ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56873— 2016

ТОПЛИВА МОТОРНЫЕ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ С ИСКРОВЫМ ЗАЖИГАНИЕМ

Определение компонентного состава методом газовой хроматографии с использованием высокоэффективной капиллярной колонки длиной 100 м

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации материалов и технологий» (ФГУП «ВНИИ СМТ») на основе собственного аутентичного перевода на русский язык 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 25 февраля 2016 г. № 76-ст

4 Настоящий стандарт идентичен стандарту АСТМ Д 6729—14 «Стандартный метод определения индивидуальных компонентов в топливах для двигателей внутреннего сгорания газовой хроматографией высокого разрешения на 100-метровой капиллярной колонке» (ASTM D 6729—14 «Standard test method for determination of individual components in spark ignition engine fuels by 100 metre capillary high resolution gas chromatography»).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования указанного стандарта АСТМ для приведения в соответствие с ГОСТ Р 1.5—2012 (подраздел 3.5).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных стандартов АСТМ соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации и межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2016

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 2
3 Термины и определения 2
4 Сущность метода 3
5 Назначение и применение 3
6 Аппаратура 3
7 Реактивы и материалы 4
8 Предварительная проверка оборудования 12
9 Проведение испытаний 14
10 Обработка результатов 15
11 Обработка результатов для оксигенатов 16
12 Оформление результатов 17
13 Прецизионность и смещение 17
Приложение А1 (обязательное) Характеристики углеводородов 18
Приложение А2 (обязательное) Исследование линейности отклика оксигенатов 41
Приложение Х1 (справочное) Список использованной литературы 58
Приложение Х2 (справочное) Данные для углеводородов при использовании водорода в качестве газа-носителя 59
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных стандартов АСТМ национальным стандартам Российской Федерации (и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам) 81

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ТОПЛИВА МОТОРНЫЕ

ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ С ИСКРОВЫМ ЗАЖИГАНИЕМ

Определение компонентного состава методом газовой хроматографии с использованием высокоэффективной капиллярной колонки длиной 100 м

Spark ignition engine fuels. Determination of blend composition by high resolution gas chromatography using 100 meter length capillary column

Дата введения — 2017—01—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает метод определения углеводородного компонентного состава моторных топлив и их смесей с оксигенатами [метил-*трет*-бутиловым эфиром (МТБЭ), этил-*трет*-бутиловым эфиром (ЭТБЭ), этанолом и т. д.] с температурой конца кипения до 225 °С, используемых для двигателей с искровым зажиганием. Настоящий метод можно использовать для испытания других жидких углеводородных смесей, таких как легкие компоненты для смешивания (нафты, продукты риформинга, алкилаты и т. д.), обычно получаемых в процессах переработки нефтей, однако статистические данные получены только для товарных топлив для двигателей с искровым зажиганием.

1.2 Прецизионность метода определения содержания индивидуальных компонентов установлена по результатам совместных исследований в диапазоне от 0,01 % масс. до приблизительно 30 % масс. Настоящий метод можно применять для более высоких или низких содержаний индивидуальных компонентов, однако пользователь должен проверить точность метода при испытании компонентов вне установленных пределов концентраций.

1.3 Метод также можно использовать для определения метанола, этанола, трет-бутанола, МТБЭ, ЭТБЭ, *трет*-амилметилового эфира (ТАМЭ) в диапазоне от 1 % масс. до 30 % масс. в топливах для двигателей с искровым зажиганием. Однако результаты совместных исследований обеспечивают достаточные статистические данные только для МТБЭ.

1.4 Несмотря на то, что большинство присутствующих углеводородов определяются индивидуально, встречаются совместно элюирующиеся компоненты. Если настоящий метод используют для оценки общего группового углеводородного состава (PONA), то при использовании этих результатов следует учитывать ошибки, возникающие из-за совместного элюирования и отсутствия идентификации всех присутствующих компонентов. Использование образцов, содержащих значительные количества олефинов и/или нафтенов (например, прямогонная нафта), выходящих после *н*-октана, может привести к существенным ошибкам при определении группового углеводородного состава (PONA). По результатам межлабораторных исследований образцов бензина данная процедура применима к образцам, содержащим не более 25 % масс. олефинов. Возможно некоторое наложение совместно элюирующих компонентов с олефинами выше C_7, особенно если анализируют компоненты смешивания или их высококипящие фракции, такие как продукты каталитического крекинга в кипящем слое (FCC), при этом общее содержание олефинов может быть неточным. Следует соблюдать осторожность при анализе образцов, не содержащих олефины, с помощью настоящего метода, так как некоторые парафины могут быть идентифицированы как олефины, поскольку анализ основан исключительно на временах удерживания элюирующихся компонентов.

Издание официальное

1.4.1 При необходимости общее содержание олефинов в пробах (% об.) можно определить и/или подтвердить по АСТМ Д 1319 или другим методом, например, основанным на многомерном анализе PONA (метод по АСТМ Д 6839).

1.5 При необходимости содержание воды или предполагаемое ее присутствие можно определить по АСТМ Д 1744 или эквивалентному методу. Также могут присутствовать и элюироваться совместно с углеводородами соединения, содержащие кислород, серу, азот и т. п. Для определения таких соединений рекомендуется использовать АСТМ Д 4815 и АСТМ Д 5599 (для определения оксигенатов) и АСТМ Д 5623 (для определения сернистых соединений) или эквивалентные методы.

1.6 В приложении А1 приведено сравнение результатов испытаний по настоящему методу с результатами, полученными с использованием других методов испытаний для некоторых образцов по отдельным компонентам, включая олефины, и отдельным группам углеводородов. Чтобы исключить ошибки при анализе бензола, толуола и отдельных оксигенатов, их следует определять с использованием специальных методов.

1.7 Значения в единицах СИ считают стандартными. В скобках приведены значения для информации.

1.8 В настоящем стандарте не предусмотрено рассмотрение всех вопросов обеспечения безопасности, связанных с его использованием. Пользователь стандарта несет ответственность за обеспечение соответствующих мер безопасности и охраны здоровья и определяет целесообразность применения законодательных ограничений перед его использованием.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты АСТМ[1)]:

АСТМ Д 1319 Метод определения типов углеводородов в жидких нефтепродуктах флюоресцентной индикаторной адсорбцией (ASTM D 1319, Test method for hydrocarbon types in liquid petroleum products by fluorescent indicator adsorption)

АСТМ Д 1744 Метод определения воды в жидких нефтепродуктах с помощью реактива Карла Фишера (ASTM D 1744, Test method for water in liquid petroleum products by Karl Fischer reagent)

АСТМ Д 4815 Метод определения МТБЭ, ЭТБЭ, ТАМЭ, ДИПЭ, *трет*-амилового спирта и спиртов C_1—C_4 в бензинах газовой хроматографией (ASTM D 4815, Test method for determination of MTBE, ETBE, TAME, DIPE, tertiary-amyl alcohol and C_1 to C_4 alcohols in gasoline by gas chromatography)

АСТМ Д 5599 Метод определения оксигенатов в бензине газовой хроматографией с кислород-селективным пламенно-ионизационным детектором (ASTM D 5599, Test method for determination of oxygenates in gasoline by gas chromatography and oxygen selective flame ionization detection)

АСТМ Д 5623 Метод определения сернистых соединений в светлых жидких нефтепродуктах газовой хроматографией с сероселективным детектором (ASTM D 5623, Test method for sulfur compounds in light petroleum liquids by gas chromatography and sulfur selective detection)

АСТМ Д 6839 Метод определения типов углеводородов, кислородсодержащих соединений и бензола в топливах для двигателей с искровым зажиганием газовой хроматографией (ASTM D 6839, Test method for hydrocarbon types, oxygenated compounds, and benzene in spark ignition engine fuels by gas chromatography)

АСТМ Е 355 Практика для газовой хроматографии. Термины и взаимоотношения (ASTM E 355, Practice for gas chromatography. Terms and relationships)

3 Термины и определения

3.1 В настоящем стандарте применены общие для газовой хроматографии процедуры, термины и определения по АСТМ Е 355.

[1)] Уточнить ссылки на стандарты АСТМ можно на сайте АСТМ gost.e-ecolog.ru жбе поддержки клиентов АСТМ: gost.e-ecolog.ru формационном томе ежегодного сборника стандартов (Annual Book of ASTM Standards) следует обращаться к сводке стандартов ежегодного сборника стандартов на странице сайта.

4 Сущность метода

4.1 Представительные образцы жидкого нефтепродукта вводят в газовый хроматограф, оснащенный открытой капиллярной колонкой с нанесенной на ее стенки подходящей неподвижной фазой. В потоке газа-носителя гелия испаренный образец проходит через колонку, в которой он разделяется на отдельные компоненты, которые по мере элюирования из колонки определяются пламенно-ионизационным детектором. Сигнал детектора при помощи интегратора или интегрирующего компьютера записывается в цифровой форме. Каждый элюируемый компонент идентифицируется сравнением его времени удерживания со временем удерживания, полученным при анализе стандартных образцов в идентичных условиях. Содержание каждого компонента в процентах по массе определяют методом внутренней нормализации площадей пиков с использованием поправки на коэффициент чувствительности детектора. Неизвестные компоненты приводят индивидуально или в виде общей суммы.

5 Назначение и применение

5.1 Информация об индивидуальном компонентном составе бензиновых топлив и компонентов смешивания используется в спецификации на продукт для контроля качества топлива и процессов переработки нефти. Данный метод позволяет проводить контроль процессов и соответствия продукта спецификации по многим индивидуальным углеводородам.

6 Аппаратура

6.1 Газовый хроматограф, оснащенный термостатом с охлаждением колонки, обеспечивающим поддержание воспроизводимых температурных условий испытаний в диапазоне от 0 °С до 300 °С. Для проведения анализа рекомендуется использовать электронное устройство считывания показаний скорости потока, электронное устройство считывания показаний деления потока и электронное устройство пневматического контроля потока. Анализ метода показал преимущества газового хроматографа, имеющего такое оборудование. Электронные устройства заменяют обычные вычисления вручную по 8.1 и 8.2.

6.2 Инжектор ввода в капиллярную колонку с делением/без деления потока

Рекомендуется использовать капиллярный инжектор с делением/без деления в режиме деления потока, работающий в линейном диапазоне. Соотношение деления потока определяют по 8.4.

6.2.1 Пневматическая система регулирования потока газа-носителя

Участники межлабораторных исследований использовали режим работы системы регулирования потока газа-носителя при постоянном давлении. Это достигалось с помощью прикладывания прямого давления к входу (инжектору) или с помощью использования общей системы давления потока/противодавления.

6.2.2 Работа пневматической системы хроматографа

Участники межлабораторных исследований использовали режим работы газового хроматографа при постоянном давлении. Можно использовать другие способы контроля газа-носителя, например поддержание постоянного потока (программируемого давления), но это может вызвать изменение характеристик элюирования, если профиль программирования температуры не будет настроен для компенсации изменений потока.

6.2.3 Контроль температуры

Инжектор, работающий в режиме деления потока, должен нагреваться с использованием отдельного нагревателя до температуры от 200 °С до 275 °С.

6.3 Капиллярная колонка из плавленого кварца длиной 100 м, внутренним диаметром 0,25 мм, покрытая пленкой сшитого полидиметилсилоксана толщиной 0,5 мкм. Разрешение колонки должно соответствовать требованиям 8.3. В межлабораторных исследованиях использовались колонки двух разных изготовителей.

6.4 Компьютерная система обработки хроматографических данных, обеспечивающая точное и повторяемое измерение времени удерживания и площади элюируемых пиков. Система должна обеспечивать получение данных с частотой не менее чем 10 Гц. Рекомендуется использовать систему обработки данных, которая определяет разрешение колонки R, т. к. это исключает необходимость вычислений вручную в соответствии с 8.3.

6.4.1 Электронный интегратор, сохраняющий до 400 компонентов в таблице пиков, с частотой сбора данных 10 Гц или более, интегрирующий пики, имеющие ширину на половине высоты, равную 1,0 с. Интегратор должен обеспечивать интегрирование частично разделенных пиков. Данный интегратор должен поддерживать общедоступный формат передачи данных (например, ASCII) на компьютер с целью упрощения обработки данных.

6.5 Образец следует вводить с помощью крана, автоматического дозирующего устройства, робота-манипулятора или другим автоматическим способом. Автоматическое устройство ввода образца имеет важное значение для воспроизводимости анализа. Не рекомендуется использовать ручной ввод образца. Воспроизводимость метода испытаний для проанализированных образцов была получена с использованием устройств автоматического ввода пробы.

6.6 Пламенно-ионизационный детектор (FID) чувствительностью 0,005 Кл/г по *н*-бутану. Линейный динамический диапазон детектора должен быть не менее 10^6. Детектор нагревают до температуры 300 °С.

7 Реактивы и материалы

7.1 Стандартная калибровочная смесь

Следует использовать стандартный образец моторного топлива для двигателей с искровым зажиганием известного состава и концентрации (% масс.). Для подтверждения идентификации образца на рисунке 1 приведена типовая хроматограмма для стандартного образца бензина ARC 960X[2)].

7.2 Газы для хроматографии

Используют газы чистотой не менее 99,999 % об.

Примечание 1 — **Предупреждение** — Используют сжатые газы. Некоторые из них являются легковоспламеняющимися веществами; все газы находятся под высоким давлением.

7.2.1 Гелий

Результаты испытаний были получены с использованием гелия в качестве газа-носителя. Возможно, что для испытаний можно использовать другие газы-носители. В настоящее время данные по результатам метода испытаний с другими газами-носителями отсутствуют.

7.2.2 Воздух, водород и нагнетаемый газ (гелий или азот) чистотой не менее 99,999 % об.

[2)] Стандартный образец топлива для двигателей с искровым зажиганием ARC 960X можно приобрести в Alberta Research Council, Edmonton, Alberta, Canada. Можно использовать другие стандартные образцы.

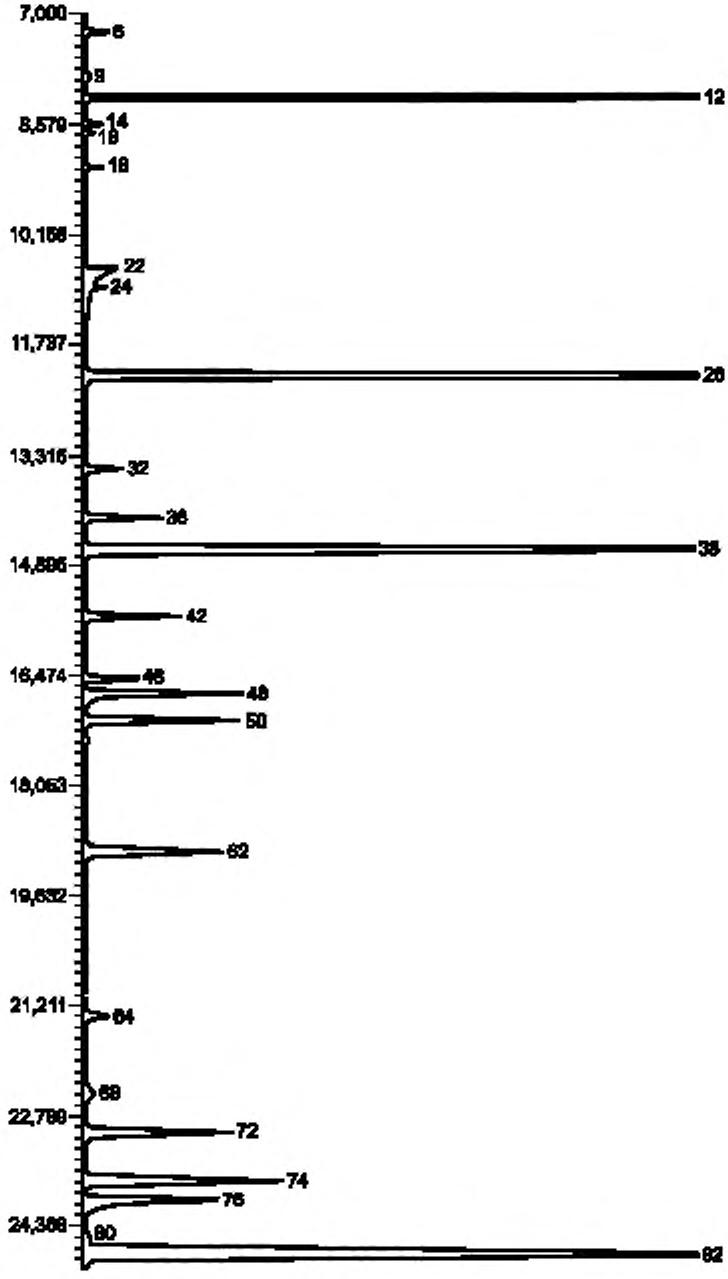


Рисунок 1 — Хроматограмма стандартного образца бензина[3)]

[3)] Номера пиков и наименования компонентов приведены в таблице А1.1, приложение А1.

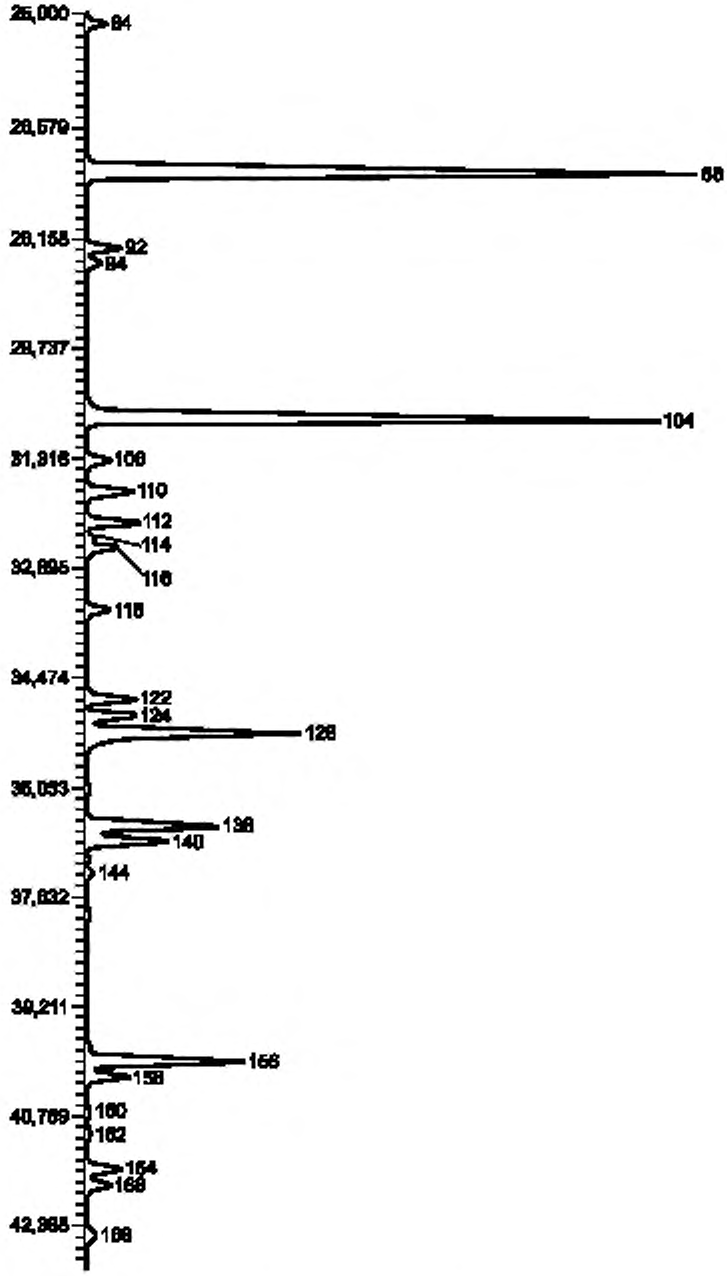


Рисунок 1, лист 2

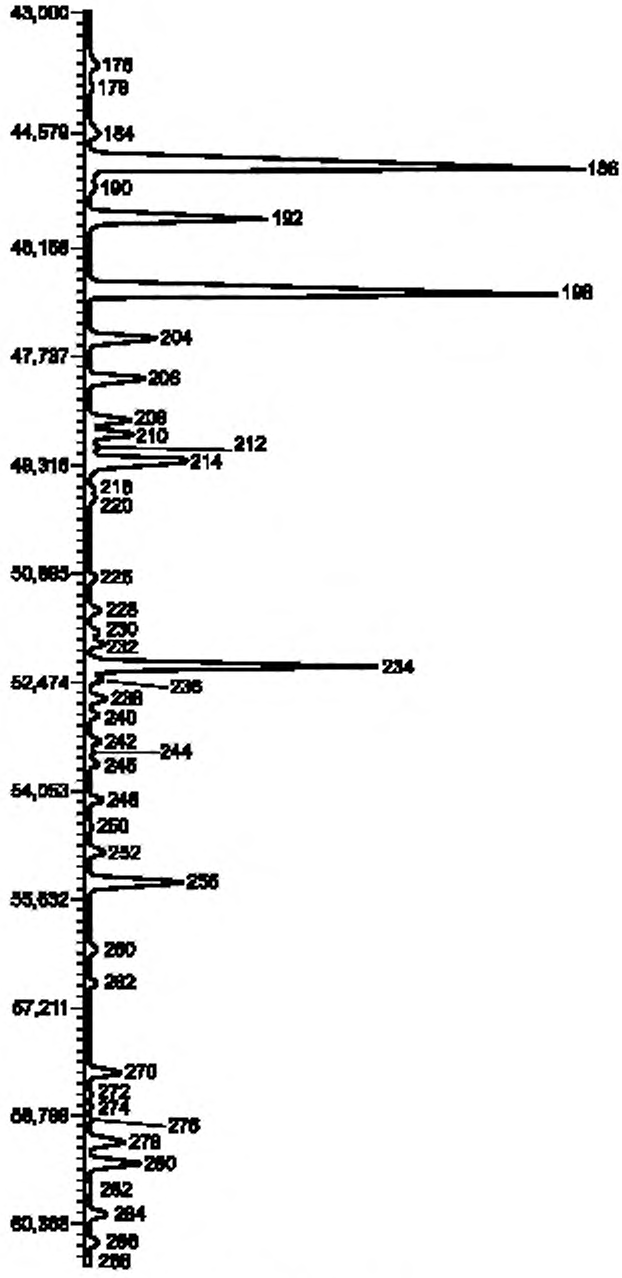


Рисунок 1, лист 3

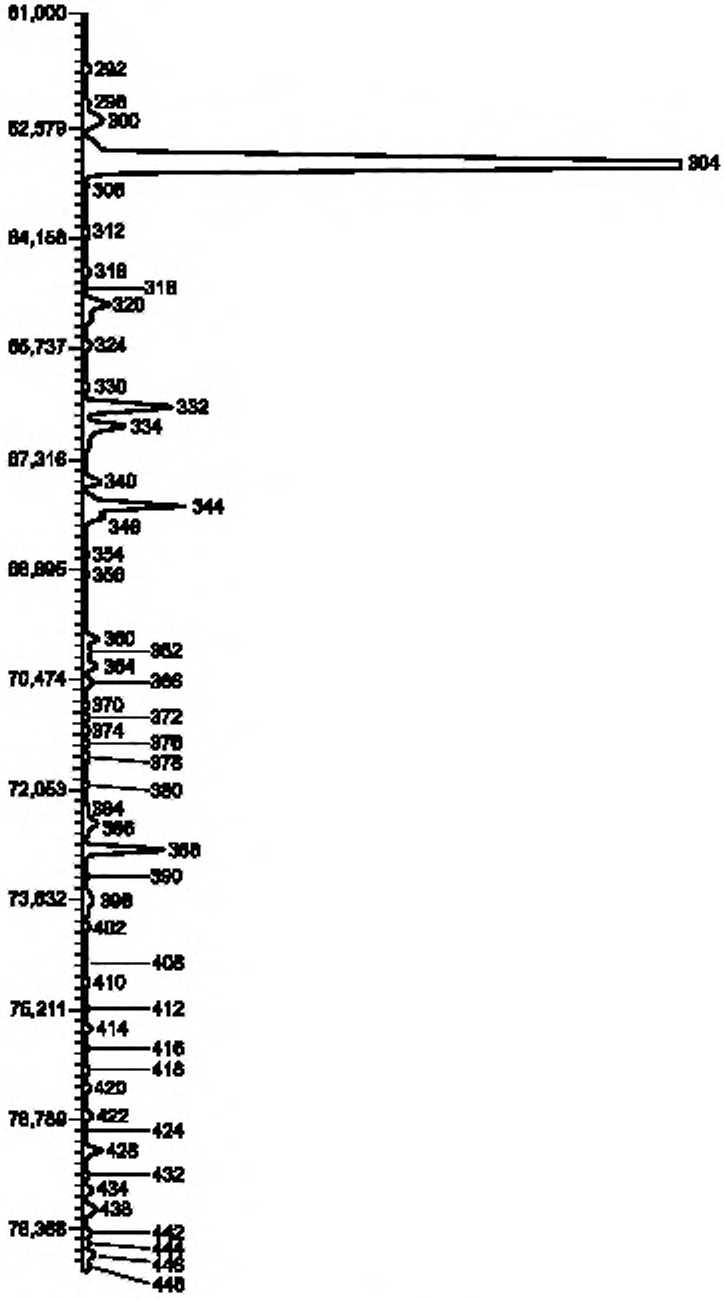


Рисунок 1, лист 4

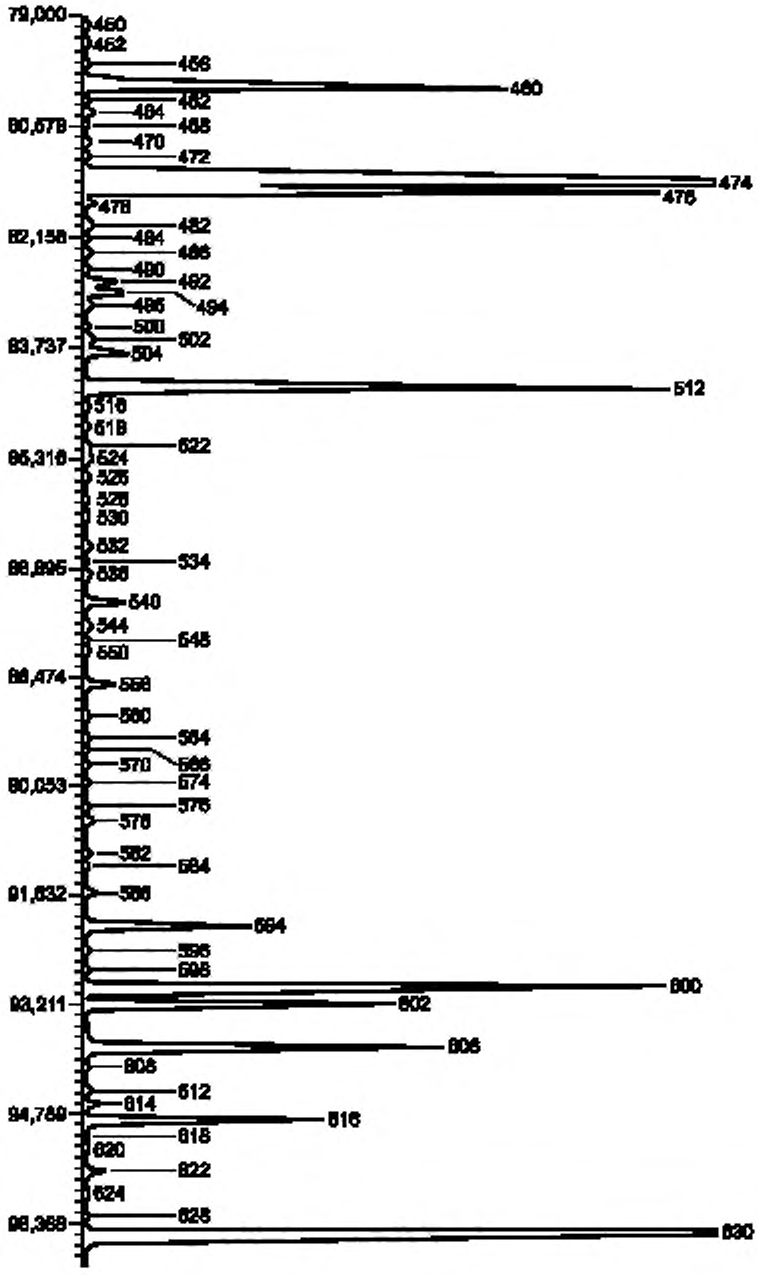


Рисунок 1, лист 5

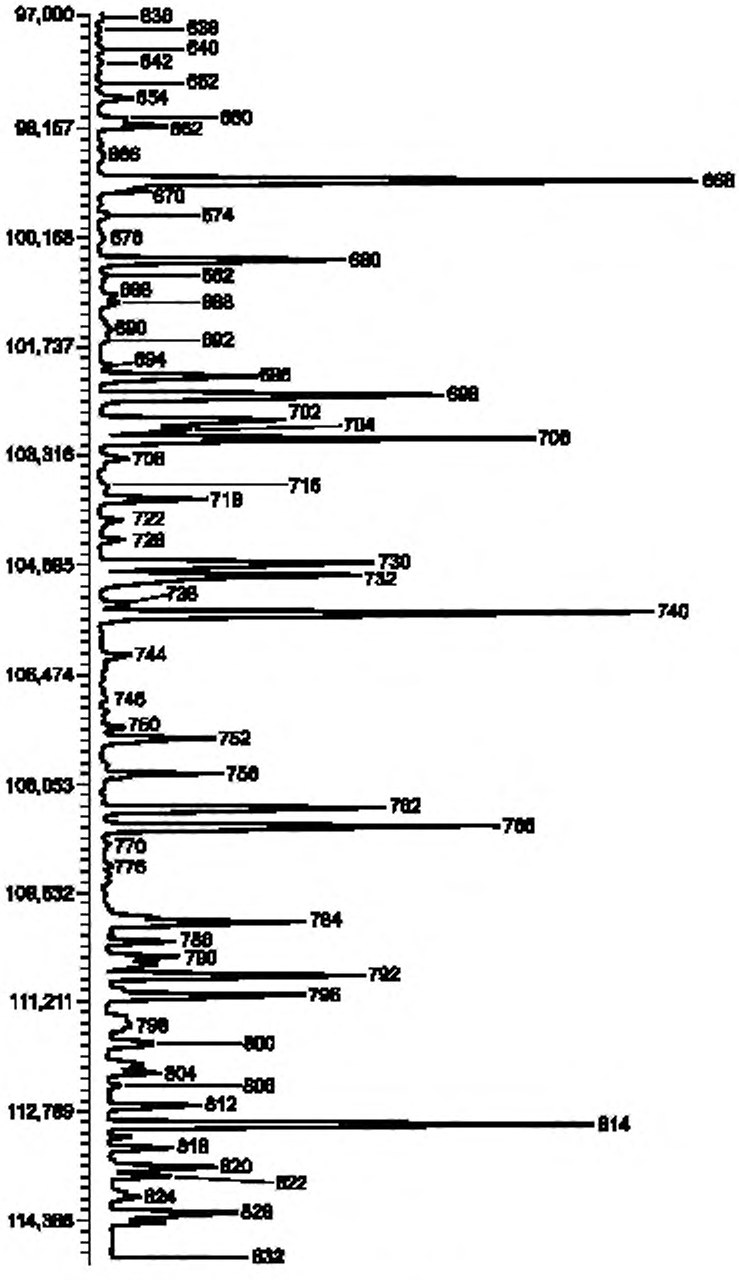


Рисунок 1, лист 6

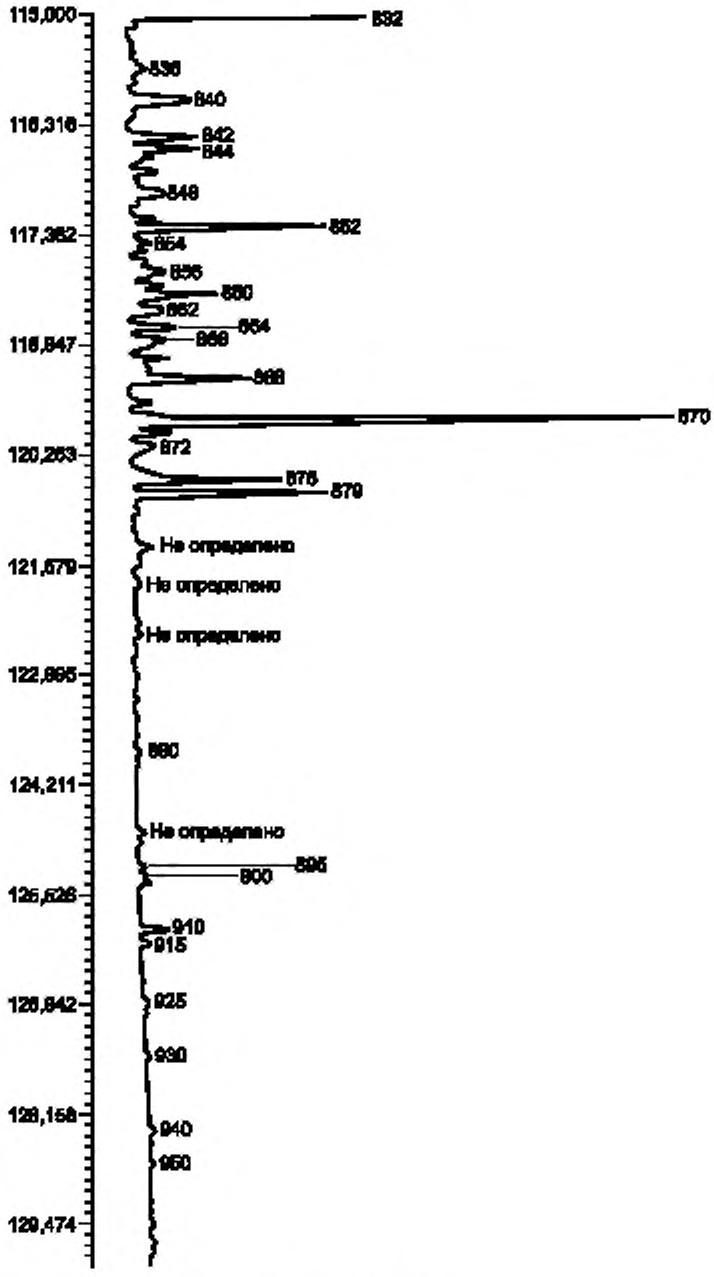


Рисунок 1, лист 7

8 Предварительная проверка оборудования

8.1 Установка

8.1.1 Линейная скорость газа

Если газовый хроматограф оснащен электронным устройством считывания показаний скорости потока газа, устанавливают скорость 1,8 мл/мин. Это достигают установкой скорости газа-носителя при введении пробы метана или природного газа при температуре 35 °С. Убеждаются, что время удерживания метана составляет (7,00 ± 0,05) мин. Это соответствует линейной скорости 25—26 см/с и эквивалентно времени удерживания метана при температуре 0 °С от 6,5 до 6,8 мин.

8.1.2 Если хроматограф не оснащен электронным устройством считывания показаний скорости потока газа, вычисляют линейную скорость газа V, см/с, по формуле

$$V = \frac{\text{Длина колонки, см}}{\text{Время удерживания метана, с}}. \quad (1)$$

8.1.3 Типичное время удерживания метана составляет 6,5—6,8 мин и линейная скорость для гелия — от 24 до 26 см/с.

8.2 Установка соотношения деления потока

Если хроматограф оборудован электронным устройством считывания показаний деления потока, устанавливают соотношение деления потока образца 200:1. Если хроматограф не оборудован таким устройством, сначала вычисляют скорость потока в колонке F, затем вычисляют соотношение деления S по формулам (2) и (3):

$$F = \frac{(80\pi r^4)\, L (T_{ref})\, 2(P_i - P_o)}{(T)\, 3(P_{ref})(P_i^2 - P_o^2)\, \mu}, \quad (2)$$

где r — радиус колонки, см;

L — длина колонки, см;

T_{ref} — температура на выходе колонки, °С;

P_i — давление на входе;

P_o — давление на выходе;

T — температура термостата колонки, °С;

P_{ref} — относительное давление, равное 1 атм;

μ — линейная скорость, см/с;

$$S = \frac{\text{Скорость потока через вентиль делителя} + F}{F} \quad (3)$$

8.2.1 Скорость потока через колонку вычисляют по формуле (2). Используя результаты, полученные по формуле (3), настраивают поток делителя до получения соотношения деления потока, приблизительно равного 200:1.

8.3 Оценка эффективности колонки

8.3.1 Перед применением колонки с использованием параметров хроматографирования, указанных в таблице 1, определяют ее разрешение с использованием параметров, приведенных в таблице 2. Проверяют, чтобы разрешение колонки R для приведенных пар компонентов, вычисленное по формуле (4), соответствовало требованиям таблицы 2.

Таблица 1 — Параметры хроматографирования, требования к колонке и системе обработки данных

Параметр хроматографирования	Требование
Установки инжектора:	
температура инжектора, °С	250
соотношение деления потока	175:1—275:1
вкладыш	Деактивированное стекло
вводимый объем, мкл	0,2—0,5
Установки детектора:	
температура детектора FID, °С[A)]	300—350
Расход газов:	
водорода, мл/мин [B)]	30—40
воздуха, мл/мин	300—450
вспомогательного газа — азота, мл/мин	30
Установки термостата колонки:	
начальная температура, °С	0
начальное время выдерживания, мин	15
скорость первой стадии, °С/мин	1
конечная температура, °С	50
время выдерживания, мин	0
скорость второй стадии, °С/мин	2
конечная температура, °С	130
время выдерживания, мин	0
скорость третьей стадии, °С/мин	4
конечная температура, °С	270
время выдерживания, мин [C)]	0
Требования к колонке:	
длина, м	100
внутренний диаметр, мм	0,25
жидкая фаза	100 %-ный полидиметилсилоксан
толщина пленки неподвижной фазы, мкм	0,5
давление (манометрическое), psi	40—50
скорость потока, мл/мин	1,7—2,0
линейная скорость газа, см/с	24,5
Частота сбора данных, Гц	10—20
Полное время анализа, мин	140—150

[A)] Устанавливается на 20 °С — 25 °С выше максимальной температуры колонки.

[B)] Устанавливается по рекомендациям изготовителя.

[C)] Конечную температуру или время выдерживания можно регулировать для достижения полного элюирования компонентов образца.

Таблица 2 — Требования к разрешению колонки

Пара компонентов	Разрешение, не менее	Содержание каждого компонента, % масс.
Бензол и 1-метилциклопентен	1,0	0,5—0,5
м-Ксилол и *п*-ксилол	0,4	2,0—2,0
н-Тридекан и 1-метилнафталин	1,0	0,5—0,5

$$R = \frac{2(t_{R2} - t_{R1})}{1{,}699(W_{b1} + W_{b2})}, \quad (4)$$

где t_{R2} — время удерживания второго компонента пары;

t_{R1} — время удерживания первого компонента пары;

W_{b1} — ширина пика первого компонента пары на половине его высоты;

W_{b2} — ширина пика второго компонента пары на половине его высоты.

8.3.1.1 Периодически проверяют разрешение колонки по разрешению указанных соединений.

8.3.2 Оценка базовой линии

Проводят запись нулевой линии без ввода растворителя, используя установки хроматографа в соответствии с таблицей 1.

8.3.3 Вычитают нулевую линию из хроматограммы образца и проверяют, чтобы остаточный сигнал в начале хроматограммы не отличался от сигнала в конце хроматограммы более чем на 2 %.

8.4 Оценка линейности делителя потока

Вводят стандартный образец бензина в соответствии с программой, приведенной в таблице 3.

8.4.1 Выбирают на хроматограмме 10—15 компонентов с содержанием от 0,01 % масс. до 30 % масс. Составляют таблицу зависимости содержания выбранных компонентов от значения соотношения деления потока. Проверяют, чтобы для выбранных компонентов концентрации не отличались более чем на 3 %.

Таблица 3 — Программа ввода (Injection Schedule)

Деление потока	Вводимый объем, мкл	Температура инжектора, °С
100:1	0,1	250
200:1	0,5	250
300:1	1,0	250

9 Проведение испытаний

9.1 Устанавливают рабочие параметры хроматографа в соответствии с таблицей 1. В этих условиях будут элюироваться все компоненты до пентадекана (*н*-C_{15}) включительно.

9.2 Для оптимизации процесса все параметры таблицы 1 могут незначительно изменяться в зависимости от типа образца и характеристик хроматографической системы. При этом температура конца кипения образцов не должна превышать температуру для *н*-C_{15} и должны выполняться требования по разрешению колонки *R*, приведенные в таблице 2.

9.3 Представительную пробу отбирают по АСТМ Д 4057[4)] или по другим стандартам. Принимают меры предосторожности для сведения к минимуму потерь легких фракций и низкокипящих образцов. Пробоотборник следует охладить перед вводом образца. Пробу охлаждают до температуры ниже 4 °С и хранят при этой температуре до заполнения автоматического дозатора и начала анализа.

9.4 Подготовка и хранение

9.4.1 Хранение образцов в флаконах

Перед отбором аликвоты или перед заполнением флаконов охлаждают исходный образец до температуры не выше 4 °С. Можно охлаждать контейнер для аликвоты и/или флакон перед переносом исходного образца. Перед ручным вводом пробы можно также охлаждать шприцы.

9.4.2 Хранение образцов в контейнерах под давлением

Контейнеры следует хранить вдали от источников тепла и света. Для образцов, хранящихся в контейнерах под давлением, дополнительная подготовка пробы не требуется. Температура хранения

[4)] АСТМ Д 4057 Стандартная практика ручного отбора проб нефти и нефтепродуктов (ASTM D 4057 «Standard practice for manual sampling of petroleum and petroleum products»).

должна быть не выше 25 °С. Образцы в контейнерах под давлением хранят в соответствии с инструкциями изготовителя.

9.5 Рекомендуется периодически проверять качество проведения испытаний (QA), анализируя образец, состав которого аналогичен составу стандартного образца бензина (см. рисунок 1). Проверку рекомендуется проводить 1 раз в неделю или после анализа 15 образцов. Для количественной оценки результатов контроля качества метода можно проверять время удерживания бензола, используя контрольные карты. Аналогично можно проверять другие компоненты в стандартном образце. По результатам наблюдения за этими компонентами в течение длительного времени можно определить эффективность работы колонки и хроматографической системы в целом.

10 Обработка результатов

10.1 Идентификация компонентов

Составляют таблицу, включающую все компоненты образца и их времена удерживания. Сравнивают время удерживания каждого пика с временами удерживания компонентов стандартного образца бензина. Обращают особое внимание на то, что колонка может быть перегружена, а время удерживания пиков может изменяться. Анализируют характеристики пиков и уточняют, используя таблицу 4, правильность их идентификации сравнением со стандартным образцом.

Таблица 4 — Преобладающие компоненты и идентифицированные совместно элюирующиеся соединения[A)]

Номер пика (см. приложение А1)	Преобладающий компонент	Совместно элюирующийся компонент
164	3,3-Диметилпентан	5-Метил-1-гексен
186	2-Метилгексан	C_7-олефин
278	2,5-Диметилгексан	C_8-олефин
286	3,3-Диметилгексан	C_8-олефин
304	Толуол	2,3,3-Триметилпентан[B)]
324	1,1,2-Триметилциклопентан	C_7-триолефин
326	C_8-Диолефин	C_8-парафин
492	4-Метилоктан	C_9-олефин
796	1,2,3,4-Тетраметилбензол	C_{11}-ароматика

[A)] Перечень не полный. Из-за возможности совместного элюирования пиков в других областях пользователь должен быть внимателен при интерпретации данных.

[B)] В большинстве алкилированных бензинов может наблюдаться наложение пиков толуола и 2,3,3-триметилпентана.

Примечание — Для анализируемого вещества используется коэффициент отклика преобладающего компонента, и этот компонент используется для вычисления.

10.2 Согласованность идентификации пиков может быть достигнута с помощью программного обеспечения (программы сбора данных, таблиц базы данных и т. д.). Альтернативно можно использовать систему индексов удерживания, вычисляемых по формуле

$$(R1)_i = 100n + 100\left[\frac{\log(T_i) - \log(T_n)}{\log(TN) - \log(T_n)}\right], \quad (5)$$

где $(R1)_i$ — индекс удерживания i-го компонента, ограниченного (взятого в вилку) $н$-парафинами n и N;

T_i — скорректированное время удерживания i-го компонента (время удерживания i-го компонента минус время удерживания метана);

TN — время удерживания $н$-парафина N;

T_n — скорректированное время удерживания $н$-парафина n;

n — нижняя граница, *н*-парафин *n*;

N — верхняя граница, *н*-парафин *N*.

10.3 Вычисляют коэффициенты отклика углеводородов по формуле[5)]

$$RRF_{CH4} = \frac{MW_i}{N_C} \cdot \frac{1}{MW_{CH4}}, \quad (6)$$

где RRF_{CH4} — относительный коэффициент отклика каждого компонента относительно метана (RRF_{CH4} = 1,000);

MW_i — молекулярная масса *i*-го компонента;

N_C — число атомов углерода в молекуле;

MW_{CH4} — молекулярная масса метана, равная 16,04276.

10.4 Корректируют полученные площади пиков, умножая площадь каждого пика на соответствующий относительный коэффициент отклика по формуле

$$(A_c)_i = A_i RRF_i, \quad (7)$$

где $(A_c)_i$ — скорректированная площадь пика;

A_i — зарегистрированная площадь для *i*-го компонента;

RRF_i — относительный коэффициент отклика (по массе).

10.4.1 Массовую долю *i*-го компонента в смеси W_i, % масс., вычисляют по формуле

$$W_i = \frac{(A_c)_i}{\sum_{i=n}^{N}(A_c)_i} 100, \quad (8)$$

где $(A_c)_i$ — скорректированная площадь пика *i*-го компонента;

$\sum_{i=n}^{N}(A_c)_i$ — сумма скорректированных площадей пиков всех компонентов.

10.4.1.1 Индекс *i* указывает на проведение процедуры для каждого компонента смеси.

10.5 Для неидентифицированных компонентов используют относительный коэффициент отклика, равный 0,800 (относительно метана).

11 Обработка результатов для оксигенатов

11.1 Сравнительное исследование линейности было выполнено для метанола, этанола, *трет*-бутанола, МТБЭ, ЭТБЭ и ТАМЭ в диапазоне концентраций от 1,0 % масс. до 30 % масс. (см. приложение А2). По результатам этих исследований были вычислены средние относительные коэффициенты отклика для оксигенатов, которые приведены в таблицах 5 и А2.1, приложение А2. Они включены в метод определения индивидуальных углеводородов — метод IHA. Стандартное отклонение значений относительных откликов составляет более 7 %. МТБЭ является единственным оксигенатом, который присутствовал в значительном числе образцов при круговых испытаниях (см. отчет ASTM RR:D02-1007). Поэтому статистические данные для МТБЭ по таблице А1.2 (приложение А1) можно использовать для вычислений.

[5)] Sevcik, J., Detectors in gas chromatography, Elsevier, NY, 1976, p. 94 (Детекторы в газовой хроматографии).

Таблица 5 — Коэффициенты отклика для кислородсодержащих соединений

Анализируемый компонент	Относительный коэффициент отклика	
	RRF C_7 = 1,000	*RRF* CH_4 = 1,000
Метанол	2,996	2,672
Этанол	2,087	1,862
трет-Бутанол	1,302	1,161
Метил-*трет*-бутиловый эфир (МТБЭ)	1,577	1,407
Этил-*трет*-бутиловый эфир (ЭТБЭ)	1,407	1,255
трет-Амил-метиловый эфир (ТАМЭ)	1,356	1,210

12 Оформление результатов

12.1 Регистрируют содержание каждого компонента с точностью до 0,001 % масс.

12.2 Полученные значения для индивидуальных компонентов можно суммировать по группам, таким как парафины, изопарафины, олефины, ароматические углеводороды, нафтены, оксигенаты и неидентифицированные компоненты. Для этого можно использовать компьютерные программы, которые позволяют также вычислять другие свойства жидких нефтепродуктов.

13 Прецизионность и смещение[6)]

13.1 Повторяемость и воспроизводимость метода приведены в приложении А1.2.

13.2 Описание формулировок прецизионности (процедура определения анализируемых веществ)

13.2.1 Для установления прецизионности каждый анализируемый компонент должен присутствовать не менее чем в шести образцах, и его должны определять не менее одного раза не менее чем в шести лабораториях в соответствии с требованиями исследовательского отчета RR:D02-1007[7)].

13.2.2 Среднеквадратическое отклонение повторяемости/среднее значение для каждого анализируемого образца/комбинации образцов должно быть меньше или равно 0,1, в соответствии с требованиями предела количественного обнаружения (LOQ), которые хоть и не общеприняты, но рекомендуются CS94.

13.3 Краткие пояснения к наименованиям таблиц приложения А1:

13.3.1 *ID* — пояснения;

13.3.2 r_{min} — нижний 95%-ный доверительный интервал r_{est};

13.3.3 r_{est} — оценка повторяемости в процентах от концентрации;

13.3.4 r_{max} — верхний 95%-ный доверительный интервал r_{est};

13.3.5 R_{min}, R_{est}, R_{max} — аналогично вышеуказанному, за исключением воспроизводимости;

13.3.6 C_{min} — минимальное содержание, для которого применимы r_{est} и R_{est}.

13.3.7 C_{max} — максимальное содержание, для которого применимы r_{est} и R_{est}.

13.4 Сводные данные для парафинов, изопарафинов, C_2-бензолов и оксигенатов, определенные аналогичным образом, приведены в таблице А1.3 приложения А1.

13.5 Смещение данного метода не установлено в связи с отсутствием стандартного эталонного образца.

[6)] Подтверждающие данные по межлабораторным сравнительным исследованиям по определению прецизионности и смещения хранятся в ASTM International Headquarters и могут быть получены по запросу исследовательского отчета RR:D02-1519.

[7)] Подтверждающие данные хранятся в ASTM International Headquarters и могут быть получены по запросу исследовательского отчета RR:D02-1007.

Приложение А1
(обязательное)

Характеристики углеводородов

А1.1 В таблице А1.1 приведены значения времени удерживания и характеристики компонентов.

Таблица А1.1 — Значения времени удерживания и характеристики компонентов

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания	Молекулярная масса *MWt*	Теоретический относительный массовый коэффициент отклика *Rf* (C_1)
1	Метан	6,74	16,04	1,000
2	Этен	7,10	28,05	0,874
3	Этан	7,21	30,07	0,937
4	Пропен	7,41	42,05	0,874
5	Пропан	7,87	44,11	0,916
6	Изобутан	8,26	58,12	0,906
7	Метанол	8,64	32,03	2,672
8	Изобутен	8,95	56,11	0,874
9	Бутен-1	8,99	56,11	0,874
10	Бутадиен-1,3	9,17	54,09	0,843
12	*н*-Бутан	9,28	58,12	0,906
14	*транс*-Бутен-2	9,70	56,11	0,874
16	2,2-Диметилпропан	9,82	72,15	0,899
18	*цис*-Бутен-2	10,33	56,11	0,874
20	Бутадиен-1,2	10,88	54,09	0,843
22	Этанол	11,39	46,07	1,862
24	3-Метилбутен-1	12,21	70,13	0,874
26	Изопентан	13,57	72,15	0,899
28	Пентадиен-1,4	14,25	68,12	0,849
30	Бутин-2 (диметилацетилен)	14,57	54,09	0,843
32	Пентен-1	15,03	70,13	0,874
34	Изопропанол	15,28	60,11	1,950
36	2-Метилбутен-1	15,76	70,13	0,874
38	*н*-Пентан	16,24	72,15	0,899
40	2-Метилбутадиен-1,3	16,73	68,12	0,849
42	*транс*-Пентен-2	17,23	70,13	0,874
44	3,3-Диметилбутен-1	17,86	84,16	0,874
46	*цис*-Пентен-2	18,17	70,13	0,874
48	*трет*-Бутанол (ТБА)	18,51	74,12	1,161
50	2-Метилбутен-2	18,76	70,13	0,874
52	*транс*-Пентадиен-1,3	19,12	68,12	0,849
54	3-Метилбутадиен-1,2	19,48	68,12	0,849
56	Циклопентадиен	19,76	67,10	0,824
58	*цис*-Пентадиен-1,3	20,25	68,12	0,849
60	Пентадиен-1,2	20,51	68,12	0,849
62	2,2-Диметилбутан	20,69	86,18	0,895

Продолжение таблицы А1.1

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания	Молекулярная масса *MWi*	Теоретический относительный массовый коэффициент отклика $Rf(C_1)$
64	Циклопентен	23,16	68,12	0,849
66	4-Метилпентен-1	24,30	84,16	0,874
68	3-Метилпентен-1	24,38	84,16	0,874
70	*н*-Пропанол	24,68	60,11	1,770
72	Циклопентан	24,86	70,13	0,874
74	2,3-Диметилбутан	25,57	86,18	0,895
76	2,3-Диметилбутен-1	25,99	84,16	0,874
78	Метил-*трет*-бутиловый эфир (МТБЭ)	26,18	88,09	1,407
80	*цис*-4-Метилпентен-2	26,48	84,16	0,874
82	2-Метилпентан	26,66	86,18	0,895
84	*транс*-4-Метилпентен-2	72,09	84,16	0,874
86	Метилэтилкетон (МЭК)	28,00	72,06	1,570
88	3-Метилпентан	29,15	86,18	0,895
90	C_6-олефин	29,61	84,16	0,874
92	2-Метилпентен-1	30,29	84,16	0,874
94	Гексен-1	30,52	84,16	0,874
96	Метил-*втор*-бутиловый эфир (МВБЭ)	30,66	88,09	1,550
98	C_6-олефин	30,94	84,16	0,874
100	Бутанол-2	31,56	74,12	1,600
102	2-Этилбутен-1	32,47	84,16	0,874
104	*н*-Гексан	32,75	86,18	0,895
106	*цис*-Гексен-3	33,41	84,16	0,874
108	Диизопропиловый эфир (ДИПЭ)	33,58	102,00	1,600
110	*транс*-Гексен-3 + гексадиен	33,66	84,16	0,874
112	2-Метилпентен-2	34,33	84,16	0,874
114	3-Метилциклопентен	34,57	82,10	0,853
116	*транс*-3-Метилпентен-2	34,71	84,16	0,874
118	*цис*-Гексен-2	35,62	84,16	0,874
120	3,3-Диметилпентен-1	36,04	98,19	0,874
122	*цис*-3-Метилпентен-2	36,92	84,16	0,874
124	Этил-*трет*-бутиловый эфир (ЭТБЭ)	37,07	102,18	1,255
126	2,3-Диметилбутадиен-1,3	37,19	82,10	0,853
128	Метилциклопентан	37,40	84,16	0,874
130	2,2-Диметилпентан	37,60	100,21	0,892
132	4,4-Диметилпентен-1	37,91	98,19	0,874
134	Изобутанол	38,06	74,12	1,500
136	2,3-Диметилбутен-2	38,30	84,16	0,874
138	2,4-Диметилпентан	38,99	100,21	0,892
140	1,3,5-Гексатриен	39,31	80,06	0,832
142	2,2,3-Триметилбутан	39,48	100,21	0,892
144	Метилциклопентадиен	40,17	80,06	0,832
146	C_7-олефин	40,30	98,19	0,874
148	C_7-олефин	40,68	98,19	0,874

Продолжение таблицы А1.1

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания	Молекулярная масса *MWt*	Теоретический относительный массовый коэффициент отклика *Rf* (C_1)
150	C_7-диолефин	41,20	96,18	0,856
152	4-Метилциклопентен	41,44	82,10	0,853
154	Метиленциклопентан	42,08	82,10	0,853
156	Бензол	42,30	78,05	0,812
158	1-Метилциклопентен-1	42,46	82,10	0,853
160	C_7-олефин	43,06	98,19	0,874
162	*цис*-2-Метилгексен-3	43,37	98,19	0,874
164	3,3-Диметилпентан + 5-метилгексен-1	43,81	100,21	0,892
166	Циклогексан	44,07	84,16	0,874
168	*транс*-2-Метилгексен-3	44,82	98,19	0,874
170	3,3-Диметилпентадиен-1,4	45,44	96,18	0,856
172	*н*-Бутанол	45,58	74,12	1,500
174	Диметилциклопентадиен	45,69	94,17	0,838
176	*транс*-2-Этил-3-метилбутен-1	45,97	98,19	0,874
178	4-Метилгексен-1	46,27	98,19	0,874
180	C_7-олефин	46,55	98,19	0,874
182	3-Метилгексен-1	46,78	98,19	0,874
184	4-Метилгексен-2	46,92	98,19	0,874
186	2-Метилгексан + C_7-олефин	47,29	100,21	0,892
188	2,3-Диметилпентан	47,51	100,21	0,892
190	Циклогексен	47,65	82,10	0,853
192	*трет*-Амилметиловый эфир (ТАМЕ)	48,10	102,18	1,210
194	C_7-олефин	48,46	98,19	0,874
196	C_7-олефин	48,64	98,19	0,874
198	3-Метилгексан	49,05	100,21	0,892
200	C_7-олефин	49,47	98,19	0,874
202	C_7-олефин	49,62	98,19	0,874
204	*транс*-1,3-Диметилциклопентан	49,83	98,19	0,874
206	*цис*-1,3-Диметилциклопентан	50,40	98,19	0,874
208	*транс*-1,2-Диметилциклопентан	51,01	98,19	0,874
210	3-Этилпентан	51,21	100,10	0,892
212	C_7-олефин	51,43	98,19	0,874
214	2,2,4-Триметилпентан	51,61	114,23	0,890
216	C_7-олефин	51,75	98,19	0,874
218	1-Гептен	52,05	98,19	0,874
220	C_7-олефин	52,18	98,19	0,874
222	2,3-Диметилпентадиен-1,3	52,69	96,18	0,874
224	C_7-диолефин	53,00	96,18	0,856
226	C_7-олефин	53,36	98,19	0,874
228	C_7-диолефин	53,81	96,18	0,856
230	C_7-диолефин	54,13	96,18	0,856
232	C_7-олефин	54,28	98,19	0,874
234	*н*-Гептан	54,59	100,21	0,892

Продолжение таблицы А1.1

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания	Молекулярная масса *MWi*	Теоретический относительный массовый коэффициент отклика $Rf(C_1)$
236	*цис*-Гептен-3	54,81	98,19	0,874
238	2-Метилгексен-2	55,10	98,19	0,874
240	*цис*-Метилгексен-3	55,35	98,19	0,874
242	*транс*-Гептен-3	55,72	98,19	0,874
244	3-Этилпентен-2	55,88	96,18	0,856
246	1,5-Диметилциклопентен	56,06	96,18	0,856
248	*транс*-2-Метилгексен-3	56,58	98,19	0,874
250	C_7-диолефин + C_7-триолефин	57,01	96,18	0,856
252	2,3-Диметилпентен-2	57,35	98,19	0,874
254	3-Этилпентен	57,57	98,19	0,874
256	Метилциклогексан	57,79	98,19	0,874
258	C_7-олефин	58,28	98,19	0,874
260	1,1,3-Триметилциклопентан	58,79	112,22	0,874
262	2,2-Диметилгексан	59,29	114,10	0,890
264	2,3,4-Триметилпентадиен-1,4	59,45	110,21	0,859
266	3,3-Диметилгексадиен-1,5	59,79	110,21	0,859
268	C_8-олефин	60,12	98,19	0,874
270	Этилциклопентан	60,60	98,19	0,874
272	3-Метилциклогексен	60,99	96,18	0,856
274	Метилциклогексадиен	61,14	94,17	0,838
276	2,2,3-Триметилпентан	61,22	114,10	0,890
278	2,5-Диметилгексан + C_8-олефин	61,59	114,23	0,890
280	2,4-Диметилгексан	61,91	114,23	0,890
282	C_7-триолефин + C_8-олефин	62,28	112,24	0,856
284	*транс, цис*-1,2,4-Триметилциклопентан	62,68	112,22	0,874
286	3,3-Диметилгексан + C_8-олефин	63,13	114,23	0,890
288	C_7-триолефин + C_8-олефин	63,39	112,24	0,856
290	C_8-олефин	63,69	112,22	0,874
292	*транс, цис*-1,2,3-Триметилциклопентан	64,27	112,22	0,874
294	C_8-олефин	64,52	112,22	0,874
296	C_8-олефин	64,73	112,22	0,874
298	C_8-олефин	64,82	112,22	0,874
300	2,3,4-Триметилпентан	64,94	114,23	0,890
302	C_7-диолефин	65,25	96,18	0,856
304	Толуол	65,50	92,06	0,821
306	2,3,3-Триметилпентан	65,76	114,23	0,890
308	C_8-олефин	65,90	112,22	0,874
310	C_8-диолефин	66,12	110,21	0,859
312	C_8-олефин	66,48	112,22	0,874
314	C_8-олефин	66,65	112,22	0,874
316	C_8-олефин	67,08	112,22	0,874
318	C_8-диолефин + C_8-олефин	67,30	110,21	0,859
320	2,3-Диметилгексан	67,47	114,23	0,890

Продолжение таблицы А1.1

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания	Молекулярная масса *MWt*	Теоретический относительный массовый коэффициент отклика *Rf* (C_1)
322	2-Метил-3-этилпентан	67,71	114,23	0,890
324	1,1,2-Триметилциклопентан + C_7-триолефин	68,04	112,22	0,874
326	C_8-диолефин + C_8-парафин	68,31	114,23	0,859
328	C_8-олефин	68,41	112,22	0,874
330	C_8-олефин	68,64	112,22	0,874
332	2-Метилгептан	68,66	114,23	0,890
334	4-Метилгептан	69,11	114,23	0,890
336	C_8-диолефин + C_7-олефин	69,41	112,22	0,874
338	C_8-олефин	69,70	112,22	0,874
340	*цис*-1,3-Диметилциклогексан	69,91	112,22	0,874
342	*транс*-1,4-Диметилциклогексан	70,01	112,22	0,874
344	3-Метилгептан	70,23	114,23	0,890
346	3-Этилгексан	70,38	114,23	0,890
348	C_8-диолефин	70,51	110,21	0,874
350	C_8-олефин	70,72	112,22	0,874
352	C_8-олефин	70,92	112,22	0,874
354	1,1-Диметилциклогексан	71,18	112,22	0,874
356	C_8-олефин	71,43	112,22	0,874
358	C_8-олефин	71,70	112,22	0,874
360	*цис*-1-Этил-3-метилциклопентан	72,10	112,22	0,874
362	2,2,5-Триметилгексан	72,23	128,26	0,888
364	*транс*-1-Этил-3-метилциклопентан	72,46	112,22	0,874
366	*транс*-1-Этил-2-метилциклопентан	72,68	112,22	0,874
368	1-Метил-1-этилциклопентан	72,96	112,22	0,874
370	Октен-1	73,16	112,22	0,874
372	C_8-олефин	73,26	112,22	0,874
374	*транс*-1,2-Диметилциклогексан	73,36	112,22	0,874
376	C_8-олефин	73,48	112,22	0,874
378	C_8-олефин	73,68	112,22	0,874
380	*транс*-3-C_8-олефин	74,08	112,11	0,874
382	C_8-олефины	74,45	112,22	0,874
384	*транс*-1,3-Диметилциклогексан	74,66	112,22	0,874
386	*цис*-1,4-Диметилциклогексан	74,79	112,22	0,874
388	*н*-Октан	74,98	114,23	0,890
390	C_8-олефин	75,33	112,22	0,874
392	C_8-олефин	75,49	112,22	0,874
394	*транс*-Октен-2	75,62	112,22	0,874
396	Изопропилциклопентан	75,72	112,22	0,874
398	C_9-олефин	75,85	126,24	0,874
400	C_9-олефин	75,89	126,24	0,874
402	C_9-олефин	75,90	126,24	0,874
404	C_9-олефин	76,08	126,24	0,874
406	2,2,4-Триметилгексан	76,31	128,26	0,888

Продолжение таблицы А1.1

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания	Молекулярная масса *MWi*	Теоретический относительный массовый коэффициент отклика $Rf(C_1)$
408	2,4,4-Триметилгексан	76,62	128,26	0,888
410	C_9-олефины	76,86	126,24	0,874
412	2,3,5-Триметилгексан	77,29	128,26	0,888
414	*цис*-Октен-2	77,53	112,22	0,874
416	2,2,3,4-Тетраметилпентан	77,77	128,26	0,888
418	2,2-Диметилгептан	78,02	128,26	0,888
420	*цис*-1,2-Диметилциклогексан	78,36	112,22	0,874
422	2,4-Диметилгептан	78,74	128,26	0,888
424	C_9-олефин	78,90	126,24	0,874
426	C_9-олефин	79,08	126,24	0,874
428	Этилциклогексан	79,24	112,22	0,874
430	Пропилциклопентан	79,39	112,22	0,874
432	2-Метил-4-этилгексан	79,59	128,26	0,888
434	2,6-Диметилгептан	79,74	128,26	0,874
436	C_9-олефин	79,85	126,24	0,874
438	1,1,4-Триметилциклогексан	80,05	126,24	0,874
440	C_9-олефин	80,28	126,24	0,874
442	C_9-олефин	80,38	126,24	0,874
444	1,1,3-Триметилциклогексан	80,52	126,24	0,874
446	2,5-Диметилгептан + 3,5-диметилгептан	80,69	128,26	0,888
448	C_9-олефин	80,88	126,24	0,874
450	3,3-Диметилгептан	81,00	128,26	0,888
452	C_9-парафин	81,13	128,26	0,888
454	C_9-олефин	81,34	126,24	0,874
456	2,3,3-Триметилгексан	81,56	128,26	0,888
458	C_9-олефин	81,68	126,24	0,874
460	Этилбензол	81,96	106,08	0,827
462	C_9-олефин	82,00	126,24	0,874
464	*транс*-1,2,4-Триметилциклогексан	82,31	126,24	0,874
466	C_9-олефин	82,33	126,24	0,874
468	2,3,4-Триметилгексан	82,63	128,26	0,888
470	C_9-олефин	82,73	126,24	0,874
472	3,3,4-Триметилгексан	82,89	128,26	0,888
474	*м*-Ксилол	83,30	106,08	0,827
476	*п*-Ксилол	83,43	106,08	0,827
478	2,3-Диметилгептан	83,57	128,26	0,888
480	3,5-Диметилгептан	83,83	128,26	0,888
482	3,4-Диметилгептан	83,91	128,26	0,888
484	C_9-олефин	84,08	126,24	0,874
486	3-Метил-3-этилгексан	84,26	128,26	0,888
488	C_9-олефин	84,41	126,34	0,874
490	4-Этилгептан	84,52	128,26	0,888
492	4-Метилоктан + C_9-олефин	84,70	128,26	0,888

Продолжение таблицы А1.1

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания	Молекулярная масса *MWt*	Теоретический относительный массовый коэффициент отклика *Rf* (C_1)
494	2-Метилоктан	84,84	128,26	0,888
496	C_9-олефин	85,01	126,24	0,874
498	C_9-парафин	85,18	128,26	0,888
500	C_9-олефин	85,36	126,24	0,874
502	3-Этилгептан	85,51	128,26	0,888
504	3-Метилоктан	85,69	128,26	0,888
506	C_9-парафин	85,87	126,24	0,874
508	*цис*-1,2,4-Триметилциклогексан	85,91	126,24	0,874
510	1,1,2-Триметилциклогексан	86,05	126,24	0,874
512	*о*-Ксилол	86,27	106,08	0,827
514	C_9-олефин	86,47	126,24	0,874
516	C_9-парафин	86,57	128,26	0,888
518	C_9-парафин	86,75	128,26	0,888
520	C_9-олефин	86,90	126,24	0,874
522	*транс*-1-Этил-4-метилциклогексан	87,08	126,24	0,874
524	*цис*-1-Этил-4-метилциклогексан	87,23	126,24	0,874
526	C_9-парафин	87,49	128,26	0,888
528	Нонен-1	87,79	126,24	0,874
530	Изобутилциклопентан	88,00	126,24	0,874
532	C_9-парафин	88,45	128,26	0,888
534	*транс*-Нонен-3	88,65	126,24	0,874
536	*цис*-Нонен-3	88,82	126,24	0,874
538	C_9-парафин	89,09	128,26	0,888
540	*н*-Нонан	89,24	128,26	0,888
542	C_{10}-олефин	89,41	140,27	0,874
544	*транс*-Нонен-2	89,74	126,24	0,874
546	1-Метил-1-этилциклогексан	89,61	126,24	0,874
548	1-Метил-2-пропилциклопентан	89,96	126,24	0,874
550	C_{10}-олефин	90,09	140,27	0,874
552	C_{10}-парафин	90,18	142,28	0,887
554	C_{10}-парафин	90,29	142,28	0,887
556	Изопропилбензол	90,46	118,08	0,832
558	*цис*-Нонен-2	90,78	126,24	0,874
560	*трет*-Бутилциклопентан	90,80	126,24	0,874
562	C_9-олефины	90,88	126,24	0,874
564	Нонен	91,16	126,24	0,874
566	Изопропилциклогексан	91,32	126,24	0,874
568	3,3,5-Триметилгептан	91,44	142,28	0,887
570	2,2-Диметилоктан	91,60	142,28	0,887
572	2,4-Диметилоктан	91,67	142,28	0,887
574	1-Метил-4-изопропилциклогексан	91,82	140,27	0,874
576	*втор*-Бутилциклопентан	92,20	126,24	0,874
578	Пропилциклогексан	92,40	126,24	0,874

Продолжение таблицы А1.1

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания	Молекулярная масса *MWi*	Теоретический относительный массовый коэффициент отклика $Rf(C_1)$
580	2,5-Диметилоктан	92,59	142,28	0,887
582	Бутилциклопентан	92,89	126,24	0,874
584	2,6-Диметилоктан	93,04	142,28	0,887
586	3,6-Диметилоктан	93,43	142,28	0,887
588	1-Метил-2-этилциклогексан	93,59	126,24	0,874
590	C_{10}-олефин	93,79	140,27	0,874
592	Пропилбензол	93,96	120,20	0,832
594	3,3-Диметилоктан	94,27	142,28	0,887
596	3-Метил-5-этилгептан	94,54	142,28	0,887
598	C_{10}-олефин	94,66	140,27	0,874
600	1-Этил-3-метилбензол	94,88	120,20	0,832
602	1-Этил-4-метилбензол	95,09	120,20	0,832
604	Нафтен	95,30	140,27	0,874
606	1,3,5-Триметилбензол	95,73	120,20	0,832
608	2,3-Диметилоктан	95,34	142,28	0,887
610	5-Метилнонан	96,13	142,28	0,887
612	4-Метилнонан	96,29	142,28	0,887
614	2-Метилнонан	96,49	142,28	0,887
616	1-Этил-2-метилбензол	96,77	120,20	0,832
618	3-Этилоктан	97,01	142,28	0,887
620	Нафтен	97,14	140,27	0,874
622	3-Метилнонан	97,47	142,28	0,887
624	C_{10}-олефин	97,69	140,27	0,874
626	C_{10}-парафин	97,83	142,28	0,887
628	C_{10}-парафин	98,16	142,28	0,887
630	1,2,4-Триметилбензол	98,49	120,20	0,832
632	C_{10}-парафин	98,74	142,28	0,997
634	C_{10}-парафин	98,90	142,28	0,887
636	Изобутилциклогексан	99,10	140,27	0,874
638	C_{10}-парафин	99,09	142,28	0,887
640	C_{10}-парафин	99,22	142,37	0,887
642	Децен-1	99,52	140,27	0,874
644	C_{10}-парафин	99,66	142,28	0,887
646	C_{10}-парафин	99,70	142,28	0,887
648	C_{10}-ароматический углеводород	99,75	134,22	0,837
650	C_{10}-парафин	99,82	142,28	0,887
652	Нафтен	99,93	140,27	0,874
654	Изобутилбензол	100,06	134,22	0,837
656	*транс*-1-Метил-2-пропилциклогексан	100,09	140,27	0,874
658	C_{10}-парафин	100,19	142,28	0,887
660	*втор*-Бутилбензол	100,28	134,22	0,837
662	*н*-Декан	100,40	142,28	0,887
664	C_{11}-парафин	100,67	156,32	0,886

Продолжение таблицы А1.1

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания	Молекулярная масса *MWi*	Теоретический относительный массовый коэффициент отклика *Rf* (C_1)
666	C_{11}-парафин	100,85	156,32	0,886
668	1,2,3-Триметилбензол	101,28	120,20	0,832
670	1-Метил-3-изопропилбензол	101,40	134,22	0,837
672	C_{11}-парафин	101,55	156,32	0,886
674	1-Метил-4-изопропилбензол	101,73	134,22	0,837
676	C_{11}-парафин	102,06	156,32	0,886
678	C_{11}-парафин	102,05	156,32	0,886
680	2,3-Дигидроинден	102,42	118,17	0,819
682	*втор*-Бутилциклогексан	102,57	140,27	0,874
684	C_{11}-парафин	102,87	156,32	0,886
686	1-Метил-2-изопропилбензол	103,03	134,22	0,837
688	3-Этилнонан	103,26	156,32	0,886
690	C_{11}-парафин	103,37	156,32	0,886
692	Нафтен	103,55	140,27	0,874
694	C_{11}-парафин	103,88	126,19	0,886
696	1,3-Диэтилбензол	104,08	134,22	0,837
698	1-Метил-3-пропилбензол	104,35	134,22	0,837
700	1,4-Диэтилбензол	104,57	134,22	0,837
702	1-Метил-4-пропилбензол	104,73	134,22	0,837
704	Бутилбензол	104,85	134,22	0,837
706	3,5-Диметил-1-этилбензол	105,00	134,22	0,837
708	1,2-Диэтилбензол	105,26	134,22	0,837
710	C_{11}-парафин	105,39	156,32	0,886
712	C_{10}-ароматический углеводород	105,49	134,22	0,837
714	C_{10}-ароматический углеводород	105,64	134,22	0,837
716	C_{10}-ароматический углеводород	105,75	134,22	0,837
718	1-Метил-2-пропилбензол	105,85	134,22	0,837
720	C_{10}-ароматический углеводород	105,95	134,22	0,837
722	5-Метилдекан	106,11	156,32	0,886
724	4-Метилдекан	106,26	156,32	0,886
726	2-Метилдекан	106,39	156,32	0,886
728	C_{11}-парафин	106,55	156,32	0,886
730	1,4-Диметил-2-этилбензол	106,76	134,22	0,837
732	1,3-Диметил-4-этилбензол	106,93	134,22	0,837
734	C_{11}-парафин	107,06	156,32	0,886
736	3-Триметилдекан	107,27	156,32	0,886
738	C_1-индан	107,35	132,00	0,837
740	1,2-Диметил-4-этилбензол	107,46	134,22	0,837
742	C_{11}-парафин	107,76	156,32	0,886
744	1,3-Диметил-2-этилбензол	108,01	134,22	0,837
746	C_{11}-парафин	108,58	156,32	0,886
748	C_{11}-парафин	108,75	156,32	0,886
750	1-Метил-4-*трет*-бутилбензол	108,98	148,25	0,840

Продолжение таблицы А1.1

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания	Молекулярная масса *MWi*	Теоретический относительный массовый коэффициент отклика $Rf(C_1)$
752	1,2-Диметил-3-этилбензол	109,17	134,22	0,837
754	1-Этил-2-изопропилбензол	109,50	148,25	0,840
756	*н*-Ундекан	109,62	156,32	0,886
758	1-Этил-4-изопропилбензол	109,80	148,25	0,840
760	C_{12}-парафин	109,96	170,34	0,885
762	1,2,4,5-Тетраметилбензол	110,15	134,22	0,837
764	2-Метилбутилбензол	110,55	148,25	0,840
766	1,2,3,5-Тетраметилбензол	110,43	134,22	0,837
768	3-Метилбутилбензол	110,64	148,25	0,840
770	C_{11}-ароматический углеводород	110,74	148,25	0,840
772	C_{12}-парафин	110,84	170,34	0,885
774	C_{11}-ароматический углеводород	110,94	148,25	0,840
776	C_{11}-ароматический углеводород	111,05	148,25	0,840
778	C_{11}-ароматический углеводород	111,12	148,25	0,840
780	1-*трет*-Бутил-2-метилбензол	111,56	148,25	0,840
782	C_{11}-ароматический углеводород	111,65	148,25	0,840
784	1-Этил-2-пропилбензол	111,76	148,25	0,840
786	C_{11}-ароматический углеводород	112,00	148,25	0,840
788	C_{11}-ароматический углеводород	112,22	148,25	0,840
790	C_{11}-ароматический углеводород	112,34	148,25	0,840
792	1-Метил-3-бутилбензол	112,52	148,25	0,840
794	C_{11}-ароматический углеводород	112,63	148,25	0,840
796	1,2,3,4-Тетраметилбензол	112,79	148,25	0,840
798	Пентилбензол	113,17	148,25	0,840
800	*транс*-1-Метил-2-(4-метилпентил)-циклопентан	113,44	168,33	0,874
802	C_{11}-ароматический углеводород	113,74	148,25	0,840
804	C_{11}-ароматический углеводород	113,85	148,25	0,840
806	C_{11}-ароматический углеводород	114,02	148,25	0,840
808	C_{12}-парафин	114,12	170,34	0,885
810	1,2,3,4-Тетрагидронафталин	114,17	132,09	0,824
812	1-*трет*-Бутил-3,5-диметилбензол	114,32	162,30	0,843
814	Нафталин	114,65	128,06	0,799
816	1,1-Диметилиндан	114,94	146,10	0,829
818	1,2-Диметилиндан	115,19	146,10	0,829
820	1,6-Диметилиндан	115,33	146,10	0,829
822	C_{11}-ароматический углеводород	115,55	148,25	0,885
824	1-Этилиндан	115,65	146,10	0,829
826	2-Этилиндан	115,88	146,10	0,829
828	Этил-1,3,5-триметилбензол	116,00	148,25	0,884
830	1,3-Дипропилбензол	116,21	162,34	0,843
832	*н*-Додекан	116,55	170,34	0,885
834	Этил-1,2,4-триметилбензол	116,69	148,25	0,840

Окончание таблицы А1.1

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания	Молекулярная масса *MWt*	Теоретический относительный массовый коэффициент отклика *Rf* (C_1)
836	C_{11}-ароматический углеводород	117,07	148,25	0,840
838	C_{11}-ароматический углеводород	117,19	148,25	0,840
840	C_{12}-ароматический углеводород + C_2-индан	117,55	162,30	0,843
842	2,4-Диметилиндан	117,99	146,10	0,829
844	4-Этилиндан	118,13	146,10	0,829
846	1-*трет*-бутил-4-этилбензол	118,59	162,30	0,843
848	1,3-Диметилиндан	119,07	146,10	0,829
850	1-Метил-4-пентилбензол	119,60	162,30	0,843
852	4,7-Диметилиндан	119,65	146,10	0,829
854	5,6-Диметилиндан	119,70	146,10	0,829
856	C_{12}-ароматический углеводород	119,77	162,30	0,843
858	Гексилбензол	119,87	162,30	0,843
860	C_6-бензол	119,93	162,30	0,843
862	C_6-бензол	119,98	162,30	0,843
864	C_6-бензол	120,20	162,30	0,843
866	4,5-Диметилиндан	120,30	146,10	0,829
868	C_6-бензол	120,80	163,30	0,843
870	2-Метилнафталин	121,42	142,08	0,806
872	C_6-бензол	121,65	162,30	0,843
874	C_6-бензол	121,85	162,30	0,843
876	*н*-Тридекан	122,06	184,22	0,884
878	1-Метилнафталин	122,28	142,08	0,806
880	C_6-бензол	122,40	162,30	0,843
882	C_2-тетралин	122,80	160,20	0,843
884	C_6-бензол	123,20	162,30	0,843
886	C_6-бензол	124,00	162,30	0,843
888	C_{13}-парафин	125,60	184,22	0,883
890	*транс*-Децен-7	126,34	140,20	0,874
892	*н*-Тетрадекан	126,60	198,34	0,883
895	2,6-Диметилнафталин	126,84	156,30	0,812
900	2,7-Диметилнафталин	126,97	156,30	0,812
905	*н*-Тетрадекан	127,10	198,34	0,883
910	1,3-Диметилнафталин	127,52	156,30	0,812
915	1,6-Диметилнафталин	127,69	156,30	0,812
920	1,5-Диметилнафталин	128,44	156,30	0,812
925	1,4-Диметилнафталин	128,31	156,30	0,812
930	Аценафталин	129,05	156,30	0,801
940	1,2-Диметилнафталин	129,92	156,30	0,812
950	*н*-Пентадекан	131,10	212,34	0,883

Примечания

1 Используемые наименования компонентов аналогичны наименованиям в других таблицах. Изменения были внесены в тех случаях, когда данные газовой хроматографии — масс-спектрометрии не соответствовали наименованию пика или его времени удерживания.

2 *н*-Пропанол элюируется совместно с 3-метилпентеном-1.

3 МТБЭ элюируется совместно с 2,3-диметилбутеном-1.

4 МВБЭ элюируется совместно с 1-гексеном.

5 ЭТБЭ элюируется совместно с 2,3-диметилбутадиеном-1,3.

6 Изобутанол элюируется совместно с 4,4-диметилпентеном-1.

7 2,3,3-Триметилпентан элюируется совместно с толуолом, если соотношение с толуолом больше 5:1

8 Содержание совместно элюируемых олефинов из примечаний 2—6 обычно составляет менее 1000 ppm.

9 В некоторых случаях химическая группа известна, но структура не определена (например C_6-олефин — положение двойной связи неизвестно).

А1.2 В таблице А1.2 приведены оценки прецизионности — повторяемости и воспроизводимости, полученные специалистами CS94 в соответствии с исследовательским отчетом RR:D02-1007. Проверка анализируемого вещества на соответствие требованиям для установления прецизионности изложена следующим образом.

А1.2.1 Для каждого компонента, для которого устанавливают прецизионность, необходимо, чтобы он присутствовал не менее чем в шести образцах и определялся не менее одного раза не менее чем в шести лабораториях.

А1.2.2 Среднеквадратическое отклонение повторяемости/среднее значение для каждого анализируемого образца/комбинации образцов должно быть менее или равно 0,1, в соответствии с требованиями предела количественного обнаружения (LOQ), которые, хоть и не общеприняты, но рекомендуются CS94.

Таблица А1.2 — Повторяемость и воспроизводимость определения индивидуальных углеводородов (IHA)

ГХ-МС	Номер пика в соответствии с А1.2	Номер компонента на хроматограмме по методу IHA	Аббревиатура или наименование компонента по методу IHA	r_{min}	r_{est}	r_{max}	R_{min}	R_{est}	R_{max}	C_{min}	C_{max}
A	6	6	iC4	9,8	1,4	17,7	24,9	30,7	37,3	0,04	2,86
A	9	9	1C4=	10,4	16,7	25,1	28,0	36,0	45,4	0,01	0,14
A	11	12	nC4	10,0	12,0	14,2	27,1	31,7	36,6	0,92	8,51
A	12	14	t2C4=	12,1	15,7	19,8	28,2	36,8	47,1	0,03	0,31
A	14	18	c2C4=	14,2	15,4	16,7	25,2	31,1	37,9	0,03	0,29
A	20	24	3M1C4=	7,3	9,6	12,3	17,2	19,9	22,7	0,02	0,11
A	22	26	iC5	4,6	5,4	6,3	13,4	15,5	17,9	2,39	12,09
A	26	32	1C5=	5,9	7,5	9,4	17,0	20,6	24,7	0,06	0,40
A	28	36	2M1C4=	4,4	6,3	8,6	14,5	17,5	20,9	0,14	0,80
A	30	38	nC5	4,2	6,2	8,7	13,9	16,1	18,5	1,00	5,18
A	34	42	t2C5=	4,1	6,3	9,1	13,0	17,3	22,6	0,27	1,08
A	38	46	c2C5=	5,2	7,7	11,0	14,4	18,3	22,9	0,15	0,59
A	40	50	2M2C4=	3,9	6,2	9,2	15,2	18,1	21,4	0,44	1,78
A	42	52	t13C5=,=	4,5	10,2	19,6	22,1	31,1	42,2	0,01	0,05
A	52	62	22DMC4	2,9	3,7	4,7	9,8	12,9	16,6	0,07	2,16
A	54	64	cyC5=	4,6	9,0	15,5	15,6	20,3	25,9	0,07	0,25
A	56	66	4M1C5=	11,2	14,8	19,0	22,6	31,8	43,2	0,02	0,10
A	58	68	3M1C5=	8,3	12,1	17,0	37,1	50,5	66,8	0,04	0,12
A	62	72	cyC5	2,5	4,7	7,7	11,8	13,4	15,1	0,07	0,69
A	64	74	23DMC4	1,7	2,7	3,9	8,6	9,8	11,1	0,53	1,91
A	66	76	MTBE	1,9	3,2	5,0	9,1	12,3	16,2	0,12	15,73
A	70	80	c4M2C5=	5,1	7,1	9,7	27,4	43,7	65,4	0,02	0,09
A	74	82	2MC5	2,2	2,9	3,8	9,3	11,0	12,9	1,03	5,62
A	76	84	t4M2C5=	4,9	6,3	7,9	16,9	20,2	23,9	0,05	0,26

Продолжение таблицы А1.2

ГХ-МС	Номер пика в соответствии с А1.2	Номер компонента на хроматограмме по методу IHA	Аббревиатура или наименование компонента по методу IHA	r_{min}	r_{est}	r_{max}	R_{min}	R_{est}	R_{max}	C_{min}	C_{max}
A	80	88	3MC5	2,0	2,7	3,5	7,7	9,1	10,7	0,58	3,25
A	84	92	2M1C5=	3,6	5,1	7,0	9,6	12,5	16,1	0,09	0,45
A	86	94	1C6=	3,9	6,4	9,9	15,1	19,9	25,7	0,04	0,26
A	96	104	nC6	2,5	4,6	7,7	11,0	13,3	15,8	0,25	3,23
A	98	106	c3C6=	4,4	6,5	9,1	12,5	16,3	20,9	0,08	0,48
A	102	110	t3C6=+C6=,=	2,9	5,2	8,4	9,4	12,4	15,9	0,17	0,93
A	103	112	2M2C5=	2,7	4,7	7,4	9,9	12,0	14,4	0,15	0,77
A	104	114	3McyC5=	7,8	11,3	15,9	22,7	25,2	28,0	0,02	0,11
A	105	116	t3M2C5=	4,3	6,9	10,2	10,1	12,5	15,4	0,10	0,48
A	106	118	c2C6=	4,1	6,7	10,2	14,3	17,4	21,0	0,07	0,40
A	109	122	c3M2C5=	3,1	4,5	6,4	9,1	10,5	12,1	0,14	0,75
A	112	128	McyC5	2,4	3,3	4,4	9,1	10,1	11,1	0,36	2,34
A	116	138	24DMC5	1,8	2,7	3,9	8,0	10,1	12,4	0,20	1,93
A	118	142	223TMC4	0,5	4,1	14,3	20,9	35,2	54,8	0,01	0,06
A	124	150	C7=,=	0,0	3,1	16,6	11,3	19,1	29,9	0,01	0,04
A	128	154	Метилен cyC5	5,5	9,1	14,1	14,9	20,3	26,8	0,01	0,03
A	130	156	Бензол	2,6	4,7	7,8	11,5	13,8	16,5	0,15	1,86
A	131	158	1McyC5=	4,3	6,3	8,9	18,5	24,1	30,7	0,17	0,92
A	133	162	c2M3C6=	0,0	1,2	6,8	17,0	29,1	45,9	0,01	0,06
A	134	164	33DMC5+5M1C6=	2,3	3,9	6,2	8,5	14,8	23,6	0,02	0,22
A	136	166	cyC6	3,3	4,4	5,7	11,3	12,8	14,5	0,04	0,87
A	138	168	t2M3C6=	4,2	8,4	14,7	84,2	103,2	124,8	0,02	0,32
A	146	176	t2e3m1C4=	3,2	5,7	9,1	20,8	29,6	40,8	0,02	0,19
A	148	178	4M1C6=	0,1	2,4	11,5	16,8	29,3	46,6	0,01	0,05

Продолжение таблицы А1.2

ГХ-МС	Номер пика в соответствии с А1.2	Номер компонента на хроматограмме по методу IHA	Аббревиатура или наименование компонента по методу IHA	r_{min}	r_{est}	r_{max}	R_{min}	R_{est}	R_{max}	c_{min}	c_{max}
A	154	184	4M2C6=	3,0	4,5	6,4	15,9	18,7	21,8	0,03	0,29
A	156	186	2MC6+C7=	1,4	2,1	3,0	6,2	7,7	9,5	1,09	3,54
A	160	190	cyC6=	3,9	7,2	12,1	30,1	45,4	65,2	0,02	0,13
A	166	198	3MC6	1,3	2,0	2,8	8,5	9,9	11,5	0,36	2,38
A	172	204	t13DMcyC5	1,7	2,4	3,3	10,5	11,3	12,2	0,12	0,60
A	174	206	c13DMcyC5	1,9	2,7	3,6	9,8	10,7	11,6	0,09	0,49
A	176	208	t12DMcyC5	2,2	3,2	4,3	7,6	9,1	10,8	0,05	0,46
A	180	210	3EC5	2,8	4,8	7,6	10,0	13,4	17,6	0,02	0,21
A	184	212	5M-1-C6=	1,8	5,0	10,6	24,1	35,2	49,1	0,03	0,19
A	186	214	224TMC5	2,3	3,4	4,9	7,6	13,2	21,1	0,09	23,25
A	188	218	1C7=	4,3	6,8	10,1	15,8	20,9	26,9	0,02	0,13
A	189	220	C7=	5,2	7,8	11,1	15,1	18,3	22,0	0,02	0,13
A	194	226	C7=	3,3	4,8	6,8	16,6	20,7	25,2	0,02	0,16
A	196	228	C7=,=	3,7	5,0	6,5	12,5	17,2	22,8	0,04	0,31
A	197	230	C7=,=	5,6	7,3	9,3	19,5	23,0	26,9	0,04	0,26
A	198	232	C7=	3,8	4,7	5,7	42,9	60,4	82,1	0,05	0,45
A	200	234	nc7	1,5	2,2	3,2	7,4	8,9	10,7	0,13	1,55
A	202	236	c3C7=	2,1	3,0	4,2	14,2	18,2	23,0	0,04	0,36
A	204	238	2M2C6=	2,1	3,0	4,3	14,4	16,5	18,7	0,05	0,43
A	206	240	c3M3C6=	3,3	4,5	6,1	21,0	24,9	29,3	0,03	0,29
A	208	242	t3C7=	1,8	2,7	4,0	12,9	15,2	17,8	0,04	0,35
A	210	244	3E2C5=	0,1	1,2	5,4	13,4	16,6	20,4	0,02	0,13
A	212	246	1,5DMcyC5=	3,0	5,0	7,8	10,3	16,2	24,0	0,03	0,27
A	214	248	t2M3C6=	2,8	3,6	4,7	13,8	17,9	22,9	0,04	0,33

Продолжение таблицы А1.2

ГХ-МС	Номер пика в соответствии с А1.2	Номер компонента на хроматограмме по методу IHA	Аббревиатура или наименование компонента по методу IHA	r_{min}	r_{est}	r_{max}	R_{min}	R_{est}	R_{max}	C_{min}	C_{max}
A	218	252	23DM2C5=	3,1	4,0	5,0	9,1	13,0	17,8	0,04	0,56
A	222	256	McyC6	1,9	2,6	3,6	8,5	9,9	11,5	0,16	1,44
A	224	260	113TMCyC5	1,7	5,1	11,5	10,8	14,4	18,7	0,01	0,09
A	226	262	22DMC6	4,7	9,2	15,9	12,9	23,2	38,1	0,01	0,07
A	234	270	EcyC5	2,5	3,6	5,0	9,6	13,5	18,4	0,04	0,30
A	240	276	223TMC5	2,2	4,9	9,3	14,1	27,3	46,7	0,02	0,54
A	245	278	25DMC6+C8=	1,5	2,8	4,7	6,3	8,1	10,3	0,17	1,58
A	250	280	24DMC6	1,8	2,9	4,5	6,1	8,1	10,4	0,25	2,19
A	260	284	tc124TMcyC5	2,4	3,7	5,4	10,8	15,1	20,5	0,03	0,16
A	265	286	3,3DMC6+C8=	1,3	5,4	14,1	8,7	14,8	23,2	0,01	0,07
A	278	292	tc123TMcyC5	6,1	11,5	19,5	40,9	70,0	110,3	0,03	0,09
A	290	298	C8=`S	0,3	3,2	11,8	15,5	20,3	26,1	0,02	0,23
A	292	300	234TMC5	1,9	3,2	5,0	8,7	12,0	16,0	0,09	9,14
A	294	302	C7=,=	2,9	4,2	5,8	19,2	41,1	75,2	0,06	0,51
A	300	304	Толуол	1,7	3,1	5,3	8,7	16,6	28,2	2,52	13,14
A	312	316	C8=	3,9	6,0	8,7	26,0	35,7	47,6	0,02	0,20
A	314	320	23DMC6	2,2	3,5	5,2	16,1	30,6	51,9	0,18	2,06
A	316	322	2M3EC5	2,3	4,5	7,9	21,3	40,0	67,2	0,03	0,31
A	318	324	112TMcyC5+C7=,=,=	0,4	3,3	11,8	26,6	33,7	42,0	0,02	0,23
A	326	332	2MC7	3,3	4,4	5,9	8,4	11,2	14,5	0,14	0,93
A	328	334	4MC7	3,5	5,6	8,3	12,5	24,4	42,4	0,15	0,50
A	334	340	c13DMcyC6	3,7	4,8	6,2	18,7	32,6	52,1	0,04	0,25
A	336	344	3MC7	2,3	3,3	4,5	17,8	21,9	26,5	0,15	1,04
A	338	346	3EC6	4,1	6,4	9,4	34,8	53,0	76,7	0,04	0,21

Продолжение таблицы А1.2

ГХ-МС	Номер пика в соответствии с А1.2	Номер компонента на хроматограмме по методу IHA	Аббревиатура или наименование компонента по методу IHA	r_{min}	r_{est}	r_{max}	R_{min}	R_{est}	R_{max}	c_{min}	c_{max}
A	352	360	c1E3McyC5	3,1	4,3	5,7	8,6	23,2	48,7	0,09	2,32
A	356	364	t1E3McyC5	3,8	5,1	6,7	24,4	35,5	49,7	0,03	0,21
A	360	366	t1E2McyC5	4,5	7,7	12,3	32,3	54,1	84,1	0,02	0,11
A	362	368	1M1EcyC5	0,2	3,1	12,5	24,1	33,3	44,7	0,01	0,08
A	366	372	C8=	7,9	9,9	13,3	27,1	37,0	49,0	0,01	0,08
A	368	374	t12DMcyC6	2,2	4,8	9,0	63,9	97,3	140,6	0,02	0,15
A	372	378	C8='S	3,4	5,3	7,9	109,3	124,4	141,0	0,02	0,26
A	374	380	t-3-C8=	0,0	1,5	9,4	50,8	67,2	86,9	0,02	0,12
A	380	382	C8=	3,6	5,4	7,9	21,1	38,9	64,7	0,03	0,33
A	385	384	t13DMcyC6	3,1	5,4	8,4	34,1	48,5	66,5	0,04	0,31
A	400	388	nC8	3,0	3,7	4,5	8,8	11,9	15,6	0,10	0,89
A	406	394	t2C8=	3,0	6,5	12,2	45,6	72,5	108,4	0,02	0,28
A	408	396	iPrcyC5	5,8	7,4	9,3	31,7	50,8	76,5	0,03	0,36
A	416	404	C9=	0,3	2,9	9,9	46,9	63,8	84,4	0,02	0,14
A	422	410	C9='S	4,8	8,0	12,4	30,5	43,2	58,9	0,02	0,17
A	432	420	c12DMcyC6	3,4	4,9	6,8	22,1	39,3	63,8	0,04	0,39
A	434	422	24DMC7	5,6	9,9	15,9	54,5	105,5	181,2	0,02	0,09
A	436	424	C9=	1,9	6,0	13,7	34,7	47,5	63,1	0,01	0,07
A	438	426	C9=	4,1	6,6	10,0	19,0	27,7	38,7	0,02	0,11
A	440	428	EcyC6	2,7	5,0	8,2	14,1	22,0	32,5	0,03	0,28
A	444	432	2M4EC6	7,7	11,1	15,3	20,2	27,4	36,0	0,01	0,03
A	446	434	26DMC7	5,9	7,3	8,9	21,9	27,7	34,4	0,03	0,14
A	450	438	114TMcyC6	5,9	8,2	11,0	28,0	42,1	60,3	0,03	0,21
A	458	446	25&35DMC7	3,7	5,9	8,7	10,5	14,9	20,5	0,07	0,25

Продолжение таблицы А1.2

ГХ-МС	Номер пика в соответствии с А1.2	Номер компонента на хроматограмме по методу IHA	Аббревиатура или наименование компонента по методу IHA	r_{min}	r_{est}	r_{max}	R_{min}	R_{est}	R_{max}	C_{min}	C_{max}
A	460	448	C9=˙S	3,3	8,4	17,1	40,1	56,4	76,6	0,01	0,07
A	462	450	33DMC7	0,1	3,3	15,7	25,0	44,0	70,9	0,01	0,05
A	475	460	Этилбензол	2,8	3,9	5,4	7,2	8,9	10,9	0,66	3,12
A	480	464	t124TMcyC6	6,9	10,9	16,3	84,7	109,3	138,2	0,02	0,15
A	500	474	м-Ксилол	2,7	3,7	5,0	7,5	9,2	11,0	1,67	7,93
A	502	476	п-Ксилол	3,1	4,4	5,9	8,8	11,6	14,8	0,63	3,26
A	503	478	23DMC7	5,1	7,6	10,9	45,3	73,5	111,5	0,03	0,16
A	504	480	35DMC7	7,2	9,8	13,0	44,1	82,8	139,2	0,02	0,07
A	506	482	34DMC7	6,5	10,1	15,0	42,5	67,7	101,4	0,02	0,07
A	510	486	3M3EC6	6,3	10,0	15,0	38,0	61,0	92,0	0,02	0,14
A	518	492	$4MC_8$+C9=	4,1	5,9	8,1	12,4	14,3	16,3	0,05	0,30
A	520	494	2MC8	4,4	5,9	7,7	12,4	15,9	20,1	0,07	0,38
A	522	496	C9=	6,8	10,6	15,7	22,3	33,3	47,4	0,01	0,10
A	528	502	3EC7	4,5	6,8	9,8	24,7	34,4	46,3	0,02	0,11
A	530	504	3MC8	5,0	8,0	12,0	12,4	17,9	24,9	0,08	0,45
A	550	512	о-Ксилол	2,1	3,0	4,1	7,7	9,8	12,3	0,92	4,18
A	564	518	C9P	3,1	6,6	12,0	31,1	50,4	76,3	0,01	0,37
A	568	522	t1E4McyC6	6,5	9,7	13,8	26,3	46,1	74,1	0,02	0,13
A	570	524	c1E4McyC6	4,7	7,4	10,8	22,1	35,8	54,2	0,02	0,15
A	572	526	C9P	4,5	7,2	10,7	28,7	55,7	95,9	0,03	0,60
A	582	532	C9P	7,5	11,1	15,6	16,9	23,1	30,8	0,02	0,24
A	586	534	t3C9=	4,6	9,1	16,0	27,3	38,8	53,2	0,01	0,16
A	590	536	c3C9=	7,1	11,1	16,4	23,5	36, 1	52,7	0,01	0,17
A	600	540	nC9	5,8	7,2	8,7	18,3	30,0	45,8	0,10	0,51

Продолжение таблицы А1.2

ГХ-МС	Номер пика в соответствии с А1.2	Номер компонента на хроматограмме по методу IHA	Аббревиатура или наименование компонента по методу IHA	r_{min}	r_{est}	r_{max}	R_{min}	R_{est}	R_{max}	C_{min}	C_{max}
A	606	546	1M1EcyC6	0,4	3,1	10,7	46,2	75,8	116,0	0,02	0,11
A	608	548	1M2PrcyC5	0,2	3,0	12,2	19,2	30,1	44,5	0,01	0,10
A	616	556	iPrbenz	4,3	6,9	10,4	11,2	18,9	29,6	0,04	0,41
A	626	566	iPrcyC6	4,4	7,7	12,4	21,8	40,2	66,9	0,01	0,35
A	636	576	sBucyC5	0,5	4,5	16,1	22,9	36,7	55,1	0,01	0,06
A	638	578	PrcyC6	4,0	7,3	12,0	77,9	96,8	118,6	0,02	0,12
A	644	584	26DMC8	4,6	8,6	14,4	41,2	68,2	105,0	0,03	0,23
A	646	586	36DMC8	4,5	7,7	12,3	31,6	40,4	50,8	0,03	0,11
A	651	592	nPrbenz	3,5	5,8	9,0	11,6	17,3	24,6	0,21	0,83
A	655	600	1E3Mbenz	2,8	4,5	6,9	6,5	8,3	10,3	0,85	2,80
A	656	602	1E4Mbenz	3,1	4,5	6,3	7,8	9,7	11,9	0,36	1,26
A	658	606	135TMbenz	3,4	5,8	9,1	8,5	12,5	17,7	0,46	1,53
A	660	610	5MC9	10,9	12,9	15,1	76,7	104,7	138,8	0,02	0,13
A	661	612	4MC9	7,1	10,2	14,0	29,7	44,5	63,5	0,02	0,13
A	662	614	2MC9	4,4	7,1	10,9	14,9	24,2	36,6	0,10	2,07
A	663	616	1E2Mbenz	3,6	5,5	8,1	10,3	15,9	23,2	0,30	1,10
A	668	622	3MC9	7,2	12,9	21,0	41,8	59,0	80,3	0,04	0,19
A	671	626	C10P	0,5	5,4	19,5	30,3	52,1	82,6	0,01	0,47
A	673	630	124TMbenz	2,8	4,7	7,4	9,3	12,5	16,4	1,29	4,65
A	674	632	C10P	7,1	12,9	21,4	35,6	81,2	155,1	0,01	0,32
A	675	634	C10P	2,6	6,2	12,3	25,2	55,1	102,4	0,01	0,34
A	684	648	C10A	5,2	9,3	15,1	22,8	38,2	59,4	0,01	0,30
A	688	652	Нафтен	4,8	7,5	11,0	40,2	63,2	93,7	0,03	0,27
A	700	662	nC10	7,3	8,9	10,7	14,3	29,5	52,8	0,07	0,29

Продолжение таблицы А1.2

ГХ-МС	Номер пика в соответствии с А1.2	Номер компонента на хроматограмме по методу IHA	Аббревиатура или наименование компонента по методу IHA	r_{min}	r_{est}	r_{max}	R_{min}	R_{est}	R_{max}	C_{min}	C_{max}
A	705	668	123TMbenz	4,0	6,3	9,2	18,2	23,2	29,1	0,28	1,15
A	708	674	1M4iPrbenz	3,0	6,6	12,1	22,0	34,2	50,1	0,01	0,08
A	709	676	C11P	5,1	8,9	14,1	34,9	68,2	118,1	0,02	0,12
A	712	680	Индан	4,0	6,6	10,1	15,7	23,6	33,8	0,15	0,40
A	714	682	sBucyC6	8,7	12,7	17,6	46,7	70,2	100,5	0,01	0,06
A	718	686	1M2iPrbenz	4,6	8,4	13,7	48,0	88,1	146,0	0,02	0,33
A	723	694	C11P	5,0	7,8	11,4	29,6	60,7	108,3	0,02	0,19
A	724	696	13DEbenz	4,6	6,1	8,0	11,1	19,5	31,5	0,07	0,22
A	725	698	1M3Prbenz	3,5	5,2	7,3	8,5	13,0	18,8	0,18	0,71
A	727	702	1M4Prbenz	4,8	7,8	11,7	16,7	22,8	30,2	0,10	0,35
A	728	704	Bubenz	7,2	11,0	16,1	15,8	21,8	29,3	0,04	0,14
A	729	706	35DM1EBenz	3,5	6,4	10,5	9,1	14,0	20,3	0,18	0,56
A	730	708	12DEbenz	6,4	9,7	14,0	38,6	57,4	81,4	0,02	0,09
A	740	718	1M2Prbenz	6,8	10,7	15,8	27,3	41,7	60,4	0,06	0,21
A	746	722	5MC10	7,1	11,5	17,5	30,8	44,5	61,8	0,02	0,08
A	748	724	4MC10	4,2	6,9	10,4	15,3	32,1	57,9	0,01	0,68
A	750	726	2MC10	6,5	9,5	13,3	52,7	68,9	88,2	0,02	0,15
A	756	730	14DM2Ebenz	4,1	6,1	8,7	17,4	26,3	37,9	0,12	0,42
A	758	732	13DM4Ebenz	4,5	6,2	8,3	18,5	22,9	27,8	0,12	0,54
A	762	736	3MC10	10,9	15,7	21,7	35,8	54,5	78,8	0,02	0,17
A	764	740	12DM4Ebenz+C1indane	3,1	5,3	8,5	8,2	12,5	18,2	0,27	0,75
A	768	744	13DM2Ebenz	6,2	9,6	14,0	37,9	68,9	113,3	0,03	0,35
A	780	750	1M4tBubenz	6,1	10,3	16,1	45,8	83,5	137,7	0,03	0,11
A	785	752	12DM3Ebenz	4,1	7,3	11,7	28,2	45,3	68,2	0,09	0,20

Продолжение таблицы А1.2

ГХ-МС	Номер пика в соответствии с А1.2	Номер компонента на хроматограмме по методу IHA	Аббревиатура или наименование компонента по методу IHA	r_{min}	r_{est}	r_{max}	R_{min}	R_{est}	R_{max}	C_{min}	C_{max}
A	800	756	nC11	8,7	11,1	13,9	31,2	40,2	50,6	0,04	0,21
A	806	762	1245tetraMbenz	5,4	6,8	8,6	12,3	16,8	22,2	0,12	0,39
A	810	766	1235tetraMbenz	4,7	7,7	11,6	12,7	19,9	29,3	0,16	0,56
A	824	782	C11A	8,7	11,3	14,2	32,9	55,6	86,9	0,02	0,07
A	826	784	1E2Prbenz	5,0	7,5	10,7	14,2	25,2	40,8	0,09	0,44
A	828	786	C11A	8,5	11,8	15,7	23,4	35,1	50,3	0,02	0,10
A	830	788	C11A	8,8	12,3	16,7	35,7	49,9	67,5	0,02	0,10
A	832	790	C11A	9,7	13,4	17,8	22,9	39,6	63,0	0,02	0,10
A	834	792	1M3Bubenz	5,6	7,9	10,9	11,1	14,8	19,2	0,08	0,35
A	836	796	1234tetraMbenz+C11A	6,8	9,3	12,5	24,4	36,5	52,1	0,10	0,28
A	840	800	t1M2(4MC5)cyC5	10,2	15,5	22,3	41,0	56,7	75,8	0,02	0,11
A	844	804	C11A	9,1	13,5	19,0	34,0	54,7	82,5	0,02	0,07
A	846	806	C11A	9,6	13,6	18,5	65,6	96,4	135,5	0,02	0,08
A	854	812	1tBu35DMbenz	11,2	15,5	20,7	36,6	62,3	97,7	0,02	0,10
A	858	814	Нафталин	4,9	6,7	8,9	15,3	25,8	40,3	0,12	0,52
A	862	817	C11A	9,7	14,4	20,5	46,5	66,5	91,4	0,02	0,16
A	870	820	16DMINDANE	9,0	12,3	16,3	25,7	42,6	65,8	0,02	0,17
A	875	822	C11A	15,6	19,4	23,8	43,8	68,4	100,9	0,02	0,09
A	884	824	2ETHYL INDANE	5,8	9,8	15,4	18,4	29,0	42,9	0,03	0,19
A	888	826	2ETHYL135TMBZ	7,9	12,8	19,5	39,4	59,9	86,6	0,01	0,07
A	895	832	nC12	13,4	16,7	20,6	53,4	73,9	99,1	0,02	0,15
A	915	842	24DMINDANE	10,3	16,3	24,2	27,2	40,0	56,2	0,02	0,05
A	925	846	1tBu4Ebenz	7,7	13,1	20,7	60,2	101,8	159,2	0,04	0,16
A	930	848	13DMINDANE	5,3	10,3	17,9	31,3	43,0	57,3	0,01	0,18

Окончание таблицы А1.2

ГХ МС	Номер пика в соответствии с А1.2	Номер компонента на хроматограмме по методу IHA	Аббревиатура или наименование компонента по методу IHA	r_{min}	r_{est}	r_{max}	R_{min}	R_{est}	R_{max}	C_{min}	C_{max}
A	940	858	HEXYLbenz	9,8	15,1	21,9	61,2	96,0	141,8	0,01	0,13
A	942	870	2Mnaphthalene	6,4	8,9	12,1	17,0	21,6	27,0	0,04	0,64
A	947	879	1Mnaphthalene	7,5	11,6	16,9	25,0	29,8	35,2	0,02	0,27

A — Компоненты, которые были проверены методом ГХ-МС одним из участников круговых испытаний АСТМ в 1996 г. на одном из образцов.

Примечания

1 В настоящей таблице применены следующие обозначения:

r_{min} — нижний 95 %-ный доверительный предел r_{est};

r_{est} — оценка повторяемости в процентах концентрации;

r_{max} — верхний 95 %-ный доверительный предел r_{est};

R_{min} — нижний 95 %-ный доверительный предел R_{est};

R_{est} — оценка воспроизводимости в процентах концентрации;

R_{max} — верхний 95 %-ный доверительный предел R_{est};

C_{min} — минимальная концентрация, для которой применимы r_{est} и R_{est};

C_{max} — максимальная концентрация, для которой применимы r_{est} и R_{est}.

2 В настоящей таблице используют аббревиатуры (краткие наименования компонентов), полные наименования указаны в таблице А1.1.

3 Группа C_2-бензолы включает этилбензол, *о*-, *м*- и *п*-ксилолы.

4 Номера компонентов в графе «Номер в соответствии с А1.2» были использованы при статистическом анализе круговых испытаний в 1996 г. Номера перед наименованием компонента являются новыми номерами, использованными в новом представлении IHA метода.

А1.3 Замечания относительно оксигенатов

Предупреждение — При проведении межлабораторных исследований не были получены статистические данные для всех оксигенатов. Максимальное количество статистических данных получено для МТБЭ.

Число образцов, включающих каждый индивидуальный оксигенат:

Оксигенат	Число образцов	Приблизительный диапазон концентраций, %
Этанол	2	1 и 12
трет-Бутанол	2	0,20 и 1,00
МТБЭ	6	1, 2, 4, 4, 8 и 16
ЭТБЭ	1	0,50
ТАМЭ	1	15,00

А1.4 Показатели прецизионности для олефинов и циклопарафинов получены извлечением квадратного корня из полученных суммарных значений показателей прецизионности и умножением на коэффициент r_{coef} для повторяемости и коэффициент R_{coef} для воспроизводимости, приведенные ниже

Наименование	r_{min}	r_{coef}	r_{max}	R_{min}	R_{coef}	R_{max}	C_{min}	C_{max}
Циклопарафины	0,0726	0,08	0,098	0,286	0,384	0,586	2	10
Олефины	0,1555	0,18	0,21	0,382	0,555	1,012	2	25

А1.5 Прецизионность для ароматических соединений не зависит от уровня их содержания и приведена ниже (% масс.)

Тип	r_{min}	r	r_{max}	R_{min}	R	R_{max}	C_{min}	C_{max}
Ароматические соединения	0,8549	0,98	1,155	2,151	2,706	3,651	15	50

А1.6 Суммарные характеристики для парафинов, изопарафинов, C_2-бензолов и оксигенатов определялись согласно общей процедуре для индивидуальных компонентов. Статистические данные для групп приведены в таблице А1.3, где указаны обобщенные результаты определения повторяемости и воспроизводимости. В то же время возможна значительная погрешность определения из-за совместного элюирования, содержания значительных количеств олефинов и/или нафтеновых компонентов, более тяжелых, чем октан, и наличия неизвестных компонентов. Если требуются более точные результаты по групповому составу, которые находятся вне пределов вышеприведенных показателей прецизионности, то для некоторых или всех упомянутых групп компонентов следует использовать другой метод испытания.

Таблица А1.3 — Обобщенные результаты для бензинов по результатам межлабораторных исследований, проведенных АСТМ в 1996 г.

Наименование	r_{min}	r_{est}	r_{max}	R_{min}	R_{est}	R_{max}	C_{min}	C_{max}
Парафин	0,0562	0,0646	0,08	0,125	0,186	0,373	1	20
Изопарафин	0,0209	0,024	0,03	0,047	0,065	0,102	20	65
Этилбензол	0,0334	0,0384	0,05	0,057	0,073	0,102	3	20
Оксигенаты	0,0418	0,0491	0,06	0,104	0,141	0,221	3	20

Приложение А2
(обязательное)

Исследование линейности отклика оксигенатов

А2.1 Данная информация представлена в таблицах А2.1—А2.14 и на рисунках А2.1—А2.6.

А2.2 В таблицах А2.2—А2.7 приведено сравнение данного метода с другими методами для отдельных групп соединений. Используют многомерный метод анализа (PIONA), т.к. с его помощью можно получить удовлетворительные результаты по группам — общим олефинам, общим парафинам и общим нафтенам. Результаты определения бензола и толуола с использованием указанных методов находятся в пределах значений воспроизводимости методов. Количество образцов соответствует тому же количеству, которые использовались в межлабораторных исследованиях. Необходимо отметить, что для межлабораторных исследований использовались образцы топлив для двигателей с искровым зажиганием. При смешивании компонентов могут быть получены другие результаты.

Таблица А2.1 — Относительные коэффициенты отклика *RRF* оксигенатов

Оксигенат	Лаборатория № 1	Лаборатория № 2	Лаборатория № 3	Лаборатория № 4	Лаборатория № 5	Лаборатория № 6	Лаборатория № 7	Среднее значение *RRF*	Стандартное отклонение	Стандартное отклонение, %
Метанол	2,921	2,957	2,903	2,795	3,085	3,391	2,923	2,996	0,194	6,465
Этанол	1,997	2,043	2,003	2,057	2,136	2,354	2,014	2,087	0,127	6,100
трет-Бутанол	1,274	1,282	1,329	1,305	1,297	1,429	1,200	1,302	0,069	5,281
МТБЕ	1,508	1,523	1,552	1,791	1,508	1,658	1,498	1,577	0,109	6,932
ЕТБЕ	1,352	1,349	1,406	1,543	1,369	1,509	1,319	1,407	0,086	6,108
ТАМЕ	1,308	1,323	1,342	1,451	1,336	1,471	1,264	1,356	0,076	5,593

Примечание — Все значения *RRF* приведены по отношению к *н*-C_7 = 1,000; в межлабораторных исследованиях также используют эти значения коэффициента отклика.

Таблица А2.2 — Бензол

Количество образцов	Бензол, % масс.	
	АСТМ Д 5580[8)]	Настоящий стандарт
2	1,52	1,61
6	1,05	1,12
8	1,10	1,16
10	1,13	1,18
13	0,14	0,16
14	0,62	0,70
Среднеарифметическое значение	0,93	0,99

[8)] АСТМ Д 5580 «Стандартный метод определения бензола, толуола, этилбензола, *п/м*-ксилола, *о*-ксилола, C_9 и более тяжелых ароматических соединений, а также общего содержания ароматических соединений в товарном бензине методом газовой хроматографии» (ASTM D 5580 «Standard test method for determination of benzene, toluene, ethyl-benzene, p/m-xylene, o-xylene, C_9 and heavier aromatics, and total aromatics in finished gasoline by gas chromatography»).

Таблица А2.3 — Толуол

Количество образцов	Толуол, % масс.	
	АСТМ Д 5580[8)]	Настоящий стандарт
2	4,3	4,6
6	2,1	1,9
8	10,1	11,4
10	5,0	6,1
13	3,3	2,9
14	4,4	5,3
Среднеарифметическое значение	4,9	5,4

Таблица А2.4 — Суммарное содержание ароматических углеводородов

Количество образцов	Суммарное содержание ароматических углеводородов, % масс.		
	АСТМ Д 5580[8)]	Многомерный метод PIONA	Настоящий стандарт
2	30,3	28,2	32,6
6	18,9	18,7	20,0
8	49,1	49,0	51,0
10	23,9	24,5	25,4
13	19,7	19,8	22,4
14	23,8	24,6	27,5
Среднеарифметическое значение	27,6	27,5	29,8

Таблица А2.5 — Суммарное содержание олефинов

Количество образцов	Суммарное содержание олефинов, % масс.	
	Многомерный метод PIONA	Настоящий стандарт
2	7,1	4,4
6	9,8	9,4
8	6,6	6,2
10	15,1	13,7
13	11,1	11,1
14	24,6	22,2
Среднеарифметическое значение	12,4	11,2

[8)] АСТМ Д 5580 «Стандартный метод определения бензола, толуола, этилбензола, *п/м*-ксилола, *о*-ксилола, C_9 и более тяжелых ароматических соединений, а также общего содержания ароматических соединений в товарном бензине методом газовой хроматографии» (ASTM D 5580 «Standard test method for determination of benzene, toluene, ethyl-benzene, p/m-xylene, o-xylene, C_9 and heavier aromatics, and total aromatics in finished gasoline by gas chromatography»).

Таблица А2.6 — Суммарное содержание оксигенатов

Количество образцов	Суммарное содержание оксигенатов, % масс.	
	PIONA [A]	Процедура В
2 [B]	15,3	16,1
6 [B]	7,0	8,1
8 [B]	4,2	4,5
10 [C]	> 8	10,0
13 [B]	20,5	19,9
14 [B]	2,8	3,2
Среднеарифметическое значение	—	10,3

[A] Многомерный метод PIONA.
[B] Преобладающий оксигенат — МТБЭ.
[C] Преобладающий оксигенат — этанол.

Таблица А2.7 — Суммарное содержание парафинов и нафтенов

Количество образцов	Суммарное содержание парафинов, % масс.		Суммарное содержание нафтенов, % масс.	
	PIONA[A]	Настоящий стандарт	PIONA[A]	Настоящий стандарт
8	35,6	35,0	2,2	2,8
10	41,1	42,3	5,6	6,7
13	42,6	43,0	1,3	3,5
14	34,1	37,9	5,9	7,6
Среднеарифметическое значение	38,4	39,6	3,8	5,2

[A] Многомерный метод PIONA.

Таблица А2.8 — Исследование линейности отклика оксигенатов в методе IHA — лаборатория 1

Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Метанол (MeOH)	1,01	5,05	10,02	20,01	29,83		
	37792	201545	406795	816960	1208524		
	38002	200204	409233	820596	1225686		
Среднее значение	37897	200874,5	408014	818778	1217105		
Коэффициент отклика	$2,67 \cdot 10^{-5}$	$2,51 \cdot 10^{-5}$	$2,46 \cdot 10^{-5}$	$2,44 \cdot 10^{-5}$	$2,45 \cdot 10^{-5}$	$2,51 \cdot 10^{-5}$	2,920678
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Этанол (EtOH)	1	5	10,1	20,15	30,18		
	56107	288820	604107	1214248	1807248		
	52935	285869	597366	1223531	1830666		
Среднее значение	54521	287344,5	600736,5	1218890	1818957		
Коэффициент отклика	$1,83 \cdot 10^{-5}$	$1,74 \cdot 10^{-5}$	$1,68 \cdot 10^{-5}$	$1,65 \cdot 10^{-5}$	$1,66 \cdot 10^{-5}$	$1,71 \cdot 10^{-5}$	1,997164

Продолжение таблицы А2.8

Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ТБА	0,964	4,9692	9,9583	19,8768	29,7953		
	89751	443262	899170	1830312	2742339		
	92269	441843	893544	1820174	2765568		
Среднее значение	91010	442552,5	896357	1825243	2753954		
Коэффициент отклика	$1,06 \cdot 10^{-5}$	$1,12 \cdot 10^{-5}$	$1,11 \cdot 10^{-5}$	$1,09 \cdot 10^{-5}$	$1,08 \cdot 10^{-5}$	$1,09 \cdot 10^{-5}$	1,273649
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
МТБЭ	0,9992	5,0362	9,9724	20,0248	30,0471		
	76166	391956	765248	1537935	2332931		
	77640	399654	761273	1535598	2332734		
Среднее значение	76903	395805	763260,5	1536767	2332833		
Коэффициент отклика	$1,30 \cdot 10^{-5}$	$1,27 \cdot 10^{-5}$	$1,31 \cdot 10^{-5}$	$1,30 \cdot 10^{-5}$	$1,29 \cdot 10^{-5}$	$1,29 \cdot 10^{-5}$	1,507996
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ЭТБЭ	0,9851	4,9255	9,8707	19,6724	29,5727		
	86770	420851	852468	1689595	2515456		
	85993	420221	867050	1690395	2506966		
Среднее значение	86381,5	420536	859759	1689995	2511211		
Коэффициент отклика	$1,14 \cdot 10^{-5}$	$1,17 \cdot 10^{-5}$	$1,15 \cdot 10^{-5}$	$1,16 \cdot 10^{-5}$	$1,18 \cdot 10^{-5}$	$1,16 \cdot 10^{-5}$	1,352309
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ТАМЭ	0,9997	4,9788	9,8883	19,153	29,7144		
	90368	443934	876234	1740744	2576420		
	88502	444981	874999	1762466	2584069		
Среднее значение	89435	444457,5	875616,5	1751605	2580245		
Коэффициент отклика	$1,12 \cdot 10^{-5}$	$1,12 \cdot 10^{-5}$	$1,13 \cdot 10^{-5}$	$1,09 \cdot 10^{-5}$	$1,15 \cdot 10^{-5}$	$1,12 \cdot 10^{-5}$	1,308241

Окончание таблицы А2.8

Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Nc7	8,4750	8,4400	8,4525	8,4525	8,6950		
	994302	951197	991971	982424	1006023		
	997469	983612	990664	1002009	1006083		
Среднее значение	995895,5	967404,5	991317,5	992216,5	1006053		
Коэффициент отклика	$8,51 \cdot 10^{-6}$	$8,72 \cdot 10^{-6}$	$8,53 \cdot 10^{-6}$	$8,52 \cdot 10^{-6}$	$8,64 \cdot 10^{-6}$	$8,58 \cdot 10^{-6}$	1

Таблица А2.9 — Исследование линейности отклика оксигенатов в методе IHA — лаборатория 2

Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Метанол (MeOH)	1,01	5,05	10,02	20,01	29,83		
	44097	236256	478801	985095	1454605		
	44051	237455	480020	992190	1465533		
Среднее значение	44074	236855,5	479410,5	988642,5	1460069		
Коэффициент отклика	$2,29 \cdot 10^{-5}$	$2,13 \cdot 10^{-5}$	$2,09 \cdot 10^{-5}$	$2,02 \cdot 10^{-5}$	$2,04 \cdot 10^{-5}$	$2,12 \cdot 10^{-5}$	2,956773
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Этанол (EtOH)	1,00	5,00	10,10	20,15	30,18		
	63749	332568	698238	1430974	2178293		
	62784	332799	701430	1431363	2204197		
Среднее значение	63266,5	332683,5	699834	1431169	2191245		
Коэффициент отклика	$1,58 \cdot 10^{-5}$	$1,50 \cdot 10^{-5}$	$1,44 \cdot 10^{-5}$	$1,41 \cdot 10^{-5}$	$1,38 \cdot 10^{-5}$	$1,46 \cdot 10^{-5}$	2,04331
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ТБА	0,9640	4,9692	9,9583	19,8768	29,7953		
	108001	526541	1055347	2147710	3316200		
	110407	524386	1061356	2163089	3322481		
Среднее значение	109204	525463,5	1058352	2155400	3319341		
Коэффициент отклика	$8,83 \cdot 10^{-6}$	$9,46 \cdot 10^{-6}$	$9,41 \cdot 10^{-6}$	$9,22 \cdot 10^{-6}$	$8,98 \cdot 10^{-6}$	$9,18 \cdot 10^{-6}$	1,282428

Окончание таблицы А2.9

Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
МТБЭ	0,9992	5,0362	9,9724	20,0248	30,0471		
Среднее значение	90887 91715 91301	473216 476896 475056	910349 904173 907261	1794640 1794196 1794418	2777855 2780266 2779061		
Коэффициент отклика	$1,09 \cdot 10^{-5}$	$1,06 \cdot 10^{-5}$	$1,10 \cdot 10^{-5}$	$1,12 \cdot 10^{-5}$	$1,08 \cdot 10^{-5}$	$1,09 \cdot 10^{-5}$	1,523223
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ЭТБЭ	0,9851	4,9255	9,8707	19,6724	29,5727		
Среднее значение	103792 104863 104327,5	516002 518258 517130	1020170 1035091 1027631	2007710 2007448 2007579	2980345 2983391 2981868		
Коэффициент отклика	$9,44 \cdot 10^{-6}$	$9,52 \cdot 10^{-6}$	$9,61 \cdot 10^{-6}$	$9,80 \cdot 10^{-6}$	$9,92 \cdot 10^{-6}$	$9,66 \cdot 10^{-6}$	1,349418
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ТАМЭ	0,9997	4,9788	9,8883	19,1530	29,7144		
Среднее значение	103829 104085 103957	523120 517930 520525	1050222 1057409 1053816	2077446 2115710 2096578	3083066 3084788 3083927		
Коэффициент отклика	$9,62 \cdot 10^{-6}$	$9,56 \cdot 10^{-6}$	$9,38 \cdot 10^{-6}$	$9,14 \cdot 10^{-6}$	$9,64 \cdot 10^{-6}$	$9,47 \cdot 10^{-6}$	1,322771
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Nc7	8,475	8,44	8,4525	8,525	8,695		
Среднее значение	1198960 1198844 1193902	1190806 1190899 1190853	1178498 1178015 1178257	1177607 1176611 1177109	1195493 1212114 1203804		
Коэффициент отклика	$7,07 \cdot 10^{-6}$	$7,09 \cdot 10^{-6}$	$7,17 \cdot 10^{-6}$	$7,18 \cdot 10^{-6}$	$7,22 \cdot 10^{-6}$	$7,15 \cdot 10^{-6}$	1

Таблица А2.10 — Исследование линейности отклика оксигенатов в методе IHA — лаборатория 3

Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Метанол (MeOH)	1,01	5,05	10,02	20,01	29,83		
Среднее значение	151533 164863 158198	864732 854798 859765	1741799 1759435 1750617	3589766 3746174 3667970	5293556 5368227 5330892		
Коэффициент отклика	$6,38 \cdot 10^{-6}$	$5,87 \cdot 10^{-6}$	$5,72 \cdot 10^{-6}$	$5,46 \cdot 10^{-6}$	$5,60 \cdot 10^{-6}$	$5,81 \cdot 10^{-6}$	2,903282
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Этанол (EtOH)	1,00	5,00	10,10	20,15	30,18		
Среднее значение	245820 257618 251719	1078429 1197628 1138029	2521533 2511218 2516376	5099484 5200823 5150154	7899031 8259533 8079282		
Коэффициент отклика	$3,97 \cdot 10^{-6}$	$4,39 \cdot 10^{-6}$	$4,01 \cdot 10^{-6}$	$3,91 \cdot 10^{-6}$	$3,74 \cdot 10^{-6}$	$4,01 \cdot 10^{-6}$	2,002794
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ТБА	0,9640	4,9692	9,9583	19,8768	29,7953		
Среднее значение	399808 409171 404489,5	1793750 1908282 1851016	3184446 3579163 3381805	7393280 7370104 7381692	11429736 11664000 11546868		
Коэффициент отклика	$2,38 \cdot 10^{-6}$	$2,68 \cdot 10^{-6}$	$2,94 \cdot 10^{-6}$	$2,69 \cdot 10^{-6}$	$2,58 \cdot 10^{-6}$	$2,66 \cdot 10^{-6}$	1,32856
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
МТБЭ	0,9992	5,0362	9,9724	20,0248	30,0471		
Среднее значение	353648 365624 359636	1719976 1734192 1727084	3016380 3207775 3112078	5400167 6049396 5724782	9756443 9486117 9621280		
Коэффициент отклика	$2,78 \cdot 10^{-6}$	$2,92 \cdot 10^{-6}$	$3,20 \cdot 10^{-6}$	$3,50 \cdot 10^{-6}$	$3,12 \cdot 10^{-6}$	$3,10 \cdot 10^{-6}$	1,55197

Окончание таблицы А2.10

Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ЭТБЭ	0,9851	4,9255	9,8707	19,6724	29,5727		
Среднее значение	368857 370528 369692,5	1916504 1990928 1953716	3651460 3698002 3674731	6366342 6858897 6612620	8631784 9781590 9206687		
Коэффициент отклика	$2,66 \cdot 10^{-6}$	$2,52 \cdot 10^{-6}$	$2,69 \cdot 10^{-6}$	$2,97 \cdot 10^{-6}$	$3,21 \cdot 10^{-6}$	$2,81 \cdot 10^{-6}$	1,405891
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ТАМЭ	0,9997	4,9788	9,8883	19,153	29,7144		
Среднее значение	373564 364642 369103	1867693 1876735 1872214	3846963 4016568 3931766	7398715 7511412 7455064	9605677 10394700 10000189		
Коэффициент отклика	$2,71 \cdot 10^{-6}$	$2,66 \cdot 10^{-6}$	$2,51 \cdot 10^{-6}$	$2,57 \cdot 10^{-6}$	$2,97 \cdot 10^{-6}$	$2,68 \cdot 10^{-6}$	1,342326
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Nc7	8,4750	8,4400	8,4525	8,4525	8,6950		
Среднее значение	$3 \cdot 10^{6}$ $4 \cdot 10^{6}$ 3691763	$4 \cdot 10^{6}$ $4 \cdot 10^{6}$ 4064455	312404 $4 \cdot 10^{6}$ 2253742	$4 \cdot 10^{6}$ $5 \cdot 10^{6}$ 4516374	$4 \cdot 10^{6}$ $4 \cdot 10^{6}$ 4371883		
Коэффициент отклика	$2,3 \cdot 10^{-6}$	$2,08 \cdot 10^{-6}$	$3,75 \cdot 10^{-6}$	$1,87 \cdot 10^{-6}$	$1,99 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-6}$	1

Таблица А2.11 — Исследование линейности отклика оксигенатов в методе IHA — лаборатория 4

Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Метанол (MeOH)	1,01	5,05	10,02	20,01	29,83		
Среднее значение	658639 601443 630041	3389850 3019715 3204783	6670376 6368637 6519507	13542502 13051539 13297021	18749414 17165160 17957287		
Коэффициент отклика	$1,60 \cdot 10^{-6}$	$1,58 \cdot 10^{-6}$	$1,54 \cdot 10^{-6}$	$1,50 \cdot 10^{-6}$	$1,66 \cdot 10^{-6}$	$1,58 \cdot 10^{-6}$	2,794957

Продолжение таблицы А2.11

Образец, % масс						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Этанол (EtOH)	1,00	5,00	10,10	20,15	30,18		
	826854	4450557	9154374	18060524	28066595		
	734856	4082467	8580584	17505672	28072314		
Среднее значение	780855	4266512	8867479	17783098	28069455		
Коэффициент отклика	$1,28 \cdot 10^{-6}$	$1,17 \cdot 10^{-6}$	$1,14 \cdot 10^{-6}$	$1,13 \cdot 10^{-6}$	$1,08 \cdot 10^{-6}$	$1,16 \cdot 10^{-6}$	2,056683
Образец, % масс						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ТВА	0,9640	4,9692	9,9583	19,8768	29,7953		
	1578407	4266396	14460028	29135138	43225116		
	1435170	6337881	13565261	27794630	42612348		
Среднее значение	1506789	5302139	14012645	28464884	42918732		
Коэффициент отклика	$6,40 \cdot 10^{-7}$	$9,37 \cdot 10^{-7}$	$7,11 \cdot 10^{-7}$	$6,98 \cdot 10^{-7}$	$6,94 \cdot 10^{-7}$	$7,36 \cdot 10^{-7}$	1,305022
Образец, % масс						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
МТБЭ	0,9992	5,0362	9,9724	20,0246	30,0471		
	1252485	5941164	10848222	17786018	23089928		
	1255790	6142349	10162313	17011562	22404206		
Среднее значение	1254138	6041757	10505268	17398790	22747067		
Коэффициент отклика	$7,97 \cdot 10^{-7}$	$8,34 \cdot 10^{-7}$	$9,49 \cdot 10^{-7}$	$1,15 \cdot 10^{-6}$	$1,32 \cdot 10^{-6}$	$1,01 \cdot 10^{-6}$	1,791283
Образец, % масс						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ЭТБЭ	0,9851	4,9255	9,8707	19,6724	29,5727		
	1310455	6926229	12417871	20398546	27031106		
	1306372	7052557	12595757	19329114	26122426		
Среднее значение	1308414	6989393	12506814	19863830	26576766		
Коэффициент отклика	$7,53 \cdot 10^{-7}$	$7,05 \cdot 10^{-7}$	$7,89 \cdot 10^{-7}$	$9,90 \cdot 10^{-7}$	$1,11 \cdot 10^{-6}$	$8,70 \cdot 10^{-7}$	1,542526

Окончание таблицы А2.11

Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ТАМЭ	0,9997	4,9788	9,8883	19,1530	29,7144		
Среднее значение	1400316 1357511 1378914	6820054 6857019 6838537	13673677 13936737 13805207	22152636 22286660 22219648	28646506 27439076 28042791		
Коэффициент отклика	$7,25 \cdot 10^{-7}$	$7,28 \cdot 10^{-7}$	$7,16 \cdot 10^{-7}$	$8,62 \cdot 10^{-7}$	$1,06 \cdot 10^{-6}$	$8,18 \cdot 10^{-7}$	1,450677
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Nc7	8,475	8,44	8,4525	8,4525	8,695		
Среднее значение	15260819 14816484 15038652	15252480 14876828 15064654	14899327 14956987 14928157	15397626 15670374 15534000	14345822 15233576 14789699		
Коэффициент отклика	$5,64 \cdot 10^{-7}$	$5,60 \cdot 10^{-7}$	$5,66 \cdot 10^{-7}$	$5,44 \cdot 10^{-7}$	$5,88 \cdot 10^{-7}$	$5,64 \cdot 10^{-7}$	1

Таблица А2.12 — Исследование линейности отклика оксигенатов в методе IHA — лаборатория 5

Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Метанол (MeOH)	1,01	5,05	10,02	20,01	29,83		
Среднее значение	130,85	729,625	1474,483	3103,843	4600,484		
Коэффициент отклика	0,007719	0,006921	0,006796	0,006447	0,006484	0,006873	3,08498
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Этанол (EtOH)	1,00	5,00	10,10	20,15	30,18		
Среднее значение	195,402	1054,590	2115,254	4301,374	6707,759		
Коэффициент отклика	0,005118	0,004741	0,004775	0,004685	0,004499	0,004763	2,138015

Окончание таблицы А2.12

Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ТБА	0,9640	4,9692	9,9583	19,8768	29,7953		
Среднее значение	347,107	1725,706	3442,236	6695,103	10183,1		
Коэффициент отклика	0,002777	0,00288	0,002893	0,002969	0,002926	0,002889	1,296638
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
МТБЭ	0,9992	5,0362	9,9724	20,0248	30,0471		
Среднее значение	290,368	1518,529	3008,790	6043,303	8800,898		
Коэффициент отклика	0,003441	0,003316	0,003314	0,003314	0,003414	0,003360	1,508054
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ЭТБЭ	0,9851	4,9255	9,8707	19,6724	29,5727		
Среднее значение	303,613	1630,908	3253,559	6580,098	9806,890		
Коэффициент отклика	0,003192	0,003020	0,003034	0,002990	0,003016	0,003050	1,369041
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ТАМЭ	0,9997	4,9788	9,8883	19,1530	29,7144		
Среднее значение	322,928	1631,466	3351,751	6693,316	10161,700		
Коэффициент отклика	0,003096	0,003052	0,002950	0,002862	0,002924	0,002977	1,336026
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Nc7	8,4750	8,4400	8,4525	8,4525	8,6950		
Среднее значение	3915,730	3733,390	3714,828	3835,850	3889,013		
Коэффициент отклика	0,002164	0,002261	0,002275	0,002204	0,002236	0,002228	1
Примечание — Среднюю площадь пика определяют по среднему значению результатов двух анализов.							

Таблица А2.13 — Исследование линейности отклика оксигенатов в методе IHA — лаборатория 6

Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Метанол (MeOH)	1,01	5,05	10,02	20,01	29,83		
Среднее значение	128,825	795,291	1607,186	3383,189	5800,591		
Коэффициент отклика	0,007840	0,006350	0,006234	0,005915	0,005143	0,006296	3,390586
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Этанол (EtOH)	1,00	5,00	10,10	20,15	30,18		
Среднее значение	212,988	1149,503	2305,626	4688,498	7300,836		
Коэффициент отклика	0,004695	0,004350	0,004381	0,004298	0,004134	0,004371	2,354003
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ТБА	0,9640	4,9692	9,9583	19,8768	29,7953		
Среднее значение	378,347	1881,019	3752,037	7297,662	11045,720		
Коэффициент отклика	0,002548	0,002642	0,002654	0,002724	0,002697	0,002653	1,428645
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
МТБЭ	0,9992	5,0362	9,9724	20,0248	30,0471		
Среднее значение	316,501	1655,196	3279,581	6587,200	9660,288		
Коэффициент отклика	0,003157	0,003043	0,003041	0,003040	0,003110	0,003078	1,657594
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ЭТБЭ	0,9851	4,9255	9,8707	19,6724	29,5727		
Среднее значение	336,388	1777,690	3546,379	7172,307	10609,51		
Коэффициент отклика	0,002928	0,002771	0,002783	0,002743	0,002787	0,002803	1,509178

Окончание таблицы А2.13

Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ТАМЭ	0,9997	4,9788	9,8883	19,1530	29,7144		
Среднее значение	351,991	1778,298	3653,409	7295,715	11076,250		
Коэффициент отклика	0,002840	0,002800	0,002707	0,002625	0,002683	0,002731	1,470590
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Nc7	8,4750	8,4400	8,4525	8,4525	8,6950		
Среднее значение	4696,033	4477,402	4454,942	4601,379	4665,706		
Коэффициент отклика	0,001804	0,001885	0,001897	0,001837	0,001864	0,001857	1
Примечание — Среднюю площадь пика определяют по среднему значению результатов двух анализов.							

Таблица А2.14 — Исследование линейности отклика оксигенатов в методе IHA — лаборатория 7

Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Метанол (MeOH)	1,01	5,05	10,02	20,01	29,83		
	35419	207968	408281	807253	1208115		
	36040	195967	408281	874729	1301947		
Среднее значение	35729,5	201967,5	408281	840991	1255031		
Коэффициент отклика	$2,83 \cdot 10^{-5}$	$2,50 \cdot 10^{-5}$	$2,45 \cdot 10^{-5}$	$2,38 \cdot 10^{-5}$	$2,38 \cdot 10^{-5}$	$2,51 \cdot 10^{-5}$	2,922508
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Этанол (EtOH)	1,00	5,00	10,10	20,15	30,18		
	45510	292874	642031	1234541	1824287		
	50885	281463	594198	1259869	2005196		
Среднее значение	48197,5	287168,5	618114,5	1247205	1914742		
Коэффициент отклика	$2,07 \cdot 10^{-5}$	$1,74 \cdot 10^{-5}$	$1,63 \cdot 10^{-5}$	$1,62 \cdot 10^{-5}$	$1,58 \cdot 10^{-5}$	$1,73 \cdot 10^{-5}$	2,014392

Продолжение таблицы А2.14

Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ТБА	0,9640	4,9692	9,9583	19,8768	29,7953		
	93315	475528	979360	2031219	2865032		
	102421	476914	888766	1840517	2928378		
Среднее значение	97868	476221	934063	1935868	2896705		
Коэффициент отклика	$9,85 \cdot 10^{-6}$	$1,04 \cdot 10^{-5}$	$1,07 \cdot 10^{-5}$	$1,03 \cdot 10^{-5}$	$1,03 \cdot 10^{-5}$	$1,03 \cdot 10^{-5}$	1,200454
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
МТВЭ	0,9992	5,0362	9,9724	20,0248	30,0471		
	75952	405208	705631	1548681	2380261		
	77415	417553	757750	1580147	2408423		
Среднее значение	76683,5	411380,5	731690,5	1564414	2394342		
Коэффициент отклика	$1,30 \cdot 10^{-5}$	$1,22 \cdot 10^{-5}$	$1,36 \cdot 10^{-5}$	$1,28 \cdot 10^{-5}$	$1,25 \cdot 10^{-5}$	$1,29 \cdot 10^{-5}$	1,497693
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ЭТБЭ	0,9851	4,9255	9,8707	19,6724	29,5727		
	83107	436772	890514	1713524	2609194		
	85993	442601	917344	1720724	2604325		
Среднее значение	84550	439686,5	903929	1717124	2606760		
Коэффициент отклика	$1,17 \cdot 10^{-5}$	$1,12 \cdot 10^{-5}$	$1,09 \cdot 10^{-5}$	$1,15 \cdot 10^{-5}$	$1,13 \cdot 10^{-5}$	$1,13 \cdot 10^{-5}$	1,318750
Образец, % масс.						Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
ТАМЭ	0,9997	4,9788	9,8883	19,1530	29,7144		
	89539	455171	900734	1836776	2713677		
	90145	461944	915196	1883508	2658665		
Среднее значение	89842	458557,5	907965	1860142	2686171		
Коэффициент отклика	$1,11 \cdot 10^{-5}$	$1,09 \cdot 10^{-5}$	$1,09 \cdot 10^{-5}$	$1,03 \cdot 10^{-5}$	$1,11 \cdot 10^{-5}$	$1,08 \cdot 10^{-5}$	1,264195

Окончание таблицы А2.14

Образец, % масс.	20 %	5 %	1 %	1 %	30 %	Средний коэффициент отклика	Относительный коэффициент отклика
Nc7	8,4750	8,4400	8,4525	8,4525	8,6950		
	1034198	1392371	989383	983168	1077830		
	889948	935398	1051329	1067382	1010624		
Среднее значение	962073	1163885	1020356	1025275	1044227		
Коэффициент отклика	$8,81 \cdot 10^{-6}$	$7,25 \cdot 10^{-6}$	$8,28 \cdot 10^{-6}$	$8,24 \cdot 10^{-6}$	$8,33 \cdot 10^{-6}$	$8,18 \cdot 10^{-6}$	1

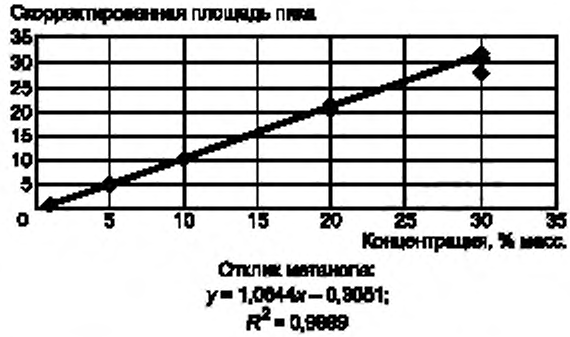


Рисунок А2.1 — Определение расчетного отклика при анализе метанола методом IHA

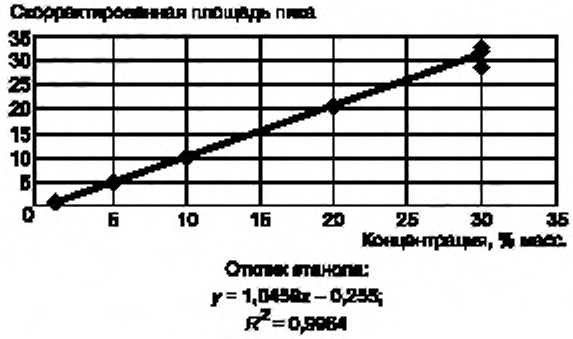


Рисунок А2.2 — Определение расчетного отклика при анализе этанола методом IHA

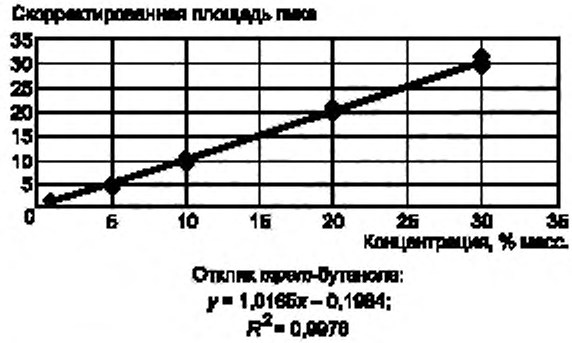


Рисунок А2.3 — Определение расчетного отклика при анализе *трет*-бутанола методом IHA

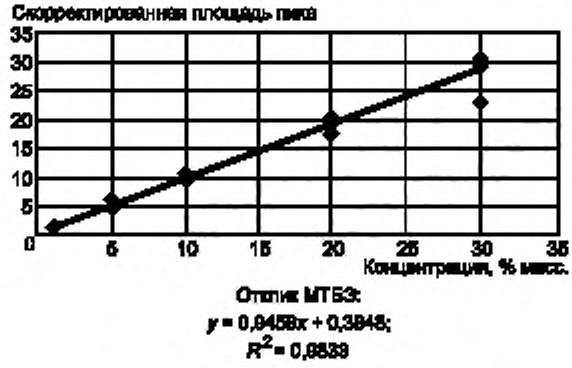


Рисунок А2.4 — Определение расчетного отклика при анализе МТБЭ методом IHA

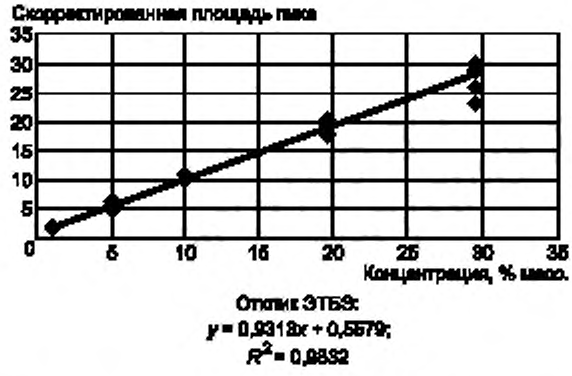


Рисунок А2.5 — Определение расчетного отклика при анализе ЭТБЭ методом IHA

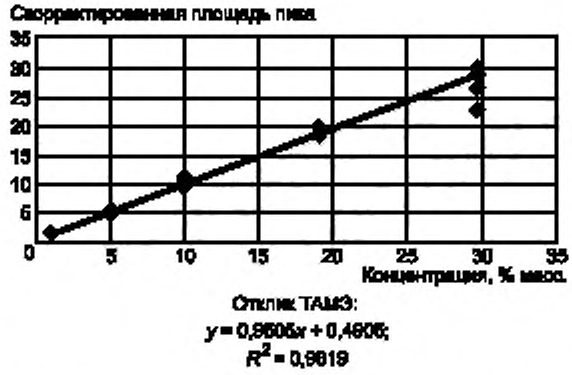


Рисунок А2.6 — Определение расчетного отклика при анализе ТАМЭ методом IHA

Приложение Х1
(справочное)

Список использованной литературы

Х1.1 Пользователи метода могут использовать следующие публикации по детальному углеводородному анализу (DHA):

Х1.1.1 Johannsen N.G., Ettre L.S. Индексы удерживания углеводородов на открытых капиллярных колонках с метилсиликоновой жидкой фазой (Retention index values of hydrocarbons on open tubular columns coated with methyl silicone liquid phases). Chromatographia, vol. 5, № 10, Oct,1982.

Х1.1.2 Johannsen N.G., Ettre L.S., Miller R.L. Количественный анализ углеводородов по структурным группам в бензинах и дистиллятах. Часть 1 (Quantitative analysis of hydrocarbons by structural group type in gasolines and distillates. Part 1, Journal of Chromatography, 256, 1983, pp. 393—417.

Х1.1.3 Kopp V.R., Bones C.J., Doerr D.G., Ho A.J., Schubert A.J. Тяжелые углеводороды/изучение летучести: смешивание топлив и анализ для автомобильной промышленности/исследовательская программа по нефтяным выбросам в атмосферу (Heavy hydrocarbon/volatility study: fuel blending and analysis for the auto/oil air quality improvement research program). SAE paper No, 930143, March 1993.

Х1.1.4 Schubert A.J., Johannsen N. G. Межлабораторное исследование по разработке стандартного метода газовой хроматографии для спецификации на бензины (Cooperative study to evaluate a standard test method for the speciation of gasolines by capillary gas chromatography). SAE paper No, 930144, March 1993.

Х1.1.5 Di Sanzo F.P., Giarrocco V.G. Анализ образцов жидких углеводородов и бензинов под давлением методами газовой хроматографии на капиллярной колонке и PIONA-анализаторе (Analysis of pressurized gasoline-range liquid hydrocarbon samples by capillary column and PIONA analyzer gas chromatography). Journal of Chromatographic science, vol 26, June 1988, pp. 258—266.

Х1.1.6 Durand J.P., Beboluene J.J., Ducrozet A. Подробные характеристики нефтепродуктов с использованием капиллярной газовой хроматографии (Detailed characterization of petroleum products with capillary GC analyzers). Analysis, 23, 1995, pp. 481—483.

Х1.1.7 CAN/CGSB-3.0, No 14.3-94. Метод определения индивидуального компонентного состава (IHA) для топлив с принудительным воспламенением методом газовой хроматографии (Test method for individual hydrocarbon component analysis (IHA) in spark ignition engine fuels by gas chromatography), общий сборник канадских стандартов

Х1.1.8 NF N07—086, декабрь 1995. Определение группового углеводородного состава моторных бензинов детальным анализом на газовом хроматографе с капиллярной колонкой (Determination of hydrocarbon type contents in motor gasolines from detailed analysis capillary gas chromatography)

Приложение Х2
(справочное)

Данные для углеводородов при использовании водорода в качестве газа-носителя

Х2.1 В настоящем приложении приведена модификация метода испытания, снижающая общее время анализа со 150 до 82 мин. Основное изменение заключается в использовании водорода в качестве газа-носителя вместо гелия. Изменены также скорость нагревания термостата и расход газа через колонку для получения оптимального разрешения и линейной скорости. Все остальные параметры сохранены как в основном методе. Включены испытания для определения разрешения колонки/разрешения метода. Приложение включает хроматограмму с идентификацией компонентов, а также перечень компонентов, определяемых в заданных условиях (таблица Х2.1).

Х2.2 В таблице Х2.1 приведены рабочие условия хроматографирования, требования к колонке и системе обработки данных. В данных условиях элюируются все компоненты, включая пентадекан (*н*-C_{15}).

Х2.3 В таблице Х2.2 приведены требования по разрешению колонки.

Х2.4 На рисунках Х2.1—Х2.5 приведены примеры хроматограмм для критических случаев, приведенных в таблице Х2.2.

Х2.5 В Таблица Х2.3 приведены результаты определения эффективности колонки при изотермическом анализе *н*-пентана при температуре 35 °С.

Х2.6 На рисунках Х2.6—Х2.11 представлена подробная идентифицированная хроматограмма стандартного образца бензина CGSB0496, полученная в условиях, приведенных в таблице Х2.1.

Х2.7 В таблице Х2.4 приведены совместно элюирующиеся соединения.

Х2.8 Таблица Х2.5 содержит значения времен удерживания и свойства соединений, идентифицированных для стандартного образца бензина CGSB0496.

Х2.9 Следует выполнять все положения настоящего стандарта, за исключением следующих:

Х2.9.1 В 7.2 вместо гелия в качестве газа-носителя используют водород.

Х2.9.2 В 8.1 настоящего стандарта линейная скорость газа задается постоянным давлением 31,0 psi, что соответствует средней линейной скорости 42 см/с при температуре 35 °С. Данная линейная скорость оптимальна для водорода. В этих изотермических условиях время элюирования метана составляет 3,9 мин. При условиях, приведенных в таблице Х2.1, время элюирования метана составляет 3,6 мин.

Х2.9.3 Условия хроматографирования, приведенные в таблице 1 настоящего стандарта, модифицированы и представлены в таблице Х2.1.

Таблица Х2.1 — Параметры хроматографирования

Параметр хроматографирования	Требование
Газ-носитель	Водород
Установки инжектора:	
- температура инжектора, °С	270
- соотношение деления потока	200 :1
- вкладыш	Деактивированное стекло
- вводимый объем, мкл	0,2
Установки детектора:	
- температура детектора FID, °С[A)]	300
- расход водорода, мл/мин[B)]	40
- расход воздуха, мл/мин	450
- расход вспомогательного газа — азота, мл/мин[B)]	20
Установки термостата колонки:	
- начальная температура, °С	0
- начальное время выдерживания, мин	9,5
- скорость первой стадии, °С/мин	1,5
- конечная температура, °С	50
- время выдерживания, мин	0
- скорость второй стадии, °С/мин	3,14
- конечная температура, °С	130

Окончание таблицы X2.1

Параметр хроматографирования	Требование
- время выдерживания, мин	0
- скорость третьей стадии, °С/мин	6,28
- конечная температура, °С[C)]	270
- время выдерживания, мин	0
Требования к колонке:	
- длина, м	100
- внутренний диаметр, мм	0,25
- жидкая фаза	100 %-ный полидиметилсилоксан
- толщина неподвижной фазы, мкм	0,5
- давление (манометрическое), psi	31,0
- скорость потока, мл/мин	3,3—1,0
- линейная скорость газа, см/с	46—29
Частота обработки данных, Гц	20
Полное время анализа, мин (включая время продувки)	90,6

[A)] Устанавливается на 20 °С — 25 °С выше максимальной температуры колонки.

[B)] Значение устанавливается по рекомендациям изготовителя.

[C)] Для обеспечения полного элюирования компонентов образца можно установить конечное время удерживания или температуру.

Таблица X2.2 — Требования к разрешению колонки

Пара компонентов		Минимальное разрешение	Концентрация каждого из компонентов, %
74	2,3-Диметилбутан	1,0	0,99
78	Метил-*трет*-бутиловый эфир		1,23
156	Бензол	1,0	0,83
158	1-Метилциклопентен		0,49
304	Толуол	0,4	7,65
306	2,3,3-Триметилпентан		0,65
474	*м*-Ксилол	0,4	3,95
476	*п*-Ксилол		1,58
876	*н*-Тридекан	1,0	0,01
878	1-Метилнафталин		0,02

Таблица X2.3 — Эффективность колонки (на основе изотермического анализа при температуре 35 °С)

Компонент	Время удерживания *RT*, мин	Ширина пика на половине его высоты	Число теоретических тарелок
38 *н*-Пентан	5,406	0,0178	511462

Таблица X2.4 — Совместно элюирующиеся соединения[A), B)]

Время удерживания *RT*, мин	Преобладающий компонент	Совместно элюирующийся компонент
23,00	Метилциклопентан	2,2-Диметилпентан
27,13	3,3-Диметилпентан	5-Метил-1-гексен
29,36	2-Метилгексан	2,3-Диметилпентан и C_7-олефин
38,76	2,5-Диметилгексан	C_8-олефин
41,32	Толуол	2,3,3-Триметилпентан[C)]

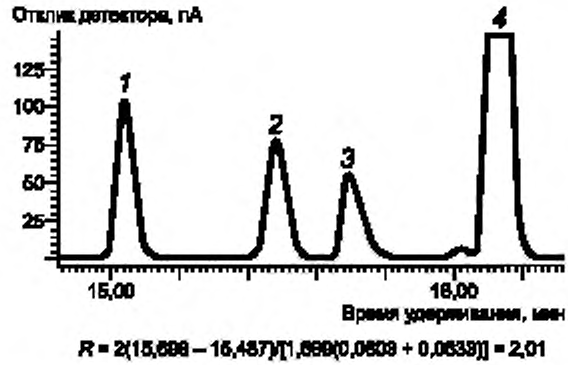
Окончание таблицы Х2.4

Время удерживания *RT*, мин	Преобладающий компонент	Совместно элюирующийся компонент
44,59	3-Метилгептан	*трет*-1,4-Диметилциклогексан
54,27	4-Метилоктан	C_9-олефин
55,27	*о*-Ксилол	1,1,2-Триметилциклогексан
72,54	1,2,3,4-Тетраметилбензол	C_{11}-ароматическое соединение

[A] Из-за возможности совместного элюирования на других участках хроматограмм пользователь должен быть внимателен при интерпретации данных.

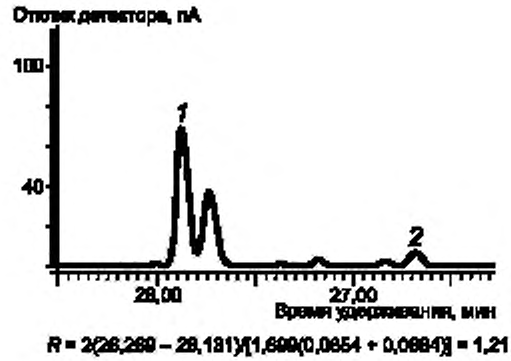
[B] Во многих областях хроматограмм может потребоваться ручное интегрирование пиков.

[C] 2,3,3-Триметилпентан частично разрешается в виде плеча на пике толуола.



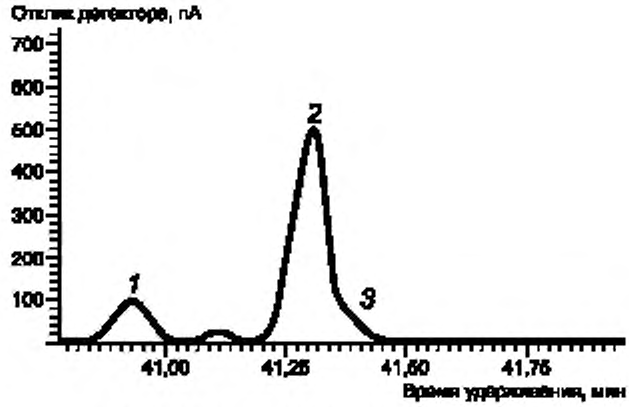
1 — циклопентан (номер пика 72); *2* — 2,3-диметилбутан (номер пика 74); *3* — МТБЭ (номер пика 78), *4* — 2-метилпентан (номер пика 82)

Рисунок Х2.1 — 2,3-Диметилбутан и метил-*трет*-бутиловый эфир



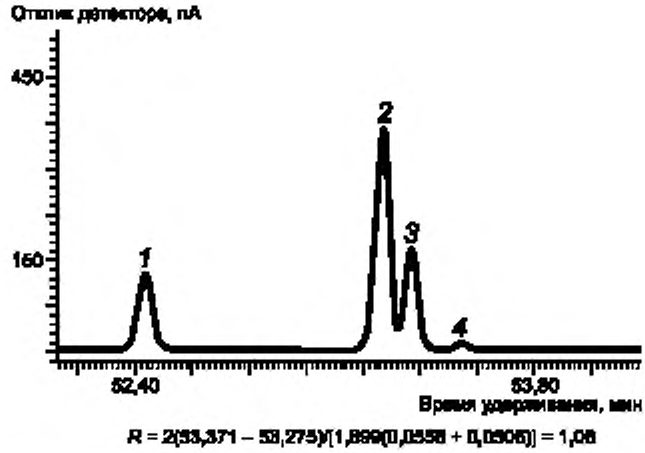
1 — бензол (номер пика 156); *2* — циклогексан (номер пика 166)

Рисунок Х2.2 — Бензол и 1-метилциклопентен



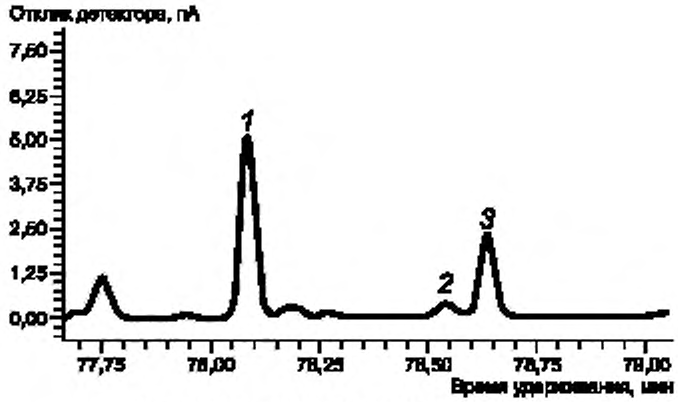
1 — 2,3,4-триметилпентан (номер пика 300); *2* — толуол (номер пика 304); *3* — 2,3,3-триметилпентан (номер пика 306)

Рисунок Х2.3 — Толуол и 2,3,3-триметилпентан



1 — этилбензол (номер пика 460); *2* — метаксилол (номер пика 474); *3* — параксилол (номер пика 476); *4* — 2,3-диметилгептан (номер пика 478)

Рисунок Х2.4 — Метаксилол и параксилол



1 — 2-метилнафталин (номер пика 870); 2 — *н*-тридекан (номер пика 876); 3 — 1-метилнафталин (номер пика 878)

Рисунок Х2.5 — Тридекан и 1-метилнафталин

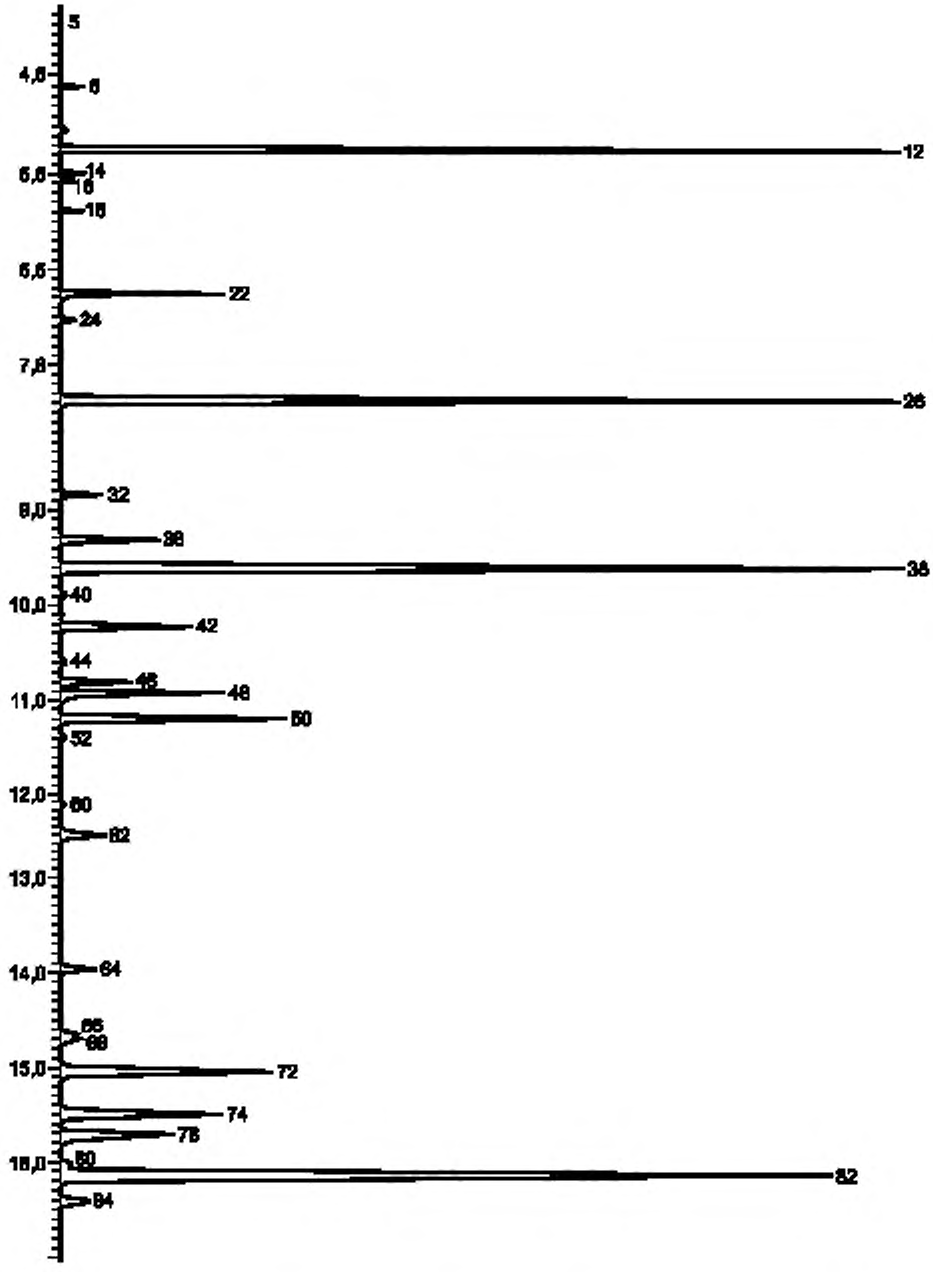


Рисунок Х2.6 — Подробная хроматограмма стандартного образца бензина CGSB0496 (0—17 мин)

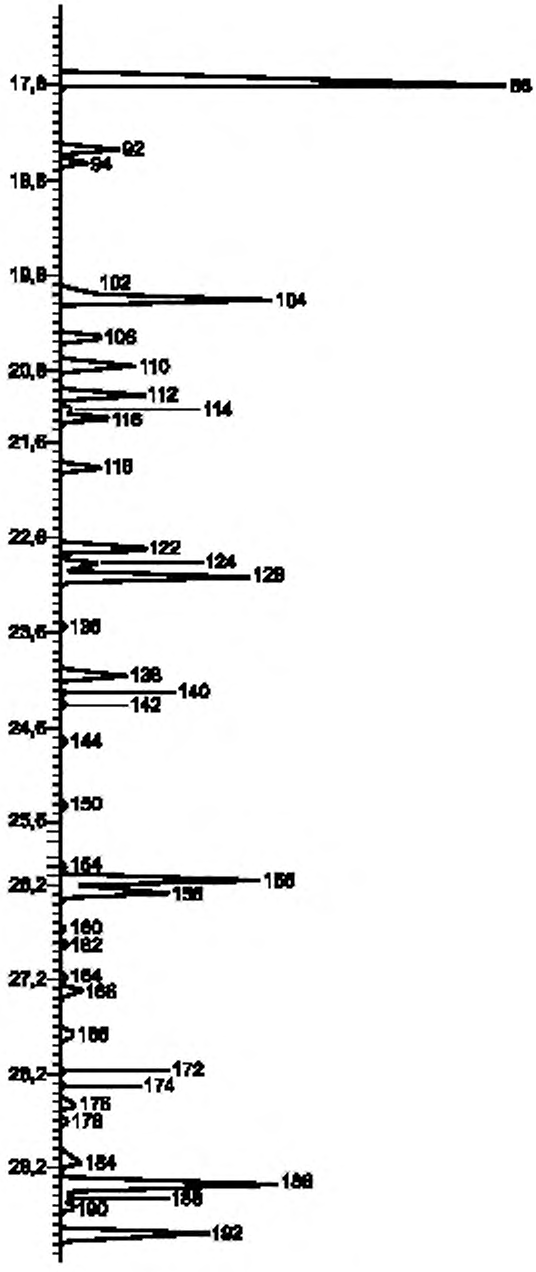


Рисунок Х2.7 — Подробная хроматограмма стандартного образца бензина CGSB0496 (17,0—30,5 мин)

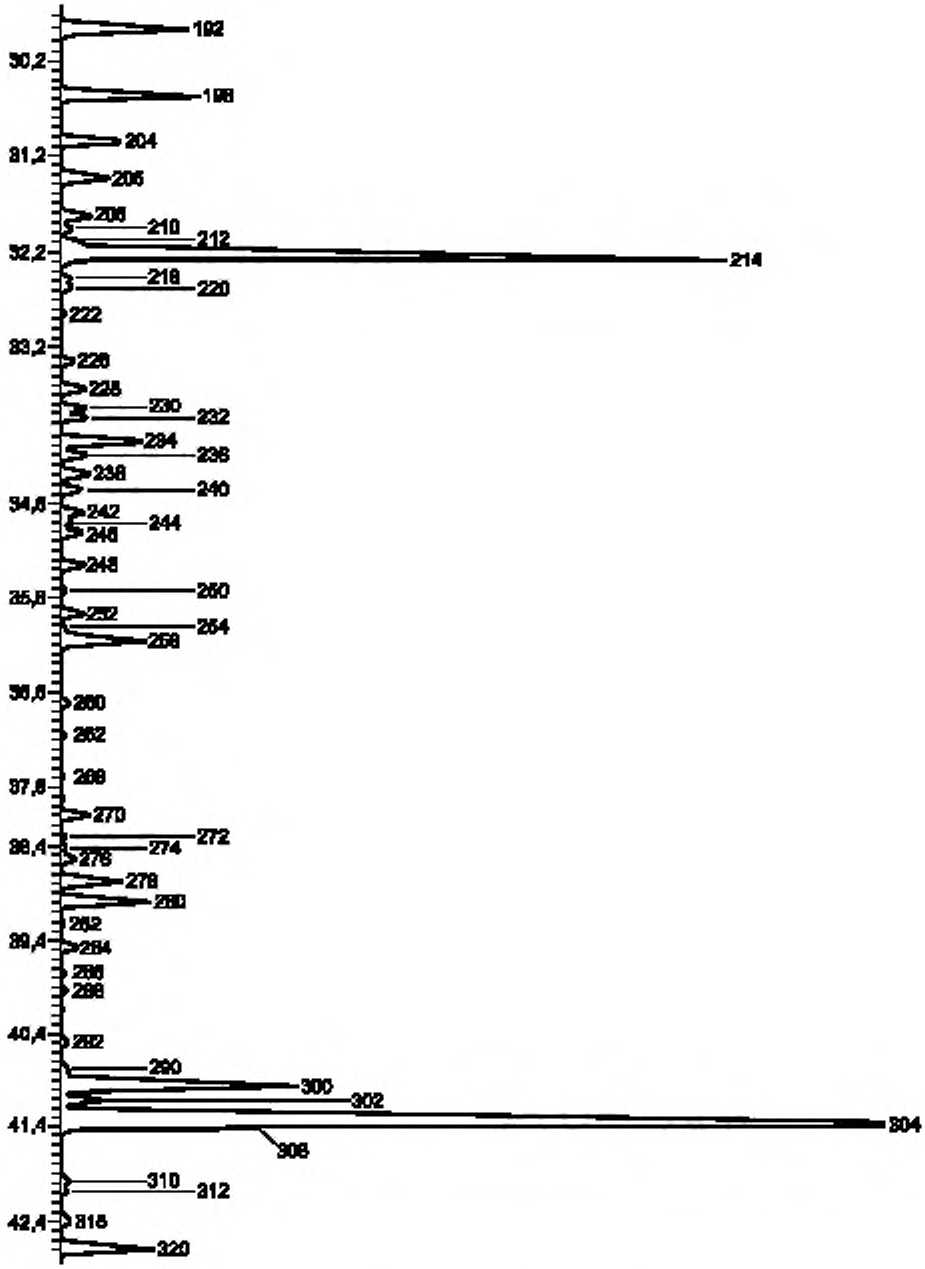


Рисунок Х2.8 — Подробная хроматограмма стандартного образца бензина CGSB0496 (30,5—42,5 мин)

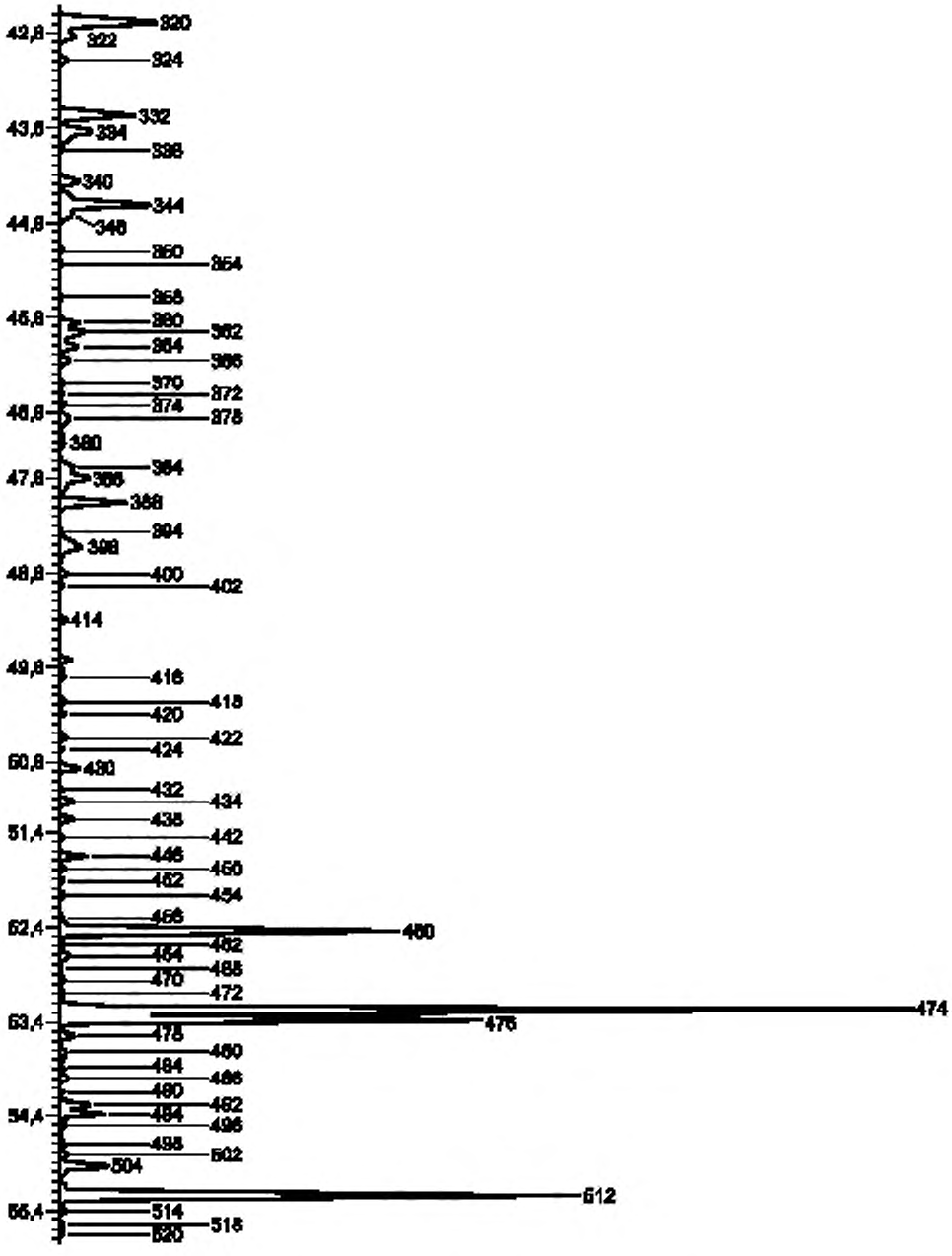


Рисунок Х2.9 — Подробная хроматограмма стандартного образца бензина CGSB0496 (42,5—55,5 мин)

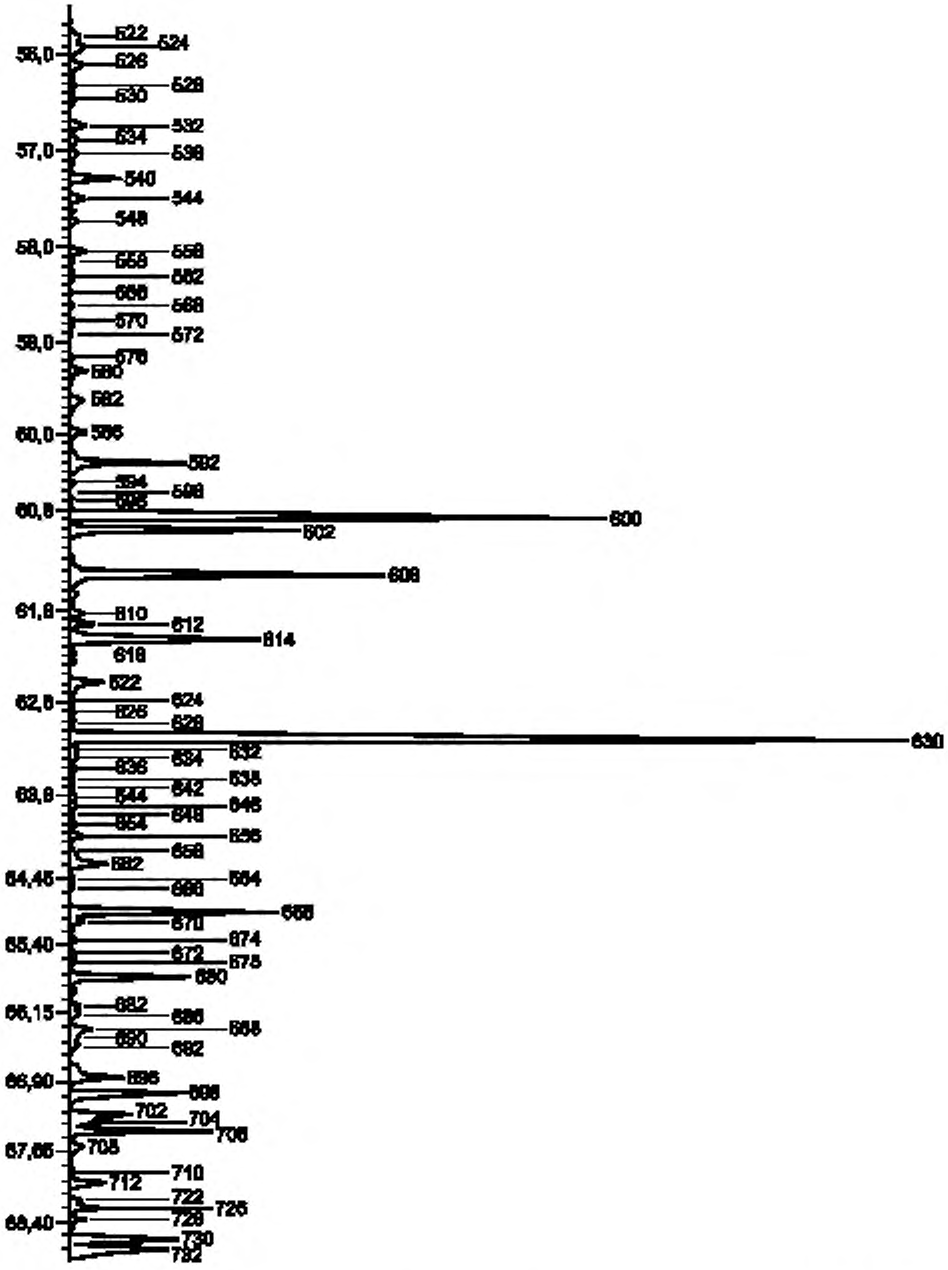


Рисунок Х2.10 — Подробная хроматограмма стандартного образца бензина CGSB0496 (55,5—68,5 мин)

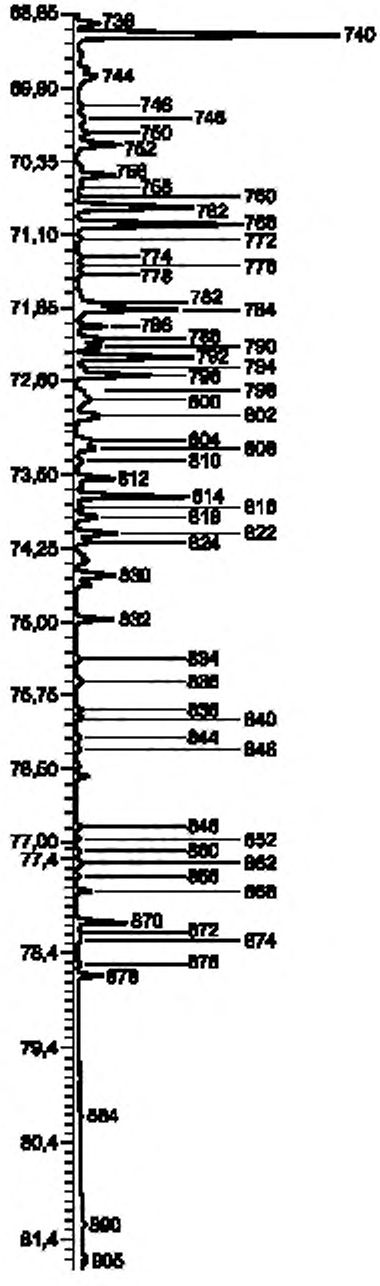


Рисунок Х2.11 — Подробная хроматограмма стандартного образца бензина CGSB0496 (68,5—82 мин)

Таблица Х2.5 — Значения времени удерживания и свойства компонентов

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания *RT*, мин	Молекулярная масса	Относительный коэффициент отклика *RRF*
1	Метан	3,89	16,04	1,000
2	Этен	3,93	28,03	0,874
3	Этан	3,97	30,05	0,937
4	Пропен	4,01	42,05	0,874
5	Пропан	4,05	44,06	0,916
6	Изобутан	4,70	58,08	0,906
7	Метанол	4,92	32,03	2,672
8	Изобутен	5,13	56,06	0,874
9	Бутен-1	5,15	56,06	0,874
10	Бутадиен-1,3	5,24	54,09	0,843
12	*н*-Бутан	5,33	58,08	0,906
14	*транс*-Бутен-2	5,59	56,06	0,874
16	2,2-Диметилпропан	5,65	72,09	0,899
18	*цис*-Бутен-2	5,97	56,06	0,874
20	Бутадиен-1,2	6,39	54,09	0,843
22	Этанол	6,83	46,04	1,862
24	3-Метилбутен-1	7,12	70,08	0,874
26	Изопентан	7,96	72,09	0,899
28	Пентадиен-1,4	8,25	68,06	0,849
30	Бутин-2 (диметилацетилен)	8,55	54,05	0,843
32	Пентен-1	8,84	70,08	0,874
34	Изопропанол	9,07	60,06	1,950
36	2-Метилбутен-1	9,31	70,08	0,874
38	*н*-Пентан	9,60	72,09	0,899
40	2-Метилбутадиен-1,3	9,89	68,06	0,849
42	*транс*-Пентен-2	10,23	70,08	0,874
44	3,3-Диметилбутен-1	10,60	84,09	0,874
46	*цис*-Пентен-2	10,81	70,08	0,874
48	*трет*-Бутанол (ТБА)	10,92	74,12	1,161
50	2-Метилбутен-2	11,19	70,08	0,874
52	*транс*-Пентадиен-1,3	11,39	68,06	0,849
54	3-Метилбутадиен-1,2	11,39	68,06	0,849
56	Циклопентадиен	11,63	67,10	0,824
58	*цис*-Пентадиен-1,3	11,87	68,06	0,849
60	Пентадиен-1,2	12,11	68,06	0,849
62	2,2-Диметилбутан	12,42	86,11	0,895
64	Циклопентен	13,96	68,06	0,849
66	4-Метилпентен-1	14,68	84,09	0,874
68	3-Метилпентен-1	14,70	84,09	0,874
70	*н*-Пропанол	14,89	60,06	1,770
72	Циклопентан	15,05	70,08	0,874
74	2,3-Диметилбутан	15,49	86,11	0,895
76	2,3-Диметилбутен-1	15,62	84,09	0,874
78	Метил-*трет*-бутиловый эфир (МТБЭ)	15,70	88,09	1,407

Продолжение таблицы Х2.5

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания *RT*, мин	Молекулярная масса	Относительный коэффициент отклика *RRF*
80	*цис*-4-Метилпентен-2	16,03	84,09	0,874
82	2-Метилпентан	16,15	86,11	0,895
84	*транс*-4-Метилпентен-2	16,42	84,09	0,874
86	Метилэтилкетон (МЭК)	17,08	72,06	1,570
88	3-Метилпентан	17,73	86,11	0,895
90	C_6-олефин	18,10	84,09	0,874
92	2-Метилпентен-1	18,46	84,09	0,874
94	Гексен-1	18,60	84,09	0,874
96	Метил-*втор*-бутиловый эфир (МВБЭ)	18,95	88,09	1,550
98	C_6-олефин	19,29	84,09	0,874
100	Бутанол-2	19,63	74,07	1,600
102	2-Этилбутен-1	19,97	84,09	0,874
104	*н*-Гексан	20,03	86,11	0,895
106	*цис*-Гексен-3	20,45	84,09	0,874
108	Диизопропиловый эфир (ДИПЭ)	20,60	102,00	1,600
110	*транс*-Гексен-3 + гексадиен	20,74	84,09	0,874
112	2-Метилпентен-2	21,04	84,09	0,874
114	3-Метилциклопентен	21,19	82,10	0,853
116	*транс*-3-Метилпентен-2	21,28	84,09	0,874
118	*цис*-Гексен-2	21,86	84,09	0,874
120	3,3-Диметилпентен-1	22,29	98,19	0,874
122	*цис*-3-Метилпентен-2	22,70	84,09	0,874
124	Этил-*трет*-бутиловый эфир (ЭТБЭ)	22,87	102,18	1,255
126	2,3-Диметилбутадиен-1,3	22,94	82,00	0,853
128	Метилциклопентан	23,00	84,09	0,874
130	2,2-Диметилпентан	23,05	100,13	0,892
132	4,4-Диметилпентен-1	23,19	98,19	0,874
134	Изобутанол	23,37	74,12	1,500
136	2,3-Диметилбутен-2	23,55	84,09	0,874
138	2,4-Диметилпентан	24,03	100,13	0,892
140	1,3,5-Гексатриен	24,22	80,00	0,832
142	2,2,3-Триметилбутан	24,33	100,13	0,892
144	Метилциклопентадиен	24,77	80,00	0,832
146	C_7-олефин	24,83	98,19	0,874
148	C_7-олефин	25,13	98,19	0,874
150	C_7-диолефин	25,43	96,00	0,856
152	4-Метилциклопентен	25,71	82,10	0,853
154	Метиленциклопентан	26,01	82,10	0,853
156	Бензол	26,13	78,05	0,812
158	1-Метилциклопентен-1	26,27	82,10	0,853
160	C_7-олефин	26,64	98,19	0,874
162	*цис*-2-Метилгексен-3	26,82	98,19	0,874
164	3,3-Диметилпентан + 5-метилгексен-1	27,19	100,13	0,892
166	Циклогексан	27,32	84,09	0,874

Продолжение таблицы Х2.5

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания *RT*, мин	Молекулярная масса	Относительный коэффициент отклика *RRF*
168	*транс*-2-Метилгексен-3	27,78	98,19	0,874
170	3,3-Диметилпентадиен-1,4	28,18	96,00	0,856
172	*н*-Бутанол	28,29	74,07	1,500
174	Диметилциклопентадиен	28,33	94,16	0,838
176	*трет*-2-Этил-3-метилбутен-1	28,52	98,19	0,874
178	4-Метилгексен-1	28,71	98,19	0,874
180	C_7-олефин	28,86	98,19	0,874
182	3-Метилгексен-1	29,00	98,19	0,874
184	4-Метилгексен-2	29,14	98,19	0,874
186	2-Метилгексан + C_7-олефин	29,37	100,13	0,892
188	2,3-Диметилпентан	29,52	100,13	0,892
190	Циклогексен	29,62	82,10	0,853
192	*трет*-Амилметиловый эфир (ТАМЕ)	29,89	102,18	1,210
194	C_7-олефин	30,11	98,19	0,874
196	C_7-олефин	30,33	98,19	0,874
198	3-Метилгексан	30,55	100,13	0,892
200	C_7-олефин	30,71	98,19	0,874
202	C_7-олефин	30,88	98,19	0,874
204	*транс*-1,3-Диметилциклопентан	31,04	98,11	0,874
206	*цис*-1,3-Диметилциклопентан	31,42	98,11	0,874
208	*транс*-1,2-Диметилциклопентан	31,82	99,11	0,874
210	3-Этилпентан	31,95	100,10	0,892
212	C_7-олефин	32,12	98,19	0,874
214	2,2,4-Триметилпентан	32,22	114,14	0,890
216	C_7-олефин	32,47	98,19	0,874
218	Гептен-1	32,49	98,19	0,874
220	C_7-олефин	32,57	98,19	0,874
222	2,3-Диметилпентадиен-1,3	32,87	96,18	0,874
224	C_7-диолефин	33,11	96,00	0,856
226	C_7-олефин	33,35	98,19	0,874
228	C_7-диолефин	33,64	96,00	0,856
230	C_7-диолефин	33,85	96,00	0,856
232	C_7-олефин	33,95	98,19	0,874
234	*н*-Гептан	34,15	100,13	0,892
236	*цис*-Гептен-3	34,29	98,19	0,874
238	2-Метилгексен-2	34,49	98,19	0,874
240	*цис*-3-Метилгексен-3	34,65	98,19	0,874
242	*транс*-Гептен-3	34,89	98,19	0,874
244	3-Этилпентен-2	35,00	96,17	0,856
246	1,5-Диметилциклопентен	35,11	96,17	0,856
248	*транс*-2-Метилгексен-3	35,46	98,19	0,874
250	C_7-диолефин + C_7-триолефин	35,72	96,00	0,856
252	2,3-Диметилпентен-2	35,96	98,19	0,874
254	3-Этилпентен	36,12	98,19	0,874

Продолжение таблицы Х2.5

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания *RT*, мин	Молекулярная масса	Относительный коэффициент отклика *RRF*
256	Метилциклогексан	36,25	98,11	0,874
258	C_7-олефин	36,58	98,19	0,874
260	1,1,3-Триметилциклопентан	36,90	112,10	0,874
262	2,2-Диметилгексан	37,24	114,10	0,890
264	2,3,4-Триметилпентадиен-1,4	37,60	110,00	0,859
266	3,3-Диметилгексадиен-1,5	37,63	110,21	0,859
268	C_8-диолефин	37,69	98,19	0,874
269	C_7-олефин	37,93	98,19	0,874
270	Этилциклопентан	38,10	98,11	0,874
272	3-Метилциклогексен	38,34	96,17	0,856
274	Метилциклогексадиен	38,43	94,17	0,838
276	2,2,3-Триметилпентан	38,53	114,10	0,890
278	2,5-Диметилгексан + C_8-олефин	38,76	114,14	0,890
280	2,4-Диметилгексан	38,97	114,14	0,890
282	C_7-триолефин + C_8-олефин	39,19	112,24	0,856
284	*транс, цис*-1,2,4-Триметилциклопентан	39,46	112,10	0,874
286	3,3-Диметилгексан + C_8-олефин	39,75	114,14	0,890
288	C_7-триолефин+C_8-олефин	39,92	112,24	0,856
292	*транс, цис*-1,2,3-Триметилциклопентан	40,50	112,10	0,874
294	C_8-олефины	40,57	112,13	0,874
296	C_8-олефины	40,63	112,13	0,874
298	C_8-олефины	40,69	112,13	0,874
290	C_8-олефины	40,79	112,13	0,874
300	2,3,4-Триметилпентан	40,94	114,14	0,890
302	C_7-диолефин	41,11	96,00	0,856
304	Толуол	41,32	92,06	0,821
306	2,3,3-Триметилпентан	41,38	114,23	0,890
308	C_8-олефин	41,54	112,13	0,874
310	C_8-диолефин	41,99	110,00	0,859
312	C_8-олефин	42,08	112,13	0,874
314	C_8-олефин	42,26	112,13	0,874
316	C_8-олефин	42,35	112,13	0,874
318	C_8-диолефин + C_8-олефин	42,41	110,00	0,859
320	2,3-Диметилгексан	42,68	114,14	0,890
322	2-Метил-3-этилпентан	42,84	114,14	0,890
324	1,1,2-Триметилциклопентан	43,09	112,10	0,874
326	C_8-диолефин + C_8-парафин	43,23	114,23	0,859
328	C_8-олефины	43,37	112,13	0,874
330	C_8-олефины	43,52	112,13	0,874
332	2-Метилгептан	43,66	114,14	0,890
334	4-Метилгептан	43,83	114,14	0,890
336	C_8-диолефин + C_7-олефин	44,01	112,10	0,856
338	C_8-олефины	44,11	112,13	0,874
340	*цис*-1,4-Диметилциклогексан	44,37	112,10	0,874

Продолжение таблицы Х2.5

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания *RT*, мин	Молекулярная масса	Относительный коэффициент отклика *RRF*
342	*транс*-1,4-Диметилциклогексан	44,51	112,10	0,874
344	3-Метилгептан	44,61	114,14	0,890
346	3-Этилгексан	44,71	114,14	0,890
348	C_8-диолефин	44,89	110,00	0,874
350	C_8-олефины	45,06	112,13	0,874
352	C_8-олефин	45,14	112,13	0,874
354	1,1-Диметилциклогексан	45,24	112,13	0,874
356	C_8-олефин	45,43	112,13	0,874
358	C_8-олефин	45,58	112,13	0,874
360	*цис*-1-Этил-3-метилциклопентан	45,87	112,10	0,874
362	2,2,5-Триметилгексан	45,96	128,20	0,888
364	*транс*-1-Этил-3-метилциклопентан	46,11	112,10	0,874
366	*транс*-1-Этил-2-метилциклопентан	46,26	112,10	0,874
368	1-Метил-1-этилциклопентан	46,34	112,22	0,874
370	Октен-1	46,48	112,13	0,874
372	C_8-олефин	46,61	112,13	0,874
374	*транс*-1,2-Диметилциклогексан	46,71	112,10	0,874
376	C_8-олефины	46,79	112,13	0,874
378	C_8-олефин	46,96	112,22	0,874
380	*транс*-3-C_8-олефин	47,12	112,22	0,874
382	C_8-олефины	47,23	112,11	0,874
384	*транс*-1,3-Диметилциклогексан	47,49	112,13	0,874
386	*цис*-1,4-Диметилциклогексан	47,59	112,10	0,874
388	*н*-Октан	47,84	114,14	0,890
390	C_8-олефин	47,92	112,13	0,874
392	C_8-олефин	48,03	112,13	0,874
394	*транс*-Октен-2	48,19	112,13	0,874
396	Изопропилциклопентан	48,32	112,10	0,874
398	C_9-олефин	48,35	126,14	0,874
400	C_9-олефин	48,59	126,14	0,874
402	C_9-олефин	48,71	126,14	0,874
404	C_9-олефин	48,76	126,14	0,874
406	2,2,4-Триметилгексан	48,88	128,16	0,888
408	2,4,4-Триметилгексан	48,89	128,16	0,888
410	C_9-олефины	48,92	126,14	0,874
412	2,3,5-Триметилгексан	49,03	128,16	0,888
414	*цис*-Октен-2	49,10	112,13	0,874
416	2,2,3,4-Тетраметилпентан	49,70	128,16	0,888
418	2,2-Диметилгептан	49,96	128,16	0,888
420	*цис*-1,2-Диметилциклогексан	50,08	112,10	0,874
422	2,4-Диметилгептан	50,36	128,16	0,888
424	C_9-олефин	50,46	126,14	0,874
426	C_9-олефин	50,54	126,14	0,874
428	Этилциклогексан	50,59	112,10	0,874

Продолжение таблицы Х2.5

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания *RT*, мин	Молекулярная масса	Относительный коэффициент отклика *RRF*
430	Пропилциклопентан	50,67	112,10	0,874
432	2-Метил-4-этилгексан	50,90	128,20	0,888
434	2,6-Диметилгептан	51,02	128,20	0,888
436	C_9-олефин	51,14	126,14	0,874
438	1,1,4-Триметилциклогексан	51,21	126,14	0,874
440	C_9-олефины	51,29	126,14	0,874
442	C_9-олефины	51,44	126,14	0,874
444	1,1,3-Триметилциклогексан	51,45	126,24	0,874
446	2,5-Диметилгептан + 3,5-диметилгептан	51,64	128,16	0,888
448	C_9-олефины	51,69	126,14	0,874
450	3,3-Диметилгептан	51,76	128,20	0,888
452	C_9-изопарафин	51,90	128,26	0,888
454	C_9-олефины	52,05	126,14	0,874
456	2,3,3-Триметилгексан	52,30	128,16	0,888
458	C_9-олефины	52,38	126,14	0,874
460	Этилбензол	52,44	106,08	0,827
462	C_9-олефины	52,58	126,14	0,874
464	*транс*-1,2,4-Триметилциклогексан	52,69	126,14	0,874
466	C_9-олефины	52,76	126,14	0,874
468	2,3,4-Триметилгексан	52,88	128,20	0,888
470	C_9-олефин	52,94	126,24	0,874
472	3,3,4-Триметилгексан	53,07	128,16	0,888
474	*м*-Ксилол	53,28	106,08	0,827
476	*п*-Ксилол	53,37	106,08	0,827
478	2,3-Диметилгептан	53,54	128,16	0,888
480	3,5-Диметилгептан	53,71	128,20	0,888
482	3,4-Диметилгептан	53,76	128,16	0,888
484	C_9-олефин	53,89	126,14	0,874
486	3-Метил-3-этилгексан	53,99	128,16	0,888
488	C_9-олефин	54,09	126,14	0,874
490	4-Этилгептан	54,14	128,16	0,888
492	4-Метилоктан + C_9-олефин	54,27	128,20	0,888
494	2-Метилоктан	54,36	128,20	0,888
496	C_9-олефин	54,47	126,14	0,874
498	C_9-изопарафин	54,67	128,20	0,888
500	C_9-олефин	54,74	126,14	0,874
502	3-Этилгептан	54,81	128,20	0,888
504	3-Метилоктан	54,93	128,20	0,888
506	C_9-изопарафин	55,02	126,14	0,874
508	*цис*-1,2,4-Триметилциклогексан	55,08	126,14	0,874
510	1,1,2-Триметилциклогексан	55,10	126,14	0,874
512	*о*-Ксилол	55,24	106,08	0,827
514	C_9-олефин	55,38	126,14	0,874
516	C_9-изопарафин	55,47	128,26	0,888

Продолжение таблицы Х2.5

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания *RT*, мин	Молекулярная масса	Относительный коэффициент отклика *RRF*
518	C_9-изопарафин	55,56	128,26	0,888
520	C_9-олефин	55,63	128,20	0,874
522	*транс*-1-Этил-4-метилциклогексан	55,81	126,14	0,874
524	*цис*-1-Этил-4-метилциклогексан	55,90	126,14	0,874
526	C_9-изопарафин	56,09	128,20	0,888
528	Нонен-1	56,32	126,14	0,874
530	Изобутилциклопентан	56,45	126,14	0,874
532	C_9-изопарафин	56,74	128,20	0,888
534	*транс*-Нонен-3	56,89	126,14	0,874
536	*цис*-Нонен-3	57,03	126,14	0,874
538	C_9-изопарафин	57,16	128,20	0,888
540	*н*-Нонан	57,26	128,16	0,888
542	C_{10}-олефин	57,40	140,16	0,874
544	*транс*-Нонен-2	57,48	126,14	0,874
546	1-Метил-1-этилциклогексан	57,63	126,14	0,874
548	1-Метил-2-пропилциклопентан	57,70	126,14	0,874
550	C_{10}-олефин	57,79	140,16	0,874
552	C_{10}-изопарафин	57,87	142,17	0,887
554	C_{10}-изопарафин	57,96	142,17	0,887
556	Изопропилбензол	58,03	118,08	0,832
558	*цис*-Нонен-2	58,12	126,14	0,874
560	*трет*-Бутилциклопентан	58,15	126,14	0,874
562	C_9-олефины	58,30	126,14	0,874
564	Нонен	58,42	126,24	0,874
566	Изопропилциклогексан	58,47	126,14	0,874
568	3,3,5-Триметилгептан	58,61	142,17	0,887
570	2,2-Диметилоктан	58,78	142,17	0,887
572	2,4-Диметилоктан	58,90	142,17	0,887
574	1-Метил-4-изопропилциклогексан	59,00	140,16	0,874
576	*втор*-Бутилциклопентан	59,16	126,14	0,874
578	Пропилциклогексан	59,19	126,14	0,874
580	2,5-Диметилоктан	59,31	142,17	0,887
582	Бутилциклопентан	59,62	126,14	0,874
584	2,6-Диметилоктан	59,63	142,17	0,887
586	3,6-Диметилоктан	59,97	142,17	0,887
588	1-Метил-2-этилциклогексан	60,05	126,14	0,874
590	C_{10}-олефин	60,21	140,16	0,874
592	Пропилбензол	60,30	120,09	0,832
594	3,3-Диметилоктан	60,51	142,17	0,887
596	3-Метил-5-этилгептан	60,61	142,17	0,887
598	C_{10}-олефин	60,69	140,16	0,874
600	1-Этил-3-метилбензол	60,87	120,09	0,832
602	1-Этил-4-метилбензол	61,01	120,09	0,832
604	Нафтен	61,26	140,27	0,874

Продолжение таблицы Х2.5

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания *RT*, мин	Молекулярная масса	Относительный коэффициент отклика *RRF*
606	1,3,5-Триметилбензол	61,30	120,09	0,832
608	2,3-Диметилоктан	61,43	142,17	0,887
610	5-Метилнонан	61,83	142,17	0,887
612	4-Метилнонан	61,95	142,17	0,887
614	2-Метилнонан	62,11	142,17	0,887
616	1-Этил-2-метилбензол	62,21	120,09	0,832
618	3-Этилоктан	65,37	142,17	0,887
620	Нафтен	62,45	140,16	0,874
622	3-Метилнонан	62,58	142,17	0,887
624	C_{10}-олефин	62,77	140,16	0,874
626	C_{10}-изопарафин	62,92	142,17	0,887
628	C_{10}-изопарафин	62,99	142,17	0,887
630	1,2,4-Триметилбензол	63,18	120,09	0,832
632	C_{10}-изопарафин	63,30	142,17	0,887
634	C_{10}-изопарафин	63,37	142,17	0,887
636	Изобутилциклогексан	63,51	140,27	0,874
638	C_{10}-изопарафин	63,62	142,28	0,887
640	C_{10}-изопарафин	63,67	142,37	0,887
642	Децен-1	63,72	140,27	0,874
644	C_{10}-изопарафин	63,81	142,28	0,887
646	C_{10}-изопарафин	63,92	142,17	0,887
648	C_{10}-ароматический углеводород	63,99	134,11	0,837
654	Изобутилбензол	64,11	134,11	0,837
656	*транс*-1-Метил-2-пропилциклогексан	64,24	140,16	0,874
652	Нафтен	64,26	140,16	0,874
650	C_{10}-изопарафин	64,29	142,17	0,887
658	C_{10}-изопарафин	64,36	142,17	0,887
660	*втор*-Бутилбензол	64,38	134,11	0,837
662	*н*-Декан	64,49	142,17	0,887
664	C_{11}-изопарафин	64,65	156,19	0,886
666	C_{11}-изопарафин	64,74	156,19	0,886
668	1,2,3-Триметилбензол	65,01	120,09	0,832
670	1-Метил-3-изопропилбензол	65,10	134,11	0,837
674	1-Метил-4-изопропилбензол	65,32	134,11	0,837
676	C_{11}-изопарафин	65,47	156,19	0,886
672	C_{11}-изопарафин	65,50	156,19	0,886
678	C_{11}-изопарафин	65,57	156,19	0,886
680	2,3-Дигидроинден	65,75	118,08	0,819
682	*втор*-Бутилциклогексан	66,07	140,16	0,874
684	C_{11}-изопарафин	66,12	156,19	0,886
686	1-Метил-2-изопропилбензол	66,15	134,11	0,837
688	3-Этилнонан	66,31	156,19	0,886
690	C_{11}-изопарафин	66,38	156,19	0,886
692	Нафтен	66,48	140,16	0,874

Продолжение таблицы Х2.5

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания *RT*, мин	Молекулярная масса	Относительный коэффициент отклика *RRF*
694	C_{11}-изопарафин	66,63	126,19	0,886
696	1,3-Диэтилбензол	66,84	134,11	0,837
698	1-Метил-3-пропилбензол	67,01	134,11	0,837
700	1,4-Диэтилбензол	67,10	134,11	0,837
702	1-Метил-4-пропилбензол	67,25	134,11	0,837
704	Бутилбензол	67,32	134,11	0,837
706	3,5-Диметил-1-этилбензол	67,42	134,11	0,837
708	1,2-Диэтилбензол	67,59	134,11	0,837
710	C_{11}-изопарафин	67,86	156,19	0,886
712	C_{10}-ароматический углеводород	67,98	134,11	0,837
714	C_{10}-ароматический углеводород	68,01	134,11	0,837
716	C_{10}-ароматический углеводород	68,09	134,11	0,837
718	1-Метил-2-пропилбензол	68,14	134,11	0,837
720	C_{10}-ароматический углеводород	68,14	134,22	0,837
722	5-Метилдекан	68,17	156,19	0,886
724	4-Метилдекан	68,20	156,19	0,886
726	2-Метилдекан	68,25	156,32	0,886
728	C_{11}-изопарафин	68,36	156,19	0,886
730	1,4-Диметил-2-этилбензол	68,59	134,11	0,837
732	1,3-Диметил-4-этилбензол	68,71	134,11	0,837
734	C_{11}-изопарафин	68,77	156,19	0,886
736	3-Триметилдекан	68,95	156,19	0,886
738	C_1-индан	68,99	132,21	0,837
740	1,2-Диметил-4-этилбензол + C_1-индан	69,05	134,11	0,837
742	C_{11}-изопарафин	69,12	156,19	0,886
744	1,3-Диметил-2-этилбензол	69,48	134,11	0,837
746	C_{11}-изопарафин	69,78	156,19	0,886
748	C_{11}-изопарафин	69,92	156,19	0,886
750	1-Метил-4-*трет*-бутилбензол	70,06	148,13	0,840
752	1,2-Диметил-3-этилбензол	70,18	134,11	0,837
754	1-Этил-2-изопропилбензол	70,35	148,13	0,840
756	*н*-Ундекан	70,49	156,19	0,886
758	1-Этил-4-изопропилбензол	70,57	148,13	0,840
760	C_{12}-изопарафин	70,70	170,20	0,885
762	1,2,4,5-Тетраметилбензол	70,82	134,11	0,837
764	2-Метилбутилбензол	70,90	148,13	0,840
766	1,2,3,5-Тетраметилбензол	71,00	134,11	0,837
768	3-Метилбутилбензол	71,03	148,25	0,840
770	C_{11}-ароматический углеводород	71,04	148,13	0,840
772	C_{12}-изопарафин	71,14	170,20	0,885
774	C_{11}-ароматический углеводород	71,33	148,13	0,840
776	C_{11}-ароматический углеводород	71,41	148,13	0,840
778	C_{11}-ароматический углеводород	71,47	148,13	0,840
780	1-*трет*-Бутил-2-метилбензол	71,69	148,13	0,840

Продолжение таблицы Х2.5

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания *RT*, мин	Молекулярная масса	Относительный коэффициент отклика *RRF*
782	C_{11}-ароматический углеводород	71,80	148,13	0,840
784	1-Этил-2-пропилбензол	71,86	148,13	0,840
786	C_{11}-ароматический углеводород	72,03	148,13	0,840
788	C_{11}-ароматический углеводород	72,17	148,13	0,840
790	C_{11}-ароматический углеводород	72,24	148,13	0,840
792	1-Метил-3-бутилбензол	72,35	148,13	0,840
794	C_{11}-ароматический углеводород	72,47	148,25	0,840
796	1,2,3,4-Тетраметилбензол + C_{11}-ароматический углеводород	72,54	148,25	0,840
798	Пентилбензол	72,73	148,13	0,840
800	*транс*-1-Метил-2-(4-метилпентил)-циклопентан	72,80	168,33	0,874
802	C_{11}-ароматический углеводород	72,95	148,13	0,840
804	C_{11}-ароматический углеводород	73,16	148,13	0,840
806	C_{11}-ароматический углеводород	73,19	148,13	0,840
808	C_{12}-изопарафин	73,23	170,20	0,885
810	1,2,3,4-Тетрагидронафталин	73,35	132,09	0,824
812	1-*трет*-Бутил-3,5-диметилбензол	73,53	162,30	0,843
814	Нафталин	73,72	128,06	0,799
816	1,1-Диметилиндан	73,82	146,10	0,829
818	1,2-Диметилиндан	73,92	146,10	0,829
820	1,6-Диметилиндан	74,00	146,10	0,829
822	C_{11}-ароматический углеводород	74,10	148,25	0,840
824	1-Этилиндан	74,18	146,10	0,829
826	2-Этилиндан	74,33	146,10	0,829
828	Этил-1,3,5-триметилбензол	74,44	148,25	0,840
830	1,3-Дипропилбензол	74,61	162,34	0,843
832	*н*-Додекан	74,98	170,20	0,885
834	Этил-1,2,4-триметилбензол	75,38	148,25	0,840
836	C_{11}-ароматический углеводород	75,61	148,10	0,840
838	C_{11}-ароматический углеводород	75,90	148,13	0,840
840	C_{12}-ароматический углеводород + C_2-индан	75,98	162,30	0,843
842	2,4-Диметилиндан	76,07	146,10	0,829
844	4-Этилиндан	76,20	146,10	0,829
846	1-*трет*-Бутил-4-этилбензол	76,30	162,30	0,843
848	1,3-Диметилиндан	77,10	146,10	0,829
850	1-Метил-4-пентилбензол	77,20	162,30	0,843
852	4,7-Диметилиндан	77,23	146,10	0,829
854	5,6-Диметилиндан	77,26	146,10	0,829
856	C_{12}-ароматический углеводород	77,30	162,30	0,843
858	Гексилбензол	77,33	162,30	0,843
860	C_6-бензол	77,36	162,30	0,843
862	C_6-бензол	77,45	162,30	0,843
864	C_6-бензол	77,50	162,30	0,843
866	4,5-Диметилиндан	77,60	146,10	0,829

Окончание таблицы Х2.5

Номер пика	Наименование компонента	Время удерживания *RT*, мин	Молекулярная масса	Относительный коэффициент отклика *RRF*
868	C_6-бензол	77,75	162,30	0,843
870	2-Метилнафталин	78,09	142,08	0,806
872	C_6-бензол	78,19	162,30	0,843
874	C_6-бензол	78,28	162,30	0,843
876	*н*-Тридекан	78,54	184,22	0,884
878	1-Метилнафталин	78,64	142,08	0,806
880	C_6-бензол	79,15	162,30	0,843
882	C_2-тетралин	79,66	160,20	0,843
884	C_6-бензол	80,11	162,30	0,843
886	C_6-бензол	80,49	162,30	0,843
888	C_{13}-изопарафин	80,87	184,22	0,883
890	*транс*-Децен-7	81,24	140,20	0,874
895	2,6-Диметилнафталин	81,38	156,30	0,812
900	2,7-Диметилнафталин	81,50	156,30	0,812
905	*н*-Тетрадекан	81,59	198,34	0,883
910	1,3-Диметилнафталин	82,43	156,30	0,812
940	1,2-Диметилнафталин	82,55	156,30	0,812
950	*н*-Пентадекан	82,57	212,34	0,883
915	1,6-Диметилнафталин	82,59	156,30	0,812
925	1,4-Диметилнафталин	82,86	156,30	0,812
920	1,5-Диметилнафталин	83,01	156,30	0,812
930	Аценафтилен	83,26	156,30	0,801

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных стандартов АСТМ национальным стандартам Российской Федерации (и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам)

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного стандарта АСТМ	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
АСТМ Д 1319—14	NEQ	ГОСТ Р 52063—2003 «Нефтепродукты жидкие. Определение группового углеводородного состава методом флуоресцентной индикаторной адсорбции»
АСТМ Д 1744—13	—	*
АСТМ Д 4815—15а	—	*
АСТМ Д 5599—15	NEQ	ГОСТ Р 54282—2010 «Бензин. Определение оксигенатов методом газовой хроматографии с селективным пламенно-ионизационным детектированием по кислороду»
АСТМ Д 5623—94(2014)	—	*
АСТМ Д 6839—13	—	*
АСТМ Е 355—96(2014)	—	*

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного стандарта АСТМ.

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

NEQ — неэквивалентные стандарты.

УДК 665.733:543.631:543.544.32:006.354 ОКС 75.160.20

Ключевые слова: моторные топлива для двигателей с искровым зажиганием, определение компонентного состава, газовая хроматография, высокоэффективная капиллярная колонка длиной 100 м

Редактор *Л.И. Нахимова*
Технический редактор *В.Ю. Фотиева*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 13.05.2016. Подписано в печать 30.05.2016. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 9,77. Уч.-изд. л. 9,20. Тираж 35 экз. Зак. 1350

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru