37
1500	57	57

[A] Показатели прецизионности, приведенные в таблице 3, применимы при комнатной температуре; значительно более высокие показатели прецизионности (×2) могут быть применимы при температуре около минус 20 °С.

13.4 Смещение

Для данного метода смещение не установлено из-за отсутствия признанного стандартного образца и методики определения смещения процедуры измерения удельной электрической проводимости, установленной данным методом.

Метод с применением встроенного измерительного прибора для непрерывного измерения удельной электрической проводимости

14 Оборудование [6)]

14.1 Непрерывные измерения могут выполняться при принятии соответствующих мер предосторожности по снятию электростатических зарядов перед прохождением представительного потока топлива через встроенную измерительную ячейку. Регулируемый непрерывный поток, проходящий через ячейку, предотвращает обеднение ионами, обеспечивая тем самым непрерывное измерение удельной электрической проводимости, эквивалентной нейтральной.

15 Установка оборудования

15.1 Обычно оборудование предназначено для стационарной установки в систему подачи топлива. Установку прибора и регулировку потока топлива, особенно касающиеся обеспечения необходимого времени релаксации, проводят в соответствии с рекомендациями изготовителя. Прибор должен устанавливаться на расстоянии не менее 30 м вниз по потоку от системы ввода любых присадок, если не используется перемешивающее устройство, обеспечивающее соответствующее перемешивание присадок до отбора проб. Термометр с соответствующим диапазоном для измерения температуры топлива в полевых условиях должен устанавливаться ниже по потоку от испытательной ячейки.

16 Калибровка

16.1 Специальная процедура калибровки, приведенная в приложении А4 и являющаяся важной составляющей общей процедуры измерения, должна быть завершена перед началом автоматического мониторинга и регулирования непрерывных потоков топлива. Калибровка сигнализаторов высокого и низкого уровней (в случае их установки) должна выполняться в соответствии с рекомендациями изготовителя.

17 Проведение испытаний

17.1 Тщательно промывают ячейку, запуская регулируемую непрерывную подачу испытуемого топлива. Удаление воздуха из ячейки и достаточное промывание ячейки обычно достигаются в течение нескольких минут, но при калибровке прибора рекомендуется проводить более длительное промывание. Скорость потока должна соответствовать рекомендациям изготовителя. Очень быстрое или очень медленное движение топлива приводит к неточностям при измерении удельной электрической проводимости.

18 Измерения

18.1 После калибровки выбирают шкалу прибора с диапазоном, приблизительно соответствующим потоку топлива, и начинают непрерывные измерения удельной электрической проводимости топлива. Измерения проводят при температуре в измерительной ячейке (регистрируемой установленным термометром), которая должна приблизительно соответствовать температуре топлива в системе.

19 Протокол испытаний

19.1 Записывают в протокол испытаний значения электрической проводимости топлива и температуру топлива при проведении измерения (см. примечание А1.1).

[6)] Установлено, что прецизионности, указанной для данного метода, удовлетворяет следующее оборудование для непрерывного измерения: прибор контроля электропроводности Staticon модели 1150 и система впрыска, изготовленные компанией Emcee Electronics, 520 Cypress Ave, Venice FL 34285. При наличии информации об альтернативных поставщиках оборудования она может быть направлена в штаб-квартиру ASTM International. Данная информация будет внимательно рассмотрена на заседании ответственного технического комитета, на котором сможет присутствовать лицо, предоставившее информацию.

20 Прецизионность и смещение

20.1 Повторяемость

Установлено, что повторяемость результатов, полученных с использованием прибора для непрерывного измерения, находится в пределах значений, указанных для метода с применением переносных приборов (см. 13.1.1) [4].

20.2 Воспроизводимость

Воспроизводимость метода не определена.

20.3 Смещение

Смещение метода не установлено из-за отсутствия признанного стандартного образца и признанной методики определения смещения процедуры измерения, установленной данным методом.

21 Оборудование [7]

21.1 Непрерывные измерения могут выполняться с использованием приборов (датчиков), принцип работы которых основан на методе измерения переменного тока. В приборах данного типа постоянное вращение приложенного электрического поля предотвращает образование поляризационных импедансов на электродах. Используя прибор (датчик), получают показание, эквивалентное значению нейтральной электрической проводимости при прикладывании постоянного напряжения.

22 Установка оборудования

22.1 Прибор применяют в соответствии с руководством изготовителя по его установке и безопасному использованию Installation and Safe Use Manual, Ref. A440-010, поставляемому вместе с прибором. Прибор модели JF-1A оснащен встроенным каналом измерения температуры.

23 Калибровка

23.1 Специальная процедура калибровки, приведенная в приложении А6 и являющаяся важной составляющей общей процедуры измерения, должна быть завершена перед началом автоматического мониторинга и регулирования непрерывных потоков топлива.

24 Проведение измерений

24.1 Прибор используют в соответствии с процедурами, предусмотренными изготовителем прибора.

25 Измерения

25.1 Прибор модели JF-1A оснащен устройством считывания значений выходного сигнала тока, пропорционального электрической проводимости, в диапазоне значений от 4 до 20 мА, и второго выходного сигнала, пропорционального температуре топлива. Альтернативно предусмотрена возможность регистрации серийных данных в формате ASCII для прямого подключения к компьютеру или устройству сохранения данных.

Примечание 8 — Диапазон значений выходного сигнала тока номинальной шкалы составляет от 0 до 500 пСм/м. Прибор может быть запрограммирован пользователем на проведение измерений в других диапазонах значений вплоть до диапазона от 0 до 2000 пСм/м.

---

[7] Установлено, что прецизионности, указанной для данного метода, удовлетворяет следующее оборудование для непрерывного измерения: прибор для измерения электропроводности модели JF-1A, изготавливаемый компанией D-2 Incorporated, 21A Commerce Park Rd., Pocasset, MA 02559. При наличии информации об альтернативных поставщиках оборудования она может быть направлена в штаб-квартиру ASTM International. Данная информация будет внимательно рассмотрена на заседании ответственного технического комитета, на котором сможет присутствовать лицо, предоставившее информацию.

26 Протокол испытаний

26.1 Записывают в протокол испытаний значения электрической проводимости топлива и температуру топлива при проведении измерений (см. примечание А1.1).

27 Прецизионность и смещение

27.1 Повторяемость

Установлено, что повторяемость результатов, полученных с использованием прибора для непрерывного измерения, находится в пределах значений, указанных для метода с применением переносных приборов (см. 13.1.1) [8)].

27.2 Воспроизводимость

Установлено, что воспроизводимость результатов, полученных с использованием прибора для непрерывного измерения, находится в пределах значений, указанных для метода с применением переносных приборов.

27.3 Смещение

Установлено, что смещение результатов, полученных с использованием прибора для непрерывного измерения, находится в пределах смещения для метода с применением переносных приборов.

[8)] Подтверждающие материалы хранятся в архиве штаб-квартиры ASTM International и могут быть получены по запросу исследовательского отчета RR:D02-1588.

Приложения
(обязательные)

А1 Калибровка измерительного прибора Maihak (аналогового типа)

А1.1 Кондуктометрическую ячейку перед проведением калибровки следует очистить и высушить (см. примечание 4).

А1.2 Существует четыре модели или серии измерительного прибора Maihak с различными характеристиками. Эти приборы имеют следующие обозначения:

Серия	Номера приборов
1	64001–64068, 64070
2	64069, 64071–64171
3	Prefix 2-
4	Prefix 3-

Приборы серии 2 и 3 могут быть модифицированы комплектующими, поставляемыми изготовителем; в этом случае к обозначению приборов добавляют индекс «М».

А1.3 Проверка калибровки

Для проверки калибровочных показаний нажимают кнопку зеленого цвета READ (кондуктометрическая ячейка при этом должна находиться в нейтральном положении по отношению к калибровочному резистору в корпусе). Показание измерительного прибора должно быть (465 ± 10) пСм/м. Для подтверждения нажимают кнопку красного цвета 2*X*, затем нажимают кнопку зеленого цвета READ, как указано выше. Показание измерительного прибора должно быть (232 ± 10) пСм/м.

А1.3.1 Для проверки нулевого показания кондуктометрическую ячейку слегка приподнимают в корпусе до размыкания контакта с калибровочным резистором. Нажимают кнопку зеленого цвета READ. Повторно нажимают данную кнопку при одновременном нажатии кнопки 2*X*. Для приборов серии 3 и 4 должно быть получено нулевое показание. Для приборов серии 1 и 2 должны быть получены положительные значения от 10 до 30 пСм/м. Полученные значения должны вычитаться из всех измеренных значений удельной электрической проводимости. В случае получения показаний, не удовлетворяющих установленным предельным значениям, необходимо провести осмотр и ремонт прибора.

Примечание А1.1 — Колебание стрелки прибора во время измерения указывает, вероятнее всего, на необходимость замены батареек.

А1.4 Проверка рабочих характеристик измерительного прибора

Кондуктометрическую ячейку полностью погружают в испытуемое топливо и, удерживая ее в неподвижном положении, нажимают кнопку зеленого цвета READ и записывают наибольшее показание после возврата стрелки из начального зашкаливания, вызванного инерцией. Начальное зашкаливание стрелки должно продолжаться менее 1 с и не должно превышать 20 пСм/м. При значениях удельной электрической проводимости от 500 до 1000 пСм/м при нажатии кнопки READ необходимо одновременно нажимать и удерживать нажатой кнопку красного цвета 2*X*. Для получения скорректированного значения удельной электрической проводимости результирующее показание по шкале умножают на 2. (При значениях электрической проводимости менее 500 пСм/м этот способ также может использоваться для проверки показаний при прямом считывании.)

Примечание А1.2 — Установлено, что функционирование приборов первых серий при низкой температуре окружающей среды является неудовлетворительным, в то время как функционирование приборов серий 3 и 4 является приемлемым при температурах вплоть до минус 29 °С (при условии, что время воздействия температуры внешней среды составляет не более 30 мин).

А2 Калибровка кондуктометра Emcee модели 1152 (цифрового типа)

А2.1 Присоединяют измерительный зонд через соединительное устройство к цифровому кондуктометру Emcee и нажимают переключатель MEASURE (М), не погружая измерительный зонд в пробу топлива. Полученное значение нулевого показания должно составить (приблизительно через 3 с) 000 ± 001.

А2.2 Если указанное требование не выполняется, отсоединяют измерительный зонд и нажимают переключатель MEASURE (М). Если нулевое показание прибора без присоединенного к нему измерительного зонда соответствует установленному требованию, то зонд перед повторной проверкой ну-

левого показания следует тщательно промыть изопропиловым спиртом и высушить на открытом воздухе. Если нулевое показание прибора без присоединенного к нему измерительного зонда не соответствует установленному требованию, то следует выполнить его настройку в соответствии с процедурой, приведенной в А2.4.

А2.3 Отмечают калибровочное число, выбитое на измерительном зонде. Нажимают переключатель CALIBRATION (С), не погружая измерительный зонд в пробу топлива. Показание, отображаемое прибором (приблизительно через 3 с), должно быть в десять раз больше числа, выбитого на измерительном зонде, с допускаемым отклонением ±005. Например, если на измерительном зонде выбито число 40, показание измерительного прибора должно составлять 400 ± 005 (395–405). Если указанное требование не выполняется, то выполняют процедуру калибровки, приведенную в А2.5.

А2.4 Не присоединяя измерительный зонд, выполняют настройку нуля, нажимая переключатель MEASURE (М). Устанавливают отвертку в отверстие, обозначенное как Zero, и проводят регулировку, пока на дисплее не отобразится показание 000 ± 001.

А2.5 Не присоединяя к прибору измерительный зонд, выполняют его калибровку, нажимая переключатель CALIBRATION (С). Вставляют отвертку в отверстие, обозначенное как CALIBRATE, и устанавливают значение, в десять раз превышающее калибровочное число, выбитое на измерительном зонде, с допускаемым отклонением ±002. Закрытое отверстие, расположенное между отверстиями Zero и CALIBRATE, не предназначено для настройки прибора.

А3 Калибровка прибора контроля электропроводности (встроенного) Staticon модели 1150

А3.1 Перед проведением калибровки промывают установленную кондуктометрическую ячейку и регулируют скорость потока топлива до рекомендуемого значения.

А3.2 Перед калибровкой поворачивают переключатель электропитания в режим ON и настраивают на измерительном приборе нулевое показание. Устанавливают функциональный переключатель в режим CALIBRATE. Нажимают кнопку измерительного прибора и снимают показания. На каждой из трех шкал прибора должно отображаться значение 100 пСм/м. Если данное условие не соблюдается, выполняют настройку прибора. Поворачивают функциональный переключатель в режим сигнализации низкого уровня LOW ALARM и устанавливают требуемый уровень сигнализации. Аналогичным образом калибруют сигнализатор высокого уровня на измерительных приборах, которые оснащены соответствующим оборудованием. Устанавливают функциональный переключатель в режим OPERATE и поднимают переключатель сброса параметров (лампа сигнализации погаснет). После этого регистрирующее устройство отобразит удельную электрическую проводимость потока топлива. Если удельная электрическая проводимость будет ниже (или выше) заданного уровня, сработает сигнализация и линия подачи топлива заблокируется.

А4 Калибровка кондуктометра Maihak MLA 900

А4.1 Прибор MLA 900 состоит из четырех компонентов: измерительного зонда, устройства с дисплеем, зажима заземления и кабелей для зонда, которые отвечают обязательными требованиям технической безопасности только при использовании в собранном виде. Длина кабелей для измерительного зонда составляет 2 или 10 м. Устройство с дисплеем и измерительный зонд являются согласованной парой комплектующих для оптимального функционирования прибора и имеют одинаковый номер серии.

А4.2 Крепления для кабелей, зажим заземления, соединительное устройство для заземления и другие соединительные устройства должны быть прочно закреплены перед началом измерений в опасном месте. Необходимо, чтобы наружный цилиндр измерительного зонда был прочно закреплен, а измерительный зонд был чистым и сухим. Если данное требование не выполняется, очищают измерительный зонд согласно указаниям, приведенным в разделе 9.

А4.3 Прибор включается при открывании крышки устройства с дисплеем. Измерительный зонд во время открывания крышки должен находиться в подвешенном состоянии в воздухе. Измеренное значение удельной электрической проводимости должно составлять от минус 2 до плюс 2 пСм/м. Если значение, отображаемое прибором, превышает 2 пСм/м, тщательно очищают измерительный зонд и выполняют повторное измерение. Если значение, отображаемое прибором, составляет менее минус 2 пСм/м, проверяют батарейку: на устройстве с дисплеем должна появиться запись BAT.

А4.4 Поверхность измерительного устройства с надписью MAIHAK располагают около красного диска устройства с дисплеем. При этом должно отображаться значение (1000 ± 10) пСм/м.

А4.5 При получении отрицательных результатов проверки калибровки прибора, выполненной в соответствии с приведенными выше указаниями, прибор следует вернуть изготовителю для перекалибровки.

А5 Калибровка кондуктометра Emcee модели 1153 (цифрового типа)

А5.1 Проверка нулевого показания

Не погружая измерительный зонд в испытуемую пробу, нажимают сенсорный выключатель один раз и затем снова после появления на дисплее слова «EMCEE».

А5.1.2 Во время процедуры испытания на дисплее будут прокручиваться данные и новое значение электропроводности должно отобразиться как «0». На дисплее будет отображаться температура окружающей среды.

А5.1.2.1 Отображение на дисплее значения, отличающегося от значения «0», указывает на вероятное загрязнение измерительного зонда, который следует очистить (процедура очистки описана в разделе 9).

А5.2 Проверка показаний, выходящих за пределы диапазона измерения

Электрическая проводимость превышает 2000 пСм/м.

А5.2.1 Не погружая измерительный зонд в испытуемую пробу, нажимают сенсорный выключатель один раз и затем снова после появления на дисплее слова «EMCEE».

А5.2.2 После того как красный индикатор LED перестанет мигать и будет гореть постоянно, замыкают внешний проводящий элемент зонда с его внутренним элементом. Для замыкания проводящих элементов достаточным и безопасным для оператора является касание кончика зонда пальцем.

А5.2.2.1 По окончании периода испытания, после того как погаснет световой индикатор LED, на дисплее отобразятся данные и вместо численного значения электрической проводимости отобразится слово OVER, указывая тем самым на нахождение результата измерения за пределами диапазона и надлежащее функционирование прибора.

А6 Прибор D-2 модели JF-1A (встроенный)

А6.1 Перед проведением измерения очищают датчик чистым изопропиловым спиртом и сушат обдуванием сухим сжатым воздухом. Повторяют указанные процедуры до удаления с датчика всех следов остаточного топлива. Если показание (ZERO) на воздухе (AIR) превышает нулевое значение более чем на ±2 пСм/м или пользователь предполагает, что отображаемые прибором показания не являются корректными, выполняют следующие процедуры.

Примечание А6.1 — Изопропиловый спирт обладает высокой электрической проводимостью, и присутствие любых остаточных следовых его количеств внутри датчика между двумя электродами приведет к завышенным показаниям прибора. Для удаления изопропилового спирта датчик можно промывать толуолом со степенью чистоты reagent grade с последующим высушиванием на воздухе. Продувание датчика сжатым воздухом обеспечивает удаление всех остатков изопропилового спирта, устраняя тем самым необходимость использования более токсичного толуола.

А6.2 Питание датчика

Используя кабель (рекомендованный изготовителем), подсоединяют датчик к подходящему источнику питания и серийному COM-порту компьютера. Загружают и запускают программу JFWIN (согласно указаниям изготовителя).

А6.3 Установка нуля

Отображение программой JFWIN низких значений (менее 5 пСм/м) указывает пользователю на чистоту датчика. Когда датчик будет готов для установки нуля, нажимают в меню программы JEWIN кнопку данных Zero Calibration (калибровка нуля). Программой после завершения ее работы будут выведены исходные и конечные данные. Показание, отображаемое на дисплее, должно быть стабильным и составлять менее 2 пСм/м. После завершения установки нуля должен загореться зеленый сигнал Zero OK.

А6.4 Установка шкалы прибора

Помещают датчик в топливо с присадкой со значением электрической проводимости, лежащим в пределах интересуемого диапазона шкалы. Рекомендуется выбирать значение, превышающее значения диапазона, который планируется использовать при работе датчика. Например, если пользова-

тель предполагает измерять электрическую проводимость в диапазоне от 0 до 500 пСм/м, то удачным выбором для калибровки является значение от 750 до 1000 пСм/м. Выбор указанного значения уменьшает неопределенность в пределах интересуемого диапазона. Значение электрической проводимости стандартного образца может быть измерено с использованием переносного прибора Emcee или другого прибора, указанного в настоящем стандарте. В окне программы JEWIN нажимают кнопку меню SCALE CALIBRATE (калибровка шкалы) и вводят значение стандартного образца при появлении соответствующего запроса. После завершения работы программы загорается сигнал SCALE COMPLETE LIGHT, отображаемые при этом значения должны соответствовать значениям стандартного образца, предварительно введенным в программу.

А7 Калибровка измерительного прибора D-2 модели JF-1A-HH

А7.1 Перед проведением измерения очищают датчик чистым изопропиловым спиртом и сушат обдуванием сухим сжатым воздухом. Повторяют указанные процедуры до удаления с датчика всех следов остаточного топлива. Если показание (ZERO) на воздухе (AIR) превышает нулевое значение более чем на ±2 пСм/м или пользователь предполагает, что отображаемые прибором показания не являются корректными, выполняют следующие процедуры.

А7.1.1 Для удаления с датчика остаточных количеств изопропилового спирта его ополаскивают толуолом со степенью чистоты reagent grade и высушивают на воздухе.

Примечание А7.1 — Изопропиловый спирт обладает высокой электрической проводимостью, и присутствие любых остаточных следовых его количеств внутри датчика между двумя электродами приведет к завышенным показаниям прибора. Продувание датчика сжатым воздухом обеспечивает удаление всех остатков изопропилового спирта, устраняя тем самым необходимость использования более токсичного толуола.

А7.2 Включают прибор, нажимая на его передней панели кнопку Sample Button. При выдерживании очищенного прибора на воздухе, измеренное значение электрической проводимости должно составить от минус 0,5 до плюс 1 пСм/м. Если на дисплее прибора будет отображаться значение, превышающее плюс 1 пСм/м, тщательно очищают измерительный зонд и повторяют измерение.

А7.3 При получении неудовлетворительных результатов проверки калибровки прибора в соответствии с указаниями, приведенными ниже, прибор направляют изготовителю для проведения перекалибровки.

А7.4 Прибор JF-1A-HH оснащен часами измерения реального времени и календарем. Через год после выполнения последней заводской калибровки оператор будет предупрежден о необходимости проведения повторной калибровки прибора. Пользователь может продолжать применять прибор, но при первой возможности он должен направить данный прибор изготовителю для перекалибровки.

Приложения
(справочные)

X1 Сравнение показателей прецизионности результатов испытаний, проводимых в одном месте, с результатами испытаний, проводимых в разных местах (отчет RR:D02-1235) [4)]

X1.1 Цель программы испытаний

Выполнение программы межлабораторных сличений [5)] проводилось для определения того, влияет ли на прецизионность метода перемещение проб в различные лаборатории для проведения испытаний.

X1.2 Обоснование

X1.2.1 После выполнения предыдущих программ испытаний, например программы, данные о которой приведены в исследовательском отчете RR:D02-1013 (9/11/75) [4)],было установлено, что свойства проб со временем могут изменяться. Поэтому показатели прецизионности, приведенные в настоящем стандарте, были рассчитаны с применением данных, полученных в одном месте испытания. Данные для определения показателей прецизионности были получены при выполнении совместной программы испытаний 28 октября 1981 года в лаборатории Mobil Paulsboro. Полученные данные, которые были зарегистрированы в исследовательском отчете RR:D02-1161 в июне 1982 года [4)], в дальнейшем были проанализированы Институтом энергии (Великобритания) с целью определения показателей прецизионности метода (повторяемости и воспроизводимости), приведенных в настоящем стандарте.

X1.2.2 Тем не менее по-прежнему остается вопрос, был ли правильным вывод о том, что пробы, доставляемые в различные лаборатории, не будут идентичными. Поэтому для оценки прецизионности результатов, получаемых при применении методов, установленных настоящим стандартом для проб, которые перемещаются из лаборатории в лабораторию, была выполнена совместная программа испытаний. Результаты выполнения программы испытаний в 1987 году приведены в исследовательском отчете RR:D02-1235 [4)].

X1.3 Программа испытаний

X.1.3.1 Согласно программе, выполненной в 1987 году, было подготовлено десять топлив различного типа со значением удельной электрической проводимости от 0 до 1000 пСм/м. Подробная информация о типах топлива и применяемых присадках приведена в приложении I исследовательского отчета. Для испытаний использовались пробы топлив Jet A, Jet A-1, дизельного топлива, топлив JP-4, JP-8 и Jet-B (топлива, отвечающего требованиям к продукции оборонного значения с пакетом присадок FSII/ингибиторов коррозии). В авиационных топливах применялись антистатические присадки Stadis 450 и ASA-3, в неавиационных топливах — присадки Petrolite T-511 и Mobil Conductivity Improver.

X1.3.2 Протокол испытаний, предоставленный участникам программы, приведен в приложении II исследовательского отчета. Испытания проводились только с использованием цифрового кондуктометра Emcee модели 1152; удельная электрическая проводимость измерялась участниками программы непосредственно в емкостях.

X1.4 Результаты

X1.4.1 Были получены данные при обычной лабораторной температуре (20 °C) и пониженных температурах. Результаты, полученные при температурах, лежащих за пределами диапазона 19 °C – 21 °C, были скорректированы на температуру 20 °C.

X1.4.2 Результаты, полученные при выполнении программы испытаний, а также результаты, скорректированные по температуре, приведены в таблицах 1–3 приложения III исследовательского отчета.

X1.5 Статистическая обработка данных

Результаты, полученные при пониженной температуре, для расчета прецизионности не использовались. Подробная информация о статистическом анализе приведена в приложении IV исследовательского отчета. Данные таблицы 3 приложения III и данные, скорректированные по температуре, представлены в таблице X1.1. Информация, приведенная в таблице, была взята из прото-

кола от апреля 1988 г. специальной группы по межлабораторным сличениям результатов определения электрической проводимости, входящей в состав секции J-11 по электрическим характеристикам. Эти результаты были получены при применении методов, установленных в настоящем стандарте.

Таблица X1.1 — Сравнение данных прецизионности, полученных в одном месте, с данными, полученными в разных местах

Удельная электрическая проводимость, пСм/м	Повторяемость		Воспроизводимость	
	В одном месте	В разных местах	В одном месте	В разных местах
30	2	4	6	53
100	5	7	17	97
300	14	13	45	169
500	21	22	69	218

X1.6 Выводы

X1.6.1 Специальной группой рекомендовано использовать результаты выполнения программы (исследовательский отчет RR:D02-1235) [4)] в настоящем стандарте и ASTM D4308 и не перемещать пробы из лаборатории в лабораторию для определения электрической проводимости. Указанная рекомендация основана на том, что требуемая воспроизводимость результатов в случае перемещаемых проб получена не была.

X1.6.2 На основании проведенных исследований невозможно сделать вывод о том, что проблема перемещения проб из лаборатории в лабораторию имеет место для какого-то конкретного вида топлива или присадки или что какой-то вид топлива менее подвержен изменению при перемещении и хранении.

X1.6.3 Следовало бы определить более конкретные условия, в которых многие пробы можно было бы доставлять в другие лаборатории и испытывать с приемлемой воспроизводимостью результатов. Тем не менее одной из причин изменения удельной электрической проводимости пробы является взаимодействие антистатической присадки независимо от материала контейнера или условий с другими компонентами топлива, содержащимися в малых количествах. Так как вид и количество компонентов топлива различны, невозможно спрогнозировать, будет ли проба топлива подвержена их воздействию. Данная проблема характерна для всех видов топлива и присадок.

X2 Зависимость удельной электрической проводимости от температуры

X2.1 Введение

X2.1.1 Удельная электрическая проводимость углеводородных топлив и растворителей обычно изменяется в зависимости от температуры, главным образом из-за изменений подвижности проводящих элементов, которая определяется вязкостью топлива. Возможность резкого изменения температуры при обращении углеводородных продуктов должна в особенности учитываться в случае добавления в топлива или растворители антистатических присадок (улучшающих проводимость). Зависимость удельной электрической проводимости от температуры была полностью исследована для топлив для реактивных двигателей, топлив для отопительных целей № 2 и дизельного топлива [9)], хотя многие данные отсутствуют в открытых изданиях. Исчерпывающие данные по другим углеводородным продуктам отсутствуют.

X2.1.2 В настоящем приложении содержатся указания по оценке необходимости понижения температуры и по проверке характера изменения зависимости электрической проводимости от температуры для топлива или растворителя.

[9)] Gardner, L., and Moon, F. G., The Relationship Between Electrical Conductivity and Temperature of Aviation Fuels Containing Static Dissipator Additives (Зависимость удельной электрической проводимости авиационных топлив с антистатическими присадками от температуры), NRC Report No. 22648, 1983.

X2.2 Фундаментальные зависимости

X2.2.1 Зависимость удельной электрической проводимости от температуры является полулогарифмической, но с некоторыми ограничениями согласно формуле (X2.1):

$$\mathrm{Log}_{10} \cdot K_{t1} = n \cdot (t1 - t2) + \mathrm{Log}_{10} \cdot K_{t2}; \quad \text{(X2.1)}$$

где K_{t1} и K_{t2} — удельная электрическая проводимость при температурах $t1$ и $t2$;

n — коэффициент температуропроводности, $°F^{-1}$ или $°C^{-1}$. Единицу измерения во избежание путаницы следует указывать.

Приведенная формула может быть преобразована следующим образом:

$$n = \frac{\mathrm{Log}_{10} \cdot K_{t1} - \mathrm{Log}_{10} \cdot K_{t2}}{t1 - t2}, \quad \text{(X2.2)}$$

Таким образом после измерения удельной электрической проводимости топлива при двух различных температурах можно вычислить значение n, а затем, используя формулу (X2.2), можно рассчитать удельную электрическую проводимость топлива при других температурах.

X2.2.2 Тем не менее существуют некоторые ограничения данного подхода. Исследования топлив [9)] для реактивных двигателей показали, что коэффициенты температуропроводности значительно увеличиваются при температурах ниже минус 10 °C, т. е. полулогарифмическая зависимость не всегда является линейной для всего диапазона значений. При необходимости определения удельной электрической проводимости при очень низких или высоких температурах сначала необходимо отдельно рассчитать коэффициент, используя результаты фактических измерений при самых низких температурах интересуемого диапазона измерения.

X2.3 Практические расчеты

X2.3.1 Только очень чистые углеводороды имеют воспроизводимую зависимость электрической проводимости от температуры. Большинство топлив содержат следовые загрязнения или присадки, которые сильно влияют на электрическую проводимость при изменении температуры. В исключительных случаях топлива имеют более высокую электрическую проводимость при температуре минус 20 °C, чем при температуре плюс 25 °C. Оценка антистатических присадок в очищенном глиной топливе и неочищенном топливе показала, что следовые загрязнения оказывают большое влияние.

X2.3.2 Можно предположить, что коэффициент температуропроводности изменяется во всем широком диапазоне температур, либо можно провести оценку нескольких топлив конкретного изготовителя для определения того, должен ли применяться ограниченный диапазон.

X2.3.3 Температуры, которые следует учитывать, можно определить на основании температур окружающей среды во время применения, хранения углеводородного продукта, объема и температуры продукта в трубопроводе.

X2.4 Типовые коэффициенты температуропроводности

Коэффициенты температуропроводности, которые могут иметь углеводородные продукты, приведены ниже. Эти данные не являются представительными или предполагаемыми, не включают предельные значения и имеют справочный характер.

Тип топлива	n (типовой), $°C^{-1}$
Авиационный бензин	0,006–0,014
Топливо для реактивных двигателей Jet B (JP-4)	0,007–0,015
Топливо для реактивных двигателей Jet A-1 (A)	0,013–0,018
№2, 2D	0,015–0,022

X2.4.1 Из приведенных данных следует, что для авиационного бензина, так же как и для других топлив, коэффициент при очень низких температурах (таблица X2.1) имеет более высокое значение.

Таблица Х2.2 — Коэффициенты температуропроводности

Авиационный бензин	Коэффициент температуропроводности/ $(°C)^{-1}$		Среднее значение двух коэффициентов
	от минус 30 °С до 0 °С	от 0 °С до плюс 30 °С	
Очищенный А	0,014007	0,005973	0,009990
Очищенный В	0,009653	0,008371	0,009012
Среднее значение	0,011830	0,007172	0,009501

Х2.5 Определение коэффициентов температуропроводности

Х2.5.1 Измерения для определения коэффициентов температуропроводности просты и требуют соблюдения только некоторых элементарных мер предосторожности. В общем случае это предполагает, что при выполнении измерений должны контролироваться другие переменные, что обеспечивает определение влияния только температуры.

Х2.5.2 Контейнеры для испытаний должны отвечать требованиям ASTM D4306.

Х2.5.3 Перед изменением температуры топливо должно храниться в контейнере для испытаний до получения стабильного значения удельной электрической проводимости при комнатной температуре (может потребоваться одна или две недели).

Х2.5.4 Электрическую проводимость измеряют при комнатной температуре, а затем после выдерживания в течение 24 ч при каждой заданной температуре испытания. Диапазон температур для испытаний должен включать все интересуемые температуры.

Х2.5.5 Затем контейнер с продуктом выдерживают в течение 24 ч при комнатной температуре и повторно измеряют удельную электрическую проводимость. Полученное значение должно быть близким к первоначальному измеренному значению.

УДК 665.733.3.035.8(083.74)(476) МКС 75.160.20 IDT

Ключевые слова: топлива авиационные, топлива дистиллятные, кондуктометр, единица измерения электропроводности, проводимость электрическая, проводимость электрическая нейтральная, присадки антистатические, электричество статическое

Ответственный за выпуск *Н. А. Баранов*

Сдано в набор 13.07.2016. Подписано в печать 27.07.2016. Формат бумаги 60×84/8. Бумага офсетная.
Гарнитура Arial. Печать ризографическая. Усл. печ. л. 2,91 Уч.-изд. л. 1,45 Тираж 2 экз. Заказ 1414

Издатель и полиграфическое исполнение:
Научно-производственное республиканское унитарное предприятие
«Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС)
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/303 от 22.04.2014
ул. Мележа, 3, комн. 406, 220113, Минск.

gost.e-ecolog.ru