МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 33848—2016

ТОПЛИВА АВИАЦИОННЫЕ ГАЗОТУРБИННЫЕ

Метод определения термоокислительной стабильности

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены в 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 ПОДГОТОВЛЕН Научно-производственным республиканским унитарным предприятием «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 27 июля 2016 г. № 89-П)

За принятие 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
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Институт стандартизации Молдовы
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 октября 2018 г. № 894-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 33848—2016 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2019 г.

5 Настоящий стандарт идентичен стандарту ASTM D3241—14b «Стандартный метод определения термоокислительной стабильности топлив для газотурбинных двигателей» («Standard test method for thermal oxidation stability of aviation turbine fuels», IDT).

Стандарт разработан Техническим комитетом по стандартизации ASTM D02 «Нефтепродукты и смазочные материалы», ответственность за него несет подкомитет D02.03 «Элементный анализ».

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного стандарта ASTM для приведения в соответствие с ГОСТ 1.5 (подраздел 3.6).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных стандартов ASTM и международных стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «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, 2018

В Российской Федерации 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 2
5 Значение и применение методов 2
6 Оборудование 3
7 Реактивы и материалы 5
8 Стандартные условия испытаний 5
9 Подготовка оборудования 6
10 Калибровка и проверка 7
11 Проведение испытаний 7
12 Оценка отложений на нагревательной трубке 9
13 Протокол испытаний 9
14 Прецизионность и смещение метода 10
Приложения (обязательные) 11
Приложения (справочные) 29
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных стандартов ASTM и международных стандартов межгосударственным стандартам 31

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ТОПЛИВА АВИАЦИОННЫЕ ГАЗОТУРБИННЫЕ

Метод определения термоокислительной стабильности

Aviation turbine fuels. Test method for determination of thermal oxidation stability

Дата введения — 2019—01—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает метод оценки склонности топлив для газотурбинных двигателей к накоплению в топливной системе продуктов разложения.

1.2 Значения перепада давления, выраженные в миллиметрах ртутного столба, определяются только в условиях данного метода испытаний.

1.3 Значения отложения, выраженные в единицах СИ, следует считать арбитражными.

1.4 Значения давления, выраженные в единицах СИ, следует считать стандартными. Для обеспечения техники безопасности при определении давления на старых приборах, которые не регистрируют значения в единицах СИ, включены сопоставимые значения в psi.

1.5 Настоящий стандарт не содержит значений, выраженных в других единицах измерения.

1.6 **Предупреждение** — Ртуть является опасным веществом и может вызывать нарушение работы центральной нервной системы, почек и печени. Ртуть и ее пары являются опасными для здоровья человека и могут оказывать корродирующее действие на материалы. Обращаться с ртутью и ртутьсодержащими продуктами следует с осторожностью. Дополнительную информацию можно найти в паспорте безопасности материала (MSDS). Следует отметить, что продажа ртути и ртутьсодержащих продуктов может быть запрещена.

1.7 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. Специфические характеристики опасности и меры по ее предупреждению приведены в 6.1.1, 7.2, 7.2.1, 7.3, 11.1.1 и в приложении А.5.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

2.1 Стандарты ASTM[1)]:

ASTM D1655, Specification for Aviation Turbine Fuels (Технические требования к авиационным топливам для газотурбинных двигателей)

ASTM D4306, 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 E177, Practice for Use of the Terms Precision and Bias in ASTM Test Methods (Руководство по применению терминов «прецизионность» и «смещение» в методах испытаний ASTM)

[1)] Информацию о ссылочных стандартах можно найти на веб-сайте ASTM www.astm.org или получить в службе работы с потребителями по адресу: gost.e-ecolog.ru ормацию о ежегоднике стандартов ASTM можно найти на странице Document Summary на веб-сайте.

ASTM E691, Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method (Руководство по проведению межлабораторных исследований для определения прецизионности метода испытания)

2.2 Стандарты ISO[2]:

ISO 3274, Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Nominal characteristics of contact (stylus) instruments (Технические требования к геометрическим параметрам продукции (GPS). Структура поверхности. Профильный метод. Номинальные характеристики контактных (щуповых) приборов)

ISO 4288, Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Rules and procedures for the assessment of surface texture (Технические требования к геометрическим параметрам продукции (GPS). Структура поверхности. Профильный метод. Правила и методы оценки структуры поверхности)

2.3 Приложение ASTM[3]:

Стандартная цветовая шкала для оценки отложений на трубке.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **отложения** (deposits): Продукты окисления, отложившиеся на поверхности нагревательной трубки в оценочной зоне и/или удерживаемые контрольным фильтром.

3.1.1 Отложения топлива будут преобладать на наиболее горячем участке нагревательной трубки, расположенном между позициями 30 и 50 мм.

3.1.2 **нагревательная трубка** (heater tube): Алюминиевая трубка, поддерживаемая при повышенной температуре, вдоль которой прокачивается испытуемое топливо.

3.1.2.1 Трубка нагревается электрически, температура ее регулируется встроенной термопарой. Оценочная зона представляет собой суженный участок трубки длиной 60 мм, расположенный между утолщенными участками трубки. Впускное отверстие для топлива, прокачиваемого вдоль трубки, находится в позиции 0 мм, выпускное отверстие — в позиции 60 мм.

3.2 Сокращения

3.2.1 ΔP — перепад давления.

4 Сущность метода

4.1 Метод настоящего стандарта для определения стабильности топлив для газотурбинных двигателей при высокой температуре предусматривает использование прибора, подвергающего испытуемое топливо такому воздействию, при котором его состояние может быть сравнимо с состоянием топлива в условиях эксплуатации в топливных системах газотурбинных двигателей. Топливо прокачивается через нагревательную секцию с фиксированным значением расхода, после чего поступает на контрольный фильтр из нержавеющей стали, на котором могут осесть продукты окисления топлива.

4.1.1 Оптимальное количество топлива, используемое прибором при проведении испытания длительностью 2,5 ч, составляет 450 $см^3$. Основными данными, полученными в результате испытания, являются количество отложений, образующихся на алюминиевой нагревательной трубке, и время забивки контрольного фильтра с номинальной пористостью 17 мкм, расположенного по ходу движения потока топлива сразу же за нагревательной трубкой.

5 Значение и применение методов

5.1 Результаты испытания характеризуют эксплуатационные свойства топлив во время работы газовых турбин и могут применяться для оценки степени отложений, образующихся при контакте жидкого топлива с нагретой до определенной температуры поверхностью.

---

[2] Имеются в наличии в Международной организации по стандартизации (ISO), 1, ch. dela Voie-Creuse, CP 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland, gost.e-ecolog.ru

[3] Имеется в наличии в штаб-квартире ASTM International, можно получить по запросу приложения № ADJD3241. Оригинальное приложение было разработано в 1986 г.

6 Оборудование

6.1 Анализатор термоокислительной стабильности авиационных топлив[4)]

Для проведения испытания могут применяться восемь моделей соответствующего прибора, приведенных в таблице 1.

6.1.1 Отдельные операции настоящего метода испытаний могут быть автоматизированы. Подробное описание последовательности действий при проведении испытания содержится в инструкции по эксплуатации модели прибора. Инструкция по эксплуатации прилагается к каждому прибору.

(**Предупреждение** — Не допускается предпринимать каких-либо попыток запуска прибора без первоначального ознакомления со всеми комплектующими деталями и их назначением.)

Таблица 1 — Модели прибора

Модель прибора	Способ создания давления	Принцип действия насоса	Измерение перепада давления
202[A]	Азот	Шестеренчатый	Ртутный манометр, без регистрации данных
203[A]	Азот	Шестеренчатый	Манометр + графическая регистрация данных
215[A]	Азот	Шестеренчатый	Датчик давления + печатная регистрация данных
230[A]	Гидравлический	Плунжерный	Датчик давления + вывод данных на печатающее устройство
240[A]	Гидравлический	Плунжерный	Датчик давления + вывод данных на печатающее устройство
230 Mk III[B]	Гидравлический	Двухпоршневой (тип насоса ВЭЖХ)	Датчик давления + вывод данных на печатающее устройство
F400[C]	Гидравлический	Двухпоршневой (тип насоса ВЭЖХ)	Датчик давления + вывод данных на печатающее устройство
230 Mk IV[D]	Гидравлический	Однопоршневой (тип насоса ВЭЖХ)	Датчик давления + вывод данных на печатающее устройство

[A] См. исследовательский отчет RR:D02-1309.
[B] См. исследовательский отчет RR:D02-1631.
[C] См. исследовательский отчет RR:D02-1728.
[D] См. исследовательский отчет RR:D02:1757.

6.1.2 Некоторые эксплуатационные характеристики прибора являются крайне важными для достижения воспроизводимых и правильных результатов. Данные характеристики перечислены в таблице 2.

6.2 Оборудование для оценки отложений на нагревательной трубке

6.2.1 Прибор для визуальной оценки трубки (VTR) — тубератор, описанный в приложении А1.

6.2.2 Прибор для интерферометрический оценки трубки (ITR) — тубератор, описанный в приложении А2.

6.2.3 Прибор для эллипсометрической оценки трубки (ETR) — тубератор, описанный в приложении А3.

6.3 Поскольку термоокислительная стабильность реактивных топлив определяется только в условиях данного метода испытания, который зависит от используемого специального оборудования, испытания должны проводиться на оборудовании, которое применялось при разработке метода, или эквивалентном оборудовании.

[4)] Оборудование, описание которого приведено в таблице 1 и исследовательском отчете RR:D02-1309, использовалось при разработке настоящего метода испытания. Оборудование, описание которого приведено в таблице 1 и эквивалентность которого установлена согласно испытанию, приведенному в исследовательском отчете RR:D02-1631, поставляется компанией PAC, 8824 Fallbrook Drive, Houston, TX 77064. Оборудование, описание которого приведено в таблице 1 и эквивалентность которого установлена согласно испытанию, приведенному в исследовательском отчете RR:D02-1728, поставляется компанией Falex Corporation, 1020 Airpark Dr., Sugar Grove, IL, 60554-9585. Приведенные сведения не означают, что данное оборудование признано или сертифицировано Американским обществом по испытаниям и материалам (ASTM International).

Таблица 2 — Наиболее важные эксплуатационные характеристики приборов, используемых в настоящем методе

Предмет характеристики	Описание	
Установка для испытаний	Нагревательная секция в виде трубки в корпусе, показанная на рисунке 1	
Образцы для испытаний		
Нагревательная трубка[A, B, C]	Специально изготавливаемая алюминиевая трубка, нагревание оценочной поверхности которой регулируется; в каждом испытании используется новая трубка. Электронное записывающее устройство, например, радиочастотный идентификатор (RFID), которое может быть встроено в заклепку, расположенную в нижней части нагревательной трубки	
Маркировка трубки	Каждая трубка может быть идентифицирована по уникальному серийному номеру, идентифицирующему изготовителя и обеспечивающему прослеживаемость к оригинальной партии изделия. Эти данные могут храниться на электронном записывающем устройстве (например, RFID), встроенном в нагревательную трубку	
Материал трубки	Алюминий марки 6061-Т6, характеризующийся следующими показателями: a) соотношение Mg : Si не должно превышать 1,9 : 1; b) содержание Mg_2Si не должно превышать 1,85 %	
Размеры трубки Длина трубки, мм Длина центрального участка, мм Наружный диаметр, мм: - утолщенных участков - центрального участка Внутренний диаметр, мм Радиальное биение, мм, не более Шероховатость механически обработанной поверхности, нм, определенная в соответствии с ISO 3274 и ISO 4288 с использованием среднеарифметического значения четырех 1,25-миллиметровых измерений	Размер 161,925 60,325 4,724 3,175 1,651 0,013 50 ± 20	Допустимое отклонение ±0,254 ±0,051 ±0,025 ±0,051 ±0,051
Контрольный фильтр (см.[4)])	Фильтрующий элемент из нержавеющей стали сетчатого типа с номинальной пористостью 17 мкм для удерживания продуктов окисления; в каждом испытании используется новый фильтр	
Параметры прибора		
Объем пробы	Аэрируют 600 $см^3$ пробы, затем аэрированное топливо помещают в расходный бак, оставляя при этом пространство для поршня; при правильном проведении испытания может быть прокачено (450 ± 45) $см^3$ топлива	
Расход воздуха во время аэрации	1,5 $дм^3$/мин сухого воздуха через диспергатор	
Расход топлива во время испытания	3,0 $см^3$/мин ± 10 % (не менее 2,7 и не более 3,3)	
Принцип действия насоса	Прямое объемное вытеснение, шестеренчатый или плунжерный насос	
Охлаждение	Жидкостное охлаждение токопроводящих шин для поддержания постоянного температурного профиля трубки	
Термопара (ТС)	Тип J, оплетка из оптического волокна, или тип К, оплетка Iconel	
Рабочее давление		
Система	Избыточное давление в системе, равное 3,45 МПа ± 10 %, создается инертным газом (азотом) или гидравлически	

Окончание таблицы 2

Предмет характеристики	Описание
На контрольном фильтре	Перепад давления ΔP, измеряемый на контрольном фильтре (при помощи ртутного манометра или электронного датчика давления), мм рт. ст.
Рабочая температура	
При испытании	Соответствует температуре, регламентируемой техническими требованиями к топливу
Точность поддержания	Максимальное отклонение ±2 °С от заданной температуры
Калибровка	Чистое олово при 232 °С (а также только для приборов моделей 230 и 240, чистый свинец при 327 °С для верхней точки и лед + вода для нижней точки)

[A] Для разработки настоящего метода испытания использовалось следующее оборудование: нагревательные трубки, производимые компанией PAC, 8824 Fallbrook Drive, Houston, TX 77064. Приведенные сведения не означают, что данное оборудование признано или сертифицировано Американским обществом по испытаниям и материалам (ASTM International).

[B] Протокол испытания по установлению эквивалентности нагревательных трубок хранится в архиве штаб-квартиры ASTM International и может быть получен по запросу исследовательского отчета RR:D02-1550.

[C] Для следующего оборудования: нагревательных трубок и наборов фильтров, производимых компанией Falex Corporation, 1020 Airpark Dr., Sugar Grove, IL, 60554-9585, было выполнено испытание по протоколу, приведенному в исследовательском отчете RR:D02-1550, и была установлена его эквивалентность оборудованию, использовавшемуся для разработки настоящего метода испытания. Данное испытание подробно описано в исследовательском отчете RR:D02-1714. Приведенные сведения не означают, что данное оборудование признано или сертифицировано ASTM International.

7 Реактивы и материалы

7.1 Для приборов моделей 230 и 240 в приемном баке для отработанной пробы используют дистиллированную (предпочтительно) или деионизированную воду.

7.2 В качестве основного очищающего растворителя используют метилпентан, 2,2,4-триметилпентан или *н*-гептан (технические продукты с чистотой не менее 95 мольных %). Эти растворители эффективно очищают внутренние металлические поверхности оборудования перед проведением испытания (особенно поверхности, расположенные перед оценочной зоной и контактирующие со свежей пробой). [**Предупреждение** — Данные растворители — легковоспламеняющиеся жидкости, вдыхание паров вредно (см. приложение А.5).]

7.2.1 Трехкомпонентный растворитель (trisolvent) (смесь равных объемов ацетона, толуола и изопропанола) используют в качестве специального растворителя только для очистки внутренней (рабочей) поверхности оценочной секции (**Предупреждение** — Ацетон — легковоспламеняющаяся жидкость, пары могут вспыхнуть; толуол и изопропанол — легковоспламеняющиеся жидкости. Вдыхание паров всех трех веществ вредно. Все вещества оказывают раздражающее действие на кожу, глаза и слизистые оболочки.)

7.3 Смесь обезвоженных гранулированных сульфата кальция и хлорида кобальта (в соотношении 97:3) или другой индикаторный осушающий реактив используют в сушильной камере установки для аэрации. Этот гранулированный материал постепенно изменяет окраску от голубой до розовой, указывая тем самым количество поглощенной воды (**Предупреждение** — Следует избегать вдыхания или глотания пыли, это может привести к расстройству желудка.)

8 Стандартные условия испытаний

8.1 Стандартные условия настоящего метода испытаний приведены ниже.

8.1.1 Количество топлива — не менее 450 см^3 для проведения испытания и около 50 см^3 для системы.

8.1.2 Предварительная подготовка топлива. Топливо фильтруют через один слой фильтровальной бумаги и далее в течение 6 мин проводят аэрацию не более 1000 см^3 топлива с расходом воздуха 1,5 дм^3/мин. Для диспергирования воздуха используют трубку из грубого боросиликатного стекла диаметром 12 мм.

8.1.3 Избыточное давление в системе — 3,45 МПа (500 фунтов на квадратный дюйм) с допустимым отклонением ±10 %.

8.1.4 Положение термопары. Термопара устанавливается в позиции 39 мм.

8.1.5 Элемент предварительного фильтрования топливной системы — фильтровальная бумага с размером пор 0,45 мкм.

8.1.6 Контрольная температура нагревательной трубки. Температуру устанавливают заранее в соответствии с техническими требованиями, предъявляемыми к топливу.

8.1.7 Расход топлива — 3,0 $см^3$/мин ± 10 %.

8.1.8 Минимальное количество топлива, прокачиваемое за время испытания — 405 $см^3$.

8.1.9 Продолжительность испытания — (150 ± 2) мин.

8.1.10 Расход охлаждающей жидкости — приблизительно 39 $дм^3$/ч или центральная часть зеленой области на шкале измерителя расхода охлаждающей жидкости.

8.1.11 Установка мощности — приблизительно 75 % — 100 % от максимального значения на некомпьютеризованных моделях; внутренняя установка в случае компьютеризованных моделей.

9 Подготовка оборудования

9.1 Очистка и сборка нагревательной секции испытательной системы

9.1.1 Внутреннюю поверхность нагревательной секции испытательной системы очищают, используя нейлоновую щетку, смоченную трехкомпонентным растворителем, для удаления всех отложений.

9.1.2 Нагревательную трубку, используемую при испытании, проверяют на прямолинейность и наличие дефектов на ее поверхности в соответствии с А.1.10. Проверку проводят очень аккуратно, избегая царапания утолщенных участков трубки, которые должны быть гладкими для обеспечения герметичности нагревательной секции при прокачивании топлива во время испытания.

9.1.3 Проводят сборку нагревательной секции, используя при этом новые комплектующие: визуально проверенную нагревательную трубку, контрольный фильтр и три кольцевые прокладки. Осматривают уплотнительные прокладки, убеждаются в том, что они не повреждены.

Примечание 1 — Нагревательные трубки не должны использоваться повторно. Исследования показывают, что при нормальных условиях испытания на поверхности нагревательной трубки накапливается магний, который может уменьшить образование отложений на повторно используемой нагревательной трубке.

9.1.4 При сборке нагревательной секции следует осторожно обращаться с трубкой, не касаясь ее центральной части. Если произошел контакт с центральной частью нагревательной трубки, эту трубку для проведения испытания не используют, так как загрязненная поверхность может повлиять на свойства трубки, связанные с образованием отложений.

9.2 Очистка и сборка остальных комплектующих испытательной аппаратуры

9.2.1 Перед проведением последующего испытания в указанном порядке выполняют следующие действия.

Примечание 2 — Предполагается, что оборудование было разобрано после предыдущего испытания (см. А.4 или указания по монтажу/демонтажу деталей в соответствующей инструкции по эксплуатации).

9.2.2 Осматривают и очищают детали, контактирующие с испытуемой пробой, и заменяют поврежденные или подозрительные уплотнительные детали, особенно манжетное уплотнение на поршне и кольцевые прокладки на крышке приемного бака, трубопроводных линиях и крышке предфильтра.

9.2.3 Устанавливают подготовленную нагревательную секцию (см. 9.1.1—9.1.4).

9.2.4 Собирают и устанавливают устройство для предварительного фильтрования с новым элементом.

9.2.5 Проверяют правильность исходного положения термопары, затем ее перемещают вниз в стандартное рабочее положение.

9.2.6 При использовании прибора моделей 230 и 240 убеждаются в том, что стакан для воды пуст.

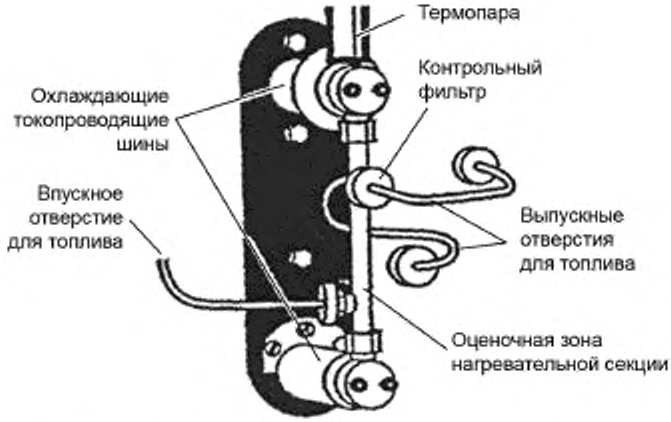


Рисунок 1 — Стандартная нагревательная секция, одинаковая для всех испытательных приборов, используемых в настоящем методе

10 Калибровка и проверка

10.1 Проверку основных деталей выполняют с частотой, указанной ниже (более подробная информация приведена в приложениях к настоящему стандарту и в инструкции по эксплуатации).

10.1.1 Термопара. Калибруют термопару при ее первой установке и далее регулярно после проведения каждых 30—50 испытаний, но не реже 1 раза в течение 6 мес (см. А.4.2.8).

10.1.2 Датчик перепада давления. Проверку проводят один раз в год и при установке нового датчика (см. А.4.2.6).

10.1.3 Сушильная камера аэратора. Проверку проводят не реже одного раза в месяц и заменяют осушитель, если цвет указывает на значительное поглощение воды (см. 7.3).

10.1.4 Дозирующий насос. Проверку расхода топлива проводят дважды при выполнении каждого испытания в соответствии с разделом 11.

10.1.5 Перепускной клапан фильтра. Для моделей 202, 203 и 215 проверку на протекание топлива проводят не реже одного раза в год (см. X.1.6).

11 Проведение испытаний

11.1 Подготовка пробы испытуемого топлива

11.1.1 Фильтруют и аэрируют пробу в стандартных условиях (см. А.4.2.9) [(**Предупреждение** — Ко всем реактивным топливам следует относиться как к легковоспламеняющимся жидкостям, кроме топлив JP5 и JP7. Пары данных топлив вредны (см. А.5.3, А.5.6 и А.5.7).]

Примечание 3 — Перед проведением операции см. предупреждение, приведенное в 6.1.1.

Примечание 4 — Результаты настоящего метода испытания чувствительны к следовым загрязнениям контейнеров для отбора проб. Информация о рекомендуемых контейнерах для отбора проб приведена в ASTM D4306.

11.1.2 Температуру пробы во время аэрации поддерживают в интервале значений от 15 °С до 32 °С. Для изменения температуры при необходимости сосуд с пробой помещают в горячую или холодную водяную баню.

11.1.3 Интервал времени от окончания аэрации до начала нагревания пробы не должен превышать 1 ч.

11.2 Окончательная сборка

11.2.1 Собирают секцию с расходным баком (см. инструкцию по эксплуатации).

11.2.2 Устанавливают расходный бак и подсоединяют к нему трубопроводные линии, соответствующие используемой модели прибора (см. инструкцию по эксплуатации).

11.2.3 Снимают защитный колпачок и присоединяют трубопроводную линию для подачи топлива к нагревательной секции. Эту операцию проводят как можно быстрее, чтобы минимизировать потери топлива.

11.2.4 Все соединительные трубопроводные линии проверяют на герметичность.

11.2.5 Повторно проверяют положение термопары в позиции 39 мм.

11.2.6 Удостоверяются в том, что приемный бак для капающей жидкости пуст (только для моделей 230 и 240).

11.3 Включение питания и создание давления

11.3.1 Выключатель POWER устанавливают в положение ON.

11.3.2 Включают сигнальный индикатор ΔP при использовании моделей с ручным включением сигнального индикатора (при использовании моделей 202, 203 и 215).

11.3.3 Медленно поднимают избыточное давление в системе приблизительно до 3,45 МПа в соответствии с инструкцией по эксплуатации для моделей 202, 203 и 215 (см. также А.4.2.5).

11.3.4 Проверяют систему на герметичность. При обнаружении негерметичности соединений давление в системе сбрасывают, негерметичные соединения уплотняют.

11.3.5 Устанавливают параметры для проведения испытания в стандартных условиях.

11.3.6 Устанавливают контрольную температуру нагревательной трубки в соответствии с техническими требованиями, предъявляемыми к испытуемому топливу. Для термопары используют поправку, полученную во время последней калибровки (см. А.4.2.8).

Примечание 5 — Максимальная температура трубки, при которой может проводиться испытание, составляет приблизительно 350 °С. Температура, при которой следует проводить испытание, и критерии оценки полученных результатов обычно регламентируются техническими требованиями, предъявляемыми к топливу.

11.4 Запуск

11.4.1 Данную операцию проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации для каждой модели прибора.

11.4.2 Некоторые модели прибора могут выполнять последующие этапы испытания автоматически, тем не менее следует убедиться в том, что:

11.4.2.1 С момента окончания аэрации и начала нагревания прошло не более 1 ч.

11.4.2.2 Как только температура нагревательной трубки достигнет заданного значения, перепускной клапан манометра закрывается и топливо начинает протекать через контрольный фильтр (см. А.4.2.6).

11.4.2.3 Показание манометра устанавливают на нуль (см. А.4.2.6).

11.4.3 В течение первых 15 мин испытания проверяют расход топлива на соответствие стандартным условиям испытания путем измерения времени движения топлива или определения скорости капающей жидкости (см. Х.1.5).

Примечание 6 — При расчете скорости капания первую каплю считают каплей «0» и начинают отсчет времени. После того как упадет двадцатая капля, отмечают общее время.

11.5 Проведение испытания

11.5.1 Во время проведения испытания не реже чем через каждые 30 мин записывают перепад давления на контрольном фильтре.

11.5.2 В случае резкого возрастания перепада давления на контрольном фильтре и необходимости проведения испытания продолжительностью более 150 мин следует открыть перепускной клапан (одинаковый для всех моделей) для завершения испытания. Подробная информация по обращению с обводной системой приведена в соответствующей инструкции по эксплуатации (см. А.4.2.2).

11.5.3 В течение последних 15 мин перед выключением установки проводят вторую проверку расхода топлива (см. 11.4.3 и примечание к нему) (см. Х.1.5).

11.6 Температурный профиль нагревательной трубки

При необходимости определения температурного профиля поступают в соответствии с Х.1.4.

11.7 Выключение прибора

11.7.1 Только для моделей 202, 203 и 215:

11.7.1.1 Переключатели HEATER и PUMP последовательно переводят в положение OFF.

11.7.1.2 Закрывают нагнетательный клапан азота (NITROGEN PRESSURE VALVE) и открывают ручной перепускной клапан (MANUAL BYPASS VALVE).

11.7.1.3 Медленно открывают клапан для выпуска азота (NITROGEN BLEED VALVE) при его использовании, позволяя давлению в системе упасть до нуля с приблизительной скоростью 0,15 МПа/с.

11.7.2 Модели 230 и 240 выключаются автоматически.

11.7.2.1 После выключения прибора клапан переключения потока (FLOW SELECTOR VALVE) поворачивают в положение VENT для снижения давления.

11.7.2.2 Поршневой механизм возвращается в исходное положение автоматически.

11.7.2.3 Измеряют объем отработанной жидкости в приемном баке для капающей жидкости, затем бак опорожняют.

11.8 Демонтаж

11.8.1 Отсоединяют трубопроводную линию для подачи топлива от нагревательной секции и закрывают ее для предотвращения утечки топлива из расходного бака.

11.8.2 Отсоединяют нагревательную секцию.

11.8.2.1 Осторожно извлекают нагревательную трубку из нагревательной секции, не допуская контактов с центральной частью трубки, и удаляют контрольный фильтр.

11.8.2.2 Трубку сверху вниз промывают струей рекомендованного очищающего растворителя (см. 7.2). При удерживании трубки за ее верхнюю часть нельзя допускать попадания растворителя на перчатки или голые пальцы. Дают трубке высохнуть, возвращают ее в первоначальный контейнер, наносят опознавательную метку и оставляют для проведения оценки.

11.8.3 Отсоединяют расходный бак.

11.8.3.1 Измеряют количество отработанной жидкости, прокаченной за время испытания, и считают результаты испытания неудовлетворительными, если это количество составляет менее 405 $см^3$.

11.8.3.2 Отработанное топливо утилизируют.

12 Оценка отложений на нагревательной трубке

12.1 Проводят визуальную оценку отложений на нагревательной трубке в соответствии с приложениями А.1, А.2 или А.3 согласно техническим требованиям к испытуемому продукту, предусматривающим использование данного метода.

12.1.1 Если технические требования к продукту предусматривают возможность использования нескольких методов оценки, предпочтителен метод, обеспечивающий измерения в единицах СИ.

12.1.2 Если результаты оценки различными методами не согласуются, метод, обеспечивающий измерения в единицах СИ, следует считать арбитражным.

12.2 Возвращают трубку в первоначальный контейнер, записывают данные, при необходимости трубку сохраняют.

13 Протокол испытаний

13.1 В протокол испытаний записывают следующую информацию:

13.1.1 Контрольную температуру нагревательной трубки. Данная температура является температурой испытания топлива.

13.1.2 Результаты оценки отложений на нагревательной трубке.

13.1.3 Максимальное значение перепада давления на фильтре во время испытания или время, необходимое для достижения перепада давления, равного 25 мм рт. ст. Для моделей 202, 203 в протоколе указывают максимальное значение ΔP, зафиксированное во время испытания.

13.1.4 Если испытание длилось меньше времени обычного испытания (150 мин), например, если испытание было закончено из-за достижения предельного значения перепада давления, также записывают время испытания, соответствующее оценке отложений на данной нагревательной трубке.

Примечание 7 — Оценка отложений на трубке и/или показатель ΔP используются для определения, выдерживает или не выдерживает испытание проба топлива при заданной температуре испытания.

13.1.5 Количество отработанного топлива в момент окончания обычного испытания. Это количество в зависимости от используемой модели прибора соответствует либо количеству топлива над свободно перемещающимся поршнем, либо общему количеству воды, вытесненной в химический стакан.

13.1.6 В протоколе можно указать серийный номер нагревательной трубки.

14 Прецизионность и смещение метода

14.1 Межлабораторные исследования метода определения окислительной стабильности были проведены в соответствии с ASTM E691 при участии одиннадцати лабораторий с применением тринадцати приборов, представленных двумя моделями, и испытании пяти видов топлив при двух температурах, что в сумме дает 10 объектов испытания. Каждая лаборатория получила два результата для каждого объекта испытания[5)].

14.1.1 Термины «повторяемость» и «воспроизводимость» в данном разделе применяются в соответствии с ASTM E177.

14.2 Прецизионность

Прецизионность настоящего метода испытания определить невозможно, поскольку было установлено, что результаты испытания нельзя проанализировать с помощью стандартной методики статистической обработки результатов.

14.3 Смещение

Для настоящего метода испытания смещение не установлено, поскольку термоокислительная стабильность реактивного топлива определяется только в условиях метода настоящего стандарта.

[5)] Подтверждающие материалы хранятся в архиве штаб-квартиры ASTM International и могут быть получены по запросу исследовательского отчета RR:D02-1309.

Приложения
(обязательные)

А.1 Метод визуальной оценки отложений на нагревательных трубках

А.1.1 Область применения

А.1.1.1 Настоящее приложение устанавливает метод визуальной оценки нагревательной трубки после проведения испытания по методу настоящего стандарта.

А.1.1.2 Результатом данного испытания являются оценка цвета трубки, основанная на его сравнении со шкалой, составленной произвольно и установленной для данного метода испытания, а также два дополнительных критерия (да/нет), характеризующих наличие явного значительного превышения отложений и/или наличие необычных отложений.

А.1.2 Нормативные ссылки

А.1.2.1 Приложение (см. сноску 3) настоящего стандарта:

Стандартная цветовая шкала для оценки отложений на трубке.

А.1.3 Термины и определения

А.1.3.1 **необычный** (abnormal): Цвет отложений на трубке, отличающийся от переливчатого и не соответствующий ни одному из цветов стандартной цветовой шкалы.

А.1.3.1.1 Вышеизложенное относится к таким цветам отложений, как синий и серый, которые не соответствуют цветам стандартной цветовой шкалы.

А.1.3.2 **переливчатые отложения** (peacock): Разноцветные, подобно радужным, отложения на трубке.

А.1.3.2.1 Данный тип отложений обусловлен явлением интерференции, когда толщина отложений превышает четвертую часть длины волны видимой области спектра.

А.1.3.3 **оценка трубки** (tube rating): Десятишаговая дискретная шкала от 0 до > 4, промежуточные значения на которой между значениями цветов шкалы (начиная со значения 1) указываются как «менее последующего значения шкалы».

А.1.3.3.1 Шкала на основе пяти цветов, соответствующих значениям: 0, 1, 2, 3, 4 — стандартная цветовая шкала ASTM. Полная шкала имеет следующие значения: 0, < 1, 1, < 2, 2, < 3, 3, < 4, 4, > 4. При этом эти значения могут и не соотноситься с их абсолютными величинами. Более высокое значение соответствует более темному цвету отложений.

А.1.4 Сущность метода

А.1.4.1 В настоящем методе используют специально сконструированную световую камеру для осмотра нагревательной трубки. Трубка размещается в камере при помощи специальных держателей. Оценку однородности поверхности новой трубки проводят в условиях оптимального освещения камеры. Цвет трубки оценивают при освещении и увеличении путем сравнения со стандартной цветовой шкалой, установленной в оптимальном положении непосредственно за трубкой.

А.1.5 Значение и применение метода

А.1.5.1 Предполагается, что оценка трубки представляет собой оценку состояния отложений сгоревшего топлива на трубке и является основанием для принятия решения о термоокислительной стабильности пробы топлива.

А.1.6 Оборудование

А.1.6.1 Оборудование для оценки отложений на нагревательной трубке. Цвет отложений на нагревательной трубке оценивают с помощью тубератора и стандартной цветовой шкалы ASTM.

А.1.7 Испытуемые образцы (трубки)

А.1.7.1 С нагревательной трубкой обращаются все время осторожно, не касаясь её центральной части.

Примечание А.1.1 — Контакт с центральной частью трубки может привести к ее загрязнению и/или повредить поверхность трубки, отложений, оценка которых должна осуществляться в нетронутом состоянии.

А.1.8 Стандартные условия проведения испытаний

А.1.8.1 Внутренняя поверхность световой камеры — светонепроницаемая черная.

А.1.8.2 Источник света — три прозрачные лампы накаливания отражательного типа мощностью 30 Вт; все лампы должны работать таким образом, чтобы создаваемое ими освещение обеспечивало оптимальную видимость при осмотре.

А.1.8.3 Расположение ламп — одна сверху, две снизу, каждая лампа направлена к держателю трубки и стандартной цветовой шкале.

А.1.8.4 Увеличение — 2×, охватывающее смотровое окно.

А.1.8.5 Операторы. Испытание должно проводиться людьми, способными различать цвета, т. е. не страдающими дальтонизмом.

А.1.9 Калибровка и стандартизация

А.1.9.1 Оборудование для проведения испытаний не требует калибровки. Однако вследствие того, что стандартная цветовая шкала под действием света тускнеет, хранить ее следует в темном месте.

Примечание А.1.2 — Срок службы стандартной цветовой шкалы, подвергающейся постоянному или периодическому воздействию света, не установлен. Рекомендуется хранить в темном месте (защищенном от света) отдельную стандартную цветовую шкалу для периодического сравнения с регулярно используемой цветовой шкалой. Оптимальным освещением при проведении сравнения является освещение, аналогичное создаваемому в камере для оценки трубки.

А.1.9.2 Стандартизация метода оценки

А.1.9.2.1 Для оценки трубки наиболее важными являются самые темные отложения. Оценку проводят по наиболее темным однородным отложениям, а не по среднему цвету всех участков с отложениями.

А.1.9.2.2 При проведении оценки рассматривают только отложения самого темного постоянного цвета, площадь которых равна или больше площади круга с диаметром, равным ½ диаметра трубки.

А.1.9.2.3 Полосу отложений шириной менее ¼ диаметра трубки независимо от ее длины не рассматривают.

А.1.9.2.4 Пятна, полосы или царапины на трубке, являющиеся дефектами трубки, не рассматривают. Как правило, такие пятна, полосы и царапины не встречаются, поскольку перед применением трубки осматриваются для отбраковки дефектных.

А.1.10 Оценка трубок перед проведением испытаний

А.1.10.1 Трубку осматривают без увеличения при лабораторном освещении. При обнаружении повреждений трубку бракуют. Затем с использованием тубератора исследуют центральную часть (суженный участок) трубки, расположенную на расстоянии между 5 и 55 мм от края нижнего выступа. При обнаружении дефекта определяют его размер. Если площадь дефекта превышает 2,5 мм^2, трубку бракуют. На рисунке А.1.1 показаны дефектные участки, площади которых эквивалентны 2,5 мм^2.

А.1.10.2 Проверяют трубку на прямолинейность, перекатывая ее на ровной поверхности и отмечая зазор между плоской поверхностью и центральным участком трубки. Изогнутые трубки к испытаниям не допускаются.



Рисунок А.1.1 — Участки с дефектами

А.1.11 Проведение оценки

А.1.11.1 Установка

А.1.11.1.1 Фиксируют верхний конец нагревательной трубки в зажиме держателя для нагревательной трубки.

А.1.11.1.2 Проталкивают нагревательную трубку в держателе до упора.

А.1.11.1.3 Задвигают держатель с нагревательной трубкой через направляющий стержень тубератора.

А.1.11.1.4 Вращают держатель и устанавливают нагревательную трубку таким образом, чтобы была видна сторона с наиболее темными отложениями.

А.1.11.1.5 Вставляют стандартную цветовую шкалу ASTM в тубератор.

А.1.11.2 Оценка

А.1.11.2.1 В конце испытания сравнивают цвет наиболее темных отложений на нагревательной трубке, расположенных между 5 и 55 мм от нижнего выступа трубки со стандартной цветовой шкалой ASTM. Оценку отложений проводят только в том случае, если их площадь составляет более 2,5 мм^2 и ширина любой полосы или пятна более 0,8 мм. На рисунке А.1.1 показаны пятна или полосы, площадь которых эквивалентна 2,5 мм^2.

А.1.11.2.2 Если цвет наиболее темного отложения соответствует цвету стандартной цветовой шкалы, значение, соответствующее данному цвету, записывают в протокол.

А.1.11.2.3 Если значение цвета наиболее темного отложения нагревательной трубки, подвергаемой оценке, занимает явно промежуточное положение между любыми двумя соседними значениями цветовой шкалы, то значение данного цвета следует записывать как «менее значения более темного цвета стандартной шкалы».

А.1.11.2.4 В случае если на нагревательной трубке присутствуют отложения, цвет которых не соответствует ни одному из цветов стандартной цветовой шкалы, то для оценки отложений руководствуются следующими правилами. В соответствии с терминами, применяемыми в настоящем приложении:

1) если отложение имеет переливчатый цвет, ему присваивают индекс P, но также проводят оценку любого отложения, обладающего обычным для отложений цветом;

2) если отложение имеет необычный цвет, ему присваивают индекс А, но также проводят оценку любого отложения, которое имеет обычный для отложения цвет.

А.1.11.3 После проведения оценки извлекают нагревательную трубку и возвращают ее в исходный контейнер.

А.1.12 Протокол испытаний

А.1.12.1 В протокол записывают полученные в результате проведения оценки численные значения цвета отложений на нагревательной трубке, а также индексы «А» и/или «Р» в качестве дополнительных характеристик, если таковые существуют.

А.1.12.1.1 При оформлении протокола испытаний записывают максимальное значение, полученное при выполнении оценки, в протоколе также указывают наличие цветов, не соответствующих стандартной цветовой шкале.

А.1.12.1.2 Если присутствуют только отложения типов Р и/или А, то в протокол заносят только эти данные и не пытаются установить численные значения цвета отложений.

А.1.12.2 Примеры

А.1.12.2.1 Пример 1. Значение цвета максимального отложения на нагревательной трубке находится между значениями 2 и 3 стандартной цветовой шкалы, при этом отложения других цветов отсутствуют. Общая оценка трубки должна указываться как менее 3 (< 3).

А.1.12.2.2 Пример 2. Цвет наиболее темного отложения на трубке соответствует значению 3 стандартной цветовой шкалы, но также присутствует и переливчатое отложение. Общую оценку трубки следует представлять как 3Р.

А.1.12.2.3 Пример 3. Цвет отложения на трубке соответствует значению 1 стандартной цветовой шкалы, на трубке также присутствует необычное отложение. Общую оценку трубки следует записывать как 1А.

А.1.13 Прецизионность и смещение метода

А.1.13.1 Прецизионность

Прецизионность метода оценки отложений на трубке определена подкомитетом ASTM D02.J0.03 и содержится в исследовательском отчете RR:D02-1786[6)].

А.1.13.2 Смещение

Смещение метода оценки отложений на трубке не может быть установлено, поскольку оценка цвета отложений на трубке проводится только в условиях настоящего метода испытания.

А.2 Метод оценки толщины отложений на нагревательных трубках — интерферометрический метод

А.2.1 Область применения

А.2.1.1 Настоящее приложение устанавливает интерферометрический метод оценки толщины отложений на нагревательных трубках в диапазоне от 0 нм до 1200 нм после проведения испытания по методу настоящего стандарта.

А.2.1.2 Результатом данной оценки является абсолютное измерение толщины и объема отложений на нагревательной трубке, которые являются основанием для принятия решения о термоокислительной стабильности пробы топлива. Толщина отложений является важным параметром, характеризующим эксплуатационные свойства топливных систем самолета.

---

6) Подтверждающие материалы хранятся в архиве штаб-квартиры ASTM International и могут быть получены по запросу исследовательского отчета RR:D02-1786. Для получения материалов следует связаться со службой по работе с потребителями по адресу: gost.e-ecolog.ru

А.2.1.3 Межлабораторные испытания проводились в октябре 2011 г. (подтверждающие материалы содержатся в исследовательском отчете RR: D02-1774[7]) с использованием 8 интерферометрических приборов и 117 нагревательных трубок, испытываемых в двух экземплярах. Было установлено, что оценка, проводимая интерферометрическим методом, является объективной.

Примечание А.2.1 — Особая техника, используемая в настоящем методе, называется спектральным отражением.

Примечание А.2.2 — Если настоящий метод будет использоваться для оценки нагревательной трубки после ее испытания по методу настоящего стандарта, то этим же методом можно проверить новую нагревательную трубку для определения базовых параметров или состояния трубки приемлемого исходного качества.

А.2.2 Термины и определения

А.2.2.1 В настоящем приложении применяют следующие термины с соответствующими определениями:

А.2.2.1.1 **отложение** (deposit): Пленка окисленного продукта, отложившегося на поверхности нагревательной трубки в оценочной зоне после проведения испытания по методу настоящего стандарта.

А.2.2.1.2 **профиль отложения** (deposit profile): Трехмерное представление профиля толщины отложения вдоль и вокруг длины оценочной зоны нагревательной трубки.

А.2.2.1.3 **толщина отложения** (deposit thickness): Толщина отложения на поверхности основы нагревательной трубки, выраженная в нанометрах (нм).

А.2.2.1.4 **объем отложения** (deposit volume): Объем отложения в оценочной зоне нагревательной трубки, выраженный в мм^3.

А.2.2.1.4.1 Объем отложения определяют путем интегрирования площади профиля отложения.

А.2.2.1.5 **интерферометрия** (interferometry): Техника, используемая для измерения оптических свойств поверхностей (коэффициента преломления и коэффициента поглощения), основанная на изучении интерферограммы, создаваемой суперпозицией данных свойств. При наличии тонкого прозрачного слоя, называемого пленкой, интерферометрия также может применяться для получения информации о толщине пленки.

А.2.2.1.6 **стандартное пятно** (standard spot): Средняя толщина шести точек с наибольшей толщиной, площадь которых составляет 2,5 мм^2, как показано на рисунке А.2.6 и определено в А.1.11.2.1.

А.2.3 Сущность метода

А.2.3.1 Для оценки отложений на нагревательной трубке используют интерферометр, показанный на рисунке А.2.1.

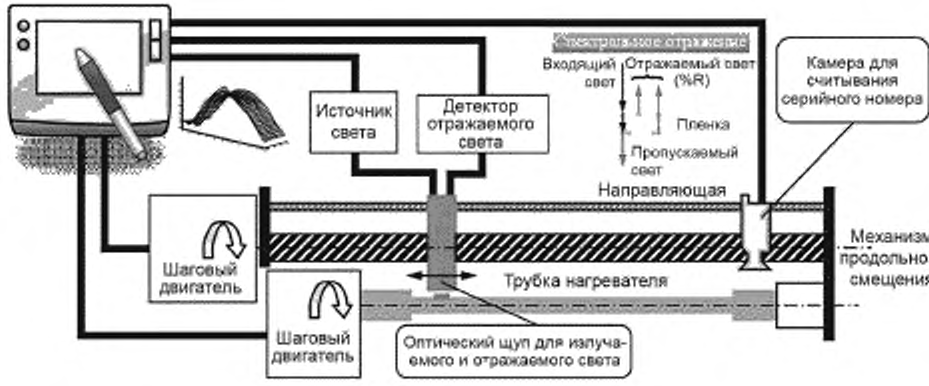


Рисунок А.2.1 — Интерферометр. Общий принцип действия

Интерферометрические данные обрабатываются компьютерным программным обеспечением. Выполняется измерение и отображение на экране толщины и объема отложений.

А.2.4 Значение и применение метода

А.2.4.1 Окончательная оценка нагревательной трубки заключается в непосредственном измерении толщины и объема отложений сгоревшего топлива на трубке и является основанием для принятия решения о термоокислительной стабильности пробы топлива.

---

[7] Подтверждающие материалы хранятся в архиве штаб-квартиры ASTM International и могут быть получены по запросу исследовательского отчета RR:D02-1774. Для получения материалов следует связаться со службой по работе с потребителями по адресу: gost.e-ecolog.ru

А.2.5 Материалы

А.2.5.1 Эталонная нагревательная трубка[8] с двумя эталонными отложениями известной и прослеживаемой толщины, полученными с использованием диоксида кремния на кремниевой основе (Si + SiO_2) (см. рисунок А.2.2).



Рисунок А.2.2 — Эталонная нагревательная трубка

А.2.6 Оборудование

А.2.6.1 Прибор для оценки отложений[9]

А.2.6.1.1 Прибор состоит из источника света в ультрафиолетовом и видимом диапазоне (UVVIS) (200—1100 нм), датчика отражаемого света, способного генерировать точечный луч диаметром 200 мкм, детектора отражаемого света для измерения световых помех, устройства для перемещения нагревательной трубки, системы вращения нагревательной трубки, системы перемещения оптического датчика и компьютерного программного обеспечения для обработки интерферометрических данных.

А.2.6.1.2 Прибор должен обладать возможностью точного и автоматического смещения оптического датчика с разрешением, указанным в А.2.8.2.3.

А.2.6.1.3 Прибор должен обладать возможностью автоматического вращения нагревательной трубки с разрешением, указанным в А.2.8.2.4.

А.2.6.1.4 Прибор должен обладать возможностью автоматического определения края одного из двух утолщенных участков нагревательной трубки; расстояние между данными двумя утолщенными участками составляет 60 мм.

А.2.6.1.5 Прибор может измерять толщину по всей длине нагревательной трубки. В настоящем методе установлена процедура измерения толщины отложений в оценочной зоне, расположенной между двумя утолщенными участками нагревательной трубки между позициями 5 мм и 55 мм, как это показано на рисунке А.2.7.

А.2.6.1.6 Для расчета толщины пленки отложения компьютерное программное обеспечение должно автоматически выбирать в зависимости от длины волны соответствующее значение коэффициента преломления (n) и значение коэффициента поглощения (k) для основы и пленки отложения. Эти значения указаны на графиках в А.2.8.2.1 и А.2.8.2.2.

А.2.7 Испытуемые образцы (нагревательные трубки)

А.2.7.1 С нагревательной трубкой обращаются все время осторожно, не касаясь ее центральной части.

Примечание А.2.3 — Контакт с центральной частью (суженным участком) трубки может привести к ее загрязнению или повреждению поверхности трубки и/или отложений, оценка которых должна осуществляться в нетронутом состоянии.

А.2.8 Подготовка оборудования

А.2.8.1 Устанавливают прибор в соответствии с инструкциями изготовителя. При возникновении какой-либо неисправности следует обратиться к инструкции изготовителя.

---

[8] Единственным поставщиком эталонной нагревательной трубки, известным в настоящее время ASTM International, является компания «AD systems» (gost.e-ecolog.ru), P.A. Portes de la Suisse Normande, Allee de Cindais, 14320 Saint Andre sur Orne, France. Если известны другие поставщики, можно предоставить данную информацию в штаб-квартиру ASTM International. Эта информация будет внимательно рассмотрена на заседании ответственного технического комитета, на котором можно присутствовать.

[9] Единственным поставщиком приборов для оценки отложения, известным в настоящее время ASTM International, является компания «AD systems» (gost.e-ecolog.ru), «AD systems», P.A. Portes de la Suisse Normande, Allee de Cindais, 14320 Saint Andre sur Orne, France. Данной компанией поставляется прибор модели DR-10 — Прибор для оценки отложений. Если известны другие поставщики, можно предоставить данную информацию в штаб-квартиру ASTM International. Эта информация будет внимательно рассмотрена на заседании ответственного технического комитета, на котором можно присутствовать.

Примечание А.2.4 — Отсутствие неисправностей проверяется автоматически при включении прибора и в процессе его эксплуатации. При возникновении любой неисправности об этом будет автоматически указано.

А.2.8.2 Стандартные условия проведения испытаний

А.2.8.2.1 Нагревательная трубка (основа): значения коэффициента преломления (n) и коэффициента поглощения (k) автоматически выбираются компьютерным программным обеспечением с использованием соотношения, показанного на приведенном ниже графике (рисунок А.2.3).

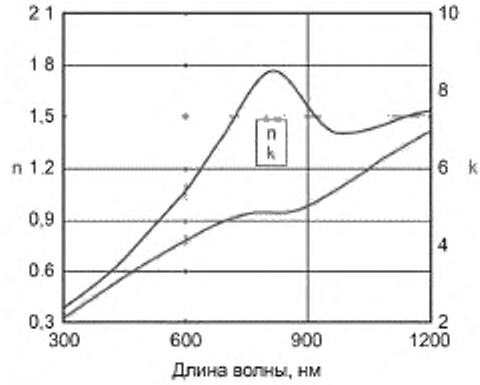


Рисунок А.2.3 — Значения n и k нагревательной трубки

Примечание А.2.5 — Значения коэффициента n и коэффициента k зависят от металла, из которого изготовлена испытуемая нагревательная трубка, и шероховатости ее поверхности. Значения на приведенных выше графиках характерны для алюминиевых нагревательных трубок, используемых для испытания в соответствии с настоящим стандартом.

А.2.8.2.2 Пленка отложения — значения коэффициента преломления (n) и коэффициента поглощения (k) автоматически рассчитываются компьютерным программным обеспечением с использованием соотношения, показанного на приведенном ниже графике (рисунок А.2.4).

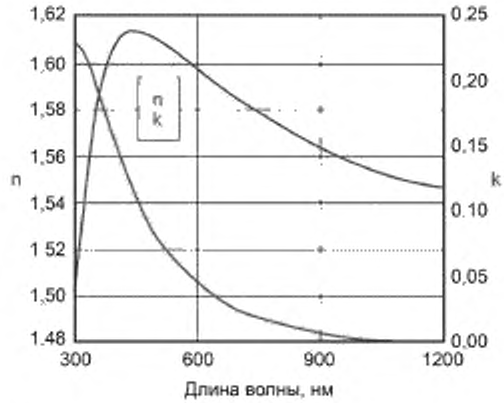


Рисунок А.2.4 — Значения n и k пленки отложения на нагревательной трубке

Примечание А.2.6 — На рисунке представлены средние значения коэффициента преломления полученного отложения после проведения испытания по методу настоящего стандарта.

Примечание А.2.7 — Предполагается, что пленка является оптически прозрачной для длины волны света UVVIS, используемого в приборе DR 10 (в выпускаемом в настоящее время приборе используется источник света в диапазоне длин волн от 200 нм до 1100 нм).

Примечание А.2.8 — Настоящий метод не применим для нагревательных трубок, покрытых пленками бегената кадмия Ленгмюра-Блоджетта. Соответственно, нагревательные трубки, покрытые пленками бегената кадмия Ленгмюра-Блоджетта, не могут применяться для проверки прибора. Бегенатные пленки являются анизотропными и не совместимы с отложением. Они имеют подслой металлов, отделенный алифатическими цепями, которые создают многократное отражение для каждого подслоя. Т. е. пленки бегената кадмия Ленгмюра-Блоджетта не создают какой-либо интерференции при использовании техники спектрального отражения, когда излучаемый свет падает на поверхность отложения под прямым углом, как в случае с прибором DR 10.

А.2.8.2.3 Разрешение по окружности (количество точек, измеряемых по окружности нагревательной трубки): 24 точки (рисунок А.2.5).

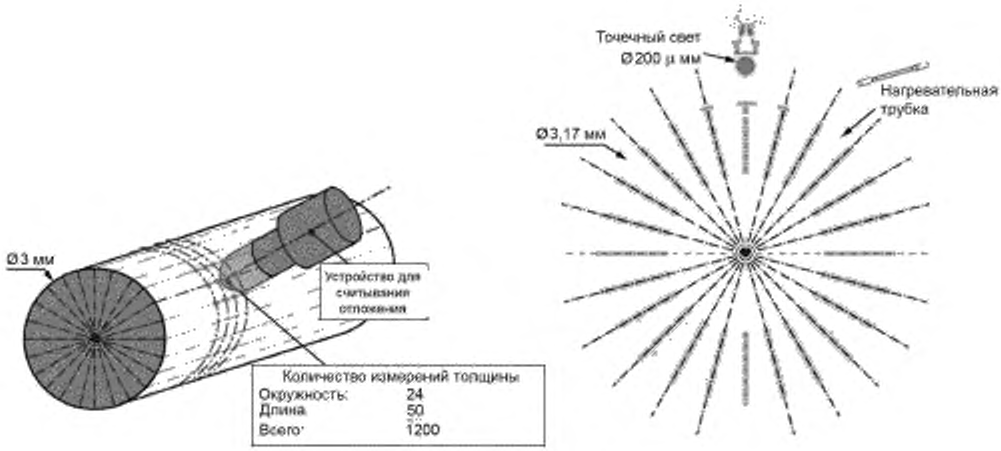


Рисунок А.2.5 — Разрешение по окружности

А.2.8.2.4 Разрешение по длине (количество точек, измеряемых на участке длиной 50 мм): 50 точек (рисунок А.2.6).



Рисунок А.2.6 — Стандартное пятно

А.2.8.2.5 Сканируемая поверхность нагревательной трубки — прибор должен быть настроен на измерение толщины на участке трубки между позициями 5 мм и 55 мм (см. рисунок А.2.7).

А.2.9 Калибровка базовой линии

А.2.9.1 Шероховатости поверхностей нагревательных трубок незначительно различаются в зависимости от марки изделия из-за различных способов полировки. Таким образом, калибровка базовой линии должна выполняться с использованием новой нагревательной трубки. Нагревательную трубку следует визуально проверить в соответствии с А.2.11.2. Калибровку базовой линии проводят до начала эксплуатации прибора и каждый раз при использовании нагревательной трубки другой марки.

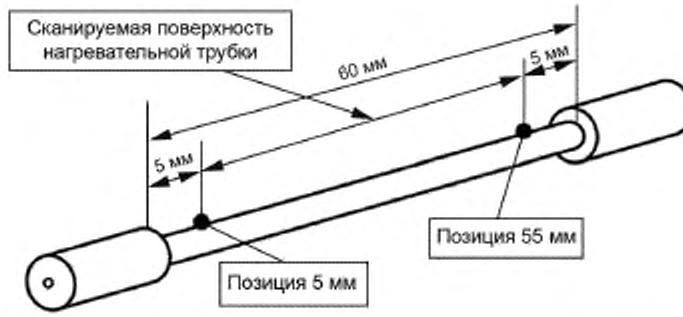


Рисунок А.2.7 — Характеристики сканируемой поверхности нагревательной трубки

А.2.9.2 Во время данного этапа прибор регистрирует и сохраняет в памяти спектр отраженного света от 12 различных точек на новой нагревательной трубке (рисунок А.2.8).

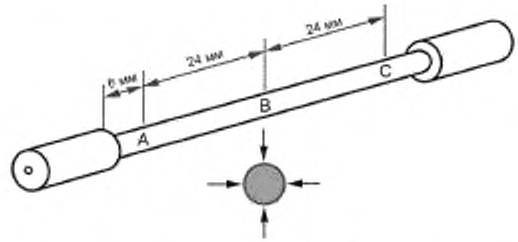


Рисунок А.2.8 — Точки калибровки базовой линии

А.2.9.3 Типовой спектр отражения рассчитывается путем усреднения 12 точек и он сохраняется в качестве базовой линии. Данная базовая линия далее используется для определения интерференции длины волны, создаваемой отложением.

А.2.9.4 Калибровку выполняют в соответствии с инструкцией по эксплуатации, прилагаемой к прибору. Продолжительность этого этапа составляет примерно три минуты.

А.2.10 Проверка оборудования

А.2.10.1 Периодически, не реже одного раза в неделю, проверяют работу прибора путем измерения эталонной нагревательной трубки (А.2.5.1) в соответствии с инструкцией по эксплуатации, прилагаемой к прибору. Результаты измерения должны быть в пределах ±5 % от известной толщины эталонных отложений нагревательной трубки. Если полученные значения выходят за пределы допускаемых значений, прибор возвращают изготовителю на повторную калибровку.

А.2.11 Оценка нагревательной трубки

А.2.11.1 С нагревательной трубкой следует обращаться осторожно, не касаясь ее центральной части.

А.2.11.2 Нагревательную трубку визуально проверяют на прямолинейность, перекатывая ее на ровной чистой поверхности и отмечая зазор между плоской поверхностью и центральным участком трубки. Нагревательные трубки с изогнутым центральным участком к проведению оценки на приборе DR 10 не допускаются.

А.2.11.3 Центральную часть нагревательной трубки осматривают без увеличения при лабораторном освещении на наличие видимых механических царапин. При обнаружении указанных дефектов нагревательную трубку бракуют.

А.2.12 Проведение испытания

А.2.12.1 До начала проведения испытания следует ознакомиться с инструкцией по эксплуатации, прилагаемой к прибору.

А.2.12.2 После введения данных о пробе топлива для реактивных двигателей и данных о нагревательной трубке автоматически запускается измерение толщины.

Примечание А.2.9 — Вращение и установка нагревательной трубки в определенном положении обеспечивают выполнение двух функций. Первая функция заключается в обеспечении прослеживаемости испытания — прибор увеличивает серийный номер и фотографирует его. Вторая функция заключается в установке нагревательной трубки на одну и ту же точку на окружности, что обеспечивает выполнение последовательности из-

мерений толщины, начиная с одной и той же точки на окружности. Соответственно, при повторном испытании на одной и той же нагревательной трубке будет легче сравнивать профили отложения для проверки.

А.2.12.3 После завершения измерения зарегистрированные данные отображаются и записываются, как показано на рисунке А.2.9.

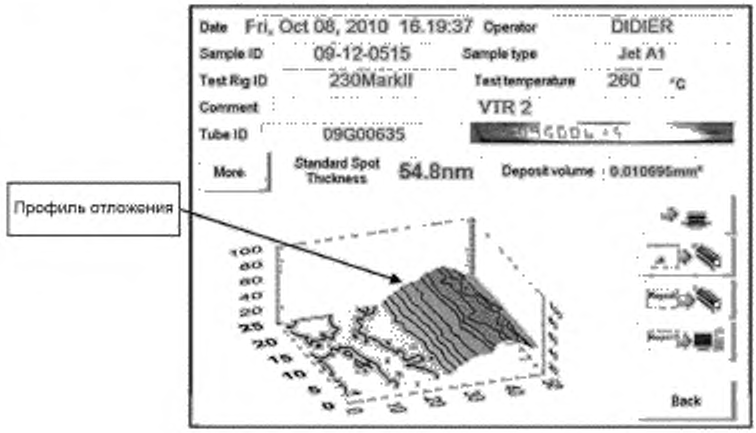


Рисунок А.2.9 — Пример регистрации (записи)

А.2.12.4 После проведения оценки извлекают нагревательную трубку и возвращают ее в исходный контейнер.

А.2.13 Запись результатов

А.2.13.1 Записывают данные, приведенные ниже.

А.2.13.1.1 Толщину стандартного пятна отложения с округлением до 1 нм.

А.2.13.1.2 Объем отложения с округлением до 0,00001 мм^3 или «N/A» (данные отсутствуют), если объем не указывается.

Примечание А.2.10 — В некоторых случаях прибор не может точно определить толщину в одной или нескольких из 1200 измеряемых точек. При возникновении такой ситуации прибор не проводит экстраполяцию толщины из значений, измеренных для окружающих точек (поскольку испытанием по методу настоящего стандарта предусмотрено получение надежных результатов). Прибор для измеряемой точки просто регистрирует значение как «N/A» (данные отсутствуют). Если число зарегистрированных точек со значением «N/A» превышает 10, тогда объем отложения регистрируется как «N/A». Однако прибор по-прежнему регистрирует толщину стандартного пятна, которая определяется как среднее значение точек с наибольшей толщиной, имеющих площадь 2,5 мм^2. Данное регистрируемое стандартное пятно рассчитывается с использованием всех точек, для которых была определена толщена.

В некоторых случаях, когда прибор регистрирует «Объем отложения N/A», испытательная нагревательная трубка оценивается визуально (VTR) как имеющая необычные отложения. Между записью «Объем отложения N/A» и визуальной оценкой необычных отложений корреляция не может быть установлена. На основании результатов межлабораторных испытаний, проведенных в 2011 году (исследовательский отчет RR: D02-1774), было отмечено, что в тех случаях, когда был зарегистрирован результат «Объем отложения N/A», это было связано с образованием отложений большой толщины, и предполагается, что данная причина является типовой.

А.2.14 Протокол испытания

А.2.14.1 Протокол испытания должен содержать, по крайней мере, следующую информацию:

А.2.14.1.1 Данные, необходимые для полной идентификации испытуемого топлива и испытательной нагревательной трубки;

А.2.14.1.2 Ссылку на настоящий стандарт;

А.2.14.1.3 Результат испытания (см. А.2.12);

А.2.14.1.4 Любое отклонение, по соглашению или иное, от установленного метода испытания;

А.2.14.1.5 Дату проведения испытания.

А.3 Оценка нагревательных трубок — эллипсометрический метод

А.3.1 Область применения

А.3.1.1 Настоящее приложение устанавливает эллипсометрической метод оценки нагревательной трубки после проведения испытания по методу настоящего стандарта.

А.3.1.2 Результатом данной оценки является абсолютное измерение толщины отложений на нагревательной трубке, которая является основанием для принятия решения о термоокислительной стабильности пробы топлива. Толщина отложений является важным параметром, характеризующим эксплуатационные свойства топливных систем самолета.

Примечание А.3.1 — Если настоящий метод будет использоваться для оценки нагревательной трубки после ее испытания по методу настоящего стандарта, то этим же методом на приборе для эллипсометрической оценки трубки (ETR) можно проверить новую нагревательную трубку для определения базовых параметров или состояния трубки приемлемого исходного качества.

А.3.2 Термины и определения

А.3.2.1 В настоящем приложении применены следующие термины с соответствующими определениями:

А.3.2.1.1 **профиль отложения** (deposit profile): Трехмерное представление профиля толщины отложения вдоль и вокруг длины оценочной зоны нагревательной трубки.

А.3.2.1.2 **толщина отложения** (deposit thickness): Толщина отложения на поверхности основы нагревательной трубки, выраженная в нанометрах (нм).

А.3.2.1.3 **эллипсометрия** (ellipsometry): Техника, используемая для измерения оптических свойств поверхностей (коэффициента преломления и коэффициента поглощения), основанная на изменении поляризационного состояния света при его отражении от поверхности.

А.3.2.1.3.1 При наличии тонкого прозрачного слоя с известным коэффициентом преломления и коэффициентом поглощения эллипсометрия может также использоваться для получения данных о толщине пленки.

А.3.2.1.4 **максимальная толщина отложения** (maximum deposit thickness): Максимальная толщина отложения средней площадью 2,5 мм^2, присутствующего на поверхности нагревательной трубки, выраженная в нанометрах (нм).

А.3.3 Сущность метода

А.3.3.1 Эллипсометрический прибор[10)] используется для оценки отложений на нагревательной трубке, отвечающей требованиям настоящего стандарта. Эллипсометрические данные обрабатываются компьютерным программным обеспечением, выполняется измерение и отображение на экране толщины отложения средней площадью 2,5 мм^2.

А.3.4 Значение и применение метода

А.3.4.1 Окончательная оценка нагревательной трубки заключается в непосредственном измерении толщины отложений сгоревшего топлива на трубке и является основанием для принятия решения о термоокислительной стабильности пробы топлива.

А.3.5 Материалы

Эталонные трубки эллипсометра, на которые были нанесены в определенном положении слои отложений с известными оптическими постоянными толщиной 30 нм, 80 нм, 130 нм с использованием контролируемого процесса получения отложений (например, метода многослойного отложения Ленгмюра—Блоджетта, отложения атомного слоя и/или химического осаждения в паровой фазе)[11)]

А.3.6 Оборудование

А.3.6.1 Прибор для эллипсометрической оценки трубки (прибор ETR) состоит из подходящего лазерного источника света, оптического детектора для измерения эллипсометрических параметров, устройства для управления трубкой и компьютерного программного обеспечения для обработки эллипсометрических данных. Прибор сконструирован с совмещением принципов эллипсометрических измерений и специфического обращения с нагревательной трубкой.

А.3.6.2 Измерение толщины производится по длине нагревательной трубки на участке от 5 до 55 мм общей длины 60 мм в соответствии с методом испытания, установленным в настоящем стандарте.

А.3.7 Подготовка оборудования

А.3.7.1 Устанавливают прибор в соответствии с инструкцией изготовителя. Убеждаются в надлежащем функционировании эллипсометрического прибора в части выравнивания и оптической диагностики. При возникновении какой-либо неисправности следует обратиться к инструкции изготовителя.

А.3.7.2 Стандартные рабочие параметры

А.3.7.2.1 Устанавливаемое значение коэффициента преломления основы — 2,65

Примечание А.3.2 — Значение выбираемого коэффициента преломления зависит от металла, из которого изготовлена испытательная трубка, и шероховатости ее поверхности. Значение 2,65 характерно для алюми-

---

[10)] Подтверждающие материалы хранятся в архиве штаб-квартиры ASTM International и могут быть получены по запросу исследовательского отчета RR:D02-1781. Для получения материалов следует связаться со службой по работе с потребителями по адресу: gost.e-ecolog.ru

[11)] Единственным поставщиком материалов (комплектов эталонных трубок), известным комитету в настоящее время, является компания Falex Corporation, 1020 Airpark Dr., Sugar Grove, Ill 60554. Если известны другие поставщики, можно предоставить данную информацию в штаб-квартиру ASTM International. Эта информация будет внимательно рассмотрена на заседании ответственного технического комитета, на котором можно присутствовать.

ниевых трубок, применяемых в настоящем стандарте. Требования к трубкам, изготовленным из других металлов, приведены в инструкции по эксплуатации прибора ETR.

А.3.7.2.2 Устанавливаемое значение коэффициента поглощения подложки (k) — 9.40

Примечание А.3.3 — Значение выбираемого коэффициента поглощения зависит от металла, из которого изготовлена испытательная трубка, и шероховатости ее поверхности. Значение 9,40 характерно для алюминиевых трубок, применяемых в настоящем стандарте. Требования к трубкам, изготовленным из других металлов, приведены в инструкции по эксплуатации прибора ETR.

А.3.7.2.3 Устанавливаемое значение коэффициента преломления пленки отложения — 1,45

Примечание А.3.4 — Данный коэффициент преломления является средним значением коэффициентов преломления для множества органических пленок.

А.3.7.2.4 Коэффициент поглощения пленки отложения 0.00

Примечание А.3.5 — Предполагается, что пленка является оптически прозрачной для лазерного света с длиной волны 1550 нм, используемого в приборе ETR.

А.3.7.2.5 Разрешение (количество точек по окружности): 24 точки.

А.3.7.2.6 Разрешение (количество точек по длине): 50 точек.

Примечание А.3.6 — Прибор ETR способен измерять не более 100 точек по длине трубки и до 360 равномерно расположенных точек по окружности трубки.

А.3.7.2.7 Прибор ETR регистрирует максимальную толщину отложения средней площадью 2,5 мм^2 в нанометрах (нм). При использовании разрешения 24 × 50 точек площадь размером 2,5 мм^2 образуют 6 точек в одном ряду или любая совокупность из 3 последовательно расположенных пар точек. Изготовитель включает в программное обеспечение прибора алгоритм, который автоматически идентифицирует все комбинации из 6 точек, вычисляет среднюю толщину для каждой из этих комбинаций, выбирает комбинацию из 6 точек с максимальной толщиной, выводит на экран максимальное среднее значение и показывает расположение отложения максимальной толщины на графике отложения.

А.3.8 Проверка оборудования

А.3.8.1 Проверяют работу эллипсометрического прибора путем измерения эталонных трубок эллипсометра (А.3.5.1). Результаты измерения должны находиться в пределах ±5 % от известной толщины и ±1 мм от известного месторасположения. Если полученные значения выходят за пределы допускаемых значений, прибор возвращают изготовителю на повторную калибровку.

А.3.9 Оценка нагревательной трубки

А.3.9.1 С нагревательной трубкой следует обращаться осторожно, не касаясь ее центральной части.

А.3.9.2 Нагревательную трубку визуально проверяют на прямолинейность, перекатывая ее на ровной чистой поверхности и отмечая зазор между плоской поверхностью и центральным участком трубки. Нагревательные трубки с изогнутым центральным участком не могут использоваться для проведения оценки на приборе ETR.

А.3.10 Проведение испытания

А.3.10.1 Запускают на приборе процедуру измерения в соответствии с инструкцией по эксплуатации изготовителя.

А.3.10.2 В конце измерения записывают максимальную толщину отложения средней площадью 2,5 мм^2 в нанометрах (нм). При использовании разрешения 24 × 50 точек площадь размером 2,5 мм^2 образуют 6 точек в одном ряду или любая совокупность из 3 последовательно расположенных пар точек. Изготовитель включает в программное обеспечение прибора алгоритм, который автоматически идентифицирует все комбинации из 6 точек, вычисляет среднюю толщину для каждой из этих комбинаций, выбирает комбинацию из 6 точек с максимальной толщиной, выводит на экран максимальное среднее значение и показывает расположение отложения максимальной толщины на графике отложения.

А.3.11 Протокол испытания

А.3.11.1 Записывают в протокол испытания следующую информацию:

А.3.11.1.1 Идентификационный номер нагревательной трубки, применяемой при испытании по методу настоящего стандарта;

А.3.11.1.2 Максимальную толщину отложения средней площадью 2,5 мм^2, нм;

А.3.11.1.3 Данные для полной идентификации испытуемого топлива и испытательной нагревательной трубки;

А.3.11.1.4 Ссылку на настоящий стандарт;

А.3.11.1.5 Любое отклонение, по соглашению или иное, от установленного метода испытания;

А.3.11.1.6 Дату проведения испытания.

А.4 Оборудование

А.4.1 Прибор для испытаний

А.4.1.1 Прибор, описываемый в настоящем приложении, — анализатор термоокислительной стабильности реактивных топлив, используемый для определения термоокислительной стабильности топлив для турбореактивных двигателей. Существует 5 моделей прибора, описание которых приведено ниже. Конструкция каждой из этих моделей обеспечивает однократную прокачку пробы через испытательную систему вдоль металлической оценочной трубки и через контрольный фильтр. Имеются средства контроля и измерения температуры трубки, давления в системе и перепада давления на фильтре, при этом методы контроля и измерений отличаются в зависимости от модели прибора. Прокачка осуществляется под избыточным давлением принудительно с использованием шестеренчатого или плунжерного насоса.

А.4.2 Особенности испытания

А.4.2.1 Общее описание

Данный прибор предполагает использование фиксированного объема реактивного топлива, предварительно отфильтрованного и проаэрированного для насыщения воздухом. Во время испытания топливо прокачивается с постоянным расходом вдоль нагреваемой алюминиевой трубки, поддерживаемой при относительно высокой температуре, как правило при 260 °С, однако температура может быть и более высокой, если это необходимо в соответствии с техническими требованиями, предъявляемыми к топливу. Топливо, насыщенное кислородом в процессе аэрации, может окислиться на горячей алюминиевой нагревательной трубке с образованием отложений в виде видимой пленки. В то же время продукты окисления топлива могут перемещаться вдоль трубки и оседать на контрольном фильтре. Определение термоокислительной стабильности топлив проводят как по увеличению перепада давления на контрольном фильтре, так и по оценке нагревательной трубки после окончания испытания.

А.4.2.2 Топливная система

Сразу же после фильтрования и воздушной аэрации топливо помещают в расходный бак, затем осуществляют его прокачку через испытательное оборудование в приемный бак для отработанной пробы. Движение пробы обеспечивается нагнетательным насосом, с помощью которого расход топлива поддерживается равным 3,0 $см^3$/мин, что предотвращает первоначальную забивку фильтра под действием напора потока. Допускаемое отклонение расхода топлива составляет 10 %. Когда перепад давления на фильтре достигнет предельного значения, открывают перепускной клапан, расположенный перед контрольным фильтром для завершения испытания. После завершения испытания можно проводить оценку любых отложений на нагревательной трубке.

А.4.2.2.1 Центральным узлом испытательной системы является теплообменник в виде трубки в корпусе или секция испытательной системы, в которую устанавливается оценочная трубка и через которую направляется поток топлива. Важно, чтобы нагревательная трубка была правильно отцентрирована в нагревательной секции прибора, как показано на рисунке А.4.1. Данное условие является обязательным для получения достоверных результатов и общим для всех моделей прибора.

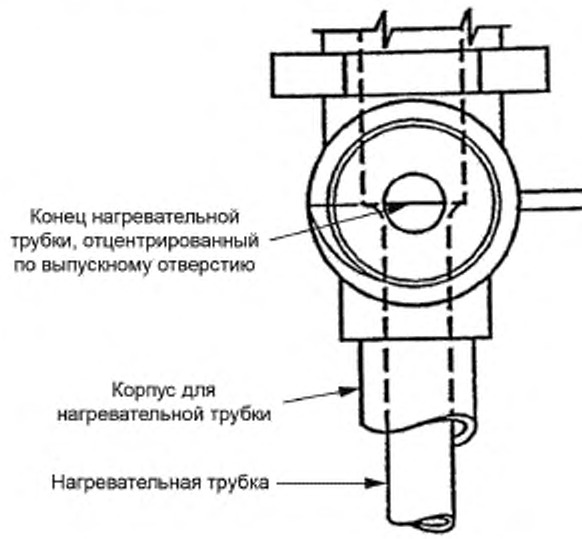


Рисунок А.4.1 — Центрирование нагревательной трубки

А.4.2.2.2 Имеются следующие особенности системы испытания топлива:

1) перед поступлением в нагревательную секцию испытательной системы свежее топливо фильтруется через бумажный мембранный фильтр с размером пор 0,45 мкм сразу же после выхода из расходного бака;

2) нагревательная трубка крепится в корпусе нагревательной секции с помощью эластомерных уплотнительных колец (см. рисунок А.4.2);

3) контрольный фильтр изготовлен из нержавеющей стали с номинальной пористостью 17 мкм. При увеличении перепада давления на данном фильтре (обычно до 125 мм рт. ст.) подается звуковой сигнал, оповещающий оператора. После этого при необходимости может быть включена обводная линия фильтра;

4) в приборах моделей 202, 203 и 215 используется один топливный бак с поршнем для отделения свежего топлива (внизу) от отработанного топлива (вверху). В приборах моделей 230 и 240 используются два топливных бака: один для свежего топлива и один для отработанного;

5) расход топлива в приборах всех моделей можно контролировать визуальным подсчетом капель отработанного топлива. Приборы моделей 230 и 240 также позволяют проводить измерение объемного расхода во времени. Данный способ измерения считается наиболее точным.

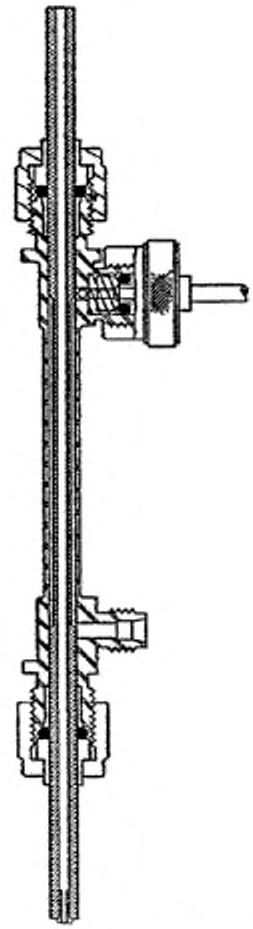
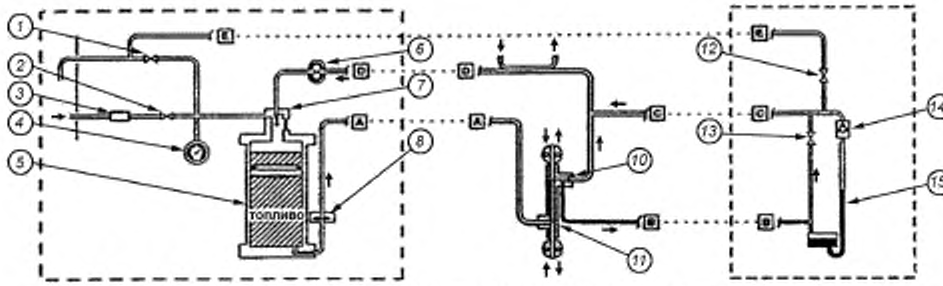
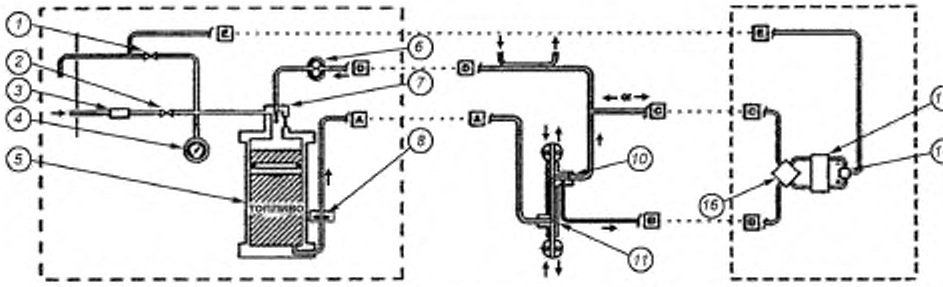


Рисунок А.4.2 — Секция испытательной системы с нагревательной трубкой

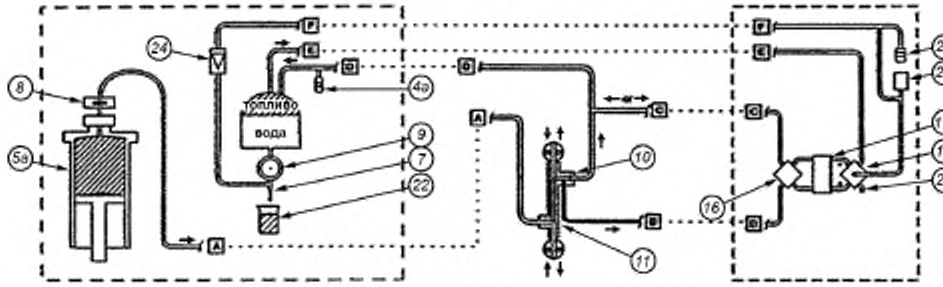
А.4.2.2.3 Схемы прокачки топлива через приборы трех основных конструкций представлены на рисунке А.4.3.



JFTOT – пневматическое повышение давления/шестеренчатый насос/
ртутный манометр/стандартный испытательный участок



JFTOT – пневматическое повышение давления/шестеренчатый насос/
датчик перепада давления/стандартный испытательный участок



JFTOT – гидравлическое повышение давления/плунжерный насос/
датчик перепада давления/стандартный испытательный участок

1 — выпускной клапан для азота;
2 — клапан регулировки давления, создаваемого азотом;
3 — ограничитель давления;
4 — манометр;
4а — датчик давления,
5 — расходный бак для топлива с поршнем и крышкой;
5а — гидроцилиндр — расходный бак для топлива;
6 — насос для дозировки с постоянным расходом;
7 — капельный индикатор расхода пробы;
8 — предварительный мембранный фильтр;
9 — регулятор давления;
10 — контрольный фильтр,
11 — секция испытательной системы с нагревательной трубкой;
12 — ручной выпускной клапан;
13 — перепускной клапан фильтра;
14 — обратный контрольный клапан,
15 — манометр;
16 — четырехходовой перепускной клапан датчика давления,
17 — датчик перепада давления;
18 — трехходовой выпускной (спускной) клапан,
19 — пятиходовой выпускной (спускной) клапан;
20 — заглушенное выпускное отверстие,
21 — воздухоулавливатель;
22 — отработанная жидкость;
23 — аккумулятор, накопитель жидкости;
24 — регулирующий клапан

Рисунок А.4.3 — Схемы топливной системы

А.4.2.3 Система контроля нагрева/температуры

Нагрев трубки осуществляется с помощью трансформатора путем пропускания через алюминиевую трубку электричества с высоким значением силы тока и низким напряжением. Нагревательная трубка соединяется с относительно тяжелыми охлаждаемыми водой токопроводящими шинами, температура которых увеличивается незначительно.

А.4.2.3.1 Датчик температуры во всех моделях прибора используется как для измерения температуры, так и для ее регулирования. В автоматическом режиме датчик обеспечивает равномерный нагрев в течение испытания, регулируя при необходимости мощность для поддержания во время испытания необходимой (заданной) температуры. В ручном режиме датчик обеспечивает только индикацию температуры. Диапазон измеряемых температур составляет интервал значений от температуры окружающей среды до максимальной температуры, приблизительно равной 350 °С.

А.4.2.3.2 Наибольшее значение для контроля температуры имеет термопара и ее положение. Для обеспечения приемлемой точности термопара должна быть откалибрована отдельно. Контакт спая термопары должен располагаться таким образом, чтобы автоматически контролировалась температура самой горячей точки нагревательной трубки. Простая механическая система позиционирования позволяет легко и правильно расположить термопару.

А.4.2.3.3 Схема основной системы нагрева показана на рисунке А.4.4.

А.4.2.4 Система охлаждения

Для нормального функционирования прибора необходимо частичное охлаждение для отвода тепла от токопроводящих шин, передающегося им от горячей нагревательной трубки. Охлаждающая вода циркулирует через каждую токопроводящую шину. Для охлаждения используется водопроводная вода (модели 202, 203 и 215) или жидкость, циркулирующая внутри системы и охлаждаемая радиатором (модели 230 и 240). При использовании таких систем необходимо проверять их функционирование и предотвращать использование охладителей, содержащих загрязняющие вещества или соли, способные со временем привести к засорению системы.

А.4.2.5 Подача топлива под давлением

При температуре нагревательной трубки, соответствующей температуре стандартного испытания, реактивное топливо обычно находится в кипящем состоянии. Это состояние не позволяет обеспечивать контроль точного значения температуры и препятствует образованию естественных отложений. Поэтому испытание необходимо проводить при избыточном давлении системы около 3,45 МПа (500 фунтов на квадратный дюйм). Данное значение давления достигается в каждой модели прибора либо с помощью газообразного азота (модели 202, 203 и 215), либо с использованием гидравлического плунжерного насоса (модели 230 и 240).

А.4.2.5.1 Манометр или датчик давления используется для измерения и контроля общего давления в системе. Следует отметить, что системы с давлением, создаваемым газом, в рабочем состоянии должны быть герметичны, в то время как системы с давлением, создаваемым гидравлически, имеют предохранительный клапан, через который постоянно в течение испытания проходит жидкость. Для обеспечения способности предохранительного клапана контролировать однородность потока топлива во время испытания используется вытеснительная камера, в верхнюю часть которой поступает отработанное топливо, вытесняя через предохранительный клапан из нижней части воду. Так как клапан связан только с водой, он работает непрерывно.

А.4.2.6 Измерение перепада давления

Существуют два типа устройств различной конструкции, используемых в приборах для измерения перепада давления ΔP на контрольном фильтре по мере накопления на нем в ходе испытания продуктов окисления топлива. В приборах моделей 202 и 203 (изготовленных до 1984 г.) используется ртутный манометр с возможной функцией записи ленточной диаграммы ΔP. В приборах моделей 215, 230 и 240 используется электронный датчик ΔP. Информация о том, как эти два метода измерения давления реализованы в топливных схемах, представлена на схемах топливных систем (см. рисунок А.4.3).

А.4.2.6.1 Правильное использование данных устройств для измерения перепада давления требует выполнения двух специальных операций: прокачки по обводной линии и отвода воздуха. Первая позволяет осуществлять прокачку топлива, когда это необходимо, в обход фильтра. Вторая используется для удаления воздуха или азота, который время от времени попадает в камеру. Показанием манометра является высота ртутного столба. Показания датчика давления должны отображаться в цифровом виде.

А.4.2.6.2 Система измерения с использованием манометра изначально содержит систематическую погрешность, обусловленную наличием над ртутью паров топлива вместо обычного воздуха. Это приводит к изменению значения давления, выраженного в единицах высоты ртутного столба, таким образом, что результат измерения приблизительно на 6 % выше истинного значения. Датчик давления такой погрешностью не обладает, и поэтому для получения одинаковых показаний на приборах с манометром и датчиком давления показания датчика давления следует увеличивать на величину систематической погрешности манометра, равную 6 %.

А.4.2.6.3 В начале проведения испытания показание устройства, используемого для измерения ΔP, должно быть выставлено на нуль в режиме прокачки. Это связано с тем, что во время течения топлива создается небольшой перепад давления в системе. Выставление показания датчика давления или манометра на нуль в начале испытания компенсирует перепад давления, обусловленный потоком топлива.

А.4.2.7 Проверка устройства измерения перепада давления

Проверка правильности измерения ΔP может быть проведена путем снятия значений давления, создаваемого столбиком жидкости с известной плотностью, с каждой стороны датчика ΔP. Подробности проведения данной операции содержатся в инструкции по эксплуатации каждой конкретной модели прибора. Данная проверка проводится для того, чтобы удостовериться в корректном функционировании датчика ΔP, и не является его калибровкой. Калибровка должна осуществляться изготовителем датчика, если это требуется по результатам проверки.

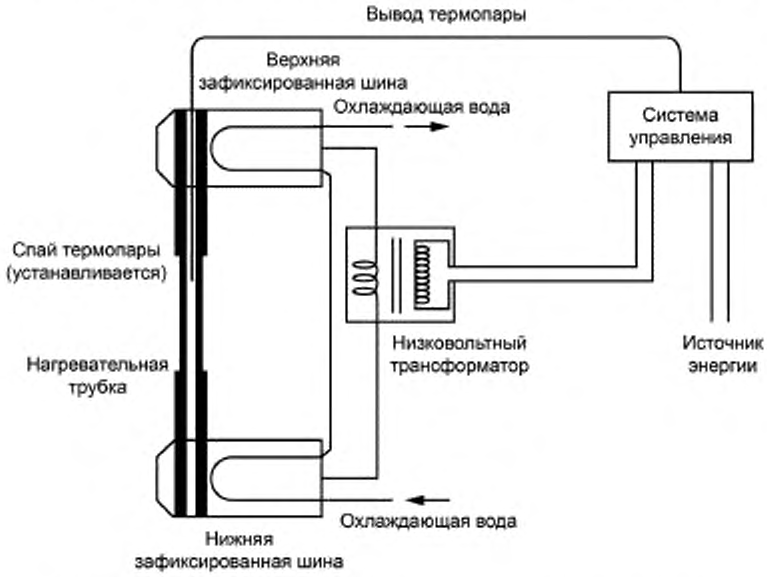


Рисунок А.4.4 — Схема нагревательной трубки и контроля температуры

А.4.2.8 Калибровка термопары

Важно, чтобы термопара обеспечивала точное измерение. Для достижения необходимой точности применяют метод калибровки по известным точкам плавления, подробное описание которого содержится в инструкции по эксплуатации для каждой модели прибора. Для приборов первых моделей в качестве металла-индикатора использовалось только чистое олово. Начиная с моделей 230 и 240 стали применять два металла — чистое олово с температурой плавления 232 °С и чистый свинец с температурой плавления 327 °С — для определения двух точек, охватывающих стандартный приборный диапазон испытательных температур. Для установления нижней точки отсчета 0 °С также используется смесь льда и воды.

А.4.2.8.1 Принцип калибровки по точкам плавления металлов основан на погружении контакта термопары в расплавленный металл и последующем его охлаждении. При фазовом переходе металла из жидкого в твердое состояние значение температуры некоторое время будет постоянным, указывая точку плавления металла.

А.4.2.8.2 Разницу между значением известной температуры затвердевания металла и значением отображаемой температуры используют в качестве поправки при установке температуры испытания. Например, если при применении олова с температурой затвердевания 232 °С (см. рисунок А.4.5) температура, фиксируемая в момент затвердевания, выше 232 °С, то это свидетельствует о том, что показания термопары завышены на величину этой разницы и должна применяться поправка для уменьшения температуры испытания на ту же величину. В случае использования двух металлов и тающего льда (нижняя точка) принцип калибровки тот же, но поправка измеряется и вводится автоматически компьютером прибора.

А.4.2.9 Система аэрации топлива

Приборы всех моделей оснащены устройством для аэрации топлива перед проведением испытания. Без присутствия в пробе кислорода невозможно проведение правильного испытания. Отфильтрованный сухой воздух дозируется в пробу в течение 6 мин с приблизительным расходом 1,5 дм^3/мин. Аэрация этими 9 дм^3 воздуха обеспечивает 97 %-ное насыщение пробы.



Рисунок А.4.5 — Кривая затвердевания олова

А.4.2.10 Определение продолжительности испытания

В зависимости от модели прибора существуют различные методы определения продолжительности испытания. Обычно используется индикатор времени, затраченного на проведение испытания, но в некоторых моделях для отсчета продолжительности снятия показаний ΔP может использоваться таймер. Так как эти два устройства могут быть не синхронизированы, то возможна потеря последних данных измерения в том случае, если испытание завершится до наступления времени снятия последнего показания. В инструкции по эксплуатации для приборов различных моделей описываются меры по предотвращению потерь результатов измерения.

А.5 Меры по предупреждению опасности

А.5.1 Ацетон

А.5.1.1 Хранят вдали от источников тепла, искр и открытого огня.

А.5.1.2 Контейнер хранят закрытым. Применяют при соответствующей вентиляции.

А.5.1.3 Следует избегать накопления паров и исключить все источники возгорания, особенно взрывоопасные электрические приборы и нагреватели.

А.5.2 Толуол

А.5.2.1 Следует избегать длительного или частого вдыхания паров или аэрозолей.

А.5.2.2 Применяют при соответствующей вентиляции.

А.5.2.3 Появление раздражения глаз и головокружения свидетельствует о чрезмерном воздействии толуола.

А.5.2.4 Не допускается принимать внутрь.

А.5.2.5 Попадание внутрь может вызвать заболевание или смерть.

А.5.2.6 Следует избегать длительного или частого контакта с кожей.

А.5.2.7 Не допускать попадания в глаза.

А.5.2.8 При контакте с пламенем, горячими раскаленными поверхностями или дуговым разрядом возможно образование токсичных паров.

А.5.3 Изопропанол (2-пропанол)

А.5.3.1 Хранят вдали от источников тепла, искр и открытого огня.

А.5.3.2 Контейнер хранят вдали от источников тепла, искр и открытого огня.

А.5.3.3 Контейнер хранят закрытым.

А.5.3.4 Применяют при соответствующей вентиляции.

А.5.3.5 Следует избегать накопления паров и исключить все источники возгорания, особенно взрывоопасные электрические приборы и нагреватели.

А.5.3.6 Следует избегать длительного вдыхания паров или аэрозолей.

А.5.3.7 Следует избегать длительного или частого контакта с кожей.

А.5.4 *н*-Гептан

А.5.4.1 Хранят вдали от источников тепла, искр и открытого огня.

А.5.4.2 Контейнер хранят закрытым.

А.5.4.3 Применяют при соответствующей вентиляции.

А.5.4.4 Следует избегать длительного вдыхания паров или аэрозолей.

А.5.4.5 Следует избегать длительного или частого контакта с кожей.

А.5.5 Сжатые газы (азот)

А.5.5.1 Баллон, если он не используется, хранят с закрытым вентилем.

А.5.5.2 Не допускается входить в складские помещения, предварительно не проветрив их соответствующим образом.

А.5.5.3 Всегда необходимо использовать редуктор давления.

А.5.5.4 Перед использованием баллона снижают давление в редукторе.

А.5.5.5 Не допускается подавать сжатый воздух из баллона в баллон.

А.5.5.6 Не допускается смешивать газы в баллоне.

А.5.5.7 Не допускается падение баллона.

А.5.5.8 Обеспечивают надежное крепление баллона в течение всего времени его использования.

А.5.5.9 При открытом вентиле баллона не допускается находиться вблизи выходного отверстия.

А.5.5.10 Баллон предохраняют от воздействия солнечного света и источников тепла.

А.5.5.11 Баллон предохраняют от воздействия коррозионных сред.

А.5.5.12 Не допускается использовать баллон без маркировки.

А.5.5.13 Не допускается использовать поврежденные баллоны или баллоны со вмятинами.

А.5.5.14 Предназначен только для технического использования.

А.5.5.15 Не допускается использовать для ингаляции.

А.5.6 Авиационное топливо для турбореактивных двигателей (Jet B, см. ASTM D1655)

А.5.6.1 Хранят вдали от источников тепла, искр и открытого огня.

А.5.6.2 Контейнер хранят закрытым.

А.5.6.3 Применяют при соответствующей вентиляции.

А.5.6.4 Следует избегать длительного вдыхания паров или аэрозолей.

А.5.6.5 Следует избегать длительного или частого контакта с кожей.

А.5.7 Авиационное топливо для турбореактивных двигателей (Jet A или A-1, см. ASTM D1655)

А.5.7.1 Хранят вдали от источников тепла, искр и открытого огня.

А.5.7.2 Контейнер хранят закрытым.

А.5.7.3 Применяют при соответствующей вентиляции.

А.5.7.4 Следует избегать накопления паров и исключить все источники возгорания, особенно взрывоопасные электрические приборы и нагреватели.

А.5.7.5 Следует избегать длительного вдыхания паров или аэрозолей.

А.5.7.6 Следует избегать длительного или частого контакта с кожей.

А.5.8 Ртуть

А.5.8.1 Не допускать вдыхания паров.

А.5.8.2 Контейнер хранят закрытым.

А.5.8.3 Применяют при соответствующей вентиляции.

А.5.8.4 Не допускается попадание внутрь.

А.5.8.5 Для сведения к минимуму испарений открытые поверхности ртути должны находиться под слоем воды там, где это возможно.

А.5.8.6 Не допускается нагревание.

А.5.8.7 Перед продажей или очисткой восстановленную ртуть хранят в плотно закрытом контейнере.

А.5.8.8 Не допускается сливание в раковину или выбрасывание вместе с мусором.

Приложения
(справочные)

X.1 Установка, техническое обслуживание, проведение специальных проверок

X.1.1 Требования к установке в лаборатории

X.1.1.1 Испытательный прибор должен устанавливаться на лабораторный стол с ровной поверхностью таким образом, чтобы ширина свободной зоны стола перед прибором составляла от 200 до 300 мм. Следует обеспечить легкий доступ к обратной стороне прибора для регулярного технического обслуживания и выполнения эксплуатационных требований. Убеждаются в том, что отверстия сверху или сбоку корпуса прибора не засорились во время установки или использования. Следует обеспечить соответствующую вентиляцию, а при обращении с растворителями и углеводородами руководствоваться соответствующими правилами. Для приборов первых моделей может потребоваться трансформатор постоянного напряжения. Необходимо использовать заземленный однофазный электрический источник энергии с эксплуатационными характеристиками 115 В, 60 Гц, 15 А или 220 В, 50 Гц, 8 А.

X.1.1.2 При использовании моделей прибора, в которых давление создается пневматически, баллон для подачи азота с регулятором, способным создавать давление 3,45 МПа, должен быть удобно расположен и присоединен с помощью трубки диаметром 3,2 мм к испытательному оборудованию. Входное отверстие для воды (WATER INLET) необходимо соединить при помощи трубки (шланга) диаметром 6,4 мм с источником воды, обеспечивающим ее подачу под давлением от 200 до 700 кПа. Трубка (шланг) диаметром 6,4 мм должна соединять выпускное отверстие для воды (WATER DRAIN) с водостоком с пропускной способностью не менее 80 л/ч.

X.1.2 Замена металла калибратора AutoCal

X.1.2.1 Олово (или свинец, в случае его использования) в ячейке калибратора AutoCal следует заменять в случае, если его количество становится меньше минимального, или при загрязнении металла.

X.1.2.2 Для удаления металла перевернутый калибратор AutoCal устанавливают между верхней зафиксированной и нижней плавающей шинами.

X.1.2.3 Для сбора расплавленного металла под ячейкой калибратора размещают смоченную в воде бумажную салфетку или ветошь.

X.1.2.4 Подают напряжение на калибратор AutoCal так же, как и при обычной калибровке, и одновременно при этом осторожно сливают из ячейки весь расплавленный металл.

X.1.2.5 Калибратор AutoCal переворачивают и заполняют новым металлом. Необходимое количество олова для однократного заполнения составляет приблизительно 1,5—1,9 г, необходимое количество свинца — приблизительно 3,3—4,7 г.

X.1.3 Замена термопары и регулировка ее положения

X.1.3.1 Термопара, используемая для измерения и регулирования температуры нагревательной трубки, в случае повреждения или поломки может заменяться. Если термопару необходимо заменить, ее извлекают, для чего ослабляют зажим термопары, опорный зажим и контакты термопары на обратной стороне устройства контроля температуры.

X.1.3.2 Устанавливают новую термопару, выполняя действия в обратном порядке. Заменяют и закручивают винты, если это требуется. При закручивании винтом с шестигранным шлицем зажима термопары контакт спая термопары должен находиться на одном уровне с верхней закрепленной шиной, когда индикатор положения установлен на контрольную отметку.

X.1.3.3 Проверяют правильность показаний термопары в условиях реального испытания.

X.1.4 Температурный профиль нагревательной трубки

X.1.4.1 При необходимости определения температурного профиля нагревательной трубки это определение проводят через час после начала испытания или перед тем, как ΔP на фильтре достигнет значительной величины. При этом следуют указаниям, приведенным в инструкции по эксплуатации для конкретной модели прибора.

X.1.5 Проверка расхода топлива

X.1.5.1 Приборы с шестеренчатым насосом (модели 202, 203, 215)

Проверяют расход топлива, наблюдая капание топлива в приемном баке и измеряя время вытекания 20 капель. Данное время должно составлять (9 ± 1) с.

X.1.5.2 Приборы с плунжерным насосом (модели 230, 240)

X.1.5.2.1 Метод измерения скорости капания

Проверяют расход топлива, наблюдая капание топлива в приемном баке и измеряя время вытекания 20 капель. Данное время должно составлять (9 ± 1) с.

X.1.5.2.2 Объемный метод

Проверяют расход топлива, измеряя время, необходимое для сбора в мерном цилиндре 15 $см^3$ топлива. Данное время должно составлять от 4 мин 33 с до 5 мин 33 с.

X.1.5.2.3 Для приборов с плунжерным насосом объемный метод измерения расхода топлива является арбитражным.

Примечание — Для определения точного значения времени, необходимого для вытекания 20 капель, отсчет времени начинают с нулевой капли (капля 0, капля 1, капля 2, ..., капля 20).

X.1.6 Проверка утечки из перепускного клапана для фильтра (только для моделей 202, 203 и 215)

X.1.6.1 Берут использованный фильтр и наносят на него со стороны поступления топлива быстросохнущий клей. Устанавливают данный фильтр вместе с какой-либо использованной нагревательной трубкой в испытательную секцию.

X.1.6.2 Прокачивают чистое отфильтрованное топливо при открытом клапане (MAN BYPASS) по обводной линии под давлением 3,45 МПа (не включая нагрев).

X.1.6.3 После того как поток, наблюдаемый в смотровом окне, стабилизируется (20 капель в течение (9,0 ± 1,0) с), закрывают перепускной клапан (MAN BYPASS) и одновременно включают секундомер. Отмечают время, необходимое для достижения значения ΔP, равного 100 мм рт. ст., и сразу же открывают перепускной клапан (MAN BYPASS) для восстановления нормального потока топлива.

X.1.6.4 Если время для достижения значения ΔP, равного 13,33 МПа (100 мм рт. ст.), не превышает 60 с, перепускной клапан (MAN BYPASS) и топливный насос удовлетворяют стандартным условиям проведения испытания.

X.1.6.5 Время, необходимое для достижения значения ΔP, превышающего 100 мм рт. ст., может быть довольно коротким; на некотором оборудовании увеличение может происходить мгновенно в зависимости от состояния насоса и характеристик системы. Такое быстрое увеличение ΔP является допустимым и его значение находится в диапазоне значений, удовлетворяющих ожидаемому и стандартному испытанию.

X.1.6.6 Если время для достижения значения ΔP, равного 100 мм рт. ст., превышает 60 с, то либо протекает перепускной клапан, либо эксплуатационные характеристики топливного дозировочного насоса являются неудовлетворительными. В этом случае следует проверить рабочее состояние топливного дозирующего насоса, чтобы определить, что именно (насос или клапан на обводной линии) необходимо заменить.

X.1.7 Проверка топливного дозирующего насоса (только для шестеренчатых насосов)

X.1.7.1 Устанавливают засоренный фильтр, использованную нагревательную трубку и обеспечивают нормальную подачу топлива.

X.1.7.2 После установления стабильного потока топлива регулируют перепускной клапан (MAN BYPASS) для поддержания постоянного значения ΔP, равного 50 мм рт. ст.

X.1.7.3 Измеряют секундомером время вытекания 20 капель для определения расхода топлива, наблюдаемого в смотровом окне.

X.1.7.4 Время вытекания 20 капель для правильно функционирующего топливного насоса должно быть (9,0 ± 1,0) с. Если значение времени превышает 10 с, насос следует заменить.

X.1.7.5 После установки нового насоса проводят его проверку.

X.1.7.6 Если низкий расход топлива сохраняется, промывают все трубопроводные линии, начиная от контрольного фильтра и заканчивая расходным баком, трехкомпонентным растворителем, используя дозирующий насос. При необходимости заменяют трубопроводные линии. Повторяют проверку насоса.

X.1.8 Указания по техническому обслуживанию

X.1.8.1 Имеется инструкция по техническому обслуживанию, содержащая дополнительную информацию, например электрическую схему (данная схема также имеется на внутренней стороне задней стенки корпуса прибора (см. [4])). Полная информация по эксплуатации приборов различных моделей содержится в инструкции по эксплуатации для каждого прибора.

X.2 Определение точки разрыва

X.2.1 Определение

X.2.1.1 **точка разрыва** (breakpoint): Максимальная температура испытания в соответствии с методом настоящего стандарта, при которой топливо по результатам оценки трубки и определения ΔP соответствует техническим требованиям.

X.2.1.1.1 Согласно данному определению точкой разрыва является самая высокая температура, при которой топливо выдерживает испытание. Следует отметить, что в некоторых изданиях термин «точка разрыва» используется для указания самой низкой температуры, при которой топливо не выдерживает испытания и значение которой составляет (x + 5) °С относительно температуры, указанной ниже.

X.2.2 Определение точки разрыва

X.2.2.1 Точку разрыва можно установить путем проведения нескольких испытаний при различных контрольных температурах до достижения температуры x °С. При этой температуре топливо соответствует техническим требованиям по оценке трубки и значению ΔP. При контрольной температуре (x + 5) °С испытание приведет к отрицательным результатам (т. е. несоответствию по оценке трубки или значению ΔP). Температура x °С должна быть занесена в протокол как точка разрыва, определенная по методу настоящего стандарта.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных стандартов ASTM и международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного стандарта ASTM и международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ASTM D1655	—	*
ASTM D4306	—	*
ASTM E177	—	*
ASTM E691	—	*
ISO 3274	—	*
ISO 4288	—	*
* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта, стандарта ASTM.		

УДК 665.753.035.5(083.74)(476) МКС 75.080 IDT

Ключевые слова: перепад давления, топлива для газотурбинных двигателей, метод определения, стабильность термическая, продукты окисления

БЗ 12—2018/32

Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 02.11.2018. Подписано в печать 28.11.2018. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,79.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru