
МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

ГОСТ
ISO 3839—
2017

ДИСТИЛЛЯТЫ НЕФТЯНЫЕ И АЛИФАТИЧЕСКИЕ ОЛЕФИНЫ

Определение бромного числа электрометрическим методом

(ISO 3839:1996, Petroleum products — Determination of bromine number
of distillates and aliphatic olefins — Electrometric method, IDT)

Издание официальное



Москва
Стандартинформ
2019

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 и 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 14 июля 2017 г. № 101-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 |
| Киргизия | KG | Кыргызстандарт |
| Россия | RU | Росстандарт |
| Таджикистан | TJ | Таджикстандарт |
| Украина | UA | Минэкономразвития Украины |

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 октября 2017 г. № 1332-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 3839—2017 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2019 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 3839:1996 «Нефтепродукты. Определение бромного числа дистиллятов и алифатических олефинов. Электрометрический метод» («Petroleum products — Determination of bromine number of distillates and aliphatic olefins — Electrometric method», IDT).

Международный стандарт разработан Техническим комитетом по стандартизации ТС 28 «Нефтепродукты и смазочные материалы» Международной организации по стандартизации (ISO).

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

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных 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»

© ISO, 1996 — Все права сохраняются
© 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 и определения | 2 |
| 4 Сущность метода | 2 |
| 5 Реактивы и материалы | 2 |
| 6 Аппаратура | 3 |
| 7 Проверочное испытание | 3 |
| 8 Проведение испытания | 4 |
| 9 Обработка результатов | 5 |
| 10 Запись результатов | 5 |
| 11 Прецизионность | 5 |
| 12 Протокол испытания | 6 |
| Приложение А (справочное) Интерпретация бромного числа и полученных данных | 7 |
| Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам | 13 |

ДИСТИЛЛЯТЫ НЕФТЯНЫЕ И АЛИФАТИЧЕСКИЕ ОЛЕФИНЫ

Определение бромного числа электрометрическим методом

Petroleum distillates and aliphatic olefins.
Determination of bromine number by electrometric method

Дата введения — 2019—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод определения бромного числа для следующих нефтепродуктов:

а) нефтяных дистиллятов, не содержащих углеводородов легче 2-метилпропана, 90 % об. которых выкипает до температуры 327 °С. Метод применим для бензинов (включая этилированные, неэтилированные и оксигенатные топлива), керосинов и ряда газойлей, которые попадают в следующие диапазоны:

| | |
|--|---|
| температура отгона 90 % об. (ISO 3405) | бромное число, не более (см. примечание 1) |
| не выше 205 °С | 175 |
| от 205 °С до 327 °С | 10; |

б) товарных олефинов, которые являются смесями алифатическихmonoолефинов и бромное число которых находится в диапазоне 95—165 (см. примечание 1).

Установлено, что настоящий метод подходит для таких веществ как товарные тримеры и тетрамеры пропилена, димеры бутилена и смеси ноненов, октенов и гептенов.

Метод не распространяется на нормальные α -олефины.

П р и м е ч а н и я

1 Данные пределы определения бромных чисел установлены в связи с тем, что прецизионность метода была определена только для этих диапазонов и внутри них.

2 Значение бромного числа является показателем количества компонентов, реагирующих с бромом, но не устанавливает их состав. В приложении А и таблице А.1 приведена информация по применению настоящего стандарта в качестве критерия ненасыщенности олефинов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты. Для датированных ссылок применяют только указанное издание стандарта. Для недатированных — последнее издание (включая любые изменения).

ISO 3405:1988¹⁾, Petroleum products — Determination of distillation characteristics (Нефтепродукты. Определение дистилляционных характеристик)²⁾

ISO 3696:1987, Water for analytical laboratory use — Specification and test methods (Вода для применения в аналитической лаборатории. Спецификация и методы испытаний)

¹⁾ Заменен на ISO 3405:2019.

²⁾ Однако для однозначного соблюдения требования настоящего стандарта, выраженного в датированной ссылке, рекомендуется использовать только указанное в этой ссылке издание.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применен следующий термин с соответствующим определением:

3.1 **бромное число** (bromine number): Количество брома в граммах, которое взаимодействует со 100 г образца в определенных условиях.

4 Сущность метода

Испытуемый образец известной массы, растворенный в указанном растворителе при температуре от 0 °C до 5 °C, волюметрически титруют стандартным раствором бромид/бромата. На конечную точку титрования указывает внезапное изменение величины потенциала на электрометрическом аппарате для титрования, обусловленное присутствием свободного брома.

5 Реактивы и материалы

Используют реактивы только квалификации ч. д. а. и воду, эквивалентную классу 3 по ISO 3696.

5.1 1,1,1-Трихлорэтан (CH_3CCl_3)

Предупреждение — 1,1,1-Трихлорэтан вреден для окружающей среды. Проводятся активные исследования по подбору замены этому веществу.

5.2 Метанол (CH_3OH).

5.3 Раствор йодида калия концентрацией 150 г/дм³.

Растворяют 150 г йодида калия (KI) в воде и доводят водой объем до 1 дм³.

5.4 Серная кислота, разбавленная в соотношении 1:5

Осторожно смешивают один объем концентрированной серной кислоты (H_2SO_4 , не менее 98 % масс.) с пятью объемами воды.

5.5 Растворитель для титрования

Готовят 1 дм³ растворителя для титрования, смешивая следующие вещества в следующих объемах: 714 см³ уксусной кислоты (5.9), 134 см³ 1,1,1-трихлорэтана (5.1), 134 см³ метанола (5.2) и 18 см³ раствора серной кислоты (5.4).

5.6 Раствор бромид/бромата [$c(\text{Br}_2) = 0,250$ моль/дм³]

Растворяют (51,0 ± 0,1) г бромида калия (KBr) и (13,92 ± 0,01) г бромата калия (KBrO₃), высушенных при температуре 105 °C в течение 30 мин, в воде и доводят водой объем раствора до 1 дм³.

П р и м е ч а н и е — Если бромные числа олефинов, указанные в разделе 7 и определенные с использованием этого раствора, не попадают в указанные диапазоны или если существуют сомнения в качестве первичных реагентов, то рекомендуется определить (и использовать в последующих расчетах) концентрацию (моль/дм³) путем установления молярности раствора. Процедуру установления молярности раствора проводят следующим образом:

помещают 50 см³ уксусной кислоты (5.9) и 1 см³ концентрированной соляной кислоты (5.10) в колбу вместимостью 500 см³ для определения йодного числа. Охлаждают раствор в ледяной бане в течение приблизительно 10 мин и, непрерывно помешивая содержимое в колбе, добавляют из калиброванной бюретки вместимостью 10 см³ раствор бромид/бромата объемом (5,00 ± 0,01) см³ со скоростью 1—2 капли в секунду. Немедленно закупоривают колбу крышкой, встряхивают содержимое, помещают снова в ледяную баню и добавляют 5 см³ раствора йодида калия (5.3) в пространство между рантом колбы и пробкой. Через 5 мин вынимают колбу из ледяной бани и, медленно удаляя пробку, позволяют раствору йодида калия стечь в колбу. Интенсивно встряхивают, добавляют 100 см³ воды таким же способом для промывания пробки, кромки и стенок колбы и сразу титруют раствором тиосульфата натрия (5.7). Ближе к концу титрования добавляют 1 см³ раствора крахмала (5.8) и медленно титруют до исчезновения синего цвета. Вычисляют концентрацию $c_1(\text{Br}_2)$ раствора бромид/бромата, моль/дм³, по формуле

$$c_1 = \frac{V_0 c_0}{2V_1}, \quad (1)$$

где V_0 — объем раствора тиосульфата натрия, требуемый для титрования раствора бромид/бромата, см³;

c_0 — концентрация раствора тиосульфата натрия, моль/дм³;

2 — число электронов, переносимых во время окислительно-восстановительного титрования бромид/бромата;

V_1 — объем раствора бромид/бромата (номинально 5,00 см³).

Повторяют процедуру установления молярности раствора до тех пор, пока два определения не будут отличаться от их среднего значения более чем на 0,002 моль/дм³.

5.7 Раствор тиосульфата натрия 0,1 моль/дм³

Растворяют (25,0 ± 0,1) г пентагидрата тиосульфата натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) в воде и добавляют 0,01 г карбоната натрия (Na_2CO_3) для стабилизации раствора. Доводят водой объем раствора до 1 дм³ и встряхивают для тщательного перемешивания. Устанавливают молярность раствора, используя любую принятую методику, которая позволяет определить концентрацию с погрешностью не более ± 0,0002 моль/дм³. Проверку молярности раствора проводят с периодичностью, позволяющей зареги-стрировать изменения концентрации, равные ± 0,0005 моль/дм³.

5.8 Раствор крахмала

Растирают в порошок и тщательно смешивают 5 г крахмала и 5—10 мг йодида ртути (II) (HgI_2) с 3—5 см³ воды. Добавляют полученную суспензию к 2 дм³ кипящей воды и кипятят 5 — 10 мин. Охлаждают и сливают прозрачную отстоявшуюся жидкость с поверхности в склянки с притертыми пробками.

Предупреждение — Йодид ртути (II) токсичен. Проводятся активные исследования по подбору замены этому веществу.

5.9 Ледяная уксусная кислота с содержанием основного вещества не менее 99,0 % масс. (т. е. с массовой долей 99,0 %).

5.10 Концентрированная соляная кислота (HCl) с содержанием основного вещества 35,4 % масс. (т. е. с массовой долей 35,4 %).

5.11 Концентрированная азотная кислота с содержанием основного вещества от 69,0 % масс. до 70,5 % масс. (т. е. с массовой долей 69,0 % — 70,5 %).

6 Аппаратура

6.1 Аппарат для электрометрического титрования с конечной точкой

Используют любые аппараты (титрометры), предназначенные для титрования с поляризацией высокого сопротивления с заранее установленными конечными точками, способные поддерживать напряжение между двумя платиновыми электродами приблизительно 0,8 В и с чувствительностью 50 мВ, достаточной для регистрации конечной точки титрования при изменении напряжения на данных электродах.

П р и м е ч а н и е — Можно использовать другие доступные на рынке виды электронных титрометров, включая определенные pH-метры.

6.2 Сосуд для титрования

Стеклянный сосуд с рубашкой высотой приблизительно 120 мм, внутренним диаметром 45 мм, способный поддерживать температуру от 0 °C до 5 °C.

6.3 Мешалка

Любая магнитная перемешивающая система.

6.4 Электроды

Два платиновых электрода, имеющие длину приблизительно 12 мм и диаметр 1 мм каждый. Электроды должны быть расположены на расстоянии 5 мм друг от друга и приблизительно на 55 мм ниже уровня раствора для титрования. Электродную пару регулярно очищают азотной кислотой (5.11) и промывают водой перед использованием.

6.5 Бюretка

Любая система подачи с градуировкой не более 0,05 см³ для измерения объема титранта.

7 Проверочное испытание

Для того, чтобы избежать каких-либо неточностей в процедуре испытания образцов, проверяют реактивы и методику испытания, используя свежеочищенные циклогексен или дизобутен. Проводят испытание в соответствии с разделом 8, используя образцы циклогексена или дизобутена массой от

0,6 до 1,0 г (см. таблицу 1) или от 6 до 10 г раствора с массовой долей этих веществ в 1,1,1-трихлорэтане (5.1), равной 10 %. Если реагенты и методика проведения испытания выбраны правильно, полученные значения бромных чисел будут находиться в следующих диапазонах:

| стандартный образец | бромное число |
|---|----------------------------|
| циклогексен, очищенный (см. примечания 1 — 3) | 187—199 (см. примечание 4) |
| циклогексен, 10 %-ный раствор | 18—20 |
| дизобутен, очищенный (см. примечания 2, 3) | 136—144 (см. примечание 4) |
| дизобутен, 10 %-ный раствор | 13—15 |

П р и м е ч а н и я

1 Очищенные испытуемые образцы циклогексена и дизобутена можно приготовить из концентратов циклогексена с пределами кипения 81 °С — 83 °С и из концентратов дизобутена (только 1-пентен, 2, 2, 4- trimетил изомер) с пределами кипения 100 °С — 102 °С с использованием следующей процедуры.

Добавляют 65 г активированного диоксида кремния (с размером частиц 75—150 мкм, изготовленного для обеспечения минимальной полимеризации олефинов) в колонку внутренним диаметром приблизительно 16 мм и длиной 760 мм, которая имеет запорный кран на нижнем основании и сверху закупоривается маленькой пробкой из стекловаты. Для этой цели пригодны buretka вместимостью 100 см³ или любая колонка, которая обеспечивает соотношение высоты к диаметру не менее 30:1 и заполнена силикагелем. Слегка постукивают по колонке при заполнении силикагелем для обеспечения равномерности заполнения.

Добавляют в колонку 30 см³ олефина для очистки. Когда олефин адсорбируется силикагелем, наполняют колонку метанолом (5.2). Сливают первые 10 см³ фильтрата и собирают следующие 10 см³, которые являются очищенным олефином, готовым к использованию в процедуре определения бромного числа. Определяют и фиксируют плотность и показатель преломления очищенных образцов для испытания при 20 °С. Сливают оставшийся продукт фильтрации.

2 Если дистилляция этих олефинов необходима в качестве стадии предварительной очистки, в колбу для дистилляции следует добавить несколько гранул гидроксида калия (КОН) и дистилляцию не следует продолжать за пределами 90 % (об./об.) (т.е. объемная фракция 90 %) для минимизации опасности разложения любых присутствующих перекисей.

3 Олефины, полученные в результате очистки, должны иметь свойства, приведенные в таблице 1.

4 Теоретические бромные числа циклогексена и дизобутена составляют 194,5 и 142,4 соответственно.

Т а б л и ц а 1 — Физические свойства очищенных олефинов

| Соединение | Температура кипения, °С | Плотность при 20 °С, кг/м ³ | Показатель преломления, n_D^{20} |
|-------------|-------------------------|--|------------------------------------|
| Циклогексен | 82,5—83,5 | 810,0 | 1,4465 |
| Дизобутен | 101,0—102,5 | 717,5 ± 1,5 | 1,4112 |

8 Проведение испытания

8.1 Помещают 10 см³ 1,1,1-трихлорэтана (5.1) в мерную колбу вместимостью 50 см³ и пипеткой вводят приведенное в таблице 2 количество образца. Находят массу образца как разницу между массой (с точностью до 1 мг) колбы до и после добавления образца или, если точная плотность известна, вычисляют массу из измеренного объема. Заполняют колбу до метки 1,1,1-трихлорэтаном и хорошо перемешивают.

Т а б л и ц а 2 — Рекомендуемые массы испытуемых образцов

| Бромное число | Масса испытуемого образца, г |
|-----------------------|------------------------------|
| От 0 до 10 включ. | От 20 до 16 включ. |
| Св. 10 до 20 включ. | От 10 до 8 включ. |
| Св. 20 до 50 включ. | От 5 до 4 включ. |
| Св. 50 до 100 включ. | От 2 до 1,5 включ. |
| Св. 100 до 150 включ. | От 1,0 до 0,8 включ. |
| Св. 150 до 200 включ. | От 0,8 до 0,6 включ. |

П р и м е ч а н и я

1 Если неизвестно даже примерное значение бромного числа, для вычисления приблизительного значения бромного числа рекомендуется провести пробное испытание с использованием испытуемого образца массой 2 г, после чего проводят другое определение с использованием массы испытуемого образца, указанной в таблице 2. Масса испытуемого образца должна быть такой, чтобы используемый объем титранта бромид/бромата был не более 10 см³ и во время титрования смесь не разделялась на две фазы.

2 Может возникнуть затруднение при растворении испытуемых образцов высококипящих продуктов в титранте; это может быть предотвращено добавлением небольшого количества толуола.

8.2 Охлаждают сосуд для титрования (6.2) до 0 °С — 5 °С и поддерживают эту температуру в течение всего времени титрования. Включают титрометр (6.1) и дают стабилизироваться электрической цепи.

8.3 Вводят 110 см³ растворителя для титрования (5.5) в сосуд для титрования и вводят пипеткой аликовтную часть раствора образца (8.1) объемом 5 см³ из мерной колбы вместимостью 50 см³. Включают мешалку (6.3) и регулируют скорость перемешивания, избегая появления воздушных пузырьков в растворе.

8.4 Устанавливают потенциал конечной точки. При работе с каждым аппаратом следуют инструкциям изготовителя по установлению конечной точки и достижению чувствительности в цепи платинового электрода, указанной в 6.1.

8.5 В зависимости от типа титрометра добавляют раствор бромид/бромата (5.6) вручную маленькими порциями бюреткой или микропроцессором.

При применении товарных титрометров резкое изменение потенциала отмечается на счетчике или шкале прибора как только конечная точка достигнута. Конечная точка титрования достигается, когда изменение в потенциале сохраняется в течение 30 с.

8.6 Проводят холостое титрование каждой партии растворителя для титрования и реагентов, повторяя всю методику, используя 5 см³ 1,1,1-трихлорэтана вместо аликовтной части образца. Если для достижения конечной точки требуется более чем 0,1 см³ раствора бромид/бромата, считают анализ непригодным, готовят свежие реагенты и повторяют испытание.

9 Обработка результатов

Вычисляют бромное число Br № по формуле

$$Br \ № = \frac{(V_1 - V_2)c_1 15,98}{m}, \quad (2)$$

где V_1 — объем раствора бромид/бромата, который требуется для титрования аликовтной части испытуемого раствора, см³;

V_2 — объем раствора бромид/бромата, который требуется для титрования холостого раствора, см³;

c_1 — молярная концентрация брома в растворе бромид/бромата, моль Br/дм³;

15,98 — коэффициент пересчета граммов брома на 100 г образца, включая молекулярную массу брома (Br₂) и пересчет см³ в дм³;

m — масса аликовтной части образца, г.

10 Запись результатов

Записывают результаты, округленные до 0,1 для бромных чисел ниже 10,0 и до целого числа — для бромных чисел выше 10,0.

11 Прецизионность

Прецизионность метода, полученная путем статистических исследований результатов межлабораторных испытаний, следующая.

11.1 Повторяемость (сходимость) r

Расхождение между двумя независимыми единичными результатами испытания, полученными при использовании одного и того же метода испытания на идентичном испытуемом материале в одной

и той же лаборатории одним и тем же оператором с использованием одного и того же оборудования в короткий промежуток времени, может превышать следующие значения только в одном случае из 20.

Нефтяные дистилляты:

а) 90 % об. перегоняется до 205 °C

$$r = 0,11(X^{0,70}); \quad (3)$$

б) 90 % об. перегоняется при температуре от 205 °C до 327 °C

$$r = 0,11(X^{0,67}), \quad (4)$$

где X — среднее значение бромного числа испытуемых образцов.

Для товарных олефинов $r = 3$.

11.2 Воспроизводимость R

Расхождение между двумя независимыми единичными результатами испытания, полученными при использовании одного и того же метода испытания на идентичном испытуемом материале в разных лабораториях разными операторами с использованием разного оборудования, может превышать следующие значения только в одном случае из 20.

Нефтяные дистилляты:

а) 90 % об. перегоняется до 205 °C

$$R = 0,72(X^{0,70}); \quad (5)$$

б) 90 % об. перегоняется при температуре от 205 °C до 327 °C

$$R = 0,78(X^{0,67}), \quad (6)$$

где X — среднее значение бромного числа испытуемых образцов.

Для товарных олефинов $R = 12$ ³⁾.

12 Протокол испытания

Протокол испытаний должен содержать:

- обозначение настоящего стандарта;
- тип и идентификацию испытуемого продукта;
- результаты испытаний (см. раздел 10);
- любое отклонение по соглашению или другим документам от установленной методики;
- дату проведения испытания.

³⁾ Предварительное значение, полученное из ограниченного количества данных.

Приложение А
(справочное)

Интерпретация бромного числа и полученных данных

По определению бромное число — количество брома в граммах, которое взаимодействует со 100 г образца в определенных условиях. Согласно этому определению бром, израсходованный при добавлении, вступающий в реакции присоединения, замещения, окисления с соединениями, содержащими серу, азот и кислород, включен в бромное число вещества. Использование бромного числа для оценки ненасыщенности оставшихся олефинов основано на том факте, что реакция присоединения протекает быстро и полностью почти в любых условиях. Присоединение брома протекает легко при температурах ниже 0 °С. Понижение температуры реакции, уменьшение времени контактирования, снижение концентрации свободного брома приводят к замедлению как реакций замещения, так и окислительных реакций. Другие факторы, такие как характер растворителя, степень перемешивания и выдерживание на свету, также влияют на скорость разных реакций.

Опыт показывает, что исключение хотя бы одного параметра из условий испытания направляет реакцию брома в другую сторону. По этой причине для получения приемлемых результатов с представительными веществами условия испытания по определению бромного числа обычно устанавливают эмпирически.

Возможность множественных реакций, происходящих одновременно, и переменное поведение некоторых веществ в присутствии брома вносит элемент неопределенности в интерпретацию результатов испытания. Знание веществ, которые находятся в обращении, и их реакции на бром значительно снижает риск неверного толкования.

Получены данные по бромным числам в большом количестве нефтяных углеводородов и некоторых веществ, не содержащих углеводороды нефти, с использованием электрометрического метода. Эти данные, представленные испытателями, приведены в таблице А.1.

Информация приведена в качестве общего руководства для интерпретации бромных чисел нефтепродуктов. Установлено, что данные по бромным числам, приведенные в настоящей таблице, являются неполными и имеют ограниченную ценность; однако их применение будет расширено по мере получения большего числа результатов испытаний, полученных электрометрическим методом, установленным в настоящем стандарте по бромным числам. Такие дополнительные данные следует представлять в секретариат ISO/TC 28, который может рассмотреть информацию по экспериментальным данным.

Т а б л и ц а А.1 — Зарегистрированные бромные числа, определенные электрометрическим методом

| Соединение | Чистота ¹⁾ , % | Бромное число | | |
|------------------------|---------------------------|---------------|------------|---------------------------|
| | | Теоретическое | Полученное | Отличие от теоретического |
| Парафины | | | | |
| Гексан | 99,96 ¹¹⁾ | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2-Метилгексан | 99,88 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Гептан | 2) | 0,0 | 0,1 | + 0,1 |
| Октан | 99,94 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2,2,4-Триметилпентан | 99,96 | 0,0 | 0,1 | + 0,1 |
| Олефины с прямой цепью | | | | |
| Пентен-1 | 99,7 | 228 | 208 | – 20 |
| транс-Пентен-2 | 99,91 | 228 | 235 | + 7 |
| Гексен-1 | 3) | 190 | 181 | – 9 |
| цис-Гексен-2 | 99,80 | 190 | 189 | – 1 |
| транс-Гексен-2 | 99,83 | 190 | 189 | – 1 |
| цис-Гексен-3 | 99,87 | 190 | 193 | + 3 |
| транс-Гексен-3 | 99,94 | 190 | 191 | + 1 |
| Гептен-1 | 99,8 | 163 | 136 | – 27 |

Продолжение таблицы А.1

| Соединение | Чистота ¹⁾ , % | Бромное число | | |
|-------------------------------|---------------------------|---------------|------------|---------------------------|
| | | Теоретическое | Полученное | Отличие от теоретического |
| транс-Гептен-2 | 99,85 | 163 | 163 | 0 |
| транс-Гептен-3 | 99,80 | 163 | 163 | 0 |
| Октен-1 | 99,7 | 142 | 132 | - 10 |
| Октен-2 | 3) | 142 | 139 | - 3 |
| транс-Октен-4 | 99,84 | 142 | 149 | + 7 |
| Децен-1 | 99,89 | 114 | 111 | - 3 |
| Додецен-1 | 99,9 | 95 | 83 | - 12 |
| Тридекен-1 | 99,8 | 88 | 81 | - 7 |
| Тетрадецен-1 | 99,7 | 81 | 71 | - 10 |
| Пентадецен-1 | 99,8 | 76 | 63 | - 13 |
| Гексадецен-1 | 99,84 | 71 | 63 | - 8 |
| Олефины с разветвленной цепью | | | | |
| 2-Метилбутен-1 | 99,90 | 228 | 232 | + 4 |
| 2-Метилбутен-2 | 99,94 | 228 | 235 | + 7 |
| 2,3-Диметилбутен-1 | 99,86 | 190 | 194 | + 4 |
| 3,3-Диметилбутен-1 | 99,91 | 190 | 167 | - 23 |
| 2-Этилбутен-1 | 99,90 | 190 | 198 | + 8 |
| 2,3-Диметилбутен-2 | 99,90 | 190 | 191 | + 1 |
| 2-Метилпентен-1 | 99,92 | 190 | 182 | - 8 |
| 3-Метилпентен-1 | 99,70 | 190 | 152 | - 38 |
| 4-Метилпентен-1 | 99,82 | 190 | 176 | - 14 |
| 2-Метилпентен-2 | 99,91 | 190 | 190 | 0 |
| 3-Метил-цис-пентен-2 | 99,85 | 190 | 194 | + 4 |
| 3-Метил-транс-пентен-2 | 99,86 | 190 | 191 | + 1 |
| 4-Метил-цис-пентен-2 | 99,92 | 190 | 190 | 0 |
| 4-Метил-транс-пентен-2 | 99,75 | 190 | 190 | 0 |
| 2,3,3-Триметилбутен-1 | 99,94 | 163 | 161 | - 2 |
| 3-Метил-2-этилбутен-1 | 99,8 | 163 | 165 | + 2 |
| 2,3-Диметилпентен-1 | 99,80 | 163 | 159 | - 4 |
| 2,4-Диметилпентен-1 | 99,87 | 163 | 153 | - 10 |
| 2,3-Диметилпентен-2 | 99,6 | 163 | 162 | - 1 |
| 4,4-Диметил-цис-пентен-2 | 99,79 | 163 | 159 | - 4 |
| 4,4-Диметил-транс-пентен-2 | 99,91 | 163 | 158 | - 5 |
| 3-Этилпентен-1 | 99,85 | 163 | 173 | + 10 |
| 3-Этилпентен-2 | 99,80 | 163 | 165 | + 2 |

Продолжение таблицы А.1

| Соединение | Чистота ¹⁾ , % | Бромное число | | |
|--|---------------------------|---------------|-------------------|---------------------------|
| | | Теоретическое | Полученное | Отличие от теоретического |
| 2-Метилгексен-1 | 99,88 | 163 | 161 | - 2 |
| 5-Метилгексен-1 | 99,80 | 163 | 154 | - 9 |
| 3-Метил- <i>цис</i> -гексен-2 | 99,8 | 163 | 164 | + 1 |
| 2-Метил- <i>транс</i> -гексен-3 | 99,9 | 163 | 163 | 0 |
| 2-Метил-3-этилпентен-1 | 99,81 | 142 | 140 | - 2 |
| 2,4,4-Триметилпентен-1 | 99,91 | 142 | 137 | - 5 |
| 2,4,4-Триметилпентен-2 | 99,92 | 142 | 141 | - 1 |
| Дизобутен | 4) | 142 | 140 ⁴⁾ | - 2 |
| 2-Этилгексен-1 | 5) | 142 | 140 | - 2 |
| 2,3-Диметилгексен-2 | 99,71 | 142 | 143 | + 1 |
| 2,5-Диметилгексен-2 | 99,8 | 142 | 143 | + 1 |
| 2,2-Диметил- <i>транс</i> -гексен-3 | 99,80 | 142 | 139 | - 3 |
| Триизобутен | 99,0 | 95 | 58 | - 37 |
| Несопряженные циклические диолефины | | | | |
| 4-Этенил-1-циклогексен (4-Винил-1-циклогексен) | 99,90 | 295 | 210 ⁶⁾ | (- 85) |
| DL-1,8(9)- <i>л</i> -Ментадиен (дипентен) | 98—100 ⁷⁾ | 235 | 225 | - 10 |
| Сопряженные диолефины | | | | |
| 2-Метилбутадиен-1,3 (изопрен) | 99,96 | 470 | 236 | - 234 |
| <i>цис</i> -Пентадиен-1,3 | 99,92 | 470 | 285 | - 185 |
| <i>транс</i> -Пентадиен-1,3 | 99,92 | 470 | 234 | - 236 |
| 2-Метил-пентадиен-1,3 | 95 + ⁸⁾ | 389 | 197 | - 192 |
| 2,3-Диметилбутадиен-1,3 | 99,93 | 389 | 186 | - 203 |
| Несопряженные диолефины | | | | |
| Пентадиен-1,2 | 99,66 | 470 | 230 | - 240 |
| Пентадиен-1,4 | 99,93 | 470 | 185 | - 285 |
| Пентадиен-2,3 | 99,85 | 470 | 227 | - 243 |
| Гексадиен-1,5 | 99,89 | 389 | 352 | - 37 |
| Ароматические углеводороды с ненасыщенными боковыми цепями | | | | |
| Фенилэтилен (стирол) | 9) | 153 | 124 | - 29 |
| Метилфенилэтилен (метилстирол) | 9) | 135 | 133 | - 2 |
| Аллилбензол | 97,8 ²¹⁾ | 135 | 0 | - 135 |
| Циклические олефины | | | | |
| Циклопентен | 99,97 | 235 | 237 | + 2 |
| Циклогексен | 99,98 | 195 | 193 | - 2 |
| Циклогексен | 4) | 195 | 193 ⁴⁾ | - 2 |

Продолжение таблицы А.1

| Соединение | Чистота ¹⁾ , % | Бромное число | | |
|--|---------------------------|---------------|------------|---------------------------|
| | | Теоретическое | Полученное | Отличие от теоретического |
| 1-Метилцикlopентен | 99,86 | 195 | 209 | + 14 |
| 1-Метилциклогексен | 99,82 | 166 | 162 | - 4 |
| Этинилцикlopентан (винилцикlopентан) | 99,91 | 166 | 164 | - 2 |
| Этилиденцикlopентан | 99,96 | 166 | 168 | + 2 |
| 1,2-Диметилциклогексен | 99,94 | 145 | 151 | + 6 |
| 3-Цикlopентил-1-пропан | 99,87 | 145 | 141 | - 4 |
| Этилиденциклогексан | 99,86 | 145 | 147 | + 2 |
| Этинилциклогексан (винилциклогексан) | 99,95 | 145 | 139 | - 6 |
| 1-Этилциклогексен | 99,83 | 145 | 147 | + 2 |
| Инден | 3) | 138 | 134 | - 4 |
| Ароматические моноциклические углеводороды | | | | |
| Бензол | 99,98 | 0,0 | 0,1 | + 0,1 |
| Толуол | 99,97 | 0,0 | 0,1 | + 0,1 |
| o-Ксиол | 99 + ¹⁵⁾ | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| m-Ксиол | 99 + ¹⁵⁾ | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| p-Ксиол | 99 + ¹⁵⁾ | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Изопропилбензол (кумол) | 99,95 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 1,2,4-Триметилбензол (псевдокумол) | 99,67 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 1,3,5-Триметилбензол (мезитилен) | 10) | 0,0 | 0,3 | + 0,3 |
| 1,3-Диметил-4-этилбензол | 99,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 1,2,4,5-Тетраметилбензол (дюрол) | 99,86 | 0,0 | 0,1 | + 0,1 |
| 1,2,3,5-Тетраметилбензол (изодюрол) | 10) | 0,0 | 0,3 | + 0,3 |
| транс-Бутилбензол | 99,73 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| транс-Амилбензол | 3) | 0,0 | 0,7 | + 0,7 |
| Ароматические бициклические углеводороды | | | | |
| Фенилбензол (бифенол) | 10) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Нафталин | 99,96 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 1,2,3,4-Тетрагидронафталин (тетралин) | 99,9 | 0,0 | 0,2 | + 0,2 |
| 1-Метилнафталин | 99,78 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2-Метилнафталин | 99,91 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2,3-Дигидроинден (индан) | 99,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Циклогексилбензол | 99,93 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Ароматические полициклические углеводороды | | | | |
| Антрацен | 10) | 0,0 | 12 | + 12 |
| Фенантрен | 10) | 0,0 | 3,9 | + 3,9 |

Продолжение таблицы А.1

| Соединение | Чистота ¹⁾ , % | Бромное число | | |
|--|---------------------------|---------------|------------|---------------------------|
| | | Теоретическое | Полученное | Отличие от теоретического |
| Циклопарафины | | | | |
| Метилцикlopентан | 99,99 ¹¹⁾ | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Метилциклогексан | 99,97 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Изопропилцикlopентан | 99,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| цис-Гексагидроиндан (цис-гидриндан) | 99,94 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| транс-Гексагидроиндан (транс-гидриндан) | 99,71 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| трем-Бутилциклогексан | 99,95 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Цикlopентилцикlopентан | 99,95 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| цис-Декагидронафталин (цис-декалин) | 98 + 8) | 0,0 | 0,1 | + 0,1 |
| транс-Декагидронафталин (транс-декалин) | 98 + 8) | 0,0 | 1,6 | + 1,6 |
| Серосодержащие соединения | | | | |
| Этантиол (этилмеркаптан) | 99,95 | 0,0 | 209 | + 209 |
| 3-Тиопентан (этилсульфид) | 99,94 | 0,0 | 184 | + 184 |
| 2,3-Дитиобутан (метилдисульфид) | 99,97 | 0,0 | 1,1 | + 1,1 |
| Тиоцикlobутан (триметиленсульфид) | 99,95 | 0,0 | 214 | + 214 |
| Тиофен | 99,99 | 0,0 | 0,4 | + 0,4 |
| Тиоцикlopентан (тетрагидротиофен) | 99,95 | 0,0 | 183 | + 183 |
| 3,4-Дитиогексан (диэтилдисульфид) | 99,90 | 0,0 | 0,4 | + 0,4 |
| 2-Метилпропан-2-тиол (трем-бутилмеркаптан) | 99,92 | 0,0 | 141 | + 141 |
| Пентантиол-1 (амилмеркаптан) | 99,92 | 0,0 | 83 | + 83 |
| Азотсодержащие соединения | | | | |
| Пирролидин | 99,85 | 0,0 | 12 | + 12 |
| Пиридин | 16) | 0,0 | 1,4 | + 1,4 |
| 2-Метилпиридин | 99,90 | 0,0 | 0,9 | + 0,9 |
| 4-Метилпиридин | 99 + 12) | 0,0 | 1,7 | + 1,7 |
| 2,4,6-Триметилпиридин | 99 + 12) | 0,0 | 2,7 | + 2,7 |
| 2-(5-Нонил)пиридин | 13) | 0,0 | 1,4 | + 1,4 |
| Пиррол | 99,99 | 0,0 | 873 | + 873 |
| 2-Метилпиррол | 98 + 17) | 0,0 | 708 | + 708 |
| 2,4-Диметилпиррол | 98 + 17) | 0,0 | 484 | + 484 |
| 2,5-Диметилпиррол | 99,9 + 14) | 0,0 | 869 | + 869 |
| 2,4-Диметил-3-этилпиррол | 98 + 17) | 0,0 | 248 | + 248 |
| 1-(1-Бутил)пиррол | 98 + 17) | 0,0 | 472 | + 472 |

Окончание таблицы А.1

| Соединение | Чистота ¹⁾ , % | Бромное число | | |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------|------------|---------------------------|
| | | Теоретическое | Полученное | Отличие от теоретического |
| Кислородсодержащие соединения | | | | |
| Ацетон | 18) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Метилэтилкетон | 19) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Смешанные соединения | | | | |
| Этаноламин | 10) | 0,0 | 1,5 | + 1,5 |
| Этилендихлорид | 10) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Этилендибромид | 10) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Тетраэтиллид (TEL) | 20) | (50) ²²⁾ | 53 | (+ 3) |
| Тетраметиллид (TML) | 20) | (60) ²²⁾ | 63 | (+ 3) |

1) Если нет специальных указаний, образцы для испытания — по стандарту API.
 2) Продукт фирмы Phillips класса «чистый», дистиллированный, очищенный на силикагеле.
 3) Чистота не установлена.
 4) Среднее значение, полученное в сентябре 1957 г. в Совместной программе на очищенном продукте фирмы Eastman.
 5) Фирма Dow Chemical.
 6) Приблизительное значение.
 7) Экспериментальный образец фирмы Hercules Inc.
 8) Образец Пенсильванского университета.
 9) Продукт фирмы Eastman, перед испытанием перегнан при давлении 6,67 кПа (50 мм рт. ст.).
 10) Продукт фирмы Eastman.
 11) Образец для исследования фирмы Phillips.
 12) Чистота установлена по спектрам ГЖХ.
 13) Опытный образец наивысшей чистоты после разгонки по Вигре.
 14) Чистота определена по температуре замерзания.
 15) Продукт фирмы Phillips класса «чистый».
 16) Соответствует спецификации ACS.
 17) Образцы, поставляемые проектом 52 API.
 18) Химический реагент B&A (код № 1004).
 19) Химический реагент MC&B (код № 2609).
 20) Продукт фирмы Ethyl Corporation.
 21) Химический реагент MC&B. Чистота определена ГХ, примеси не установлены.
 22) Расчетные значения основаны на реакции 1 моля брома с металлорганическим соединением.

Приложение ДА
(справочное)

**Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов
межгосударственным стандартам**

Таблица ДА.1

| Обозначение ссылочного международного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта |
|---|----------------------|---|
| ISO 3405:1988 | — | * ¹⁾ |
| ISO 3696:1987 | IDT | ГОСТ ISO 3696—2013 «Вода для лабораторного анализа. Технические требования и методы контроля» |

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

Причина — В настоящем стандарте использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты.

¹⁾ Действует ГОСТ ISO 3405—2013 «Нефтепродукты. Определение фракционного состава при атмосферном давлении», идентичный ISO 3405:2011.

УДК 665.73/.75:543.632.572.2:543.554.4:006.354

МКС 75.080

Ключевые слова: нефтяные дистилляты, алифатические олефины, определение бромного числа, электрометрический метод

Редактор *Е.И. Мосур*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *А.А. Ворониной*

Сдано в набор 26.08.2019. Подписано в печать 23.09.2019. Формат 60×84¹/₈. Гарнитура Ариал.

Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,86.

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.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru

