

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО  
3839—  
2009

Нефтепродукты

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БРОМНОГО ЧИСЛА  
ДИСТИЛЛЯТОВ И АЛИФАТИЧЕСКИХ  
ОЛЕФИНОВ.  
ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД

ISO 3839:1996

Petroleum products — Determination of bromine number of distillates  
and aliphatic olefins — Electrometric method  
(IDT)

Издание официальное

БЗ 2—2009/691



Москва  
Стандартинформ  
2010

## **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 «ВНИИНП») на основе собственного аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 5

**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 15 декабря 2009 г. № 1169-ст

**4** В настоящем стандарте реализованы нормы Закона Российской Федерации «О техническом регулировании»

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

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о которых приведены в дополнительном приложении В

### **6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных 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*

**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 Представление результатов . . . . .  | 5  |
| 11 Прецизионность . . . . .   | 5  |
| 12 Протокол испытаний . . . . .   | 6  |
| Приложение А (рекомендуемое) Характеристика бромного числа и полученных данных . . . . .  | 7  |
| Приложение В (справочное) Сведения о соответствии национальных стандартов Российской Федерации ссылочным международным стандартам . . . . . | 12 |

## Нефтепродукты

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БРОМНОГО ЧИСЛА ДИСТИЛЛЯТОВ И АЛИФАТИЧЕСКИХ ОЛЕФИНОВ.  
ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД

Petroleum products.  
 Determination of bromine number of distillates and aliphatic olefins.  
 Electrometric method

Дата введения — 2011—01—01

**П р и м е ч а н и е — Предупреждение —** Применение настоящего стандарта может быть связано с использованием опасных материалов, операций и оборудования. Настоящий стандарт не ставит целью рассмотрение всех проблем безопасности, связанных с его применением. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за установление соответствующих правил техники безопасности, охраны здоровья, а также за определение и учет законодательных ограничений до применения настоящего стандарта.

**1 Область применения**

Настоящий стандарт устанавливает электрометрический метод определения бромного числа следующих нефтепродуктов:

а) нефтяных дистиллятов, 90 % об. которых выкипает до температуры 327 °C и которые не содержат углеводороды легче 2-метилпропана; бензинов (включая этилированные, неэтилированные и окисиленные топлива), керосинов и ряда газойлей, которые характеризуются следующими пределами:

|   |   |
|---|---|
| 90 % об. отгона получено при температуре: | бромное число, не более (примечание 1): |
| не более 205 °C                           | 175                                     |
| от 205 °C до 327 °C                       | 10;                                     |

б) товарных олефинов, которые являются в основном смесями алифатическихmonoолефинов, бромное число которых находится в диапазоне от 95 до 165 (примечание 1).

Метод может быть применим для таких веществ, как товарные тримеры и тетрамеры пропилена, димер бутена и смеси ноненов, октенов и гептенов. Метод не распространяется на нормальные альфа-олефины.

**П р и м е ч а н и я**

1 Данный диапазон бромных чисел установлен в связи с тем, что прецизионность метода была определена только для крайних значений этого диапазона и внутри него.

2 Величина 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 для определения ненасыщенности олефинов.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие международные стандарты<sup>1)</sup>:

ИСО 3405:1988 Нефтепродукты. Определение фракционного состава

ИСО 3696:1987 Вода для применения в аналитической лаборатории. Технические требования и методы испытания

<sup>1)</sup> Для датированных ссылок используют только указанное издание стандарта. В случае недатированных ссылок — последнее издание стандарта, включая все изменения и поправки.

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применен следующий термин с соответствующим определением:

**3.1 бромное число:** Масса брома в граммах, которая присоединяется к 100 г образца в стандартных условиях.

### 4 Сущность метода

Образец известной массы, растворенный в указанном растворителе при температуре от 0 °C до 5 °C, титруют стандартным объемным раствором бромида/бромата. На конечную точку титрования указывает внезапное изменение величины потенциала аппарата для электрометрического титрования, обусловленное присутствием свободного брома.

### 5 Реактивы и материалы

В настоящем стандарте используют реактивы только аналитических классов и воду, эквивалентную классу 3 по ИСО 3696.

5.1 1,1,1-Трихлорэтан ( $\text{CH}_3\text{CCl}_3$ ).

П р и м е ч а н и е — Предупреждение — 1,1,1-Трихлорэтан вреден для окружающей среды. Проводятся активные исследования по замене этого вещества.

5.2 Метанол ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ).

5.3 Раствор йодида калия концентрации 150 г/дм<sup>3</sup>: растворяют 150 г йодида калия (KI) в воде и доводят объем до 1 дм<sup>3</sup>.

5.4 Серная кислота, раствор 1:5: осторожно смешивают 1 объем концентрированной серной кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) с концентрацией основного вещества не менее 98 % масс. с 5 объемами воды.

5.5 Растворитель для титрования.

Для получения 1 дм<sup>3</sup> растворителя для титрования смешивают следующие вещества в указанных объемах:

714 см<sup>3</sup> уксусной кислоты (5.9);

134 см<sup>3</sup> 1,1,1-трихлорэтана (5.1);

134 см<sup>3</sup> метанола (5.2);

18 см<sup>3</sup> раствора серной кислоты (5.4).

5.6 Раствор бромид/бромата с молярной концентрацией по брому 0,250 моль/дм<sup>3</sup> [ $c(\text{Br}_2) = 0,250 \text{ моль/дм}^3$ ]: растворяют в воде ( $51,0 \pm 0,1$ ) г бромида калия (KBr) и ( $13,92 \pm 0,01$ ) г бромата калия (KBrO<sub>3</sub>), высушенных при температуре 105 °C в течение 30 мин, и доводят объем раствора до 1 дм<sup>3</sup>.

П р и м е ч а н и е — Если бромные числа выбранных олефинов, указанные в разделе 7 и определенные с использованием этого раствора, не попадают в указанные диапазоны или если качество первичных реагентов вызывает сомнение, рекомендуется определить (и использовать в последующих расчетах) молярную концентрацию (моль/дм<sup>3</sup>) раствора, установив его титр. Процедуру определения титра проводят следующим образом.

Помещают 50 см<sup>3</sup> уксусной кислоты (5.9) и 1 см<sup>3</sup> концентрированной соляной кислоты (5.10) в колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup> для определения йодного числа. Раствор охлаждают в ледяной бане приблизительно 10 мин и, непрерывно помешивая содержимое в колбе, добавляют из калиброванной burette вместимостью 10 см<sup>3</sup> раствор бромид/бромата, титр которого определяют объемом ( $5,00 \pm 0,01$ ) см<sup>3</sup> со скоростью 1—2 капли в секунду. Немедленно закупоривают колбу крышкой, встряхивают содержимое, помещают снова в ледяную баню и добавляют 5 см<sup>3</sup> 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 таким же способом 100 см<sup>3</sup> воды для промывания пробки, ранта и стенок колбы и сразу титруют раствором тиосульфата натрия (5.7). Ближе к концу титрования добавляют 1 см<sup>3</sup> раствора крахмала (5.8) и медленно титруют до исчезновения голубого цвета. Рассчитывают молярную концентрацию  $c_1(\text{Br}_2)$  раствора бромида/бромата, моль/дм<sup>3</sup>, по следующей формуле

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

где  $V_0$  — объем раствора тиосульфата натрия, требуемый для титрования раствора бромид/бромата, см<sup>3</sup>;

$c_0$  — молярная концентрация раствора тиосульфата натрия, моль/дм<sup>3</sup>;

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

$V_1$  — объем раствора бромид/бромата (номинально 5,00), см<sup>3</sup>.

Повторяют процедуру определения титра до тех пор, пока два последовательных определения будут отличаться от их среднего значения не более чем на 0,002 моль/дм<sup>3</sup>.

5.7 Раствор тиосульфата натрия 0,1 моль/дм<sup>3</sup>: 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 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) для стабилизации раствора. Доводят объем раствора до 1 дм<sup>3</sup> и тщательно перемешивают путем встряхивания. Устанавливают титр раствора, используя любую принятую методику, которая позволяет определить молярную концентрацию с погрешностью не более ± 0,0002 моль/дм<sup>3</sup>. Проверку титра проводят достаточно часто с периодичностью, позволяющей зарегистрировать изменения молярной концентрации, равные ± 0,0005 моль/дм<sup>3</sup>.

5.8 Раствор крахмала: растирают в порошок и тщательно смешивают 5 г крахмала и 5—10 мг йодида ртути (II) ( $\text{HgI}_2$ ) с 3—5 см<sup>3</sup> воды.Добавляют полученную суспензию к 2 дм<sup>3</sup> кипящей воды и кипятят 5—10 мин. Дают остыть и сливают прозрачную отстоявшуюся жидкость с поверхности в склянки с притертыми пробками.

**Предупреждение** — Йодид ртути (II) токсичен. Проводятся активные исследования по замене этого вещества.

5.9 Кислота уксусная ледяная с массовой долей основного вещества не менее 99,0 % масс.

5.10 Кислота соляная (HCl) с массовой долей основного вещества не менее 35,4 % масс.

5.11 Кислота азотная с массовой долей основного вещества от 69,0 % масс. до 70,5 % масс.

## 6 Аппаратура

6.1 Аппарат для электрометрического титрования с конечной точкой.

Используют любой аппарат (титрометр), предназначенный для проведения титрований раствора с высоким сопротивлением, питаемый поляризующим током, способный поддерживать напряжение между двумя платиновыми электродами приблизительно 0,8 В, с заранее установленными конечными точками и чувствительностью, достаточной для регистрации конечной точки титрования при изменении напряжения на электродах ~ 50 мВ.

**П р и м е ч а н и е** — Пригодны другие доступные виды электронных титрометров, включая определенные pH-метры.

6.2 Сосуд для титрования.

Стеклянный сосуд с рубашкой высотой приблизительно 120 мм и 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 длиной приблизительно 12 мм каждый и диаметром 1 мм каждый. Электроды должны быть расположены на расстоянии 5 мм друг от друга и приблизительно на 55 мм ниже уровня титруемого раствора. Электродную пару очищают через определенные интервалы времени азотной кислотой (5.11) и перед применением промывают водой.

6.5 Бюретка.

Любая система подачи, способная дозировать титрант объемом 0,05 см<sup>3</sup> или с меньшей градуировкой.

## 7 Проверочное испытание

Для того, чтобы избежать каких-либо неточностей в процедуре испытания образцов, проверяют реактивы и методику, используя свежеочищенные циклогексен или дизобутен. Проводят анализ в соответствии с разделом 8, используя порции циклогексена или дизобутена массой от 0,6 до 1,0 г (таблица 1) или от 6 до 10 г раствора с массовой долей этих веществ в 1,1,1-трихлорэтане (5.1), равной 10 %. Если реактивы и методика проведения испытания выбраны правильно, полученные значения бромных чисел должны быть в диапазонах, указанных в таблице 1.

# ГОСТ Р ИСО 3839—2009

Таблица 1

| Испытуемое проверочное вещество            | Бромное число          |
|--|------------------------|
| Циклогексен очищенный (примечания 1, 2, 3) | 187—199 (примечание 4) |
| Циклогексен, 10 %-ный раствор              | 18—20                  |
| Дизобутен очищенный (примечания 2, 3)      | 136—144 (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 могут быть приготовлены из концентратов циклогексена с пределами кипения от 81 °С до 83 °С и из концентратов дизобутена (только изомер 1-пентен 2,2,4-триметил) с пределами кипения от 100 °С до 102 °С с использованием приведенной ниже методики.

Помещают 65 г активированной двусокиси кремния (размером частиц от 75 до 150 мкм, предназначеннной для обеспечения минимальной полимеризации олефинов) в колонку внутренним диаметром приблизительно 16 мм и длиной 760 мм, которая имеет запорный кран на нижнем конце и сверху закупоривается маленькой пробкой из стекловаты. Для этой цели можно использовать бюретку вместимостью 100 см<sup>3</sup> или любую колонку, обеспечивающую соотношение высоты, заполненной силикагелем, к диаметру не менее 30:1. Для обеспечения равномерного заполнения колонки силикагелем ее слегка постукивают.

Для очистки помещают в колонку 30 см<sup>3</sup> олефина. Когда олефин адсорбируется силикагелем, наполняют колонку метанолом (5.2). Сливают первые 10 см<sup>3</sup> перколята и собирают следующие 10 см<sup>3</sup>, которые являются очищенным олефином, готовым к использованию для определения бромного числа. Определяют и фиксируют плотность и показатель преломления очищенных олефинов для испытания при 20 °С. Сливают оставшийся продукт перколяции.

2 Если для этих олефинов до очистки требуется дистилляция, несколько гранул гидроксида калия (КОН) помещают в дистилляционную колбу и проводят перегонку до отгона 90 % об. для минимизации риска распада любых пероксидов, которые могут присутствовать.

3 Олефины, полученные в результате очистки, должны иметь физические свойства, приведенные в таблице 2.

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

Таблица 2 — Физические свойства очищенных олефинов

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

## 8 Проведение испытания

8.1 Помещают 10 см<sup>3</sup> 1,1,1-трихлорэтана (5.1) в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup> и, используя пипетку, вводят указанную в таблице 3 массу образца. Находят массу образца как разницу между массой (сточностью до 1 мг) колбы до и после добавления образца либо, если плотность известна точно, вычислением массы из измеренного объема. Заполняют колбу до метки 1,1,1-трихлорэтаном и хорошо перемешивают.

Таблица 3 — Рекомендуемые массы испытуемых образцов

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

**П р и м е ч а н и я**

1 Если даже примерная величина бромного числа неизвестна, то для того, чтобы найти приблизительное значение бромного числа, рекомендуется провести пробное испытание с использованием испытуемого образца массой 2 г, после чего проводят другое определение с использованием соответствующей массы испытуемого образца, указанной в таблице 2. Масса испытуемого образца должна быть такой, чтобы используемый объем титранта бромид/бромата был не более 10 см<sup>3</sup> и чтобы во время титрования не происходило разделения смеси на две фазы.

2 Если возникает трудность при растворении испытуемых образцов высококипящих продуктов в растворителе для титрования, добавляют небольшое количество толуола.

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

8.3 Вводят 110 см<sup>3</sup> растворителя для титрования (5.5) в сосуд для титрования и вводят пипеткой аликовтную часть раствора образца объемом 5 см<sup>3</sup> из мерной колбы объемом 50 см<sup>3</sup> (8.1). Включают мешалку (6.3) и устанавливают интенсивное перемешивание, избегая появления воздушных пузырьков в растворе.

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

8.5 В зависимости от титрометра добавляют раствор бромид/бромата (5.6) маленькими порциями вручную с использованием бюретки или микропроцессора.

При применении серийных титрометров резкое изменение потенциала в то время, как только достигается конечная точка, фиксируется на счетчике или шкале регистратора. Конечная точка титрования достигнута, когда изменение в величине потенциала сохраняется в течение 30 с.

8.6 Проводят холостое титрование каждой партии растворителя для титрования и реагентов, повторяя всю методику, используя 5 см<sup>3</sup> 1,1,1-трихлорэтана вместо аликовтной части образца. Если для достижения конечной точки требуется более чем 0,1 см<sup>3</sup> раствора бромид/бромата, считают холостое титрование непригодным, готовят свежие реагенты и повторяют испытание.

## **9 Обработка результатов**

Рассчитывают бромное число (БЧ) по следующей формуле

$$\text{БЧ} = \frac{(V_1 - V_2)c_1 \cdot 15,98}{m}, \quad (2)$$

где  $V_1$  — объем раствора бромида/бромата, который требуется для титрования аликовтной части испытуемого раствора, см<sup>3</sup>;

$V_2$  — объем раствора бромида/бромата, который требуется для титрования холостого раствора, см<sup>3</sup>;

$c_1$  — молярная концентрация брома в растворе бромида/бромата, моль Br/g·дм<sup>3</sup>;

15,98 — коэффициент пересчета массы брома в граммах на 100 г образца, учитывающий молекулярную массу брома (Br<sub>2</sub>) и пересчет см<sup>3</sup> в дм<sup>3</sup>;

$m$  — масса использованной аликовтной части образца, г.

## **10 Представление результатов**

Для бромных чисел ниже 10,0 записывают результаты, округленные до одной значащей цифры после запятой; для бромных чисел выше 10,0 записывают результаты, округленные до ближайшего целого числа.

## **11 Прецизионность**

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

### **11.1 Повторяемость $r$**

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

## ГОСТ Р ИСО 3839—2009

короткий временной промежуток, может превышать следующие значения только в одном случае из двадцати.

Нефтяные дистилляты:

а) 90 % об. отгона получено при температуре до 205 °C

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

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

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

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 двадцати.

Нефтяные дистилляты:

а) 90 % об. отгона получено при температуре до 205 °C

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

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

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

где  $X$  — среднее значение бромного числа испытуемых образцов.

Для товарных олефинов:

$$r = 12^1).$$

## 12 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен содержать:

- а) ссылку на настоящий стандарт;
- б) тип и идентификацию испытуемого продукта;
- в) полученные результаты испытания (раздел 10);
- г) любое отклонение по соглашению или другим документам от установленной методики;
- д) дату испытания.

---

<sup>1)</sup> Условное значение, полученное из ограниченного количества данных.

**Приложение А**  
**(рекомендуемое)**

**Характеристика бромного числа и полученных данных**

Бромное число — это количество граммов брома, которое будет взаимодействовать с 100 г испытуемого образца в определенных условиях. Согласно этому определению бром, израсходованный при испытании, вступает в реакции присоединения, замещения и окисления с соединениями, содержащими серу, азот и кислород, и включен в бромное число вещества. Использование бромного числа для оценки ненасыщенности олефинов основано на том факте, что реакция присоединения протекает быстро и полностью почти в любых условиях. Присоединение брома протекает легко при температуре ниже 0 °C. 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 пребывание на свету, также влияют на скорость разных реакций.

Опытным путем было доказано, что исключение хотя бы одного параметра испытания направляет реакцию брома в другую сторону. По этой причине для получения приемлемых результатов с представительными веществами условия определения бромного числа обычно устанавливают эмпирически.

Возможность одновременного протекания нескольких реакций и разное поведение определенных веществ в присутствии брома вносит элемент неопределенности в интерпретацию результатов. Знание веществ, которые находятся в обращении, и их реакции на бром значительно снижает риск неверного истолкования.

Данные по бромным числам с использованием электрометрического метода были получены при испытаниях большого количества углеводородов нефти и определенных неуглеводородов, связанных с нефтью. Эти данные были представлены испытателями и приведены в таблице А.1.

Таблица А.1 — Установленные бромные числа, определенные электрометрическим методом

| Соединение             | Чистота <sup>1)</sup> , % | Бромное число |            |                            |
|------------------------|---------------------------|---------------|------------|----------------------------|
|                        |                           | теоретическое | полученное | отличное от теоретического |
| Парафины               |                           |               |            |                            |
| Гексан                 | 99,96 <sup>1)</sup>       | 0,0           | 0,0        | 0,0                        |
| 2-Метилгексан          | 99,98                     | 0,0           | 0,0        | 0,0                        |
| Гептан                 | <sup>2)</sup>             | 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                        |
| Транспентен-2          | 99,91                     | 228           | 235        | +7                         |
| Гексен-1               | <sup>3)</sup>             | 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                        |
| 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                | <sup>3)</sup>             | 142           | 139        | -3                         |
| Транс-октен-4          | 99,84                     | 142           | 149        | +7                         |

**ГОСТ Р ИСО 3839—2009**

*Продолжение таблицы А.1*

| Соединение                           | Чистота <sup>1)</sup> , % | Бромное число |                   |                            |
|--------------------------------------|---------------------------|---------------|-------------------|----------------------------|
|                                      |                           | теоретическое | полученное        | отличное от теоретического |
| Децен-1                              | 99,89                     | 114           | 111               | -3                         |
| Додецен-1                            | 99,9                      | 95            | 83                | -12                        |
| Тридецен-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                         |
| <b>Олефины с разветвленной цепью</b> |                           |               |                   |                            |
| 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                         |
| 2-Метилгексен-1                      | 99,88                     | 163           | 161               | -2                         |
| 5-Метилгексен-1                      | 99,80                     | 163           | 154               | -9                         |
| 3-Метил-цис-гексен-2                 | 99,8                      | 163           | 164               | +1                         |
| 2-Метил-транс-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                            | <sup>4)</sup>             | 142           | 140 <sup>4)</sup> | -2                         |
| 2-Этилгексен-1                       | <sup>5)</sup>             | 142           | 140               | -2                         |
| 2,3-Диметилгексен-2                  | 99,71                     | 142           | 143               | +1                         |
| 2,5-Диметилгексен-2                  | 99,8                      | 142           | 143               | +1                         |

Продолжение таблицы А.1

| Соединение  | Чистота <sup>1)</sup> , % | Бромное число |                   |                            |
|---|---------------------------|---------------|-------------------|----------------------------|
|   |                           | теоретическое | полученное        | отличное от теоретического |
| 2,2-Диметил-транс-гексен-3  | 99,80                     | 142           | 139               | -3                         |
| Триизобутен   | 99,0                      | 95            | 58                | -37                        |
| <b>Несопряженные циклические диолефины</b>                        |                           |               |                   |                            |
| 4-Этил-1-циклогексен<br>(4-Винил-1-циклогексен)                   | 99,90                     | 295           | 210 <sup>6)</sup> | (-85)                      |
| DL-1,8(9)-p-Ментадиен (дипентен)                                  | 98—100 <sup>7)</sup>      | 235           | 225               | -10                        |
| <b>Сопряженные диолефины</b>                                      |                           |               |                   |                            |
| 2-Метилбутадиен-1,3 (изопрен)                                     | 99,96                     | 470           | 236               | -234                       |
| Цис-пентадиен-1,3   | 99,92                     | 470           | 285               | -185                       |
| Транс-пентадиен-1,3   | 99,92                     | 470           | 234               | -236                       |
| 2-Метил-пентадиен-1,3   | 95 + <sup>8)</sup>        | 389           | 197               | -192                       |
| 2,3-Диметилбутадиен-1,3   | 99,93                     | 389           | 186               | -203                       |
| <b>Несопряженные диолефины</b>                                    |                           |               |                   |                            |
| 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                        |
| <b>Ароматические углеводороды с ненасыщенными боковыми цепями</b> |                           |               |                   |                            |
| Фенилэтен (стирол)  | 9)                        | 153           | 124               | -29                        |
| Метилфенилэтен (метилстирол)                                      | 9)                        | 135           | 133               | -2                         |
| Аллилбензол   | 97,8 <sup>22)</sup>       | 135           | 0                 | -135                       |
| <b>Циклические олефины</b>  |                           |               |                   |                            |
| Циклопентен   | 99,97                     | 235           | 237               | +2                         |
| Циклогексен   | 99,98                     | 195           | 193               | -2                         |
| Циклогексен   | 4)                        | 195           | 193 <sup>4)</sup> | -2                         |
| 1-Метилциклопентен  | 99,86                     | 195           | 209               | +14                        |
| 1-Метилциклогексен  | 99,82                     | 166           | 162               | -4                         |
| Этилиденцикlopентан   | 99,96                     | 166           | 168               | +2                         |
| 1,2-Диметилциклогексен  | 99,94                     | 145           | 151               | +6                         |
| 3-Циклопентил-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                         |
| <b>Ароматические моноциклические углеводороды</b>                 |                           |               |                   |                            |
| Бензол  | 99,98                     | 0,0           | 0,1               | +0,1                       |
| Толуол  | 99,97                     | 0,0           | 0,1               | +0,1                       |
| o-Ксиол   | 99 + <sup>15)</sup>       | 0,0           | 0,0               | 0,0                        |
| m-Ксиол   | 99 + <sup>15)</sup>       | 0,0           | 0,0               | 0,0                        |
| p-Ксиол   | 99 + <sup>15)</sup>       | 0,0           | 0,0               | 0,0                        |

**ГОСТ Р ИСО 3839—2009**

Продолжение таблицы А.1

| Соединение  | Чистота <sup>1)</sup> , % | Бромное число |            |                            |
|---|---------------------------|---------------|------------|----------------------------|
|   |                           | теоретическое | полученное | отличное от теоретического |
| 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)                  | <sup>10)</sup>            | 0,0           | 0,3        | +0,3                       |
| 1,3-Диметил-4-этилбензол                          | 99,9                      | 0,0           | 0,0        | 0,0                        |
| 1,2,4,5-Тетраметилбензол (дурол)                  | 99,86                     | 0,0           | 0,1        | +0,1                       |
| 1,2,3,5-Тетраметилбензол (изодурол)               | <sup>10)</sup>            | 0,0           | 0,3        | +0,3                       |
| Третбутилбензол                                   | 99,73                     | 0,0           | 0,0        | 0,0                        |
| Третамилбензол                                    | <sup>3)</sup>             | 0,0           | 0,7        | +0,7                       |
| <b>Ароматические бициклические углеводороды</b>   |                           |               |            |                            |
| Фенилбензол (дифенил)                             | <sup>10)</sup>            | 0,0           | 0,0        | 0,0                        |
| Нафталин  | 99,96                     | 0,0           | 0,2        | 0,0                        |
| 1,2,3,4-Тетрагидрофталин (тетралин)               | 99,9                      | 0,0           | 0,0        | +0,2                       |
| 1-Метилнафталин                                   | 99,78                     | 0,0           | 0,0        | 0,0                        |
| 2-Метилнафталин                                   | 99,91                     | 0,0           | 0,0        | 0,0                        |
| 2,3-Дигидроиндан (индан)                          | 99,9                      | 0,0           | 0,0        | 0,0                        |
| Циклогексилбензол                                 | 99,93                     | 0,0           | 0,0        | 0,0                        |
| <b>Ароматические полициклические углеводороды</b> |                           |               |            |                            |
| Антрацен  | <sup>10)</sup>            | 0,0           | 12         | +12                        |
| Фенантрен   | <sup>10)</sup>            | 0,0           | 3,9        | +3,9                       |
| <b>Циклопарафины</b>                              |                           |               |            |                            |
| Метилциклопентан                                  | 99,99 <sup>11)</sup>      | 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                        |
| Третбутилциклогексан                              | 99,95                     | 0,0           | 0,0        | 0,0                        |
| Цикlopентилцикlopентан                            | 99,95                     | 0,0           | 0,0        | 0,0                        |
| Цис-декагидронафталин (цис-декалин)               | 98 + <sup>8)</sup>        | 0,0           | 0,1        | +0,1                       |
| Транс-декагидронафталин (транс-декалин)           | 98 + <sup>8)</sup>        | 0,0           | 1,6        | +1,6                       |
| <b>Серосодержащие соединения</b>                  |                           |               |            |                            |
| Этантиол (этилмеркаптан)                          | 99,95                     | 0,0           | 209        | +209                       |
| 3-Тиапентан (этилсульфид)                         | 99,94                     | 0,0           | 184        | +184                       |
| 2,3-Дитиабутан (метилдисульфид)                   | 99,97                     | 0,0           | 1,1        | +1,1                       |
| Тиациклобутан (триметиленсульфид)                 | 99,95                     | 0,0           | 214        | +214                       |
| Тиофен  | 99,99                     | 0,0           | 0,4        | +0,4                       |
| Тиациклопентан (тетрагидротиофен)                 | 99,95                     | 0,0           | 183        | +183                       |
| 3,4-Дитиагексан (диэтилдисульфид)                 | 99,90                     | 0,0           | 0,4        | +0,4                       |
| 2-Метилпропан-2-тиол (третбутилмеркаптан)         | 99,92                     | 0,0           | 141        | +141                       |
| Пентантиол-1 (амилмеркаптан)                      | 99,92                     | 0,0           | 83         | +83                        |

Окончание таблицы А.1

| Соединение                           | Чистота <sup>1)</sup> , % | Бромное число       |            |                            |
|--------------------------------------|---------------------------|---------------------|------------|----------------------------|
|                                      |                           | теоретическое       | полученное | отличное от теоретического |
| <b>Азотсодержащие соединения</b>     |                           |                     |            |                            |
| Пирролидин                           | 99,85                     | 0,0                 | 12         | +12                        |
| Пиридин                              | <sup>16)</sup>            | 0,0                 | 1,4        | +1,4                       |
| 2-Метилпиридин                       | 99,90                     | 0,0                 | 0,9        | +0,9                       |
| 4-Метилпиридин                       | 99 + <sup>12)</sup>       | 0,0                 | 1,7        | +1,7                       |
| 2,4,6-Триметилпиридин                | 99 + <sup>12)</sup>       | 0,0                 | 2,7        | +2,7                       |
| 2-(5-Нонил)пиридин                   | <sup>13)</sup>            | 0,0                 | 1,4        | +1,4                       |
| Пиррол                               | 99,99                     | 0,0                 | 873        | +873                       |
| 2-Метилпиррол                        | 98 + <sup>17)</sup>       | 0,0                 | 708        | +708                       |
| 2,4-Диметилпиррол                    | 98 + <sup>17)</sup>       | 0,0                 | 484        | +484                       |
| 2,5-Диметилпиррол                    | 99,9 + <sup>14)</sup>     | 0,0                 | 869        | +869                       |
| 2,4-Диметил-3-этилпиррол             | 98 + <sup>17)</sup>       | 0,0                 | 248        | +248                       |
| 1-(1-Бутил)пиррол                    | 98 + <sup>1)</sup>        | 0,0                 | 472        | +472                       |
| <b>Кислородсодержащие соединения</b> |                           |                     |            |                            |
| Ацетон                               | <sup>18)</sup>            | 0,0                 | 0,0        | 0,0                        |
| Метилэтокетон                        | <sup>19)</sup>            | 0,0                 | 0,0        | 0,0                        |
| <b>Смешанные соединения</b>          |                           |                     |            |                            |
| Этаноламин                           | <sup>10)</sup>            | 0,0                 | 1,5        | +1,5                       |
| Этилендихлорид                       | <sup>10)</sup>            | 0,0                 | 0,0        | 0,0                        |
| Этилендибромид                       | <sup>10)</sup>            | 0,0                 | 0,0        | 0,0                        |
| Тетраэтилсвинец (TEL)                | <sup>20)</sup>            | (50) <sup>23)</sup> | 53         | (+3)                       |
| Тетраметилсвинец (TML)               | <sup>20)</sup>            | (60) <sup>23)</sup> | 63         | (+3)                       |

<sup>1)</sup> Если нет специальных примечаний, то используют образцы для испытания по стандарту API.<sup>2)</sup> Продукт фирмы Phillips класса «чистый» дистиллированный очищенный на силикагеле.<sup>3)</sup> Чистота не установлена.<sup>4)</sup> Средняя величина, полученная в сентябре 1957 г. в совместной программе на очищенном продукте фирмы Eastman.<sup>5)</sup> Фирма Dow Research Chemical.<sup>6)</sup> Приблизительная величина.<sup>7)</sup> Экспериментальный образец фирмы Hercules Inc.<sup>8)</sup> Образец Пенсильванского университета.<sup>9)</sup> Продукт фирмы Eastman, перед испытанием перегнан при давлении 6,67 кПа (50 мм рт. ст.).<sup>10)</sup> Продукт фирмы Eastman.<sup>11)</sup> Образец для исследования фирмы Phillips.<sup>12)</sup> Чистота установлена по спектрам газожидкостной хроматографии (ГЖХ).<sup>13)</sup> Опытный образец наивысшей чистоты после разгонки по Вигре.<sup>14)</sup> Чистота определена по температуре замерзания.<sup>15)</sup> Продукт фирмы Phillips класса «чистый».<sup>16)</sup> Соответствует спецификации ACS.<sup>17)</sup> Образцы, поставляемые проектом 52 API.<sup>18)</sup> Химический реагент B & A (код № 1004).<sup>19)</sup> Химический реагент MC & B (код № 2609).<sup>20)</sup> Продукт фирмы Ethyl Corporation.<sup>21)</sup> Синтезировано (фракция с температурой кипения 278 °C). Чистота определена газовой хроматографией (ГХ), примеси установлены как димизобутан.<sup>22)</sup> Химический реагент MC & B. Чистота определена ГХ, примеси не установлены.<sup>23)</sup> Расчетные значения основаны на реакции 1 моль брома с металлогорганическим соединением.

Настоящая информация приведена в качестве общего руководства для характеристики бромных чисел нефтепродуктов. Установлено, что данные по бромным числам, представленные в таблице А.1, неполные и имеют ограниченный диапазон; однако, возможно диапазон их применения будет расширяться по мере получения большего числа данных по бромным числам методом, установленным в настоящем стандарте. Дополнительные данные следует представлять в секретариат ИСО/ТК 28, который может рассмотреть информацию по экспериментальным условиям.

Приложение В  
(справочное)

Сведения о соответствии национальных стандартов Российской Федерации  
ссылочным международным стандартам

Таблица В.1

| Обозначение ссылочного международного стандарта | Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта                                   |
|---|---|
| ISO 3405:1988                                   | ГОСТ Р ИСО 3405—2007 «Нефтепродукты. Метод определения фракционного состава при атмосферном давлении» |
| ISO 3696:1987                                   | *   |

\* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

УДК 662.6.001.4:006.354

ОКС 71.080.10  
75.080

Б19

ОКСТУ 0209

Ключевые слова: нефтепродукты, дистилляты, алифатические углеводороды, олефиновые углеводороды, химический анализ, определение, бромное число, электрометрический метод

Редактор Л.И. Нахимова  
Технический редактор В.Н. Прусакова  
Корректор М.С. Кабашова  
Компьютерная верстка И.А. Налейкиной

Сдано в набор 19.02.2010. Подписано в печать 05.04.2010. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,50. Тираж 146 экз. Зак. 265.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.  
[www.gostinfo.ru](http://www.gostinfo.ru) [info@gostinfo.ru](mailto:info@gostinfo.ru)

Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.

Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.