ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 52559 — 2006

МАСЛА МОТОРНЫЕ

Метод определения кажущейся вязкости при температуре от минус 5 °С до минус 35 °С с использованием имитатора холодной прокрутки

Издание официальное

БЗ 10—2005/218

Москва
Стандартинформ
2006

1—1796

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти» (ОАО «ВНИИ НП»), Закрытым акционерным обществом «НАМИ-ХИМ» на основе собственного аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 4

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

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 июля 2006 г. № 141-ст

4 Настоящий стандарт идентичен стандарту АСТМ Д 5293 — 2002 «Метод определения кажущейся вязкости моторных масел в интервале температур от минус 5 °С до минус 35 °С с использованием имитатора холодной прокрутки» (ASTM D 5293 — 02 «Standard test method for apparent viscosity of engine oil between –5 °C and – 35 °C using the cold-cranking simulator»)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Стандартинформ, 2006

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 1
4 Сущность метода 2
5 Значение и использование 2
6 Аппаратура 2
7 Реактивы и материалы 5
8 Меры предосторожности 6
9 Отбор проб 6
10 Калибровка 6
11 Испытание на ручном CCS 8
12 Испытание на автоматическом и полуавтоматическом CCS 9
13 Протокол испытания 10
14 Прецизионность и смещение (отклонение) 10
Приложение А (обязательное) Специальная методика испытания масел с высокими упруговязкими свойствами на ручном CCS 12
Приложение Б (справочное) Сравнение структуры настоящего стандарта со стандартом АСТМ Д 5293 13
Библиография 14

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МАСЛА МОТОРНЫЕ

Метод определения кажущейся вязкости при температуре от минус 5 °С до минус 35 °С с использованием имитатора холодной прокрутки

Engine oils. Method for determination of apparent viscosity at temperatures between –5 °C and – 35 °C using the cold-cranking simulator

Дата введения — 2007 — 01 — 01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает метод определения кажущейся вязкости (далее — вязкость) моторных масел с использованием имитатора холодной прокрутки (далее — CCS) в интервале температур от минус 5 °С до минус 35 °С при напряжениях сдвига от 50000 до 100000 Па, скоростях сдвига от 10^5 до 10^4 $с^{-1}$ и вязкостях от 500 до 25000 мПа·с. Диапазон измерений зависит от модели и программного обеспечения CCS.

Результаты определения связаны с характеристиками моторных масел при прокрутке двигателя.

1.2 Специальная методика определения кажущейся вязкости масел с высокими упруговязкими свойствами приведена в приложении А.

1.3 Определение кажущейся вязкости моторных масел проводят ручным или автоматическим способом на имитаторе холодной прокрутки.

1.4 Значения, установленные в единицах СИ, считают стандартными.

1.5 Настоящий стандарт не устанавливает требований, связанных с безопасностью применения настоящего метода. Необходимые требования по безопасности, охране здоровья и соответствующие ограничения устанавливает пользователь настоящего стандарта. Особые требования к мерам предосторожности изложены в примечаниях к 7.1 — 7.3 и разделе 8.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована ссылка на документ, указанный в разделе «Библиография».

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **ньютоновское масло или жидкость:** Масло или жидкость, которые при всех скоростях сдвига сохраняют постоянную вязкость.

3.2 **неньютоновское масло или жидкость:** Масло или жидкость, вязкость которых изменяется при изменении скорости или напряжения сдвига.

3.3 **вязкость, η:** Свойство жидкости, определяющее ее внутреннее сопротивление напряжению сдвига по формуле

$$\eta = \tau / \nu, \qquad (1)$$

где τ — напряжение на единицу площади;

ν — скорость сдвига.

Издание официальное

Примечание — Вязкость η называют коэффициентом динамической вязкости. Таким образом, данный коэффициент является мерой сопротивления жидкости течению.

В СИ единицей вязкости является Паскаль·секунда (Па·с); на практике удобнее применять кратные единицы (мПа·с); 1 мПа·с равен 1 сП.

3.4 **кажущаяся вязкость:** Вязкость, определенная по методу, приведенному в настоящем стандарте.

Примечание — Так как многие моторные масла при низких температурах являются неньютоновскими жидкостями, их кажущаяся вязкость может изменяться с изменением скорости сдвига.

3.5 **калибровочные масла:** Масла с известными вязкостью и вязкостно-температурной зависимостью, используемые для установления калибровочного соотношения между вязкостью и скоростью вращения ротора CCS.

3.6 **испытуемое масло:** Любое масло, вязкость которого определяют по настоящему методу.

3.7 **масло, обладающее упруговязкими свойствами:** Неньютоновское масло или жидкость, которые могут подниматься вверх по валу CCS при вращении ротора.

4 Сущность метода

4.1 Электромотор приводит в действие ротор, установленный внутри статора. Пространство между ротором и статором CCS заполняют маслом. Температуру испытания измеряют около внутренней стенки статора и поддерживают регулируемым потоком хладагента, протекающим через статор. Скорость ротора является функцией вязкости масла. По калибровочной кривой и измеренной скорости ротора определяют вязкость испытуемого масла.

5 Значение и использование

5.1 Кажущаяся вязкость масел для автомобильных двигателей, измеренная на имитаторе холодной прокрутки CCS, коррелирует с прокруткой двигателя стартером при низкой температуре.

Показатель «кажущаяся вязкость», определенный на CCS, нельзя использовать для прогнозирования прокачиваемости масла при низкой температуре в системе смазки двигателя.

5.2 Корреляция между работой CCS, кажущейся вязкостью и работой коленчатого вала натурного двигателя подтверждена испытанием при температуре от минус 1 °С до минус 40 °С 17-и образцов товарных моторных масел классов вязкости SAE 5W, 10W, 15W и 20W.

5.3 Корреляция между пусковыми свойствами неформированных двигателей и кажущейся вязкостью, измеренной на CCS, была установлена исследованием работы двигателя при низкой температуре. В этом исследовании были использованы 10 двигателей в интервале температур от минус 5 °С до минус 40 °С и образцы шести товарных моторных масел (SAE 0W, 5W, 10W, 15W, 20W и 25W).

6 Аппаратура

6.1 При испытании по настоящему методу используют CCS: ручной (6.2), полуавтоматический (6.3) и автоматический (6.4).

6.2 Ручной CCS (рисунок 1) включает в себя: электромотор постоянного тока, вращающий ротор, находящийся внутри статора; датчик скорости или тахометр, измеряющий скорость ротора; амперметр постоянного тока со шкалой тонкой регулировки контроля тока; систему контроля температуры статора, поддерживающую температуру в пределах ±0,05 °С от заданной температуры, и циркуляционный насос для хладагента, совместимый с системой контроля температуры.

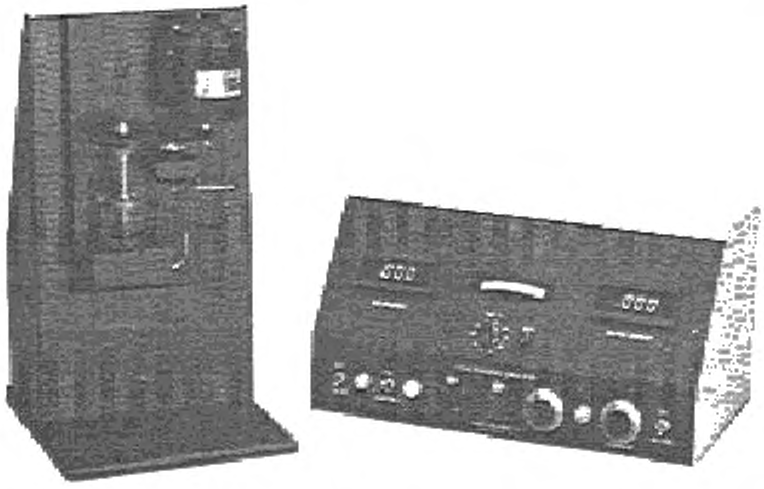

Рисунок 1 — Ручной CCS

6.3 Полуавтоматический CCS (рисунок 2), кроме указанного в 6.2, включает в себя компьютер, интерфейс компьютера и дозирующий насос для испытуемого образца.

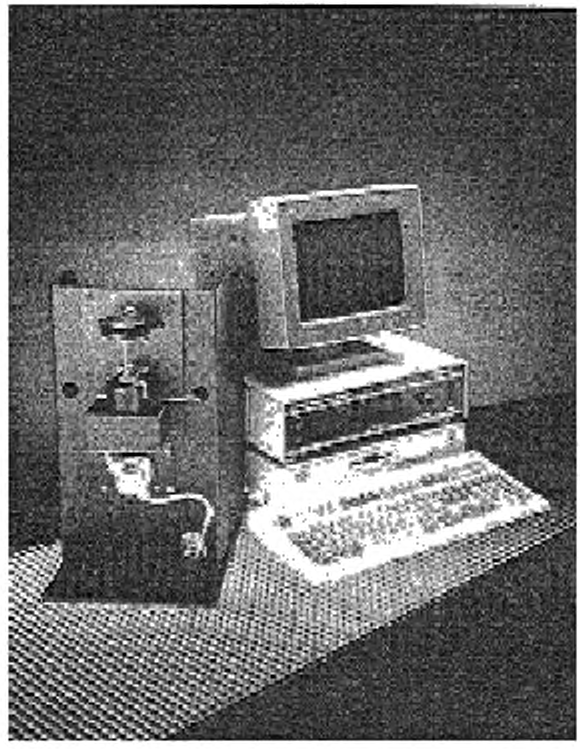

Рисунок 2 — Полуавтоматический CCS

Циркуляционный насос для метанола не используют, так как при вводе испытуемого образца предыдущий испытуемый образец вытесняется.

6.4 Автоматический CCS (рисунок 3), кроме указанного в 6.2, включает в себя автоматизированный стол для образцов, позволяющий испытывать одновременно до 30 образцов под контролем компьютера, без вмешательства оператора.

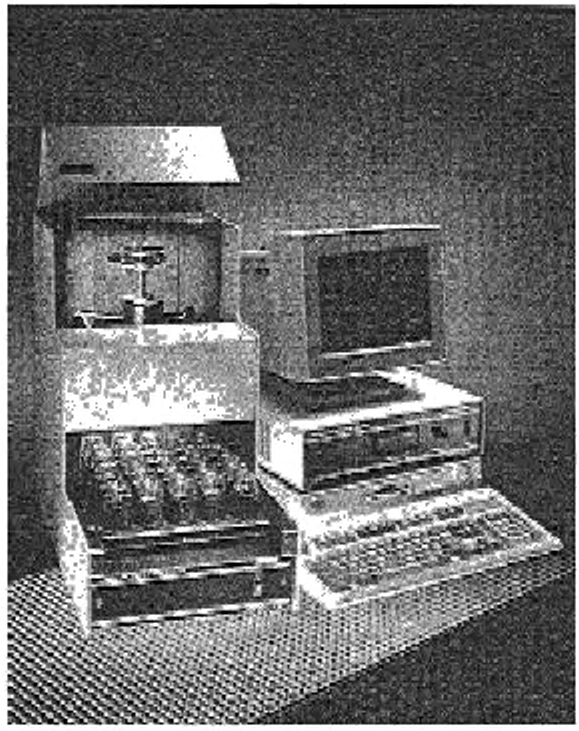

Рисунок 3 — Автоматический CCS

6.5 Калибровочный термистор-датчик, устанавливаемый в тепловой канал CCS около внутренней поверхности статора для определения температуры испытания.

6.6 Система охлаждения

6.6.1 Холодильник для жидкого хладагента, необходимый для поддерживания температуры хладагента приблизительно на 10 °С ниже температуры испытания. Предпочтительным является механическое охлаждение, но допускается применять и охлаждающие смеси с сухим льдом. Соединительные шланги между CCS и системой охлаждения должны быть как можно короче и хорошо изолированы.

6.6.2 Для обеспечения необходимого теплового контакта с датчиком температуры тепловой канал статора следует периодически очищать и помещать в него маленькую каплю ртути. Если применение ртути неприемлемо из-за ее токсичности, необходимо использовать теплоноситель с высоким содержанием серебра. Температура хладагента, подаваемого к вискозиметрической ячейке, должна быть не менее чем на 10 °С ниже температуры испытания.

6.6.3 Когда маловязкий испытуемый образец находится в вискозиметрической ячейке и двигатель привода ротора включен, то для обеспечения оптимального контроля температуры при использовании системы охлаждения с сухим льдом клапан циркуляционного насоса для регулирования подачи хладагента открывают.

6.7 Циркуляционный насос любого типа для хладагента (только для ручного CCS), обеспечивающий циркуляцию теплового хладагента через статор для замены образца и испарения растворителей.

7 Реактивы и материалы

7.1 Ацетон, х. ч.

Примечание — Опасен, чрезвычайно воспламеняем, пары могут стать причиной пожара.

7.2 Хладагенты

В качестве хладагента используют обезвоженные метанол, этанол, изопропанол. Если при работе в условиях повышенной влажности в хладагент попадает вода, его заменяют обезвоженным хладагентом, чтобы обеспечить постоянный контроль температуры, особенно в системах с сухим льдом.

7.2.1 Метанол, х. ч.

Примечание — Опасен, воспламеняем, пары вредны.

7.2.2 Этанол (технический).

7.2.3 Изопропанол, х. ч.

7.3 Бензин-растворитель.

Примечание — Пары вредны.

7.4 Калибровочные масла — ньютоновские масла с низкой температурой помутнения, известными вязкостью и зависимостью «вязкость — температура».

Вязкость калибровочных масел приведена в таблице 1; точные значения вязкости прилагаются к каждому стандартному веществу.

Таблица 1 — Вязкость калибровочных масел

Калибровочное масло	Приблизительная вязкость[1], мПа·с, при температуре, °С						
	– 5	– 10	– 15	– 20	– 25	– 30	– 35
CL-10	—	—	—	—	—	—	1700
CL-12	—	—	—	—	800	1600	3200
CL-14	—	—	—	—	1600	3250[2]	7000[3]
CL-16	—	—	—	—	2500	5500	11000
CL-19	—	—	—	1800	3500[2]	7400	17000
CL-22	—	—	1300	2500	5100	11000	—
CL-25	—	—	1800	3500[2]	7400	17000	—
CL-28	—	1200	2500	5000	9300	—	—
CL-32	—	1800	3500[2]	7300	15900	—	—
CL-38	—	2900	5000	13000	—	—	—
CL-48	2300	4500[2]	9500	21000	—	—	—
CL-60	3700	7400	15600	—	—	—	—
CL-74	6000[2]	12000	—	—	—	—	—

[1] По конкретным значениям следует проконсультироваться с поставщиком.

[2] Масло, используемое для калибровки, проверяют с помощью CCS-2B или CCS-4, CCS-5 по программным версиям 3.х или 5.х — по пластичным материалам (продуктам).

[3] Масло, используемое для калибровки, проверяют с помощью CCS-4 или CCS-5 по программным версиям 4.х или 6.х.

Примечание — Калибровочные масла используют для проверки скорости сдвига и правильности проведения испытания в целом.

8 Меры предосторожности

8.1 При работе с метанолом, ацетоном и бензином-растворителем необходимо применять соответствующие меры безопасности, т. к. указанные вещества токсичны и воспламеняемы.

8.2 Если в процессе испытания или до его начала обнаружена утечка хладагента из CCS, то ее следует устранить.

9 Отбор проб

9.1 Для получения достоверных результатов образец испытуемого масла не должен содержать суспендированные частицы твердого вещества и воду. Соответствующие способы отбора проб приведены в [1].

Если температура образца в контейнере ниже температуры точки росы, то перед тем как открыть контейнер его необходимо нагреть до комнатной температуры.

Если образец содержит взвешенные твердые частицы, то его предварительно фильтруют или центрифугируют, чтобы удалить частицы размером более 5 мкм.

Образец испытуемого масла не встряхивают, т. к. это приводит к вовлечению в него воздуха и получению недостоверных результатов.

10 Калибровка

10.1 Калибровка ручного CCS

10.1.1 При запуске нового CCS, замене любой части вискозиметрической ячейки или компонента приводного механизма (двигателя, привода, тахометра-генератора и т. д.) определяют необходимую силу тока двигателя.

Силу тока проверяют один раз в месяц согласно 10.1.2 до тех пор, пока отклонение показаний силы тока не будет менее 0,020 А, затем — один раз в 3 мес.

10.1.2 Определение силы тока на приводе

Вставляют штекер тахометра в гнездо «CAL» CCS. Испытание стандартного образца вязкостью 3500 мПа·с проводят при температуре минус 20 °С в соответствии с требованиями раздела 11.

При работающем двигателе устанавливают на шкале CCS показание скорости (0,240 ± 0,010) ед., регулируя силу тока. Значение силы тока должно оставаться неизменным при последующих калибровках и измерениях при всех температурах.

Если силу тока необходимо изменить, сохранив при этом показание скорости, равное (0,240 ± 0,010) ед. для стандартного масла вязкостью 3500 мПа·с при температуре минус 20 °С, проводят повторную калибровку CCS по любой из двух процедур, приведенных в 10.1.3.

10.1.3 Проведение калибровки

Используя соответствующие масла для каждой температуры испытания (таблица 1), калибруют CCS в соответствии с требованиями раздела 11.

10.1.3.1 При испытании жидкостей с узким диапазоном вязкости используют не менее трех калибровочных масел, диапазон вязкостей которых соответствует испытуемым маслам.

10.1.4 Построение диаграммы калибровки

В логарифмической системе координат или на специальной бумаге наносят значения вязкости калибровочных масел как функцию скорости ротора и по полученным точкам очень точно строят диаграмму калибровки.

Типичная диаграмма приведена на рисунке 4.

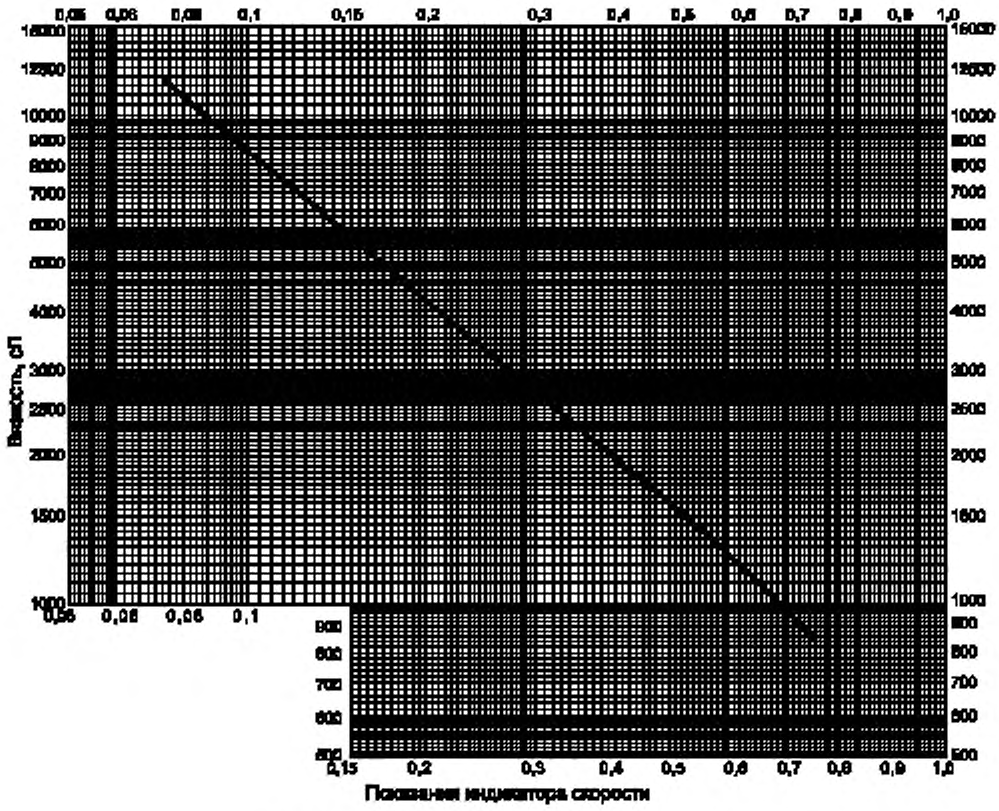

Рисунок 4 — Типичная диаграмма калибровки

В качестве альтернативы графическому методу допускается использовать метод уравнения.

10.1.4.1 Результаты калибровки, полученные по методу уравнения

Калибровочные данные ло ограниченному диапазону вязкости определяют по следующему уравнению

$$\eta = b_0/N + b_1 + b_2 N, \quad (2)$$

где η — вязкость;

b_0, b_1, b_2 — константы, определенные при испытании не менее трех калибровочных масел;

N — наблюдаемое показание индикатора скорости.

10.1.4.2 При наличии более трех пар данных их подставляют в нижеследующее уравнение, чтобы определить значения констант b_0, b_1 и b_2

$$\eta N = b_0 + b_1 N + b_2 N^2, \quad (3)$$

10.1.5 Если результаты проверочных испытаний калибровочного масла не попадают в пределы ±5 % значений, рассчитанных по калибровочной кривой, перепроверяют калибровку температурного датчика или проводят повторные испытания калибровочных масел.

Примечание — Каждой температуре испытания предназначается отдельная кривая или отдельное уравнение. Однако если калибровочные данные при двух или более температурах соответствуют единичной кривой или уравнению без отклонения, то единичную кривую или уравнение можно использовать для этих температур.

10.2 Калибровка автоматического CCS

10.2.1 При использовании нового автоматического CCS или замене любой части вискозиметрической ячейки или комплектующих деталей привода определяют необходимую силу тока двигателя, которую

проверяют один раз в месяц по 10.2.2 до тех пор, пока отклонение показаний не будет менее 0,020 А, а затем — один раз в 3 мес.

10.2.2 Определение силы тока двигателя

Испытание калибровочного стандарта, имеющего вязкость 3500 мПа·с при минус 20 °С, проводят при минус 20 °С по разделу 12. При включенном двигателе устанавливают показание скорости (0,240 ± 0,005) ед. («SPEED» на мониторе компьютера) по шкале регулировки силы тока. Значение силы тока должно оставаться постоянным при всех последующих калибровках и измерениях при всех температурах.

Если силу тока необходимо изменить, сохранив при этом показание на шкале прибора (0,240 ± 0,005) ед. для калибровочного масла вязкостью 3500 мПа·с при температуре минус 20 °С, проводят повторную калибровку CCS по любой из двух процедур, приведенных в 10.2.3.

10.2.3 Проведение калибровки

Используя образцы калибровочных масел, указанных в таблице 1, калибруют CCS для каждой температуры в соответствии с требованиями раздела 12.

10.2.3.1 При необходимости измерения узкого диапазона вязкости испытуемых жидкостей используют не менее четырех образцов калибровочных масел, диапазон вязкости которых соответствует испытуемым маслам.

10.2.4 Уравнение для калибровки

Программа компьютера описывает калибровочные данные по диапазону вязкости при каждой температуре калибровки как указано в 10.1.4.1. Для каждой температуры должно быть определено не менее четырех пар калибровочных данных (вязкость и скорость).

10.2.5 Если результаты проверочных испытаний калибровочного масла не соответствуют диапазону ±5 % значений, рассчитанных по уравнению (2), то проверяют калибровку датчика температуры и проводят повторные испытания калибровочных масел.

11 Испытание на ручном CCS

Примечание — Во время испытания должно быть обеспечено непрерывное перемешивание хладагента в охлаждающей бане во избежание больших перепадов температур, что приводит к уменьшению точности измерения вязкости.

11.1 Выводят калибровочное уравнение или строят калибровочную диаграмму (раздел 10). Перед началом любой серии измерений проверяют работоспособность CCS, испытывая не менее одного калибровочного образца масла при каждой температуре, представляющей интерес.

Если сила тока привода для калибровочного масла, используемого при проверке калибровки (таблица 1), отличается более чем на 0,005 А от значения, определенного по 10.1.2, устанавливают силу тока, полученную по 10.1.2, через 15 с. После запуска CCS проводят необходимые корректировки.

Если расхождение измеренной вязкости калибровочного масла превышает ±5 % сертифицированного значения, то проводят повторное испытание. При подтверждении расхождения проводят повторную калибровку по 10.1.3.

Примечание — При полной проверке режима работы через каждые 6 мес (см. 7.4, примечание) рекомендуется применять три «слепых» калибровочных масла.

11.2 Испытуемый образец вводят пипеткой в заправочную трубку CCS так, чтобы масло заполнило зазор между ротором и статором с избытком над ротором и полностью заполнило ячейку. Затем поворачивают ротор рукой, чтобы обеспечить лучшее распределение образца между ротором и статором. После этого полностью заполняют испытуемым образцом заправочную трубку и закрывают ее резиновой пробкой; при испытании масел с высокими упруговязкими свойствами пробку при включении двигателя следует плотно прижать, чтобы предотвратить выталкивание образцом пробки из трубки и последующее вытекание образца из рабочей области вискозиметрической ячейки. Метод испытания таких образцов приведен в приложении А.

Примечание — Вязкость некоторых масел может быть достаточно высокой при комнатной температуре, что затрудняет попадание масла в зазор между ротором и статором. Если кинематическая вязкость образца масла при температуре окружающей среды превышает 100 мм^2/с (сСт), то перед заполнением ячейки образец нагревают до температуры не более 50 °С.

11.2.1 Включают контроль температуры и подают хладагент для охлаждения статора. Контроль температуры проводят по 6.6. Фиксируют время начала подачи хладагента (по секундомеру или другому устройству учета времени в секундах). Контрольная температура образца должна достигнуть необходимого значения за 30 — 60 с при температуре испытания не ниже минус 20 °С и за 60 — 90 с при температуре не ниже минус 30 °С. Если образец не достигает необходимого значения температуры за установленный период времени, заменяют хладагент (6.6) или регулируют его температуру.

Нулевое показание на индикаторе температуры и установление циклической подачи хладагента показывают, что температура испытания достигнута. Устанавливают стрелку измерительного прибора немного левее нуля, чтобы после начала вращения ротора потребовалась минимальная дополнительная регулировка температуры испытания.

11.2.1.1 Если необходимое значение температуры устанавливается медленнее, чем указано выше, заменяют хладагент (7.2) или снижают его температуру (6.6).

11.2.1.2 Если контрольная температура достигается быстрее, чем указано выше, повышают температуру хладагента, чтобы обеспечить нормальный ход испытания.

11.2.2 Через (180 ± 3) с после начала подачи хладагента включают привод ротора.

11.2.3 Вставляют штекер тахометра в гнездо «CAL» прибора и регистрируют показание измерителя скорости сразу же после включения двигателя.

Быстрое снижение показаний тахометра, по крайней мере, на 5 % меньше самого высокого значения, указывает на то, что в измерительной ячейке присутствуют остатки растворителя. Колебание показаний тахометра может также произойти в результате неудовлетворительного теплообмена (на что указывает датчик температуры), чаще всего вызываемого плохим тепловым контактом между тепловым каналом статора и термистором. В таких случаях прекращают испытание, удаляют образец и проводят очистку измерительной ячейки по 11.3. Повторяют процедуру на свежем образце, начиная с 11.2.

11.2.4 Регистрируют показание тахометра через (60 ± 5) с после запуска ротора, оценивая показание измерительного прибора с точностью 1/10 от наименьшего деления прибора аналогового, если не применяют цифровой измерительный прибор.

Выключают привод ротора и прекращают подачу хладагента.

11.3 Очистку CCS проводят следующим образом.

11.3.1 Во время очистки хладагент (при температуре от 35 °С до 45 °С) должен циркулировать вокруг статора. Подачу теплого хладагента поддерживают до завершения операции по 11.3.2. Допускается проводить подачу хладагента по 11.3.3.

11.3.2 Соблюдая меры предосторожности, измерительную ячейку моют сначала бензином-растворителем, а затем — ацетоном, после чего высушивают с помощью вакуума.

По окончании высушивания вакуумом поворачивают ротор несколько раз рукой и визуально убеждаются в том, что зазор между ротором и статором очищен и высушен.

11.3.3 В качестве альтернативы взамен растворителей по 11.3.2 в измерительную ячейку заливают 30 мл нового образца для смывания предыдущего, после чего заливают в ячейку новый образец по 11.2.

11.3.4 После испытания оставляют в измерительной ячейке последний испытуемый образец, чтобы предотвратить поломку прибора при случайном включении CCS. Кроме того, последний образец можно использовать для первого прогона после нерабочего периода, что дает возможность электронным деталям и двигателю достичь температуры испытания при работе с уже помещенным в прибор образцом. При запуске новой серии испытаний данные индикатора скорости по последнему образцу не учитывают.

12 Испытания на автоматическом и полуавтоматическом CCS

12.1 Определяют калибровочные данные по 10.2.4.

12.2 При использовании автоматического CCS в емкость вместимостью 60 мл, приспособленную для аппарата, помещают не менее 55 $см^3$ испытуемого образца.

При использовании полуавтоматического CCS помещают 55 $см^3$ испытуемого образца в подходящий по объему контейнер и присоединяют к нему инжекторную трубочку CCS, которая не должна доставать до дна контейнера во избежание попадания любого осадка в CCS. После этого идентифицируют испытуемый образец с помощью компьютерной программы.

12.2.1 При использовании автоматического CCS в него помещают емкости с образцами. Фиксируют положение емкости в лотке и устанавливают температуру испытания для каждого образца по компьютерной программе. В лоток для образца рекомендуется помещать калибровочные образцы и вто-

ричные стандарты, как указано выше, которые допускается рассматривать как проверочные калибровочные образцы.

12.2.2 Результат испытания считают сомнительным, если результаты проверочных испытаний калибровочных образцов или вторичных стандартов превышают ± 5 % предполагаемого значения.

12.3 Испытание проводят, используя компьютерную программу. Новый образец автоматически вытесняет предыдущий испытуемый образец из вискозиметрической ячейки без применения растворителя. Компьютерная программа автоматически контролирует температуру и работу двигателя CCS, а также проводит измерение скорости ротора и расчет вязкости, что отображается на экране компьютера.

12.3.1 Для заправки следующего образца нет необходимости в нагревании и очистке вискозиметрической кюветы растворителем.

13 Протокол испытания

13.1 Протокол испытания на ручном CCS

13.1.1 Рассчитывают кажущуюся вязкость испытуемого образца по калибровочной кривой (10.1.4) или по уравнению (2).

13.1.2 Записывают значение вязкости, определенное по 13.1.1, с точностью до 10 мПа·с и температуру испытания.

13.2 Протокол испытания на автоматическом CCS

Записывают значения кажущейся вязкости и температуры, отображаемые на мониторе компьютера. Фиксируемое на дисплее значение вязкости округляют с точностью 10 мПа·с.

14 Прецизионность и смещение (отклонение)

14.1 Прецизионность при испытании на ручном CCS

Прецизионность настоящего метода испытания с применением ручного CCS, определенная статистическим исследованием результатов межлабораторных испытаний по температурному диапазону от минус 5 °С до минус 30 °С и диапазону вязкости от 1560 до 10200 мПа·с, должна соответствовать указанной в 14.1.1 и 14.1.2.

14.1.1 Повторяемость (сходимость)

Разность последовательных результатов испытаний, полученных одним и тем же оператором на одной и той же аппаратуре в постоянно действующих условиях на идентичном материале в течение длительного периода времени при нормальном и правильном выполнении метода испытания, может превышать следующее значение только в одном случае из двадцати:

$$\text{повторяемость (сходимость)} = 5{,}4\ \%\ \text{среднего значения}. \qquad (4)$$

14.1.2 Воспроизводимость

Разность двух единичных и независимых результатов испытаний, полученных разными операторами, работающими в разных лабораториях на идентичном исследуемом материале в течение длительного периода времени, может превышать следующее значение только в одном случае из двадцати:

$$\text{воспроизводимость} = 8{,}9\ \%\ \text{среднего значения}. \qquad (5)$$

14.2 Прецизионность при испытании на автоматическом CCS

Прецизионность метода испытания с применением автоматического CCS-4/5, определенная статистическим исследованием межлабораторных результатов испытания в температурном диапазоне от минус 10 °С до минус 35 °С и диапазоне вязкости от 2800 до 18000 мПа·с по варианту 4.х или выше для пластичных материалов (продуктов) должна соответствовать указанным в 14.2.1 и 14.2.2.

14.2.1 Повторяемость (сходимость)

Разность последовательных результатов испытаний, полученных одним и тем же оператором на одной и той же аппаратуре при постоянно действующих условиях на идентичном исследуемом материале в течение длительного периода времени при нормальном и правильном выполнении метода испытания, может превышать следующее значение только в одном случае из двадцати:

$$\text{повторяемость (сходимость)} = 2{,}6\ \%\ \text{среднего значения}. \qquad (6)$$

14.2.2 Воспроизводимость

Разность двух единичных и независимых результатов испытаний, полученных разными операторами, работающими в разных лабораториях на идентичном исследуемом материале в течение длительного периода времени при нормальном и правильном выполнении метода испытания, может превышать следующее значение только в одном случае из двадцати:

$$\text{воспроизводимость} = 7{,}3\ \%\ \text{среднего значения}. \qquad (7)$$

14.2.3 Краткое описание межлабораторного исследования

В межлабораторном исследовании участвовали девять лабораторий, которые оценивали 10 масел для двигателей с диапазоном вязкости от 2800 до 18000 мПа·с при температурах от минус 10 °С до минус 35 °С. Все лаборатории, которые измеряли кажущуюся вязкость, применяли CCS 4/5 с версией программного обеспечения 4.х или выше.

14.3 Смещение (отклонение)

Процедура настоящего метода испытания для измерения кажущейся вязкости моторных масел при низких температурах не имеет отклонений, потому что кажущаяся вязкость моторных масел при низкой температуре определяется только с помощью настоящего метода испытания.

14.4 Прецизионность, полученная при использовании автоматических CCS

Смещение (отклонение) результатов испытаний, полученных на автоматических CCS и ручных CCS2, отсутствует и прецизионность соответствует прецизионности ручного CCS.

Приложение А
(обязательное)

Специальная методика испытания масел с высокими упруговязкими свойствами на ручном CCS

А.1 При испытании на ручном CCS при низкой температуре испытуемые образцы могут характеризоваться разным поведением, поэтому необходимы процедурные изменения.

Некоторые образцы закручиваются в виде спирали вокруг вала ротора при запуске привода ротора. Если образец поднимается из зоны сдвига, то скорость ротора заметно увеличивается.

Применение резиновой пробки в заправочной трубке (см. 11.2) обычно обеспечивает удовлетворительные результаты испытания, но для испытания высоковязких образцов может потребоваться применение специальной методики.

Методику, приведенную в А.1.2 — А.1.7, применяют для испытаний как вязких, так и невязких образцов. При испытании по А.1.5 требуется больше манипуляций через более короткие промежутки времени, чем при испытании по 11.2.

Испытания калибровочных масел должны проводиться по той же методике, по которой проводились испытания образцов, так как калибровочные кривые могут слегка различаться.

А.2 Испытуемый образец с помощью капельной пипетки вводят в заправочную трубку, заполняя зазор между ротором и статором с небольшим избытком, чтобы образец закрывал ротор приблизительно на 1 мм.

Для обеспечения лучшего распределения образца между статором и ротором прокручивают ротор рукой до тех пор, пока часть образца не стечет со стенок ротора.

А.3 Включают контроль температуры и подачу хладагента, дают охладиться статору. Температура испытания должна быть достигнута через 30 — 60 с для температур испытания до минус 20 °С и через 60 — 90 с — для температур испытания до минус 30 °С.

Для обеспечения оптимального контроля температуры на циркуляционном насосе, подающем хладагент, открывают клапан насоса для регулирования подачи хладагента, когда испытуемый маловязкий образец находится в вискозиметрической ячейке, а двигатель CCS включен.

Температура хладагента, поступающего к вискозиметрической ячейке, должна быть приблизительно на 10 °С ниже температуры испытания.

Необходимо обеспечить хороший тепловой контакт с датчиком температуры в тепловом канале статора, который следует периодически очищать по 6.6.

А.4 Устанавливают стрелку измерительного прибора на более низкое значение температуры испытания, чтобы при включении двигателя ротора не требовалось дальнейшей настройки температуры испытания.

А.5 При достижении температуры испытания (на что указывает индикатор измерителя температуры, контролирующий температуру циклического потока хладагента), включают таймер.

Через (10 ± 2) с после включения таймера непосредственно в ячеку вводят дополнительное количество образца так, чтобы ячейка была полностью заполнена.

А.6 Через (30 ± 2) с после запуска таймера включают привод двигателя.

А.7 Через (10 ± 2) с после запуска ротора регистрируют показание индикаторного измерителя скорости с точностью 0,001 ед. Затем включают привод ротора и начинают подачу хладагента.

А.8 Очищают CCS по 11.3.1 — 11.3.3.

А.9 Прецизионность измерения кажущейся вязкости моторных масел с упруговязкими свойствами не установлена, поэтому можно ожидать, что отчасти она будет хуже той, которая указана в 14.1 — 14.3.

Приложение Б
(справочное)

Сравнение структуры настоящего стандарта со стандартом АСТМ Д 5293

Настоящий стандарт	Стандарт АСТМ Д 5293
Раздел 1 Область применения	Раздел 1 Область применения
Раздел 2 Нормативные ссылки	Раздел 2 Нормативные ссылки
Раздел 3 Термины и определения	Раздел 3 Термины и определения
Раздел 4 Сущность метода	Раздел 4 Сущность метода
Раздел 5 Значение и использование	Раздел 5 Значение и использование
Раздел 6 Аппаратура	Раздел 6 Аппаратура
Раздел 7 Реактивы и материалы	Раздел 7 Реактивы и материалы
Раздел 8 Меры предосторожности	Раздел 8 Меры предосторожности
Раздел 9 Отбор проб	Раздел 9 Отбор проб
Раздел 10 Калибровка	Раздел 10 Калибровка
Раздел 11 Испытание на ручном CCS	Раздел 11 Проведение испытания на ручном CCS
Раздел 12 Испытание на автоматическом и полуавтоматическом CCS	Раздел 12 Проведение испытания на автоматическом и полуавтоматическом CCS
Раздел 13 Протокол испытания	Раздел 13 Протокол испытания
Раздел 14 Прецизионность и смещение (отклонение)	Раздел 14 Прецизионность и отклонение
Приложение А (обязательное) Специальная методика испытания на ручном CCS масел с высокими упруговязкими свойствами	Приложение А (обязательное) Специальная методика испытания на ручном имитаторе CCS масел с высокими упруговязкими свойствами
Приложение Б (справочное) Сравнение структуры настоящего стандарта со стандартом АСТМ Д 5293	—
Библиография	—

Библиография

[1] АСТМ Д 4057 Руководство по ручному отбору проб нефти и нефтепродуктов

УДК 621.892.097.2:006.354 ОКС 75.080
75.100 Б29 ОКСТУ 0209

Ключевые слова: кажущаяся вязкость, холодная прокрутка, моторные масла, нефть, нефтепродукты, вязкость

Редактор *Т. А. Леонова*
Технический редактор *В. Н. Прусакова*
Корректор *Н. И. Гаврищук*
Компьютерная верстка *В. Н. Романовой*

Сдано в набор 01.08.2006. Подписано в печать 13.09.2006. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,50. Тираж 250 экз. Зак. 1796. С 3256.

ФГУП «Стандартинформ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано и отпечатано в Калужской типографии стандартов, 248021 Калуга, ул. Московская, 256.

gost.e-ecolog.ru