МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 33906— 2016

ТОПЛИВА АВИАЦИОННЫЕ ДЛЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Определение смазывающей способности на аппарате шар-цилиндр (BOCLE)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 31 «Нефтяные топлива и смазочные материалы», Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти» (ОАО «ВНИИ НП») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 22 ноября 2016 г. № 93-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
Грузия	GE	Грузстандарт
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 апреля 2017 г. № 239-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 33906—2016 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2018 г.

5 Настоящий стандарт идентичен стандарту ASTM D 5001-10 (2014) «Стандартный метод определения смазывающей способности авиационного турбинного топлива на аппарате шар-цилиндр (BOCLE)» [«Standard test method for measurement of lubricity of aviation turbine fuels by the ball-on-cylinder lubricity evaluator (BOCLE)», IDT].

Стандарт разработан подкомитетом D02.J0.04 Additives and electrical properties (Присадки и электрические характеристики) совместного Технического комитета по стандартизации ASTM D02 Petroleum products, liquid fuels and lubricants (Нефтепродукты, жидкие топлива и смазочные материалы).

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 соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

7 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Август 2019 г.

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

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Стандартинформ, оформление, 2017, 2019

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, определения и обозначения 2
4 Сущность метода 2
5 Назначение и применение 3
6 Аппаратура 3
7 Материалы и реактивы 4
8 Отбор проб, испытуемые образцы и детали аппаратуры 5
9 Подготовка аппаратуры 6
10 Калибровка и стандартизация 6
11 Проведение испытаний 7
12 Вычисления и оформление результатов испытаний 7
13 Протокол испытаний 8
14 Прецизионность и смещение 9
Приложение А1 (обязательное) Полуавтоматический метод 11
Приложение А2 (обязательное) Полностью автоматический метод 14
Приложение А3 (обязательное) Положения по технике безопасности 16
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных стандартов межгосударственным стандартам 17

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ТОПЛИВА АВИАЦИОННЫЕ ДЛЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Определение смазывающей способности на аппарате шар-цилиндр (BOCLE)

Aviation turbine fuels. Determination of lubricity by the ball-on-cylinder lubricity evaluator (BOCLE)

Дата введения — 2018—07—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт распространяется на авиационные топлива для газотурбинных двигателей и устанавливает метод оценки характеристик износа при трении стальных поверхностей в условиях граничной смазки на аппарате шар-цилиндр (BOCLE).

1.1.1 Настоящий метод может быть выполнен двумя способами: с использованием полуавтоматического аппарата и полностью автоматического аппарата. Для проведения испытаний можно использовать любой из двух аппаратов.

1.2 Значения, установленные в единицах СИ, считают стандартными. Единицы других систем в стандарт не включены.

1.3 В настоящем стандарте не предусмотрено рассмотрение всех вопросов обеспечения безопасности, связанных с его использованием. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за установление соответствующих правил по технике безопасности и охране здоровья, а также определяет целесообразность применения законодательных ограничений перед его использованием.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

2.1 Стандарты ASTM[1]:

ASTM D 4306, Practice for aviation fuel sample containers for tests affected by trace contamination (Практика испытаний пробоотборников для авиационных топлив на присутствие следов загрязнений)

ASTM D 6708, Practice for statistical assessment and improvement of expected agreement between two test methods that purport to measure the same property of a material (Практика статистической оценки и улучшения предполагаемой согласованности между двумя методами испытания, использующимися для измерения одного и того же свойства материала)

2.2 Военная спецификация[2]

MIL-I-25017, Inhibitor, corrosion/lubricity improver, fuel soluble (Ингибитор, коррозия/ присадка, улучшающая смазывающие свойства, растворимая в топливе)

---

[1] Уточнить ссылки на стандарты ASTM можно на сайте ASTM www.astm.org или в службе поддержки клиентов ASTM: gost.e-ecolog.ru . В информационном томе ежегодного сборника стандартов (Annual Book of ASTM Standards) следует обращаться к сводке стандартов ежегодного сборника стандартов на странице сайта.

[2] Доступен в Standardization Documents Order Desk, DODSSP, Bldg. 4, Section D, 700 Robbins Ave., Philadelphia, PA 19111-5098, gost.e-ecolog.ru .

2.3 Стандарт Американского института железа и стали[3)]

AISI E-52100, Chromium alloy steel (Хромированные легированные стали)

2.4 Стандарт ISO[4)]

ISO 3290-1:2008, Rolling bearings — Balls — Part 1: Steel balls (Роликовые подшипники. Шарики. Часть 1. Стальные шарики)[5)]

2.5 Стандарт Общества автомобильных инженеров (Society of Automotive Engineers)[6)]

SAE 8720, Steel (Сталь)

3 Термины, определения и обозначения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями и обозначения:

3.1 Термины и определения

3.1.1 **смазывающая способность** (lubricity): Свойство жидкости сводить к минимуму трение между поверхностями и их повреждение при относительном перемещении этих поверхностей под нагрузкой.

3.1.1.1 **Пояснение** — В настоящем методе смазывающую способность жидкости определяют пятном износа (мм), получаемым на нагруженном неподвижном шарике при контакте с вращающимся цилиндрическим испытательным кольцом, смоченным жидкостью, в точно установленных и контролируемых условиях.

3.1.2 **пятно износа** (wear scar): Для жидких топлив — это средний диаметр, изношенной и истертой в определенных условиях площади поверхности испытательного шарика, измеряемый в двух заданных направлениях.

3.1.2.1 **Пояснение** — Пятно износа, полученное по настоящему методу, часто называют «пятно износа по BOCLE».

3.2 Обозначения

3.2.1 BOCLE — аппарат шар-цилиндр для определения смазывающей способности.

3.2.2 HRC — твердость по Роквеллу, шкала С.

3.2.3 WSD — диаметр пятна износа.

4 Сущность метода

4.1 Помещают испытуемую жидкость в испытательный резервуар, в котором поддерживают относительную влажность атмосферного воздуха, равную 10 %. Закрепляют неподвижно стальной шарик в вертикальном зажимном устройстве и прижимают к аксиально закрепленному цилиндрическому стальному кольцу с помощью прилагаемой нагрузки. Испытательное кольцо, частично погруженное в резервуар с испытуемой жидкостью, вращается с фиксированной скоростью. Этот технический прием позволяет поддерживать кольцо в смоченном состоянии и постоянно переносить испытуемую жидкость в пространство между поверхностями шар-цилиндр. На испытательном шарике образуется пятно износа, которое является мерой смазывающей способности авиационного топлива. Калибровка и стандартизация диаметра пятна износа WSD приведены в разделе 10.

[3)] Доступен в American Iron and Steel Institute (AISI), 1140 Connecticut Ave., NW, Suite 705, Washington, DC 20036, gost.e-ecolog.ru

[4)] Доступен в International Organization for Standardization (ISO), 1, ch. De la Voie-Creuse, Case postale 56, CH-1211, Geneva 20, Switzerland, http:// gost.e-ecolog.ru

[5)] Действует ISO 3290-1:2014, Rolling bearing — Balls — Part 1: Steel balls (Роликовые подшипники. Шарики. Часть 1. Стальные шарики). Однако для однозначного соблюдения требований настоящего стандарта, выраженного в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

[6)] Доступен в Society of Automotive Engineers (SAE), 400 Commonwealth Dr., Warrendale, PA 15096-0001, http://www.sae.org.

5 Назначение и применение

5.1 Износ из-за избыточного трения, в результате которого сокращается срок службы деталей двигателя, таких как топливные насосы и топливные регуляторы, иногда объясняют недостаточной смазывающей способностью авиационного топлива.

5.2 Соотношение результатов испытаний с разрушением деталей авиационной топливной системы из-за износа было продемонстрировано для некоторых комбинаций топливо/детали, где граничная смазка является фактором, влияющим на работу деталей системы.

5.3 Процедура определения пятна износа, образующегося при испытании на аппарате BOCLE, чувствительна к загрязнению испытуемых жидкостей и материалов, присутствию кислорода и воды в атмосфере и температуре испытания. Результаты измерения смазывающей способности (пятна износа) также чувствительны к следам загрязнений, внесенным при отборе проб и хранении. Следует использовать пробоотборники, исследованные по ASTM D 4306.

5.4 Метод испытаний BOCLE не является прямым отражением эксплуатационных условий работы деталей двигателя. Например, ряд топлив с высоким содержанием некоторых серосодержащих соединений может показывать аномальные результаты испытаний.

6 Аппаратура

6.1 Подробное описание полуавтоматического аппарата BOCLE приведено в приложении А1, описание полностью автоматического аппарата — в приложении А2.

6.2 Микроскоп со 100-кратным увеличением, обеспечивающий измерение пятна износа на шарике с точностью до 0,01 мм.

6.2.1 Способ измерения пятна износа

Для измерения пятна износа можно использовать микрометрическую стеклянную пластину (окулярный микрометр) с ценой деления 0,01 мм[7)], или цифровой микрометр и подвижный узел с разрешением не минее 0,01 мм[8)].

6.3 Требования к условиям проведения испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Стандартные рабочие условия

Наименование показателя	Значение
Объем жидкости, $см^3$	50,0 ± 1,0
Температура жидкости, °С	25 ± 1
Относительная влажность кондиционированного воздуха при температуре (25 ± 1) °С, %	10,0 ± 0,2
Скорость пропускания воздуха в течение 15 мин, $дм^3$/мин, при предварительной обработке жидкости:	
через жидкость	0,50
над жидкостью	3,3
Условия испытания жидкости:	
скорость пропускания воздуха над жидкостью, $дм^3$/мин	3,8
прикладываемая нагрузка, г	1000 ± 1; 500 ± 1
частота вращения цилиндра, об/мин	240 ± 1
продолжительность испытания, мин	30,0 ± 0,1

[7)] Единственного известного изготовителя в настоящее время можно найти в Catalog No. 31-16-99 from Bausch and Lomb, Inc., Bausch & Lomb World Headquarters, One Bausch & Lomb Place, Rochester, NY 14604-2701. Сертификат прослеживаемости можно получить в National Institute of Standards and Technology.

[8)] Единственным известным подходящим микроскопом в настоящее время является Microscope part number ABSMIC from PCS Instruments, 78 Stanley Gardens, London, W3 7SZ, U.K. Сертификат прослеживаемости можно получить в National Institute of Standards and Technology.

6.4 Очищающая ванна

Очищающая ванна — бесшовный резервуар из нержавеющей стали вместимостью 1,9 дм^3, с потребляемой мощностью 40 Вт.

7 Материалы и реактивы

7.1 Испытательное кольцо

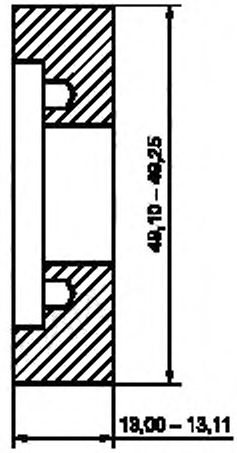
Испытательное кольцо из стали марки SAE 8720 твердостью по шкале С Роквелла (HRC) от 58 до 62, с поверхностью, обработанной до шероховатости, среднеквадратичное значение которой — от 0,56 до 0,71 мкм[9]. Размеры кольца приведены на рисунке 1.

7.2 Испытательные шарики

Шарики из хромированной стали по AISI № E-52100, класса 5—10, диаметром 12,7 мм. Описание шариков приведено в ISO 3290-1. Твердость должна быть в диапазоне от 64 до 66 HRC, более узком диапазоне, чем предусмотрено в ISO.

7.3 Дополнительное оборудование

Подробное описание дополнительного оборудования, характерного для каждого способа, приведено в приложениях А1 и А2.



Материал — специальная модифицированная сталь AISI 8720 твердостью 58—62 HRC по шкале С Роквелла, с чистотой обработки поверхности 0,56—0,71 мкм (22—28 микродюймов).

Рисунок 1 — Испытательное кольцо для определения смазывающей способности на аппарате шар-цилиндр

7.4 Сжатый воздух

Сжатый воздух, содержащий не более 0,1 ppm углеводородов и не более 50 ppm воды [**Предупреждение** — Сжатый газ под высоким давлением. В присутствии воспламеняющихся материалов используют с чрезвычайной осторожностью, т. к. температуры самовозгорания большинства органических соединений в воздухе значительно снижаются с повышением давления (см. А3.1, приложение А3)].

7.5 Эксикатор

Эксикатор с поглотителем влаги без индикатора для хранения испытательных колец, шариков и металлических деталей.

7.6 Перчатки

Чистые безворсовые хлопковые перчатки одноразового использования.

[9] Единственным известным изготовителем колец в настоящее время является (для полуавтоматического метода) Test Rings Part No. F25061, Falex Corp., 2055 Comprehensive Drive, Aurora, IL 60505 и (для полностью автоматического метода) Test Rings. Part No. ABSRING, PCS Instruments, 78 Stanley Gardens, London, W3 7SZ, U.K.

7.7 Очищающий материал

Легкая безворсовая ткань, не содержащая углеводородов, одноразового использования.

7.8 Изооктан (2,2,4-триметилпентан)

Изооктан квалификации ч. д. а., с массовой долей основного вещества не менее 95 % [**Предупреждение** — Чрезвычайно воспламеняющийся. Вреден для здоровья при вдыхании. Пары могут приводить к быстрому распространению пламени (см. А3.2, приложение А3)].

7.9 Изопропиловый спирт

Изопропиловый спирт квалификации х. ч. [**Предупреждение** — Воспламеняемый (см. А3.3)].

7.10 Ацетон

Ацетон ч. д. а. [**Предупреждение** — Чрезвычайно воспламеняемый. Пары могут воспламеняться (см. А3.4)].

7.11 Эталонные жидкости

7.11.1 Жидкость А

Смесь, содержащая 30 мг/кг специального растворимого в топливе ингибитора коррозии — присадки, улучшающей смазывающую способность, соответствующей MIL-I-25017[10], в жидкости В [**Предупреждение** — Воспламеняемая. Пары вредны (см. А3.5)].

7.11.2 Жидкость В

Растворитель на основе узкой изопарафиновой фракции [**Предупреждение** — Воспламеняем. Пары вредны (см. А3.5)[11].

7.11.3 Эталонные жидкости следует хранить в емкостях с эпоксидным покрытием или бутылках из боросиликатного стекла с крышками, оснащенными прокладками из алюминиевой фольги или политетрафторэтилена (PTFE). Бутылки из боросиликатного стекла следует хранить в темном месте.

8 Отбор проб, испытуемые образцы и детали аппаратуры

8.1 Очистка аппаратуры и комплектующих деталей

8.1.1 Новые испытательные кольца (в состоянии поставки)

8.1.1.1 Испытательные кольца следует предварительно вручную очистить от защитного покрытия очищающим материалом или бумажными салфетками, пропитанными изооктаном.

8.1.1.2 Предварительно очищенные кольца помещают в чистый стакан вместимостью 500 см^3. Наливают в стакан смесь изооктана (2,2,4-триметилпентан) и изопропилового спирта в соотношении 1:1 по объему таким образом, чтобы испытательные кольца были полностью покрыты растворителем.

8.1.1.3 Помещают стакан в ультразвуковую ванну на 15 мин.

8.1.1.4 Перемещают испытательные кольца в чистый стакан, наливают свежий растворитель и повторяют процедуру ультразвуковой очистки по 8.1.1.3.

8.1.1.5 Перемещают чистые испытательные кольца, используя чистые пинцеты или одноразовые перчатки. Испытательные кольца вынимают из стакана, промывают изооктаном, сушат и ополаскивают ацетоном.

Примечание 1 — Для сушки можно использовать струю сжатого воздуха давлением от 140 до 210 кПа.

8.1.1.6 Сухие кольца хранят в эксикаторе.

8.1.2 Новые испытательные шарики

8.1.2.1 Помещают шарики в стакан вместимостью 300 см^3. Наливают в стакан смесь изооктана и изопропилового спирта в соотношении 1:1 по объему таким образом, чтобы шарики были полностью покрыты очищающим растворителем.

[10] Единственной известной присадкой в настоящее время является DCI-4AAdditive, Innospec Fuel Specialties, 8375 SouthWillow Street, Littleton, CO 80124.

[11] Единственным известным поставщиком ISOPAR M Solvent, в настоящее время является Exxon Company, USA, P.O. Box 2180, Houston, TX 77001.

Примечание 2 — За одну процедуру можно обработать приблизительно пятидневное количество шариков.

8.1.2.2 Помещают стакан с шариками в ультразвуковую ванну на 15 мин.

8.1.2.3 Повторяют очистку по 8.1.2.2, используя чистый стакан и свежий растворитель.

8.1.2.4 Удаляют шарики, промывают изооктаном, затем сушат и промывают ацетоном.

8.1.2.5 Сухие шарики хранят в эксикаторе.

8.1.3 Резервуар, крышка резервуара, зажим для шарика, запорное кольцо

Комплект оправки (способ А — полуавтоматический), комплект испытательного кольца (способ В — полностью автоматический) и другие детали, непосредственно контактирующие с испытуемым топливом, приведены в приложениях А1 и А2.

8.1.3.1 Промывают детали изооктаном.

8.1.3.2 Очищают в ультразвуковой ванне смесью изооктана и изопропилового спирта в соотношении 1:1 по объему в течение 5 мин.

8.1.3.3 Вынимают из очистителя и промывают изооктаном, затем сушат и промывают ацетоном.

8.1.3.4 Хранят детали в эксикаторе до использования.

8.1.4 Металлические детали

8.1.4.1 Все металлические детали и инструменты, которые могут контактировать с испытуемой жидкостью, должны быть тщательно очищены промыванием в изооктане и протерты очищающей тканью.

8.1.4.2 Хранят детали в эксикаторе до использования.

8.1.5 После испытания

8.1.5.1 Удаляют резервуар и испытательное кольцо.

8.1.5.2 Разбирают все детали аппарата и очищают 5 мин в ультразвуковой ванне в смеси изооктана и изопропилового спирта в соотношении 1:1 по объему. Промывают изооктаном, сушат и промывают ацетоном. Вновь собирают все детали.

8.1.5.3 Все детали аппарата сушат и хранят в эксикаторе.

Примечание 3 — При испытании одной и той же жидкости можно очищать резервуар вручную. Резервуар промывают изооктаном. Протирают одноразовым очищающим материалом для удаления остатка топлива, продуктов разложения и продуктов износа, образующихся при испытании. Снова промывают резервуар изооктаном. Сушат, на завершающей стадии промывают ацетоном и снова сушат.

8.1.5.4 Хранят детали в эксикаторе до использования.

8.1.5.5 При применении полуавтоматического аппарата (способ А) следят за тем, чтобы во время процедуры очистки была тщательно промыта и высушена трубка аэрации топлива. Хранят детали в эксикаторе до использования.

9 Подготовка аппаратуры

9.1 Для подготовки аппаратуры следуют рекомендациям, изложенным в приложении А1 — для полуавтоматического способа и приложении А2 — для полностью автоматического способа.

10 Калибровка и стандартизация

10.1 Перед каждым испытанием визуально проверяют испытательные шарики. Отбраковывают шарики, имеющие углубления, коррозию или другие дефекты поверхности.

10.2 Эталонные жидкости

10.2.1 Проводят три испытания на каждой новой партии эталонных жидкостей в соответствии с разделом 11, используя испытательное кольцо, предварительно стандартизованное испытанием эталонной жидкости.

10.2.2 Повторяют три испытания, если диаметры пятна износа отличаются более чем на 0,04 мм для эталонной жидкости А или более чем на 0,08 мм — для эталонной жидкости В.

10.2.3 Эталонную жидкость бракуют, если значения диаметра пятна износа, полученные в условиях по 10.2.1, при повторных испытаниях снова отличаются более чем на значения по 10.2.2.

10.2.4 Вычисляют среднеарифметическое значение пятна износа трех результатов испытаний, которые находятся в пределах значений по 10.2.2, для соответствующей эталонной жидкости.

10.2.5 Сравнивают средние результаты со следующими значениями эталонных жидкостей:

- среднеарифметическое значение WSD для эталонной жидкости А — 0,56 мм;
- среднеарифметическое значение WSD для эталонной жидкости В — 0,85 мм.

10.2.6 Бракуют новую партию эталонной жидкости, если среднеарифметическое значение результатов, полученное по 10.2.4, отличается более чем на 0,04 мм для эталонной жидкости А или более чем на 0,08 мм — для эталонной жидкости В от значений, приведенных в 10.2.5.

10.3 Калибровка испытательных колец

10.3.1 Каждое новое кольцо испытывают с эталонной жидкостью А в соответствии с разделом 11.

10.3.2 Кольцо считают пригодным для проведения испытаний, если полученное значение WSD отличается от значения WSD для эталонной жидкости А, приведенного в 10.2.5, не более чем на 0,04 мм.

10.3.3 Повторяют испытание, если полученное значение WSD отличается от значения WSD для эталонной жидкости А, приведенного в 10.2.5, более чем на 0,04 мм.

10.3.4 Бракуют кольцо, если два значения WSD, полученные по 10.3.1 и 10.3.3 отличаются друг от друга более чем на 0,04 мм или если оба значения WSD отличаются от значения WSD для эталонной жидкости А, приведенного в 10.2.5, более чем на 0,04 мм.

10.3.5 Испытывают каждое новое кольцо с эталонной жидкостью В, как указано в разделе 11.

10.3.6 Кольцо считают пригодным для проведения испытания, если полученное значение WSD отличается от значения WSD для эталонной жидкости В, приведенного в 10.2.5, не более чем на 0,08 мм.

10.3.7 Повторяют испытание, если полученное значение WSD отличается от значения WSD для эталонной жидкости В, приведенного в 10.2.5, более чем на 0,08 мм.

10.3.8 Бракуют кольцо, если два значения WSD, полученные в 10.3.5 и 10.3.7 отличаются друг от друга более чем на 0,08 мм или если оба значения отличаются от значения WSD для эталонной жидкости В по 10.2.5 более чем на 0,08 мм.

Примечание 4 — Результаты испытаний на аппарате BOCLE очень чувствительны к загрязнению эталонных жидкостей, шариков и металлических деталей.

11 Проведение испытаний

11.1 Процедура испытаний с использованием полуавтоматического аппарата приведена в приложении А1.

11.2 Процедура испытаний с использованием полностью автоматического аппарата приведена в приложении А2.

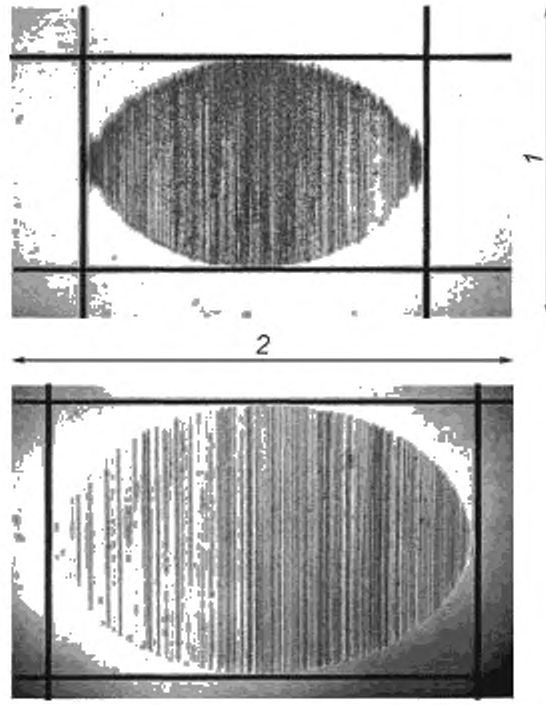
12 Вычисления и оформление результатов испытаний

12.1 Измерение пятна износа

12.1.1 Включают осветительную систему микроскопа и помещают шарик под микроскоп со 100-кратным увеличением.

12.1.2 Фокусируют микроскоп и регулируют предметный столик таким образом, чтобы пятно износа находилось в центре поля зрения.

12.1.3 Совмещают пятно износа с разделительной точкой числовой шкалы механического ступенчатого регулятора или визирной линии сетки окулярной шкалы. Измеряют максимальный диаметр с точностью до 0,01 мм. При этом следят, чтобы измерения включали наиболее удаленный от центра край пятна (т. е. всю область пятна износа). Проводят измерение для минимального диаметра. Записывают результаты в протокол испытаний. Типичные пятна износа и точки измерений приведены на рисунке 2.



1 — минимальный диаметр, 2 — максимальный диаметр

Рисунок 2 — Типичные пятна износа и определение размера

12.1.4 Регистрируют состояние пятна износа, если оно отличается от пятна износа эталонного стандартного испытания, оно бывает окрашено продуктами разложения, может иметь необычные частицы или рисунок пятна износа, фрикционную коррозию и т. д. и включать частицы, присутствующие в резервуаре.

12.2 Вычисление пятна износа

12.2.1 Вычисляют диаметр пятна износа WSD, мм, по формуле

$$WSD = (M + N)/2, \quad (1)$$

где M — максимальный диаметр, мм;
N — минимальный диаметр, мм.

13 Протокол испытаний

13.1 Записывают следующую информацию.

13.1.1 Диаметр пятна износа по 12.2 с точностью до 0,01 мм.

13.1.2 Описание поверхности пятна износа.

13.1.3 Отклонения от стандартных условий: испытательной нагрузки, относительной влажности, температуры топлива и т. д. (см. рисунок 3).

Дата _____
ГОСТ _____ Серийный номер испытания_____
Серийный номер партии колец _____
Серийный номер партии шариков _____
Номер дорожки _____
Оператор _____
Описание топлива _____
Эталонное топливо _____
Максимальный диаметр пятна износа, мм _____
Минимальный диаметр пятна износа, мм _____
Среднеарифметическое значение пятна износа мм _____
Визуальное наблюдение: _____
_____

Рисунок 3 — Форма записи данных

14 Прецизионность и смещение[12)]

14.1 Прецизионность (см. рисунок 4)

Прецизионность настоящего метода, установленную статистической обработкой результатов межлабораторных исследований, используют для оценки приемлемости результатов испытаний с 95 %-ной доверительной вероятностью[12),13)]. В межлабораторном исследовании участвовали 8 лабораторий, проводивших испытания 10 проб топлива, с использованием полуавтоматического и полностью автоматического аппаратов.

14.2 Повторяемость *r*

Расхождение результатов двух последовательных испытаний, полученных одним и тем же оператором на одной и той же аппаратуре при постоянных рабочих условиях на идентичном испытуемом материале в течение длительного времени при нормальном и правильном выполнении метода, может превышать следующие значения только в одном случае из 20:

полуавтоматический аппарат, мм $0{,}08311\ X^{1{,}5832}$

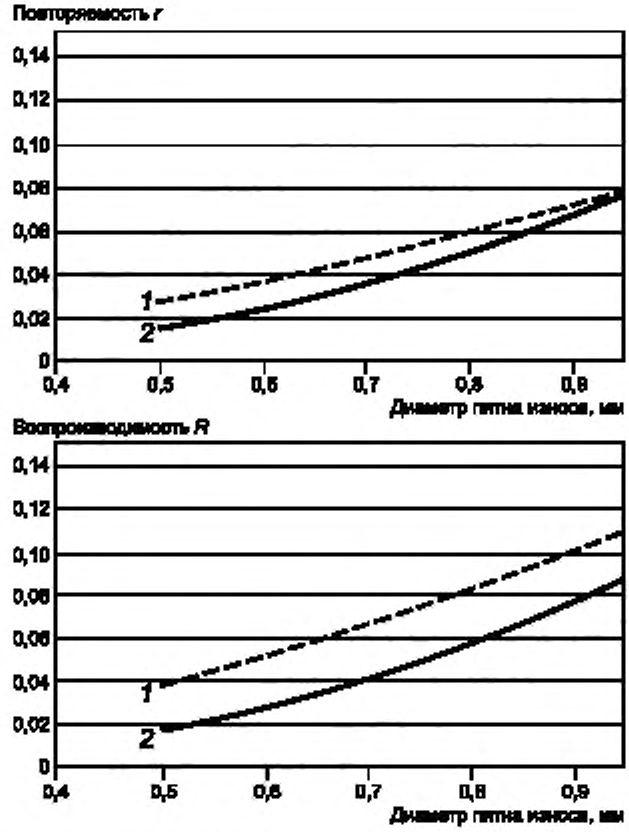
полностью автоматический аппарат, мм $0{,}08580\ X^{2{,}5083}$,

где X — среднеарифметическое значение диаметра пятна износа, мм.

Диаметр пятна износа, мм

[12)] Подтверждающие данные можно получить в ASTM International Headquarters при запросе исследовательского отчета RR:D02-1639. Для определения прецизионности было использовано оборудование (см. RR: D02-1639): для полуавтоматического метода — приборы BOCLE, BOC 100, изготовленные Inter Av, Inc., P. O. Box 792 228, San Antonio, TX 78279; для полностью автоматического метода — автоматическая система BOCLE, ABS, изготовленная PCS Instruments, 78 Stanley Gardens, London, WS, 7SZ, UK). Никаких статистически значимых расхождений при использовании указанного оборудования не обнаружено.

[13)] Подтверждающие данные можно получить в ASTM International Headquarters при запросе исследовательского отчета RR:D02-1256.



1 — полуавтоматический аппарат, *2* — полностью автоматический аппарат

Рисунок 4 — Прецизионность метода

14.3 Воспроизводимость *R*

Расхождение результатов двух единичных и независимых испытаний, полученными разными операторами, работающими в разных лабораториях, на идентичном материале в течение длительного времени при нормальном и правильном выполнении метода, может превышать следующие значения только в одном случае из 20:

полуавтоматический аппарат, мм $0{,}1178\ X^{1{,}5832}$

полностью автоматический аппарат, мм $0{,}09857\ X^{2{,}5083}$,

где X — среднеарифметическое значение диаметра пятна износа, мм.

14.4 В соответствии с ASTM D 6708 отсутствует статистически значимое смещение между полуавтоматическим и полностью автоматическим методами испытаний.

14.5 Смещение

Настоящий метод не имеет смещения, т. к. смазывающая способность не является основным измеряемым свойством жидкости.

Приложение А1
(обязательное)

Полуавтоматический метод

А1.1 Аппаратура

А1.1.1 Внешний вид полуавтоматического аппарата приведен на рисунке А1.1[14].

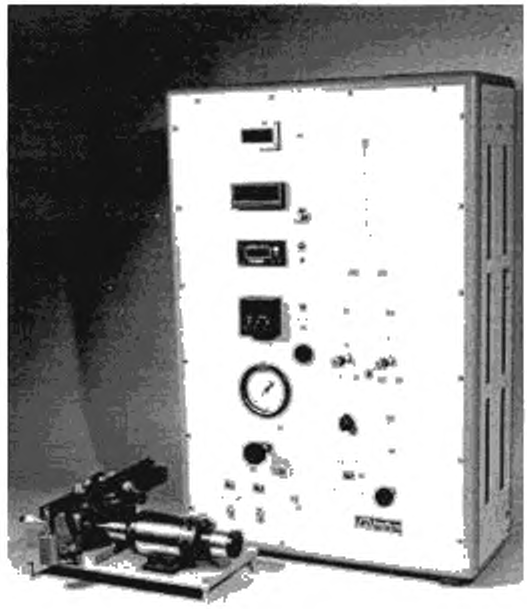


Рисунок А1.1 — Полуавтоматический аппарат для оценки смазывающей способности в системе «шар-цилиндр»

А1.1.2 Оправка

Короткая цилиндрическая секция конусностью 10°, используемая для удерживания испытательного кольца (см. рисунок А1.2).

А1.2 Проведение испытаний

А1.2.1 Выравнивание рычага нагрузки

А1.2.1.1 Перед каждым испытанием следует проверить горизонтальность рычага нагрузки. Выравнивают платформу двигателя по пузырьковому уровню с помощью регулируемых ножек из нержавеющей стали.

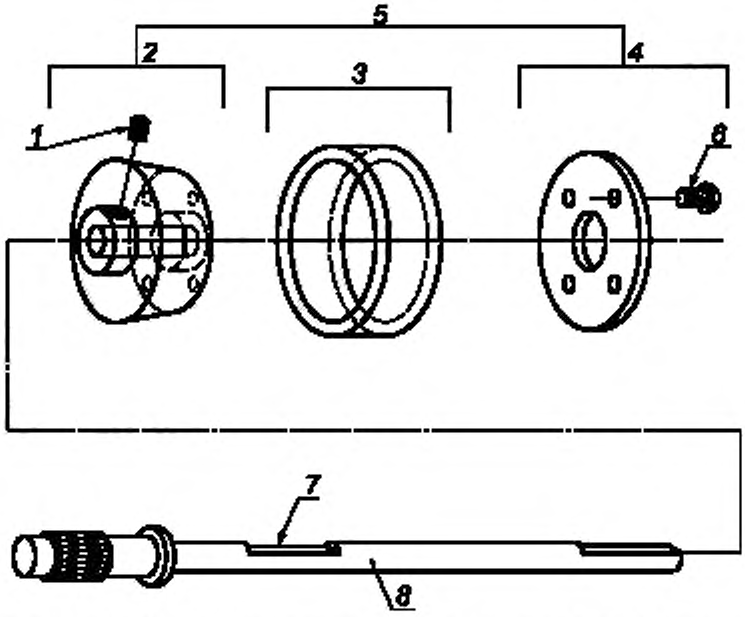
А1.2.1.2 Устанавливают испытательный шарик в крепежной гайке, как приведено в А1.2.5.

А1.2.1.3 Опускают рычаг нагрузки, освобождая голубой затягивающий штифт. Присоединяют груз, равный 500 г, к концу нагрузочной оси. Вручную или используя переключатель привода рычага, опускают шарик на кольцо.

А1.2.1.4 Проверяют горизонтальность верхней части рычага нагрузки. Пузырек индикатора должен находиться в центре между двух линий. При необходимости регулируют винт крепежной гайки, чтобы достигнуть горизонтальности рычага нагрузки.

---

[14] Единственным известным изготовителем аппаратуры в настоящее время является BOC 100 BOCLE units, InterAv, Inc., P.O. Box 792228, San Antonio, TX 78279. BOC 100. Можно использовать другие приборы, имеющие конструкцию по ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA, соответствующие требованиям к проведению испытаний, приведенным в таблице 1, в соответствии с процедурой Руководства 32 по поставкам оборудования, их допуска (внесения в список) и замены методов комитета D 02 ASTM.



1 — стопорной винт с резьбой UNF 10-32; *2* — конический корпус; *3* — испытательное кольцо; *4* — удерживающая пластинка; *5* — оправка в сборе, *6* — винт (4 шт.) с полукруглой головкой с резьбой UNF 8-32, *7* — паз для оправки, *8* — вал привода в сборе

Рисунок А1.2 — Комплект кольцевой оправки полуавтоматического аппарата

А1.2.2 Сборка цилиндра

А1.2.2.1 Помещают чистое испытательное кольцо в оправку и прикручивают удерживающую пластинку к оправке, как показано на рисунке А1.2.

А1.2.3 Монтаж очищенного испытательного цилиндра

А1.2.3.1 Особое внимание следует уделять требованиям к чистоте и установленным процедурам очистки. Для предотвращения загрязнения при обработке и монтаже очищенных испытательных деталей (цилиндр, шарики, резервуар и крышка резервуара) используют чистые хлопчатобумажные перчатки.

А1.2.3.2 Промывают вал изооктаном и вытирают одноразовым материалом.

А1.2.3.3 Продвигают вал через левый подшипник и поддерживающую стойку.

А1.2.3.4 Закрепляют испытательное кольцо стопорным винтом, установленным в левой втулке. Насколько можно продвигают вал в отверстие цилиндра через правую опору платформы и в уплотнение (муфту), закрепляют вал скобой.

А1.2.3.5 Совмещают положение стопорного винта со шпоночным пазом вала цилиндра. Затягивают уплотняющий винт.

А1.2.3.6 Устанавливают микрометр на 0,5 мм, а ползунок цилиндра смещают налево, пока он не встанет напротив датчика микрометра. Убеждаются, что положение винта цилиндра направлено по шпоночному пазу (плоская поверхность вала). Затягивают винт.

А1.2.3.7 Отводят назад датчик микрометра от цилиндра перед включением мотора (привода электродвигателя).

А1.2.4 Записывают в форме (см. рисунок 3 настоящего стандарта) номер кольца, при наличии, и положение испытательного цилиндра по показаниям микрометра. Первые и последние следы износа на кольце должны находиться приблизительно в 1 мм с каждой стороны.

А1.2.4.1 Для последующих испытаний перемещают цилиндр в новое положение в соответствии с микрометром. Новое положение должно находиться на расстоянии 0,75 мм от последнего следа износа на кольце и его указывают в листе данных. После затягивания винта цилиндра для его установки в новое испытательное положение датчик микрометра сначала отодвигают, затем опять придвигают к цилиндру. Проверяют показание микрометра, чтобы убедиться в правильности расположения следа. Снова регулируют положение, если это требуется. Если правильное положение подтверждено, отодвигают датчик микрометра от цилиндра.

А1.2.5 Устанавливают чистый испытательный шарик, размещая его сначала в крепежной гайке, следующей за голубым затягивающим штифтом. Завинчивают крепежную гайку на резьбе зажимного устройства, расположенного на рычаге нагрузки, и вручную затягивают.

А1.2.6 Закрепляют голубой шпилькой иглу нагрузки в положение «UP» (вверх).

А1.2.7 Устанавливают чистый резервуар. Подняв резервуар, устанавливают голубую платформу. Закрепляют голубую платформу под резервуаром. Размещают термопару в отверстие, находящееся слева на задней стороне резервуара.

А1.2.8 Проверяют уровень рычага нагрузки. При необходимости регулируют.

А1.2.9 Отбирают испытуемую жидкость по ASTM D4306. Переносят (50 ± 1) $см^3$ испытуемой жидкости в резервуар. Устанавливают чистую крышку резервуара на место и соединяют ее с трубками для подачи воздуха диаметром 1/4 и 1/8 дюйма.

А1.2.10 Перемещают переключатель питания в положение «ON» (включено).

А1.2.11 Включают подачу сжатого воздуха из баллона. Регулируют давление в пределах от 210 до 350 кПа и давление воздуха на пульте приблизительно до 100 кПа.

А1.2.12 Перемещают рычаг переключателя в положение «UP» (вверх).

А1.2.13 Опускают рычаг нагрузки подтягиванием голубого затягивающего штифта. Закрепляют груз массой 500 г на конце рычага нагрузки, чтобы прилагаемая нагрузка была равна 1000 г.

А1.2.14 Начинают вращение цилиндра, устанавливая переключатель движения мотора в положение «ON» (включено). Устанавливают частоту вращения (240 ± 1) об/мин.

А1.2.15 Используя датчики скорости потока, которые контролируют влажный и сухой потоки воздуха, устанавливают скорость потока очищенного воздуха 3,8 $дм^3$/мин. Поддерживают относительную влажность воздуха (10,0 ± 0,2) %.

А1.2.16 Регулируют при необходимости температуру резервуара до (25 ± 1) °С термостатом теплообменника циркуляционной бани.

А1.2.17 Устанавливают таймер аэрации топлива на 15 мин и расходомер потока аэрации топлива на 0,5 $дм^3$/мин.

А1.2.18 По окончании аэрации должен прозвучать звуковой сигнал и аэрация прекратится. Сохраняют скорость потока через резервуар 3,8 $дм^3$/мин. Переключатель привода подъема рычага переводят в положение «DOWN» (вниз). Приблизительно через 8 с рычаг нагрузки опускают, при этом шарик будет контактировать с кольцом. Переключатель таймера «ON» (включено) устанавливают на 30 мин.

Примечание А1.1 — Скорость опускания рычага нагрузки регулируют клапаном привода подъема рычага на левой стороне камеры. Этот клапан регулирует подъем цилиндра с помощью пневматического переключателя подъема рычага.

А1.2.19 Проверяют условия испытаний по показаниям приборов и при необходимости регулируют. Записывают необходимую информацию в лист данных.

А1.2.20 В конце тридцатой минуты должен прозвучать звуковой сигнал и рычаг нагрузки автоматически подняться. Таймер переводят в положение «OFF» (выключено) и переключатель привода подъема рычага переводят в положение «UP» (вверх).

А1.2.21 Снимают испытательную нагрузку вручную. Поднимают испытательный рычаг нагрузки и фиксируют его голубым затягивающим штифтом.

А1.2.22 Удаляют крышку резервуара и вытирают испытательное кольцо одноразовым материалом для удаления с него остатков топлива. Выключают мотор и переключатель питания в положении «OFF» (выключено).

А1.2.23 Удаляют испытательный шарик из нагрузочной гайки. Не удаляют шарик из голубого крепежного кольца. Перед осмотром под микроскопом протирают шарик одноразовым очищающим материалом.

Приложение А2
(обязательное)

Полностью автоматический метод

А2.1 Аппаратура

А2.1.1 Полностью автоматический аппарат приведен на рисунке А 2.1[15].

А2.2 Проведение испытаний

А2.2.1 Включают аппарат и ожидают окончания испытания.

А2.2.2 Промывают вал изооктаном и вытирают одноразовым очищающим материалом.

А2.2.3 Положение испытательного кольца на оси устанавливают с помощью пронумерованной кольцевой вставки. На валу может быть установлена только одна кольцевая вставка. При начале работы с новым испытательным кольцом кольцевая вставка будет иметь номер 1. При каждом последующем испытании на этом кольце используют следующую кольцевую вставку, пока не будут использованы все 10 кольцевых вставок или кольцо будет забраковано по какой-либо причине. Выбирают наиболее подходящую кольцевую вставку для испытательного кольца.

А2.2.4 Следует строго следить за чистотой и соблюдать специальные требования к процедуре очистке. Для предотвращения загрязнения очищенных испытательных деталей (испытательное кольцо, шарики, резервуар, крышка резервуара и другие детали, контактирующие с испытуемой жидкостью) при обращении и монтаже следует использовать чистые перчатки.

А2.2.5 Устанавливают на валу подходящую кольцевую вставку, затем адаптер испытательного кольца. Два штифта на адаптере должны быть обращены наружу от прибора.

А2.2.6 Помещают испытательное кольцо на адаптер. Сторона кольца с двумя отверстиями должна быть обращена по направлению к прибору. Вращают испытательное кольцо, пока два штифта на адаптере не разместятся в отверстиях испытательного кольца.

А2.2.7 Помещают удерживающую прокладку испытательного кольца на конце вала и вставляют стопорной винт.

А2.2.8 С помощью прилагаемых инструментов удерживают испытательное кольцо и затягивают стопорной винт. На рисунке А2.2 приведены детали комплекта испытательного кольца для сборки на валу.

А2.2.9 Очищенный топливный резервуар размещают на платформе в нужную позицию. Отбирают испытуемую жидкость по ASTM D 4306. Переносят в резервуар (50 ± 1) $см^3$ испытуемой жидкости.

А2.2.10 Поднимают топливный резервуар в позицию испытания, устанавливают крышку топливного резервуара и присоединяют большую и маленькую трубки подачи воздуха.

А2.2.11 Размещают температурный датчик в отверстие резервуара.

А2.2.12 Пинцетом или руками в перчатках помещают испытательный шарик в манжету держателя шарика. Устанавливают предохранительный патрон, инструментами фиксируют держатель шарика и затягивают патрон вручную.

А2.2.13 Размещают держатель испытательного шарика в отверстии рычага для груза и закрепляют предохранительный винт. Предохранительный винт затягивают вручную.

А2.2.14 Опускают рычаг нагрузки таким образом, чтобы держатель шарика вошел в отверстие в верхней части крышки топливного резервуара.

А2.2.15 Прикрепляют груз массой 500 г к концу рычага таким образом, чтобы прилагаемая нагрузка составляла 1000 г.

А2.2.16 При этих параметрах нажимают клавишу «Пуск».

---

[15] Единственным источником поставки аппаратуры, известным комитету в настоящее время, является Automated BOCLE System(ABS), изготовляемая PCS Instrument,78 Stanley Gardens, London, W3, 7SZ, UK. Другие приборы, изготовленные по схемам, имеющиеся в ASTM, 10 Barr Harbor Drive West Conshohocken, PA, отвечающие требованиям к испытаниям, указанным в таблице 1, в соответствии с процедурой пункта 3.2 Руководства по поставкам оборудования листингу, замены методов ASTM Комитета Д02 и практике, приемлемы. Эти приборы могут иметь разные рабочие процедуры.

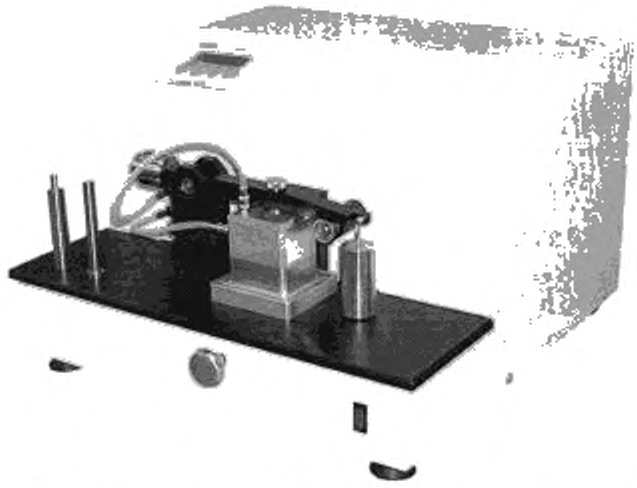
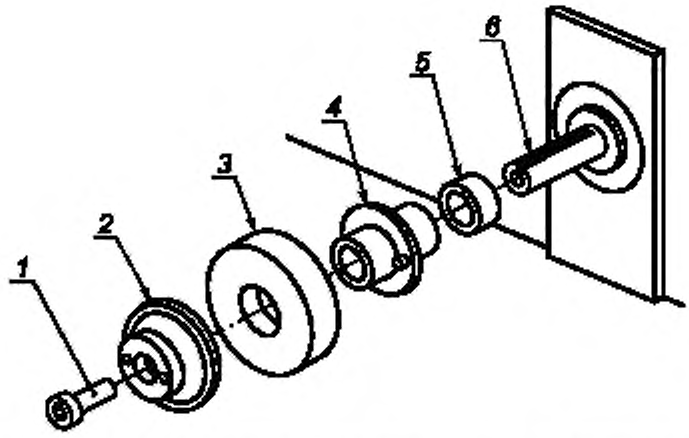


Рисунок А2.1 — Полностью автоматический аппарат для оценки смазывающей способности в системе «шар-цилиндр»



1 — стопорной винт; *2* — удерживающая прокладка; *3* — испытательное кольцо; *4* — адаптер испытательного кольца; *5* — кольцевая вставка; *6* — ведущий вал

Рисунок А2.2 — Комплект испытательного кольца (полностью автоматический метод)

А2.2.17 Аппарат проводит испытание в автоматическом режиме. Время проведения испытания — от 45 до 50 мин, в зависимости от температуры окружающей среды.

А2.2.18 После завершения испытания удаляют груз. Поднимают рычаг для груза.

А2.2.19 Снимают крышку резервуара и удаляют осадок с испытательного кольца одноразовым очищающим материалом.

А2.2.20 Снимают комплект патрона с испытательным шариком с рычага для груза. Не вынимают испытательный шарик из патрона. Перед осмотром под микроскопом шарик очищают одноразовым очищающим материалом.

Приложение А3
(обязательное)

Положения по технике безопасности

А3.1 Сжатый воздух (в баллоне)

Вентиль неиспользуемого баллона должен быть закрыт. Всегда используют редуктор. Перед открытием баллона освобождают редуктор. Не следует помещать рядом с баллоном, в котором содержится воздух, другой, отличающийся от него. Не следует смешивать газы в баллоне.

Не следует ронять баллон. Следует убедиться, что баллон всегда закреплен.

Не следует стоять напротив штуцера вентиля открытого баллона.

Следует защищать баллон от воздействия солнечных лучей и нагревания.

Следует беречь баллон от воздействия коррозионной среды.

Не следует использовать баллон без этикетки.

Не следует использовать баллоны с царапинами или вмятинами.

Баллон предназначен только для технических целей. Не следует использовать его для ингаляции.

А3.2 Изооктан

Следует хранить вдали от источников тепла, искр и открытого огня.

Следует хранить в закрытой таре.

Следует использовать при достаточной вентиляции.

Следует избегать накопления паров и удалять все источники возгорания, особенно невзрывозащищенное электрооборудование и нагреватели.

Следует избегать длительного вдыхания паров или тумана аэрозоля.

Следует избегать длительного или повторяющегося контакта с кожей.

А3.3 Изопропиловый спирт

Следует хранить вдали от источников тепла, искр и открытого огня.

Следует хранить в закрытой таре.

Следует использовать при достаточной вентиляции.

Следует избегать длительного вдыхания паров или тумана аэрозоля.

Следует избегать контакта с глазами и кожей.

Не следует принимать внутрь.

А3.4 Ацетон

Следует хранить вдали от источников тепла, искр и открытого огня.

Следует хранить в закрытой таре.

Следует использовать при достаточной вентиляции.

Следует избегать накопления паров и удалять все источники возгорания, особенно невзрывозащищенное электрооборудование и нагреватели.

Следует избегать длительного вдыхания паров или тумана аэрозоля.

Следует избегать контакта с глазами или кожей.

А3.5 Изопарафиновый растворитель и топливная присадка

Следует хранить вдали от источников тепла, искр и открытого огня.

Следует хранить в закрытой таре.

Следует использовать при достаточной вентиляции.

Следует избегать вдыхания паров или тумана аэрозоля.

Следует избегать длительного или повторяющегося контакта с кожей.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ASTM D 4306	—	*
ASTM D 6708	—	*
MIL-I-25017	—	*
AISI E-52100	—	*
ISO 3290-1:2008	NEQ	ГОСТ 3722—2014 «Подшипники качения. Шарики стальные. Технические условия»
SAE 8720	—	*

* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта:

- NEQ — неэквивалентный стандарт.

УДК 665.753.2:544.722.7:006.354 МКС 75.160.20

Ключевые слова: авиационные топлива для газотурбинных двигателей, определение смазывающей способности, аппарат шар-цилиндр (BOCLE)

Редактор *Н.Е. Рагузина*
Технический редактор *И.Е. Черелкова*
Корректор *М.С. Кабашова*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 15.08.2019. Подписано в печать 29.08.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,23.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

Поправка к ГОСТ 33906—2016 Топлива авиационные для газотурбинных двигателей. Определение смазывающей способности на аппарате шар-цилиндр (BOCLE)

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Туркмения	ТМ	Главгосслужба «Туркменстандартлары»

(ИУС № 9 2025 г.)

gost.e-ecolog.ru