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

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ ISO 16000-29— 2017

ВОЗДУХ ЗАМКНУТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Часть 29

Методы испытаний детекторов ЛОС

(ISO 16000-29:2014, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены в ГОСТ 1.0—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АО «НИЦ КД») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии международного стандарта, указанного в пункте 5

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 ноября 2017 г. № 52)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Азербайджан	AZ	Азстандарт
Армения	AM	Минэкономики Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Грузия	GE	Грузстандарт
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Институт стандартизации Молдовы
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Туркменистан	TM	Главгосслужба «Туркменстандартлары»
Узбекистан	UZ	Узстандарт
Украина	UA	Минэкономразвития Украины

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 мая 2018 г. № 248-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 16000-29—2017 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2019 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 16000-29:2014 «Воздух замкнутых помещений. Часть 29. Методы испытаний детекторов ЛОС» («Indoor air — Part 29: Test methods for VOC detectors», IDT).

Международный стандарт разработан подкомитетом ISO/TC 146/SC 6 «Воздух замкнутых помещений» технического комитета по стандартизации ISO/TC 146 «Качество воздуха» Международной организации по стандартизации (ISO).

Официальные экземпляры международного стандарта, на основе которого подготовлен настоящий межгосударственный стандарт, и международных стандартов, на которые даны ссылки, имеются в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии.

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© ISO, 2014 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2018

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Основные принципы 2
5 Проведение испытаний 3
6 Протокол испытаний 8
Приложение А (справочное) Перечень эксплуатационных требований 9
Приложение В (справочное) Испытательное оборудование 10
Приложение С (обязательное) Выбор испытательного газа 11
Приложение D (справочное) Метод с использованием диффузионной трубки 23
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам 31
Библиография 32

Введение

Летучие органические соединения (ЛОС) в воздухе замкнутых помещений диффундируют из строительных материалов, связующих веществ, мебели, пестицидов и других источников. В таких случаях используют детекторы ЛОС для скрининга, мониторинга содержания ЛОС в замкнутом помещении, локализации источников, контролирования вентиляционных систем и т. п. По этой причине желательно использовать высокочувствительные детекторы ЛОС, которые способны обнаружить целый ряд соединений внутри здания. В соответствии со сложившейся ситуацией детекторы ЛОС имеются в свободной продаже. Настоящий стандарт содержит важные количественные и технические требования к методам определения ЛОС, предназначенным для улучшения надежности их обнаружения и формирования более широкой области применения детекторов.

Различные методы измерения ЛОС также приведены в [1] — [7] и [9].

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

ВОЗДУХ ЗАМКНУТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Часть 29

Методы испытаний детекторов ЛОС

Indoor air. Part 29. Test methods for VOC detectors

Дата введения — 2019—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методы испытания эффективности детекторов летучих органических веществ (ЛОС), предназначенных для мониторинга содержания ЛОС в воздухе замкнутых жилых и нежилых помещений, а также для контроля качества воздуха в этих помещениях в портативном, передвижном и дистанционном режимах использования. Под положения настоящего стандарта подпадают детекторы ЛОС в целом, а также детекторы отдельных соединений. Настоящий стандарт устанавливает требования, применимые только к методу определения таких характеристик детекторов ЛОС, как время отклика, стабильность и диапазон измерения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие международные стандарты:

IEC 61000-4-1, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-1: Testing and measurement techniques. Overview of IEC 61000-4 series (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-1. Методы испытаний и измерений. Обзор стандартов МЭК серии 61000-4)

IEC 61000-4-3, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-3: Testing and measurement techniques. Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-3. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к воздействию электромагнитного поля с излучением на радиочастоте)

IEC 61000-4-4, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-4: Testing and measurement techniques. Electrical fast transient/burst immunity test (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-4. Методы испытаний и измерений. Испытания на невосприимчивость к быстрым переходным процессам и всплескам)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **аспирационный детектор ЛОС** (aspirated VOC detector): Детектор ЛОС, в котором испытательный газ подается к датчику(кам) ЛОС принудительно (например, с помощью насоса для отбора проб газа с перепадом давления для создания потока испытательного газа)

3.2 **очищенный воздух** (clean air): Воздух, свободный от обнаруживаемых примесей.

Примечание — Применительно к настоящему стандарту примесями являются ЛОС, горючий газ и мешающий газ.

Издание официальное

3.3 **детектор ЛОС диффузионного типа** (diffusion type VOC detector): Детектор ЛОС, в котором перенос ЛОС в газообразной форме из атмосферы к датчику газа происходит посредством случайного перемещения молекул, т. е. в условиях, в которых аспирационный поток отсутствует.

3.4 **конечный показатель** (final indication): Установившееся или выведенное на дисплей стабильное значение.

Примечание — Применительно к настоящему стандарту показатель отражает содержание ЛОС, определенное детектором.

3.5 **детектор ЛОС** (VOC detector): Устройство с интегрированным или дистанционным датчиком, предназначенное для мониторинга ЛОС.

3.6 **чувствительный элемент ЛОС** (VOC sensing element): Компонент датчика, который откликается на изменение содержания ЛОС.

3.7 **датчик ЛОС** (VOC sensor): Устройство для детектирования, включающее чувствительный элемент, содержащее компоненты схемы, связанные с этим чувствительным элементом.

3.8 **мешающее вещество** (interferent): Любое вещество, воздействие которого негативно сказывается на точности обнаружения.

Примечание — Применительно к настоящему стандарту точность обнаружения относится к конечному показателю детектора ЛОС.

3.9 **отравление** (poisoning): Явление, вызываемое любым мешающим веществом, которое постоянно воздействует на чувствительность датчика.

Примечание — Применительно к настоящему стандарту чувствительный элемент используют для детектора ЛОС.

3.10 **стабилизация** (stabilization): Состояние, в котором три последовательных показания детектора ЛОС не изменяются более чем на 10 % от содержания испытательного газа.

3.11 **испытательный газ** (test gas): Смесь чистого воздуха с известным содержанием одного или нескольких ЛОС.

Примечание — Применительно к настоящему стандарту испытательный газ используют для определения эффективности детектора ЛОС.

3.12 **летучее органическое соединение; ЛОС** (volatile organic compound; VOC): Органическое соединение, температура кипения которого находится в диапазоне от (50—100) °С до (240—260) °С.

Примечания

1 Данная классификация установлена Всемирной организацией здравоохранения.

2 Температуру кипения некоторых соединений трудно или невозможно определить из-за того, что они разлагаются до начала кипения при атмосферном давлении. Давление насыщенного пара также является критерием летучести органических соединений, который может быть использован для классификации органических веществ [3].

3.13 **время установления рабочего режима** (warm-up time): Интервал времени после включения устройства до момента, когда оно готово к измерениям.

Примечание — Применительно к настоящему стандарту под устройством в данном случае подразумевают детектор ЛОС.

4 Основные принципы

Детекторы ЛОС предназначены для выявления одного или нескольких ЛОС. Существуют методы испытания для оценки эффективности таких детекторов. Детекторы ЛОС разделяют на две категории: одни детекторы предназначены для обнаружения отдельного конкретного ЛОС, а другие — для смесей. В случае детектора для отдельного ЛОС содержание этого соединения определяют после испытания стандартного испытательного газа, содержащего ЛОС как один из компонентов. Компоненты стандартного испытательного газа для детекторов при определении смеси ЛОС определяют экспериментально в соответствии с приложением С. Для того, чтобы повысить надежность детекторов ЛОС, в настоящем стандарте установлены методы испытания детекторов ЛОС, которые также оценивают время отклика, стабильность, степень отравления и т. п.

Существует несколько типов детекторов ЛОС с различными принципами детектирования, такие как детекторы полупроводникового, фото-ионизационного (ФИД) типа и детекторы с ионизацией электрораспылением (ИЭР) с повышенным отражением помех. В основе принципа работы полупроводникового детектора лежит изменение электропроводности, которое происходит при хемосорбции на поверхности нагретого чувствительного элемента под воздействием газа, отличающегося от воздуха. Содержание газа определяют посредством измерения изменения сопротивления. В ФИД принцип обнаружения основан на ионизации газов под действием УФ-излучения от специальной лампы с известной длиной волны и, следовательно, энергии фотонов, обычно измеряемой в электрон-вольтах (например, 10,6 эВ). Детектор ФИД может обнаружить большинство смесей ЛОС. Потенциал ионизации различных веществ можно найти в различной литературе или получить данные от поставщика самого прибора. Принцип работы детекторов ИЭР с повышенным отражением помех основан на адсорбции смеси ЛОС на полимерную пленку. При набухании полимерной пленки увеличивается ее толщина. Такое изменение толщины пленки определяют по коэффициенту отражения толстого слоя с помощью светодиодной лампы.

Примечание — Диапазоны содержания ЛОС, заданные для каждого типа детектора, когда это касается измерения смеси в условиях окружающей среды, не являются эквивалентными ввиду различного характера принципов детектирования. Даже если каждый детектор будет откалиброван с помощью одной и той же калибровочной газовой смеси, то это не приведет к эквивалентности измерений в условиях окружающей среды. Значение содержания смеси ЛОС, полученное от любого такого детектора, не будет эквивалентно значениям ЛОС или общих летучих органических соединений (ОЛОС), определенным по ISO 16000-6.

5 Проведение испытаний

5.1 Требования к испытаниям

5.1.1 Количество проб

Испытания следует проводить на одном детекторе ЛОС. Другой детектор ЛОС можно использовать для определения степени отравления (см. 5.4.10).

5.1.2 Последовательность испытаний

В начале серии должно быть проведено испытание на падение с высоты. Другие испытания, установленные в 5.4, должны быть проведены в последовательности, определенной организацией, выполняющей эти испытания.

5.1.3 Подготовка детектора ЛОС перед испытанием

Детектор ЛОС необходимо подготовить к испытаниям и установить таким же образом, как при обычном применении, в соответствии с инструкциями по эксплуатации, включая все необходимые крепления, начальные настройки, калибровку и время прогрева. Чтобы сохранить детектор в рабочем состоянии, калибровку и настройки, включая настройку нуля и настройку диапазона, можно осуществлять, при необходимости, в начале каждого испытания.

a) Детекторы, питаемые от аккумуляторной батареи: Если предусмотрена индикация состояния батареи для детекторов с питанием от встроенной батареи, то характер и цель этой индикации необходимо проверить по инструкции.

b) Детекторы с программным управлением: В детекторах с программным управлением необходимо учитывать риски, возникающие в результате ошибок в программе, включая неопределенности преобразования и ошибки передачи данных.

5.1.4 Эксплуатационные требования

Руководство по эксплуатационным требованиям, установленным в испытании, приведено в приложении А.

5.2 Испытательное оборудование

Рекомендуемое оборудование для подачи газа закрытого, проточного или камерного типа приведено в приложении В. Также может быть использовано альтернативное оборудование. Необходимо следовать методике испытания, определенной для каждого метода. В случаях, когда для ввода испытательного газа в детектор используют маску, конструкция и функционирование маски (особенно давление и скорость внутри нее) не должны оказывать недопустимое влияние на отклик детектора или получаемые результаты.

Необходимо использовать камеру, которую можно герметизировать и контролировать в ней условия температуры, влажности и концентрации испытательного газа. Камеру изготавливают из материалов, не способных в значительной степени абсорбировать и десорбировать смеси ЛОС, например из нержавеющей стали. Описание типа испытательного оборудования должно быть приведено при указании результатов испытаний в листе технических условий.

Испытательной лаборатории рекомендуется проконсультироваться с изготовителем в отношении определения конструкции маски. Изготовитель должен предоставить подходящую маску наряду с описанием предлагаемого давления или значением величины потока для применения испытательных газов с детектором ЛОС. Все другие методы, установленные в международных стандартах или технических условиях, следует использовать при условии, что такие методы продемонстрированы независимо от их обоснованности.

5.3 Условия для стандартного испытания на отклик

5.3.1 Температура

Если не указано иное, то испытания должны осуществляться при температуре (20 ± 5) °С, причем колебания температуры не должны выходить за пределы указанного интервала в течение всех испытаний.

5.3.2 Давление

Если не указано иное, то испытания должны осуществляться при давлении в диапазоне от 86 до 108 кПа, причем давление должно сохраняться постоянным в пределах ±1 кПа в течение всех испытаний.

5.3.3 Влажность

Если не указано иное, то испытания должны осуществляться при относительной влажности (RH) в пределах (50 ± 30) %, причем относительная влажность должна оставаться постоянной в пределах ± 10 % в течение всех испытаний.

5.3.4 Напряжение

Если не указано иное, то применяют детекторы, работающие от системы питания для промышленных предприятий и питающиеся от постоянного тока (DC) с заданным значением, в пределах ± 2 % от рекомендованного изготовителем напряжения электропитания и частоты.

Перед началом каждой серии испытаний детекторы, работающие от аккумуляторных батарей, должны оснащаться новыми или полностью заряженными батареями.

5.3.5 Ориентация

Детекторы ЛОС должны быть испытаны в положении, рекомендованном изготовителем и указанном в инструкции по эксплуатации.

5.4 Методы испытаний

5.4.1 Стандартное испытание на отклик

5.4.1.1 Стандартный испытательный газ

В состав стандартного испытательного газа должны входить следующие компоненты.

a) Для детекторов для определения смеси ЛОС:

1) компоненты газа [детекторы типа I и типа II являются высокочувствительными детекторами; детектор типа III является детектором с низкой чувствительностью]:

I) детектор полупроводникового типа: газовая смесь ЛОС, состоящая из *н*-октана и ксилола;

II) детектор ФИД: газовая смесь ЛОС, состоящая из толуола, *н*-декана, α-пинена, и метилизобутилкетона;

III) детектор ИЭР: газовая смесь ЛОС, состоящая из толуола, *н*-декана, α-пинена, метилизобутилкетона, *п*-дихлорбензола и бутилацетата;

2) концентрация газа: для всех типов детекторов общая концентрация каждого компонента газа должна составлять 300 мкг/м^3. Каждый компонент газа в стандартном испытательном газе должен иметь ту же концентрацию. Если это невозможно ввиду наличия пределов применения прибора, концентрация должна быть установлена максимально низкой для измерительного диапазона детекторов ЛОС.

b) Для детекторов отдельных ЛОС:

1) компонент газа: целевой газ, указанный в листе технических условий для детектора ЛОС;

2) концентрация газа: одна четвертая концентрации калибровочного газа, установленной изготовителем, при этом она должна быть ниже 1 мг/м^3.

Выбирают детектор с учетом измеряемых компонентов газа. Применяют критерии для выбора испытательных газов в соответствии с приложением С.

Неопределенность значения концентрации испытательного газа не должна превышать 5 %. Стандартный испытательный газ можно подавать, например, из баллонов или методом с использованием диффузной трубки (см. приложение D) или методом трубки для контроля проникающей способности.

Примечание — Концентрацию газа выражают как массу ЛОС в объеме 1 $м^3$ при стандартных условиях температуры 20 °С и давления 101,325 кПа.

5.4.1.2 Методика испытания

Детектор ЛОС подвергают воздействию чистого воздуха до тех пор, пока не будут достигнуты стабильные условия испытаний, указанные в 5.3.1, 5.3.2 и 5.3.3. Показатель должен фиксироваться как значение смещения. Атмосферный воздух меняют на стандартный испытательный газ и записывают конечный показатель.

5.4.2 Подтверждение точности

После калибровки и настройки в соответствии с 5.1.3, детектор ЛОС подвергают воздействию газа, состав которого соответствует 5.4.1.1, при четырех значениях концентрации, равномерно распределенных по диапазону измерения. Этот диапазон определен минимальной и максимальной измеряемыми концентрациями, при этом начинают с минимальной и заканчивают максимальной из выбранных концентраций газа. Такая операция должна осуществляться последовательно три раза.

5.4.3 Стандартное испытание на стабильность

5.4.3.1 Испытание на краткосрочную стабильность

Для таких испытаний детектор ЛОС, работающий от аккумуляторной батареи, по мере возможности должен питаться от встроенных батарей. В противном случае может быть использован внешний источник питания.

Стандартное испытание на отклик, приведенное в 5.4.1, должно быть последовательно проведено пять раз с интервалом 900 с. По окончании каждого испытания фиксируют конечный показатель для испытательного газа.

Колебания конечного показателя для испытательного газа не должны превышать ± 20 % от промежуточного показателя.

5.4.3.2 Испытание на дрейф

Детектор ЛОС должен работать непрерывно на чистом воздухе в течение 8 ч. Нулевой момент времени должен быть определен как конец периода прогрева. В нулевое время и через каждые два часа, должно быть проведено стандартное испытание на отклик в соответствии с 5.4.1 и зафиксирован конечный показатель для испытательного газа.

Колебания конечного показателя для испытательного газа не должны превышать ± 20 % от промежуточного показателя.

5.4.4 Испытание на воздействие температуры

Это испытание следует проводить в испытательной камере, обеспечивающей поддержание температуры в пространстве вокруг детектора ЛОС в пределах ± 2 °С от установленной температуры. Когда температура внутри камеры с детектором ЛОС достигла определенного значения и стабилизировалась, детектор ЛОС необходимо подвергнуть стандартному испытанию на отклик в соответствии с 5.4.1, используя очищенный воздух и испытательный газ при той же температуре. Для того чтобы избежать конденсации, точка росы чистого воздуха или испытательного газа должна быть ниже минимальной температуры в испытательной камере и оставаться постоянной в процессе испытания. Детектор ЛОС необходимо испытать при температуре 5 °С, 20 °С и 40 °С.

Расхождение между конечным показателем, полученным при испытании при каждой установленной температуре и значением, полученным при 20 °С, не должно превышать ± 20 % от этого показателя.

5.4.5 Испытание под давлением

Влияние изменения давления наблюдают, поместив детектор ЛОС в испытательную камеру, которая позволяет изменять атмосферное давление.

Испытание следует проводить в соответствии с 5.3, за исключением применения условий для давления. Стандартное испытание на отклик в соответствии с 5.4.1 проводят при давлениях 100 кПа, 80 кПа и 110 кПа с допуском ± 3 кПа. Давление поддерживают на установленном уровне в течение 5 мин перед началом каждого испытания.

Расхождение между конечным показателем, полученным при давлении 80 кПа и при 110 кПа, и конечным значением при 100 кПа не должно превышать ± 20 % от этого показателя.

5.4.6 Испытание на влагостойкость

Испытание следует проводить в соответствии с 5.3, за исключением применения условий для влажности. Стандартное испытание на отклик в соответствии с 5.4.1 проводят при относительной влажности 20 %, 50 % и 80 % с неопределенностью не более 3 %. Детектор ЛОС сначала должен стабилизироваться при (20 ± 2) °С и RH 50 %. Для испытаний при каждом значении влажности детектор ЛОС должен экспонироваться в течение как минимум 15 мин в потоке чистого воздуха, а затем испытательного газа с тем же значением влажности.

Расхождение между конечными показателями при RH 20 % и 80 % и конечным показателем при RH 50 % не должно превышать ± 30 % от этого показателя.

5.4.7 Определение скорости потока воздуха

Испытание следует проводить для детекторов диффузионного типа. Влияние скорости воздуха оценивают, поместив детектор ЛОС в испытательную камеру, подходящую для использования чистого воздуха и испытательного газа. Входное отверстие для газа у детектора ЛОС должно быть ориентировано относительно направления потока воздуха следующим образом:

a) датчик ориентируют непосредственно в направлении потока;

b) датчик ориентируют в обратную направлению потока сторону;

c) датчик ориентируют под прямым углом к направлению потока.

Направления потока, которые напрямую запрещаются изготовителем в инструкции по эксплуатации, должны быть исключены из испытания. Направления потока, которые не так часто используют на практике ввиду конструкции детектора ЛОС, также можно исключить из испытания. Все исключения необходимо указать в протоколе испытаний.

Необходимо провести стандартное испытание на отклик, приведенное в 5.4.1, и зафиксировать конечный показатель для испытательного газа. Измерения должны проводиться при скорости потока воздуха 0,3 м/с и 0,1 м/с с допуском ± 0,05 м/с.

Расхождение между конечными показателями при скорости потока воздуха 0,3 м/с и 0,1 м/с и конечным показателем при нулевой скорости воздуха не должно превышать ± 20 % от этого показателя.

5.4.8 Испытание времени отклика и времени восстановления

Детектор ЛОС должен быть подвергнут поэтапным изменениям от чистого воздуха до стандартного испытательного газа и от стандартного испытательного газа до чистого воздуха. Необходимо измерить время отклика t(90) и время восстановления t(10). Для оценки t(90) и t(10) интервал сбора данных должен составлять минимум 2 с. Результаты испытания детектора ЛОС без использования карты памяти или карты выходных данных должны быть подтверждены документально иными средствами, такими как видеозапись.

Время отклика t(90) должно составлять максимум 300 с. Время восстановления t(10) должно составлять максимум 600 с.

Примечания

1 Время отклика t(90) представляет собой временной интервал, при условии нахождения детекторов ЛОС в состоянии измерения, между моментом, когда на входе дистанционного датчика ЛОС или детекторов ЛОС с интегрированным датчиком ЛОС производится мгновенная смена чистого воздуха на стандартный испытательный газ, и моментом, когда отклик достигает 90 % от конечного показателя.

2 Время восстановления t(10) представляет собой временной интервал, при условии нахождения детекторов ЛОС в состоянии измерения, между моментом, когда на входе дистанционного датчика ЛОС или детекторов ЛОС с интегрированным датчиком производится мгновенная смена чистого воздуха на стандартный испытательный газ, и моментом, когда отклик достигает установленного процента (10 %) от конечного показателя для стандартного испытательного газа.

5.4.9 Определение помех

Чувствительность детектора ЛОС к другим газам оценивают с помощью методики испытаний, приведенной в 5.4.1, за исключением того, что в этом испытании в испытательный газ должен быть добавлен диоксид углерода концентрацией (2 800 ± 140) мг/м^3.

Детекторы ФИД можно не испытывать на определение помех от диоксида углерода. Если мешающие газы в соответствующих концентрациях перечислены изготовителем, то необходимо испытать отклик детектора ЛОС для этих газов.

Конечный показатель для диоксида углерода не должен превышать 20 % от конечного показателя стандартного испытания на отклик.

5.4.10 Испытание на отравление

Детектор ЛОС в рабочем состоянии подвергают воздействию гексаметилдисилоксана (ГМДС) концентрацией $(6,6 \pm 2,2) \cdot 10^4$ мкг/м^3 в течение 60 мин. Испытания на воздействие ГМДС можно проводить с использованием сухого газа. Если отравляющие газы в соответствующих концентрациях перечислены изготовителем, то следует провести испытание на отравление для этих газов.

По истечении 60 мин детектор ЛОС в рабочем состоянии следует подвергнуть воздействию чистого воздуха в течение 60 мин с последующим стандартным испытанием на отклик в соответствии с 5.4.1.

Расхождение между конечным показателем стандартного испытания на отклик после испытания на отравление и конечным показателем стандартного испытания на отклик перед испытанием на отравление не должно превышать ± 20 % от этого показателя.

5.4.11 Испытание работы вне диапазона измерений

Детектор ЛОС в рабочем состоянии подвергают воздействию испытательного газа с тем же самым компонентом, что и в стандартном испытательном газе. Концентрация испытательного газа должна быть в 1,5 раза выше, чем верхний предел измерительного диапазона для 3 мин, если при этом концентрация не выходит за нижний предел допустимой концентрации взрывчатых веществ. Затем детекторы ЛОС подвергают воздействию чистого воздуха в течение 20 мин с последующим стандартным испытанием на отклик в соответствии с 5.4.1.

Расхождение между конечным показателем стандартного испытания на отклик после работы вне измерительного диапазона и конечным показателем испытания на отклик перед работой вне измерительного диапазона не должно превышать ± 20 % от этого показателя.

5.4.12 Испытание на падение с высоты

Перед испытанием и по его завершении детекторы подвергают воздействию чистого воздуха с последующим стандартным испытанием на отклик в соответствии с 5.4.1. Упакованные детекторы бросают с высоты 1 м (передвижные) или 0,3 м (портативные) на бетонную поверхность и наблюдают свободное падение. Если изготовитель рекомендует использовать детектор в футляре для переноски, испытание должно осуществляться в этом футляре.

5.4.13 Испытание на вибрацию

5.4.13.1 Испытательное оборудование

Машина для вибрационных испытаний должна состоять из вибрационного столика, обеспечивающего вибрацию переменной частоты и переменного смещения (от максимума до минимума), с установленным на столике детектором, в соответствии с описанными ниже процедурами.

5.4.13.2 Методика

Упакованный детектор устанавливают на вибрационный столик так же, как для сервисного использования, включая все упругие опоры и поддерживающие или удерживающие устройства, которые предоставляются в качестве стандартных деталей детекторов.

Упакованный детектор должен быть запитан, установлен на вибрационную испытательную машину и подвергнут воздействию вибрации последовательно в каждой из трех плоскостей, параллельных каждой из трех главных осей детектора. Упакованные детекторы должны вибрировать в диапазоне частот, установленном при амплитудном или максимальном постоянном ускорении, заданном в 5.4.13.3, в течение 1 ч в каждой из трех взаимно перпендикулярных плоскостей. Скорость изменения частоты не должна превышать 10 Гц/мин. Перед и после завершения испытания необходимо провести испытание на стандартный отклик в соответствии с 5.4.1.

5.4.13.3 Уровни вибраций

Для упакованных детекторов значения вибраций должны быть следующими:

- от 10 до 30 Гц, 1,0 мм двойной амплитуды;
- от 31 до 150 Гц, 19,6 м/с^2 пик ускорения.

5.4.14 Испытание на изменение напряжения источника питания

Детектор ЛОС должен быть настроен при нормальных условиях, установленных в 5.3, при номинальном напряжении электропитания, задаваемом изготовителем как рекомендованное рабочее напряжение детекторов ЛОС и, в случаях, если это необходимо, как номинальная частота. Стандартное испытание на отклик в соответствии с 5.4.1 следует проводить при 80 % минимального номинального напряжения электропитания и 115 % максимального номинального напряжения электропитания.

Там, где изготовитель детектора ЛОС устанавливает диапазон напряжения электропитания, отличающийся от установленного выше, детектор ЛОС должен быть испытан при верхнем и нижнем предельных значениях диапазона напряжения электропитания, установленного изготовителем.

Детекторы, работающие от аккумуляторной батареи, можно не испытывать на колебания напряжения электропитания.

Расхождение между конечными показателями при 80 % и 115 % номинального напряжения электропитания от конечного показателя для номинального напряжения электропитания не должно превышать ± 20 % от этого показателя.

5.4.15 Испытание на кратковременную неустойчивость в электропитании

Детектор ЛОС должен быть настроен при нормальных условиях, установленных в 5.3. Детекторы ЛОС должны испытываться согласно IEC 61000-4-4, жесткость условий испытания 2. Следует использовать методику для типовых испытаний. Продолжительность испытаний должна составлять 1 мин для каждой испытуемой линии или карты. Такие испытания с детекторами ЛОС следует проводить в чистом воздухе.

5.4.16 Испытание под действием электромагнитного поля

Детектор ЛОС подлежит испытанию методом, используемым в испытаниях на устойчивость к электромагнитному излучению, установленным в IEC 61000-4-1 и IEC 61000-4-3. Требования к испытанию должны выполняться при жесткости условий испытания 2 и силе электромагнитного поля 3 В/м.

5.4.17 Испытание емкости батареи

При полностью заряженной батарее в начале испытания детекторы должны работать в чистом воздухе в течение:

a) 8 ч, если детекторы оснащены выключателем, которым управляет пользователь;

b) 10 ч, если нет выключателя;

c) любой длительный срок, установленный изготовителем.

В конце установленного периода необходимо выполнить стандартное испытание на отклик в соответствии с 5.4.1.

6 Протокол испытаний

Каждый протокол испытаний должен включать, как минимум, следующую информацию:

a) заголовок;

b) наименование и адрес лаборатории;

c) уникальный идентификационный номер протокола испытания (например, серийный номер), идентификационный номер на каждой странице, чтобы гарантировать признание выбранной страницы частью протокола, и четкое обозначение конца протокола испытания;

d) наименование и адрес заказчика;

e) идентификацию использованного метода;

f) описание, параметры и однозначную идентификацию испытуемых изделий;

g) компонент(ы) газа и концентрация использованного испытательного газа;

h) методику испытания;

i) дату получения испытуемых изделий, в случаях, где это важно для подтверждения и применимости результатов;

j) результаты испытаний;

k) Ф.И.О, должность и подпись или эквивалентная информация для идентификации лиц(а), визирующего(их) данный протокол.

Копии протокола испытаний на бумажном носителе также должны включать номера страниц и общее количество страниц.

Приложение А
(справочное)

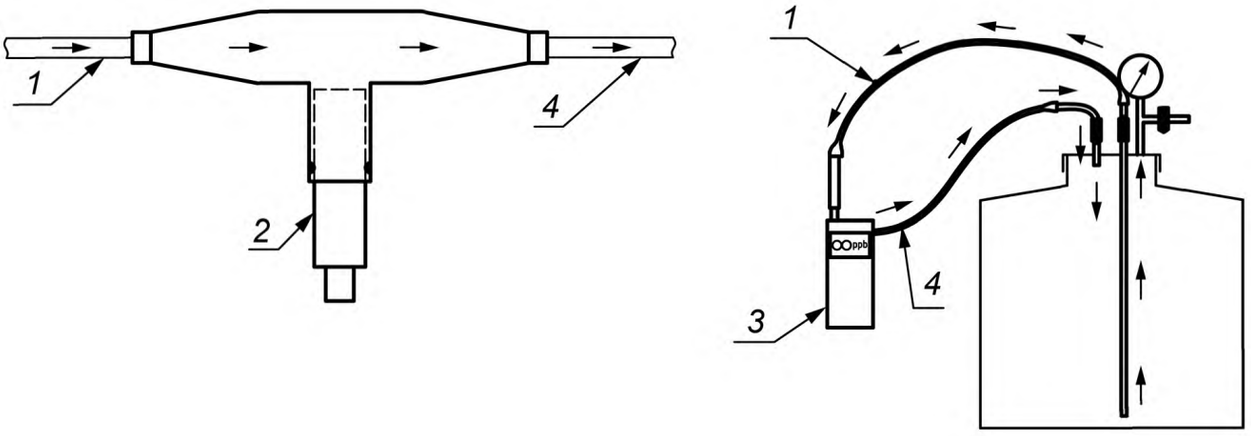
Перечень эксплуатационных требований

Таблица А.1 — Эксплуатационные требования

Подраздел	Испытания	Ограничения для оборудования
5.4.3.1	Испытание на краткосрочную стабильность	Изменчивость конечного показателя: ± 20 % от показателя
5.4.3.2	Испытание на дрейф	Изменчивость конечного показателя: ± 20 % от показателя
5.4.4	Испытание на воздействие температуры	± 20 % от показателя при 20 °С (испытания при 5 °С, 20 °С, 40 °С)
5.4.5	Испытание под давлением	± 20 % от показателя при 100 кПа (испытания при 80 кПа, 100 кПа, 110 кПа)
5.4.6	Испытание на влагостойкость	± 30 % от показателя при 50 % RH (испытания при 20 % RH, 50 % RH, 80 % RH)
5.4.7	Определение скорости потока воздуха	± 20 % от показателя при 0 м/с (испытания при 0,3 м/с, 0,1 м/с)
5.4.8	Испытание времени отклика и времени восстановления	t(90) максимум за 300 с, t(10) максимум за 600 с
5.4.9	Определение помех	Изменчивость конечного показателя для испытательного газа: максимум 20 % от конечного показателя стандартного испытания на отклик
5.4.10	Испытание на отравление	Изменчивость конечного показателя после испытания: ± 20 % от показателя
5.4.11	Испытание работы вне диапазона измерений	Изменчивость конечного показателя после испытания: ± 20 % от показателя
5.4.14	Испытание на изменение напряжения источника питания	± 20 % показателя от 100 %-ного номинального напряжения электропитания (испытания при 80 %, 100 %, 115 %)

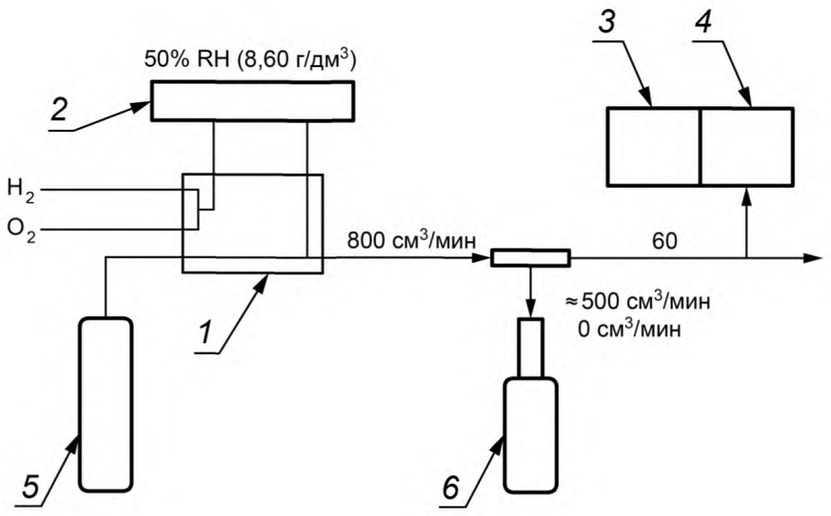
Приложение В
(справочное)

Испытательное оборудование



1 — ввод газа; *2* — зонд датчика; *3* — детектор ЛОС; *4* — выход газа

Рисунок В.1 — Маска (слева), испытательное оборудование камерного типа (справа)



1 — газовая смесь; *2* — увлажнитель, оборудованный терморегулятором, который контролирует давление насыщенного водяного пара, чтобы поддерживать относительную влажность на уровне 20 %, 50 % или 80 % RH при стандартной температуре 20 °С; *3* — ГХ-МСД; *4* — газовый холодильник; *5* — газовый баллон или газогенераторная система; *6* — детектор ЛОС (полупроводниковый детектор, фотоионизационный детектор, детектор ИЭР)

Рисунок В.2 — Испытательное оборудование проточного типа

Приложение С
(обязательное)

Выбор испытательного газа

С.1 Детекторы ЛОС

Данное исследование было проведено на трех типовых детекторах ЛОС для определения оптимального состава испытательного газа для каждого из них. Было использовано три типовых детектора, работающих на различных принципах [МОП (металл-оксидный полупроводник), ФИД и ИЭР].

Высокочувствительный детектор:

- МОП: Handy TVOC monitor FTVR-01[1)];
- ФИД: ppbRAE3000[2)], оснащенный УФ-лампой на 10,6 эВ.

Низкочувствительный детектор:

- ИЭР: Handy VOC sensor VOC-121H[3)].

В таблице С.1 показаны важные технические характеристики трех рассмотренных детекторов. Основные свойства этих детекторов, такие как предел обнаружения, разрешение, точность, температура и влажность в данном исследовании не проверялись. Следовательно, условия измерения параметров чувствительности к газу, т. е. температуры и влажности, были сохранены постоянными согласно спецификациям на портативные детекторы в соответствии с С.4. Детекторы типа МОП и ФИД могут отслеживать содержание ЛОС в домашних условиях и на предприятиях (вплоть до $4{,}1 \cdot 10^3$ мкг/м^3 в толуоловом эквиваленте) и содержания ЛОС в производственных помещениях (вплоть до $4{,}1 \cdot 10^4$ мкг/м^3 в толуоловом эквиваленте). Детектор ИЭР может отслеживать в основном содержание, обнаруживаемое в производственных помещениях. В исследовании детекторы МОП и ФИД были испытаны при содержании приблизительно до $4{,}1 \cdot 10^4$ мкг/м^3, а детектор ИЭР был испытан при содержании от $4{,}1 \cdot 10^3$ до $1{,}4 \cdot 10^4$ мкг/м^3.

Таблица С.1 — Основные спецификации трех типовых детекторов ЛОС

	FTVR-01	ppbRAE3000	VOC-121H
Принцип	МОП	ФИД	ИЭР
Диапазон	Автодиапазон: - от 1 до 1000 мкг/м^3; - от 1 до 10 000 мкг/м^3	Автодиапазон: - от 0 до $2{,}5 \cdot 10^4$ мкг/м^3; - от $2{,}5 \cdot 10^4$ до $2{,}5 \cdot 10^5$ мкг/м^3; - от $2{,}5 \cdot 10^5$ до $2{,}5 \cdot 10^6$ мкг/м^3; - от $2{,}5 \cdot 10^6$ до $2{,}5 \cdot 10^7$ мкг/м^3 (в изобутиленовом эквиваленте)	Автодиапазон: - от $4{,}1 \cdot 10^3$ до $4{,}1 \cdot 10^5$ мкг/м^3; - от $1{,}0 \cdot 10^5$ до $1{,}0 \cdot 10^7$ мкг/м^3 (в толуоловом эквиваленте)
Разрешение	1 мкг/м^3	2,5 мкг/м^3 25 мкг/м^3 250 мкг/м^3 2 500 мкг/м^3	410 мкг/м^3
Точность	Не предусмотрена	Не предусмотрена	± 20 % от значения показателя
Время измерения	1 мин	Несколько секунд	От 10 с до 30 ч
Температура	От 0 °С до 40 °С	От – 20 °С до 50 °С	От 5 °С до 50 °С
Влажность	От 5 % до 95 %	От 0 % до 95 %	От 10 % до 95 %

[1)] Handy TVOC monitor FTVR-01® является примером подходящей серийно-выпускаемой продукции. Данная информация приведена для удобства пользователей настоящего стандарта и не является рекламой ISO данной продукции.

[2)] ppbRAE3000® является примером подходящей серийно-выпускаемой продукции. Данная информация приведена для удобства пользователей настоящего стандарта и не является рекламой ISO данной продукции.

[3)] Handy VOC sensor VOC-121H является примером подходящей серийно-выпускаемой продукции. Данная информация приведена для удобства пользователей настоящего стандарта и не является рекламой ISO данной продукции.

С.2 Искусственная газовая смесь ЛОС

Для данного исследования была рекомендована искусственная газовая смесь ЛОС, включающая 31 соединение и в целом согласующаяся с данными [8]. Была произведена попытка включить каждое ЛОС в одной и той же концентрации, поскольку сложно установить типичные концентрации ЛОС в зданиях. В таблице С.2 приведены концентрации каждого компонента в соответствующем искусственном газе. 22 ЛОС представлены своими химическими гомологами, поэтому концентрация некоторых соединений ЛОС выше, чем других. Имеется два ограничения для приготовления баллона с газовой смесью соединений ЛОС по техническим причинам:

1) соединения ЛОС с низкими давлениями насыщенного пара нельзя помещать в газовый баллон;

2) концентрацию каждого ЛОС в смеси можно регулировать добавлением минимальной концентрации каждого соединения ЛОС, например, $1{,}7 \cdot 10^3$ мкг/м^3 бензола, $3{,}5 \cdot 10^3$ мкг/м^3 *н*-ундекана и $7{,}8 \cdot 10^2$ мкг/м^3 *н*-додекана.

С учетом этих ограничений была разработана искусственная газовая смесь на основе 31 ЛОС.

Таблица С.2 — Компоненты и концентрации компонентов (ЛОС) искусственной газовой смеси в баллоне

Группы	Название	Концентрация, мкг/м^3
Ароматические углеводороды	Бензол	$1{,}7 \cdot 10^3$
	Толуол	$2{,}1 \cdot 10^3$
	о-ксилол	$2{,}4 \cdot 10^3$
	м-ксилол	$2{,}4 \cdot 10^3$
	Стирол	$2{,}4 \cdot 10^3$
	Этилбензол	$2{,}4 \cdot 10^3$
	н-пропилбензол	$2{,}7 \cdot 10^3$
	1,2,3-Триметилбензол	$2{,}7 \cdot 10^3$
	1,2,4- Триметилбензол	$2{,}7 \cdot 10^3$
	1,3,5- Триметилбензол	$2{,}7 \cdot 10^3$
	о-этилтолуол	$2{,}7 \cdot 10^3$
Алифатические углеводороды	*н*-гексан	$2{,}0 \cdot 10^3$
	2-Метилпентан	$2{,}0 \cdot 10^3$
	3-Метилпентан	$2{,}0 \cdot 10^3$
	н-гептан	$2{,}3 \cdot 10^3$
	2,4-Диметилпентан	$2{,}3 \cdot 10^3$
	н-октан	$2{,}6 \cdot 10^3$
	2,2,4-Триметилпентан	$2{,}6 \cdot 10^3$
	н-нонан	$2{,}9 \cdot 10^3$
	н-декан	$3{,}2 \cdot 10^3$
	н-ундекан	$3{,}6 \cdot 10^3$
	н-додекан	$7{,}8 \cdot 10^2$
Циклоалканы	Метилциклопентан	$1{,}9 \cdot 10^3$
	Циклогексан	$1{,}9 \cdot 10^3$
	Метилциклогексан	$2{,}2 \cdot 10^3$
Терпены	α-пинен	$3{,}1 \cdot 10^3$
	β-пинен	$3{,}1 \cdot 10^3$
	(+)-лимонен	$3{,}1 \cdot 10^3$

Окончание таблицы С.2

Группы	Название	Концентрация, мкг/м^3
Кетоны	Метилизобутилкетон	$1{,}4 \cdot 10^4$
Галогенсодержащие углеводороды	*н*-дихлорбензол	$3{,}3 \cdot 10^3$
Сложные эфиры	Бутилацетат	$5{,}2 \cdot 10^3$
	ВСЕГО	$9{,}07 \cdot 10^4$
Примечание — Уравновешивающий газ: азот.		

С.3 Варианты испытательного газа для детектора ЛОС

Предполагаемые испытательные газы, включающие ограниченное число компонентов, рекомендованы для ФИД, полупроводникового детектора и детектора ИЭР. Описание датчиков ЛОС полупроводникового типа, определяющих до 40 видов отдельных соединений ЛОС, приведено в [12] и [13]. Сообщается, что отклик детектора можно классифицировать в отношении семи видов групп, т. е. ароматический углеводород, алифатический углеводород, терпен, галогенид, сложный эфир, альдегид и другие содержащие кислород углеводороды. В результате по одному компоненту из каждой группы искусственной газовой смеси ЛОС вошли в состав рекомендованной газовой смеси из шести видов ЛОС (шестикомпонентная смесь), выбранной как вариант испытательного газа (необходимо отметить, что альдегид не включили ввиду его недостаточной стабильности), что показано в таблице С.3.

Для детекторов ФИД и ИЭР для каждого компонента ЛОС представлен «поправочный коэффициент». В случае мониторинга отдельного целевого газа произведение значения показания и поправочного коэффициента будет представлять его реальную концентрацию. Для детекторов обоих типов поправочный коэффициент отдельного соединения ЛОС, имеющего число атомов углерода от 6 до 16, можно классифицировать по двум группам: насыщенные и ненасыщенные углеводороды (ФИД; см. рисунок С.1) и алифатические и ароматические углеводороды (детектор ИЭР; см. рисунок С.2). Поэтому рекомендовано два вида газовой смеси, включающей *м*-ксилол и *н*-октан, как вариант испытательного газа (см. таблицу С.3). Кроме того, другим вариантом испытательного газа может служить газообразный толуол.

Еще один вариант испытательных газов, включающих четыре вида ЛОС, подготовлен удалением двух компонентов из описанных выше, а именно газов РМ, РВ и МВ, состав которых приведен в таблице С.4.

Таблица С.3 — Компоненты и концентрации шести видов ЛОС (шестикомпонентная смесь) и двух видов ЛОС (двухкомпонентная смесь) и толуола в баллонах

Группы	Название	Концентрация, мкг/м^3
Шестикомпонентная газовая смесь ЛОС		
Ароматический углеводород	Толуол	$1{,}0 \cdot 10^4$
Алифатический углеводород	*н*-декан	$1{,}6 \cdot 10^4$
Терпен	α-пинен	$1{,}5 \cdot 10^4$
Кетон	Метилизобутилкетон	$1{,}1 \cdot 10^4$
Галогенсодержащие углеводороды	*п*-дихлорбензол	$1{,}6 \cdot 10^4$
Сложные эфиры	Бутилацетат	$1{,}3 \cdot 10^4$
	Всего	$8{,}2 \cdot 10^4$
Двухкомпонентная газовая смесь ЛОС		
Насыщенный углеводород Алифатический углеводород	*н*-октан	$4{,}2 \cdot 10^4$
Ненасыщенный углеводород Ароматический углеводород	*м*-ксилол	$3{,}7 \cdot 10^4$
	Всего	$7{,}9 \cdot 10^4$

Окончание таблицы С.3

Группы	Название	Концентрация, мкг/м^3
Газообразный толуол		
	Толуол	$7{,}9 \cdot 10^4$
	Всего	$7{,}9 \cdot 10^4$
Примечание — Уравновешивающий газ: азот.		

Таблица С.4 — Компоненты и концентрации четырех видов ЛОС в четырехкомпонентной газовой смеси, газы РМ, РВ и МВ в баллонах

Группы	Название	Концентрация, мкг/м^3
Газ РМ		
Ароматический углеводород	Толуол	$1{,}6 \cdot 10^4$
Алифатический углеводород	*н*-декан	$2{,}5 \cdot 10^4$
Терпен	α-пинен	$2{,}4 \cdot 10^4$
Кетон	Метилизобутилкетон	$1{,}8 \cdot 10^4$
	Всего	$8{,}4 \cdot 10^4$
Газ РВ		
Ароматический углеводород	Толуол	$1{,}6 \cdot 10^4$
Алифатический углеводород	*н*-декан	$2{,}5 \cdot 10^4$
Терпен	α-пинен	$2{,}4 \cdot 10^4$
Сложный эфир	Бутилацетат	$2{,}1 \cdot 10^4$
	Всего	$8{,}6 \cdot 10^4$
Газ МВ		
Ароматический углеводород	Толуол	$1{,}6 \cdot 10^4$
Алифатический углеводород	*н*-декан	$2{,}5 \cdot 10^4$
Кетон	Метилизобутилкетон	$1{,}8 \cdot 10^4$
Сложный эфир	Бутилацетат	$2{,}1 \cdot 10^4$
	Всего	$8{,}1 \cdot 10^4$
Примечание — Уравновешивающий газ: азот.		

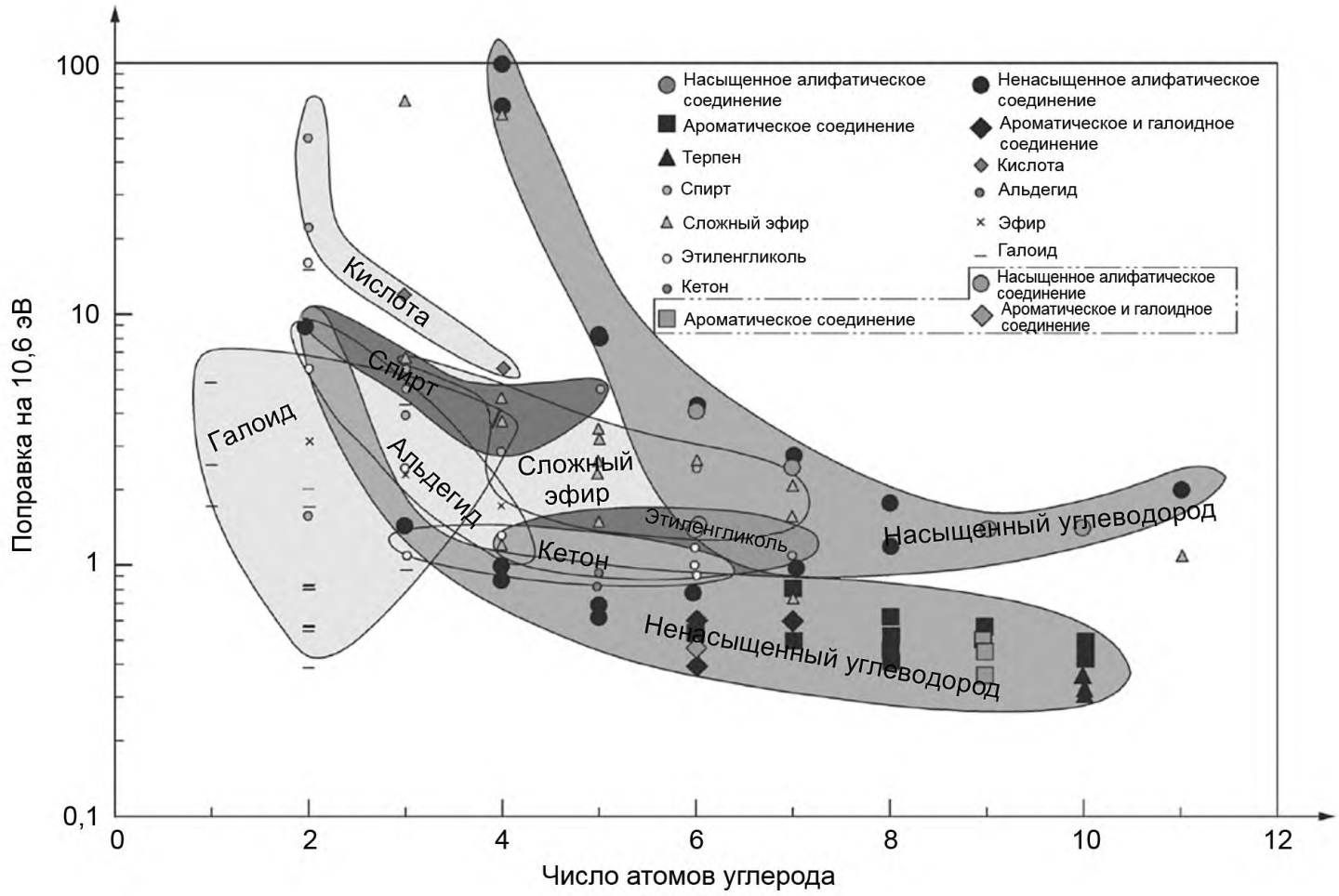


Рисунок С.1 — Поправочный коэффициент каждого компонента смеси ЛОС для детектора ФИД (RAE Systems)

Примечание — Все поправочные коэффициенты нанесены на график напротив соответствующего числа атомов углерода.

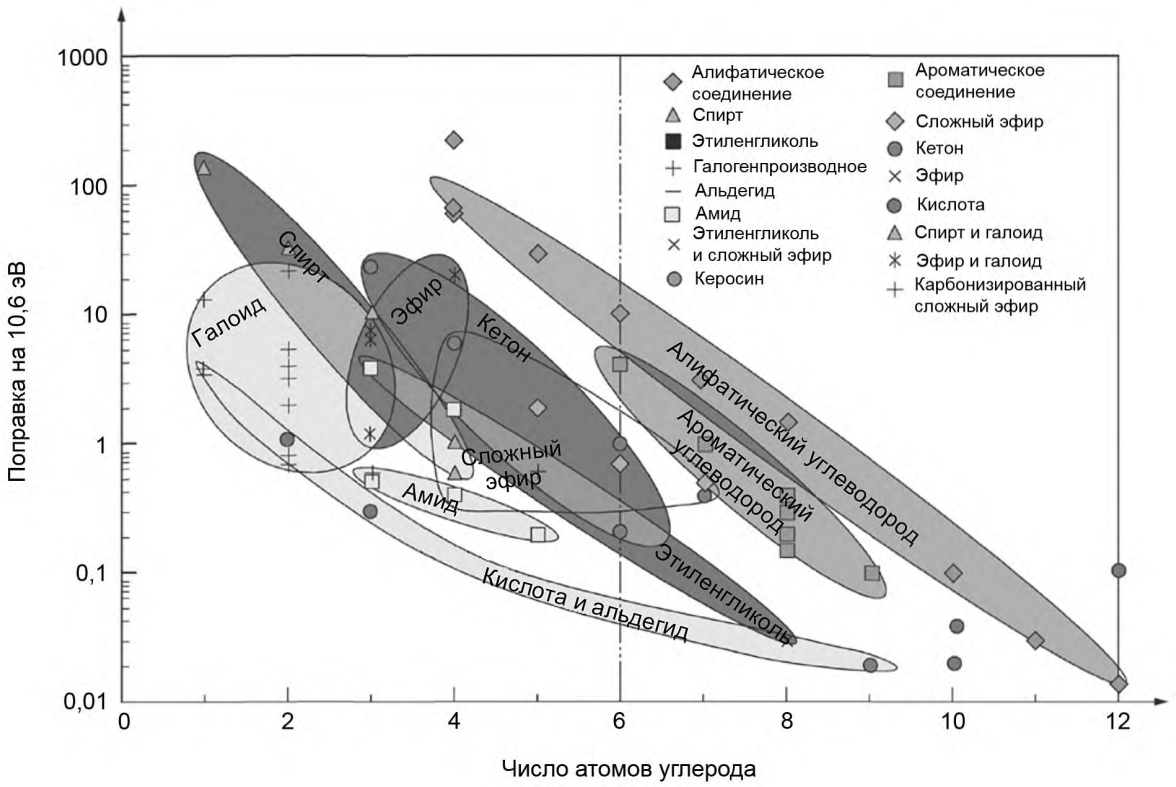
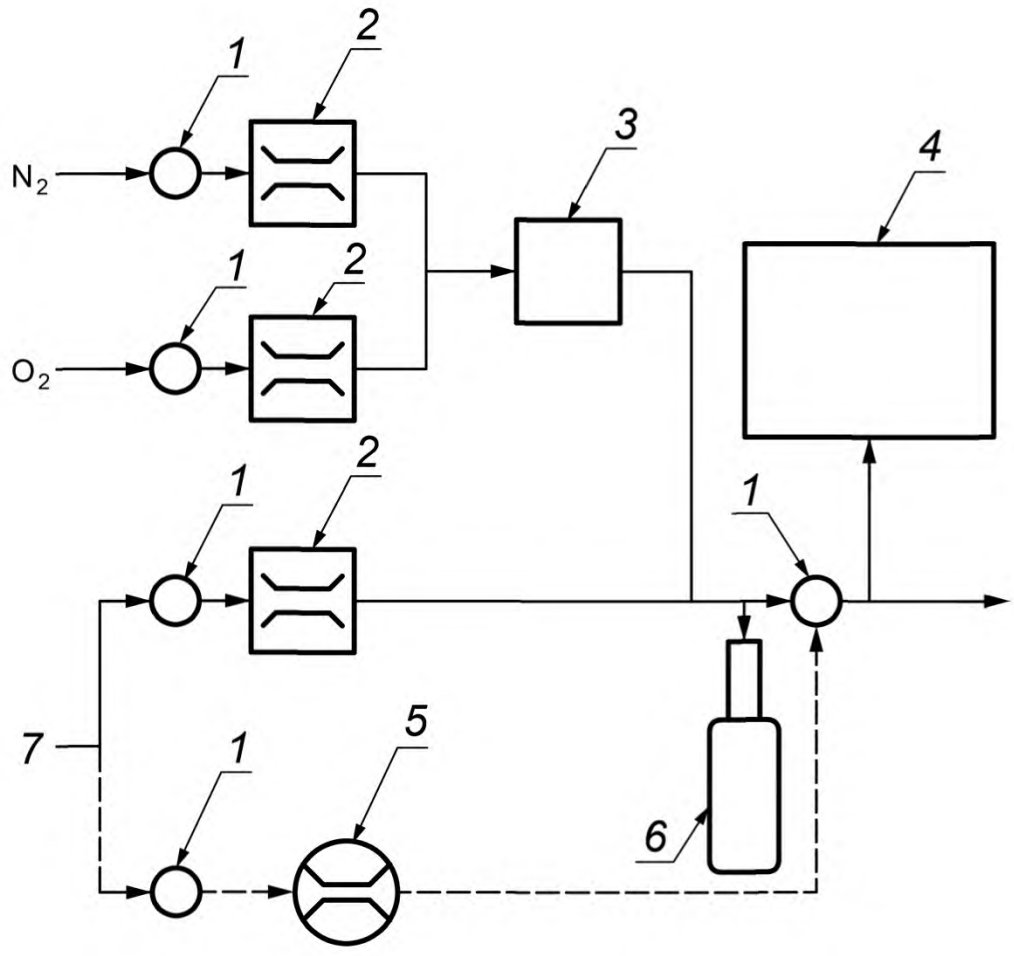


Рисунок С.2 — Поправочный коэффициент каждого компонента смеси ЛОС на детекторе ИЭР (O.S.P. Inc.)

Примечание — Все поправочные коэффициенты нанесены на график напротив соответствующего числа атомов углерода.

С.4 Измерения

Детекторы ЛОС были оценены в проточном аппарате при (24 ± 2) °С, как показано на рисунке С.3. Водяное барботажное устройство, оснащенное терморегулятором, было использовано для контроля влажности на уровне (50 ± 10) %. Была использована трубка из сополимера тетрафторэтилена и перфторалкилвинилового эфира (ПФА) в качестве отвода, установленного после барботажного устройства. Для других линий были использованы трубки из ПТФЭ (политетрафторэтилен) и нержавеющей стали. Скорости потока азота, кислорода и газов ЛОС контролировались регуляторами массового расхода. Отношение N_2/O_2 всегда поддерживалось на значении 4, а общая скорость потока была установлена на уровне 800 $см^3$/мин. Данные ГХ-МСД были получены от прибора ГХ-МСД, оснащенного термодесорбером. Калибровка ГХ-МСД осуществлялась с применением необработанных смесей ЛОС из газовых баллонов. Скорость и продолжительность отбора проб газа составили 60 $см^3$/мин и 2—6 мин соответственно. Отбор проб газа был начат, когда значение показателя портативных детекторов ЛОС, которые осуществляют мониторинг в реальном времени, стабилизировалось. Значения концентрации от ГХ-МСД были преобразованы в толуоловые эквиваленты. Показания от портативного детектора ЛОС были зарегистрированы одновременно с проведением отбора проб ГХ-МСД.



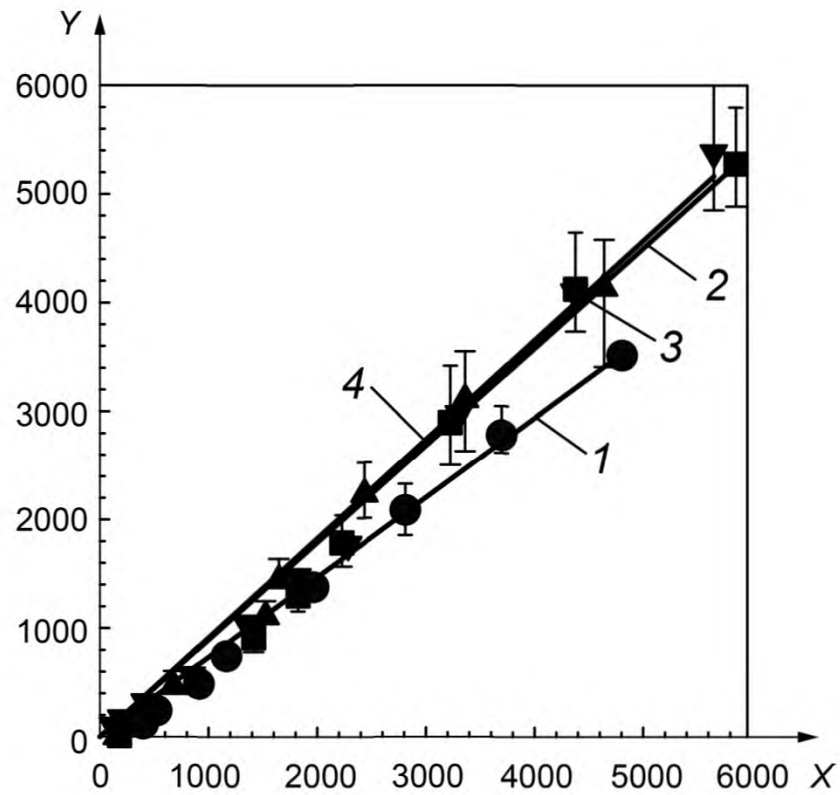
1 — клапан; *2* — регулятор массового потока (РМП); *3* — водяное барботажное устройство; *4* — ГХ-МСД; *5* — расходомер с игольчатым клапаном; *6* — портативный детектор ЛОС; *7* — газовый баллон со смесью ЛОС

Рисунок С.3 — Схематическое изображение испытательного оборудования

Примечание — Пунктирные линии использованы для калибровки ГХ-МСД.

С.5 Результаты испытаний для полупроводникового детектора

На рисунке С.4 приведены показатели полупроводникового детектора для искусственной газовой смеси и вариантов испытательных газов. Расхождение показателей между искусственной газовой смесью и толуолом, смесью двух видов ЛОС (двухкомпонентная смесь) и смесью шести видов ЛОС (шестикомпонентная смесь) составляет минус 18,1 %, минус 1,6 %, и минус 0,46 %, соответственно. Поэтому двухкомпонентная смесь и шестикомпонентная смесь являются подходящими в качестве испытательного газа. С точки зрения расхода газовая смесь с меньшим количеством компонентов выгоднее. Более того, планки погрешностей двух- и шестикомпонентных газовых смесей больше, чем расхождения между двух- и шестикомпонентными смесями. Исходя из этого сделано заключение, что двухкомпонентная смесь является наиболее подходящим испытательным газом для полупроводникового детектора.

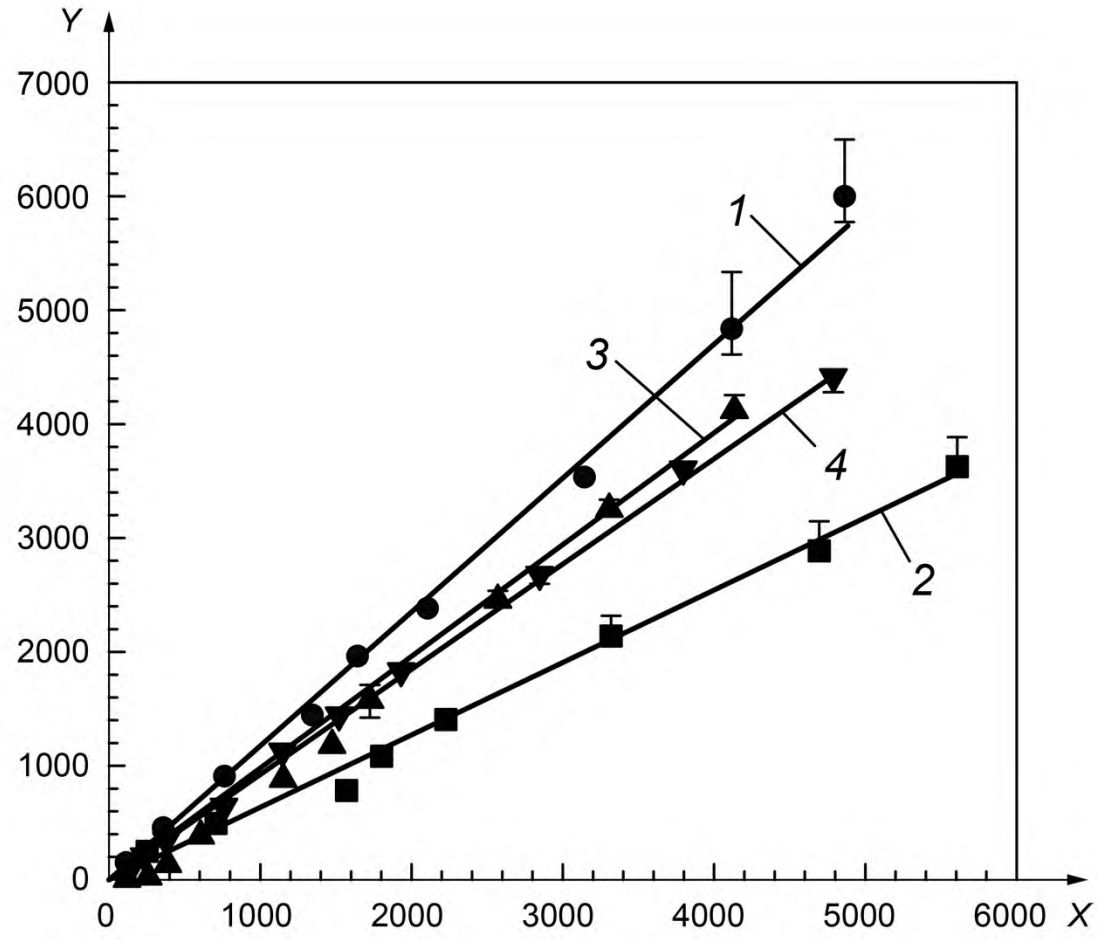


1 — толуол; *2* — шестикомпонентная смесь; *3* — двухкомпонентная смесь; *4* — искусственная газовая смесь
X — ГХ-МСД (толуоловый эквивалент, мкг/м^3); *Y* — полупроводниковый детектор (толуоловый эквивалент, мкг/м^3)

Рисунок С.4 — Показатели полупроводникового детектора при испытании искусственных газовых смесей и варианты испытательных газов

С.6 Результаты испытаний для детектора ФИД

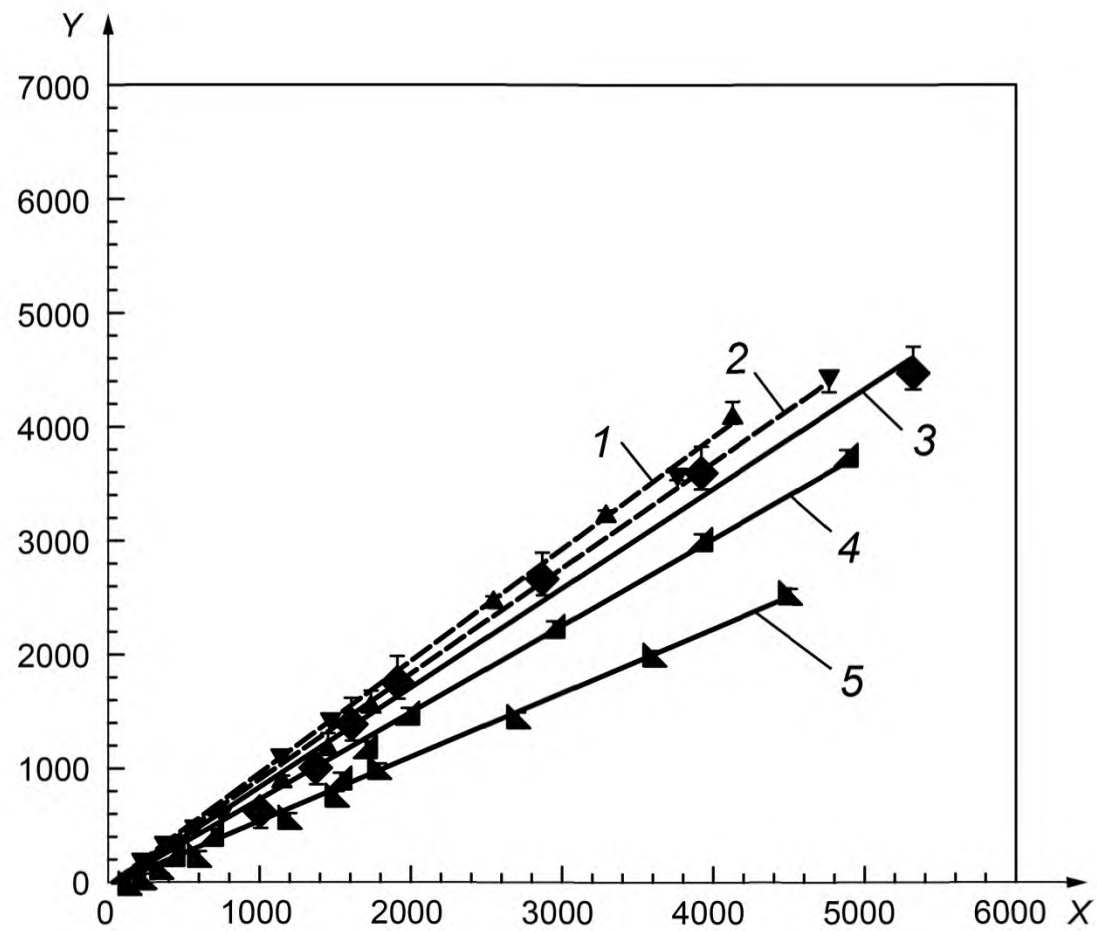
На рисунке С.5 приведены показатели детектора ФИД для искусственной газовой смеси и вариантов испытательного газа. Показатели ФИД соответствуют изобутиленовому эквиваленту, поскольку изготовитель рекомендует изобутилен в качестве стандартного калибровочного газа. Расхождение показателей между искусственной газовой смесью и толуолом, двухкомпонентной смесью и шестикомпонентной смесью составляет 27,9 %, минус 31,6 % и 4,9 % соответственно. Исходя из этого сделано заключение, что газовая смесь из шести видов ЛОС является наиболее подходящим испытательным газом.



1 — толуол; *2* — шестикомпонентная смесь; *3* — двухкомпонентная смесь; *4* — искусственная газовая смесь
X — ГХ-МСД (толуоловый эквивалент, мкг/м^3); *Y* — ФИД (изобутиленовый эквивалент, мкг/м^3)

Рисунок С.5 — Показатели детектора ФИД и контрольной системы ГХ-МСД для различных испытательных газовых смесей

На рисунке С.6 приведены показатели ФИД для газов РМ, РВ и МВ. Расхождение показателей между искусственной газовой смесью и газами РМ, РВ и МВ составляет минус 4,2 %, минус 18,5 % и минус 39,7 % соответственно. Исходя из этого сделано заключение, что газовая смесь из шести видов соединений ЛОС является наиболее подходящим испытательным газом. Газ РМ является наиболее подходящим испытательным газом среди рассмотренных.



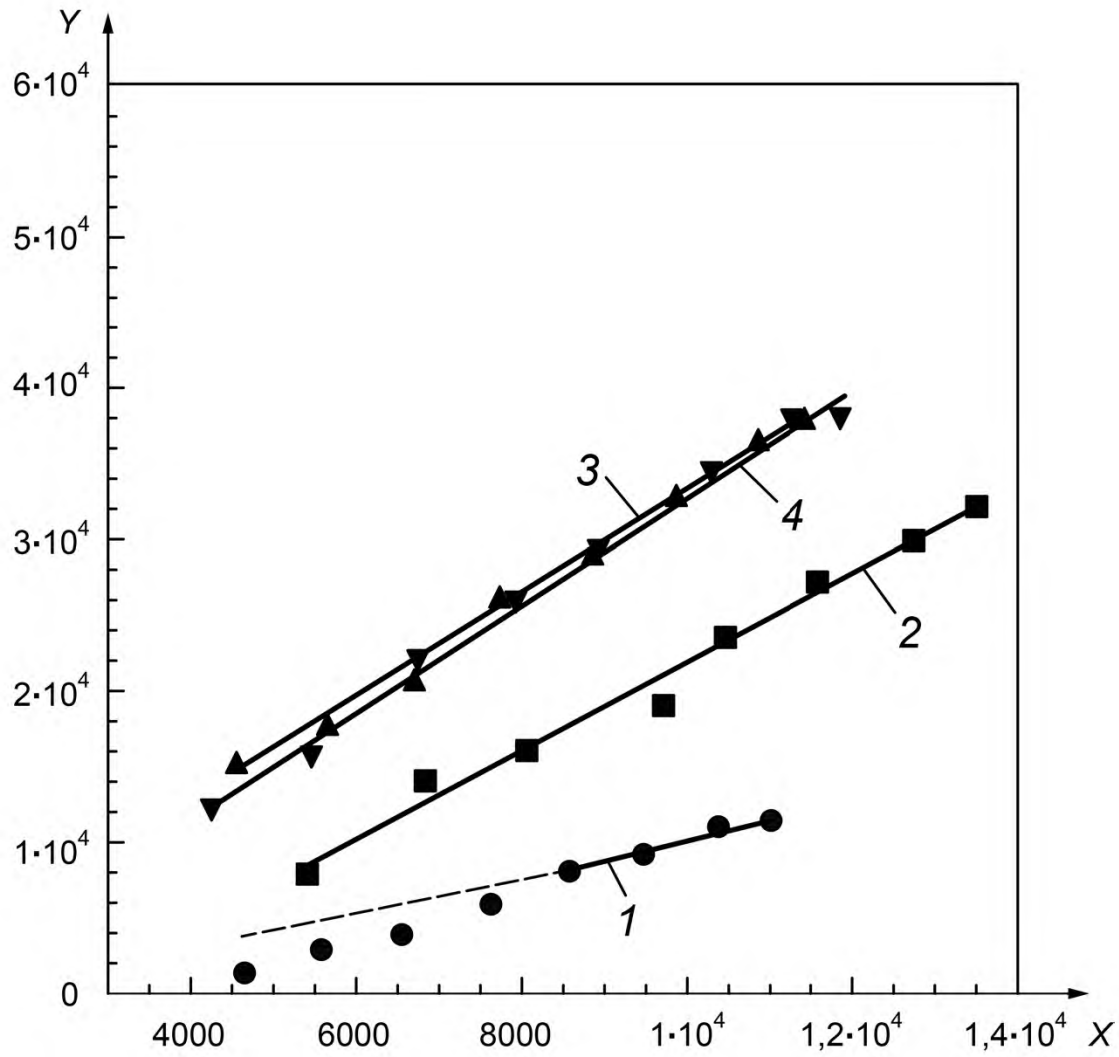
1 — шестикомпонентная смесь; *2* — искусственная газовая смесь; *3* — газ РМ; *4* — газ РВ; *5* — газ МВ
X — ГХ-МСД (толуоловый эквивалент, мкг/м^3); *Y* — ФИД (изобутиленовый эквивалент, мкг/м^3)

Рисунок С.5 — Показатели детектора ФИД и контрольной системы ГХ-МСД для различных испытательных газовых смесей и газов РМ, РВ и МВ

С.7 Результаты испытания для детектора ИЭР

На рисунке С.7 приведены показатели ИЭР для искусственной газовой смеси и вариантов испытательных газов. Показатели детектора ИЭР соответствуют толуоловому эквиваленту, поскольку изготовитель рекомендует толуол в качестве стандартного калибровочного газа. Расхождение показаний между искусственной газовой смесью и толуолом, двухкомпонентной и шестикомпонентной смесями составляет минус 68,7 %, минус 31,5 % и 2,3 %, соответственно. Исходя из этого сделано заключение, что наиболее подходящим испытательным газом является шестикомпонентная газовая смесь.

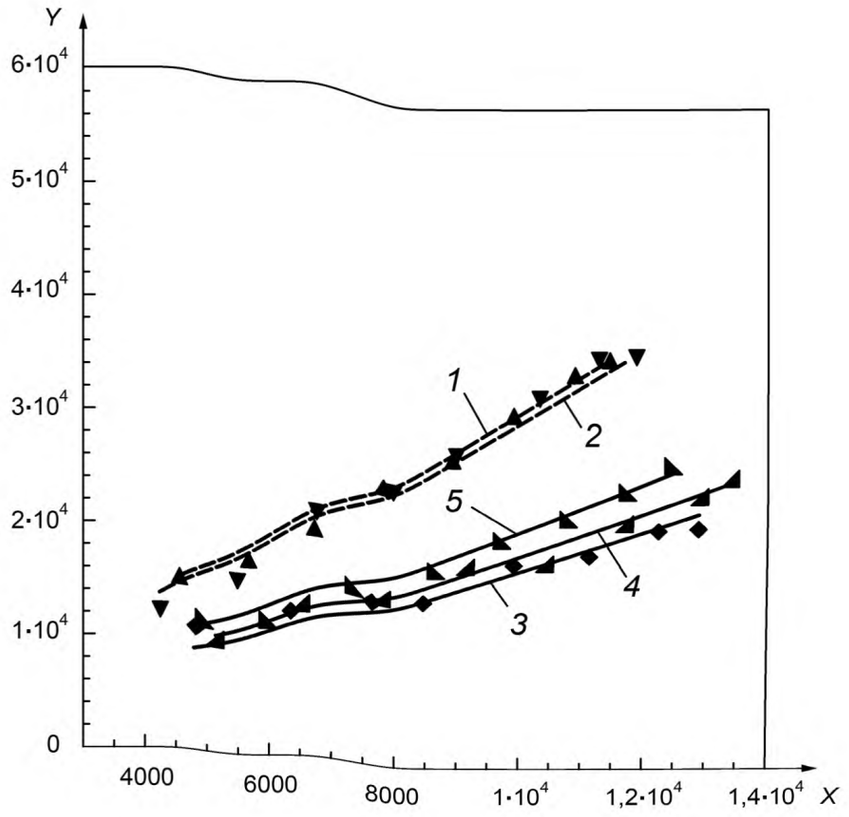
На рисунке С.8 приведены показатели ИЭР для газов РМ, РВ, и МВ. Расхождение показателей между искусственной газовой смесью и газами РМ, РВ и МВ составляет минус 42,2 %, минус 37,9 % и минус 30,9 % соответственно. Показатели для всех четырехкомпонентных смесей (газы РМ, РВ и МВ) являются слишком низкими по сравнению с показателями для шестикомпонентной смеси.



1 — толуол; *2* — шестикомпонентная смесь; *3* — двухкомпонентная смесь; *4* — искусственная газовая смесь

X — ГХ-МСД (толуоловый эквивалент, мкг/м^3); *Y* — детектор ИЭР (толуоловый эквивалент, мкг/м^3)

Рисунок С.7 — Показатели детектора ИЭР для искусственной газовой смеси и вариантов испытательного газа



1 — шестикомпонентная смесь; *2* — искусственная газовая смесь; *3* — газ РМ; *4* — газ РВ; *5* — газ МВ
X — ГХ-МСД (толуоловый эквивалент, мкг/м^3); *Y* — детектор ИЭР (толуоловый эквивалент, мкг/м^3)

Рисунок С.8 — Показатели детектора ИЭР для искусственной газовой смеси и газов РМ, РВ и МВ

С.8 Заключение

Наиболее подходящими компонентами испытательных газовых смесей для полупроводниковых детекторов, ФИД и ИЭР детекторов являются следующие:

- полупроводниковый детектор: двухкомпонентная газовая смесь ЛОС (см. таблицу С.3);
- ФИД: газ РМ (см. таблицу С.4);
- детектор ИЭР: шестикомпонентная газовая смесь ЛОС (см. таблицу С.3).

Приложение D
(справочное)

Метод с использованием диффузионной трубки

D.1 Общие положения

По результатам исследования было получено, что наиболее подходящим испытательным газом для металлоксидного полупроводникового детектора является двухкомпонентная газовая смесь ЛОС (см. таблицу С.3), тогда как для детектора ФИД — это четырехкомпонентная (газ РМ; см. таблицу С.4) и шестикомпонентная смеси ЛОС (см. таблицу С.3), а наиболее подходящий испытательный газ для детектора ИЭР, как показано в приложении С, представляет собой четырехкомпонентную смесь. Проведенное исследование подтвердило надежность метода с использованием диффузионной трубки для проведения оценки портативных детекторов ЛОС.

Преимуществом газогенераторного оборудования является возможность генерировать смеси из различных видов смесей ЛОС на месте. Это оборудование имеет диффузионные трубки, которые представляют собой емкости с растворителями или твердыми смесями ЛОС. Для контроля скорости генерирования смесей ЛОС важно отрегулировать диаметр трубки и ее высоту (см. [8]).

Примечание — Газогенераторное оборудование для оценки портативных детекторов ЛОС должно быть поверено. Персоналу по оценке детекторов было предложено два варианта — газовый баллон и газогенератор, для того, чтобы они смогли выбрать приготовление испытательного газа с учетом его стоимости, оценочного оборудования, продолжительности оценки и т. д.

D.2 Детекторы ЛОС

Подробная информация приведена в подразделе С.1 и таблице С.1.

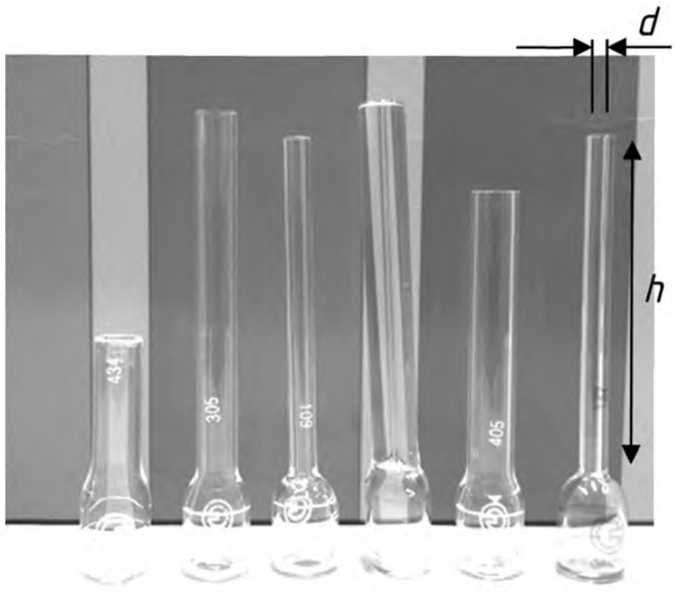
D.3 Метод с использованием диффузионной трубки

Генерирование смеси ЛОС было осуществлено с помощью газогенераторной системы. Эта система оснащена расходомером с игольчатым клапаном и термостатируемой камерой. Растворители ЛОС, т. е. жидкие *м*-ксилол, *н*-октан, толуол, *н*-декан, α-пинен, метилизобутилкетон и бутилацетат разливают по диффузионным трубкам. На рисунке D.1 показаны диффузионные трубки для газогенераторной системы. Твердый *п*-дихлорбензол также помещают в диффузионную трубку. Скорость диффузии *Dr* летучих органических соединений зависит от внутреннего диаметра и высоты диффузионной трубки, а также от температуры. В таблице D.1 приведены основные размеры диффузионной трубки. В исследовании температура в термостатируемой камере достигает почти 50 °С. Часть диффузионных трубок была приспособлена для контроля *Dr*. Концентрацию каждого компонента (ЛОС) φ определяют по формуле

$$\varphi = \frac{Dr \cdot 10^3}{q_{V,cg}}, \qquad (D.1)$$

где $q_{V,cg}$ — скорость потока газа-носителя в газогенераторной системе.

В таблице D.2 приведены значения *Dr* при 50 °С и возможные комбинации диффузионных трубок для генерирования двух-, четырех- и шестикомпонентных смесей. В случае шестикомпонентной смеси была сделана попытка сгенерировать ее с использованием двух комбинаций диффузионных трубок для регулирования состава газа в баллоне, сокращенно названных «тест 1» и «тест 2».



h — высота; *d* — внутренний диаметр

Рисунок D.1 — Диффузионные трубки

Таблица D.1 — Основные размеры диффузионной трубки

№	Внутренний диаметр, мм	Высота, мм
D-001	0,8	52
D-01	1,6	50
D-02	2,6	50
D-03	3,9	50
D-04	4,9	40

Таблица D.2 — Перечень значений *Dr* и возможных комбинаций диффузионных трубок для генерирования двух-, четырех- и шестикомпонентных смесей

	Диффузионная трубка	*Dr* при 50 °С мкг/мин	*x*-компонентная газовая смесь[b]			
			x = 2	*x* = 4	*x* = 6 «тест 1»	*x* = 6 «тест 2»
м-ксилол	D-02 и D-03	28,2	v			
н-октан	D-03	29,9	v			
Толуол	D-001 × 2	5,9			v	
	D-001 и D-01 (25 мм[a])	10,7		v		v
н-декан	D-04 (20 мм[a])	14,0			v	
	D-04 (28 мм[a])	10,8		v		v
α-пинен	D-03	11,1		v	v	v
п-дихлорбензол	D-04	10,6			v	v

Окончание таблицы D.2

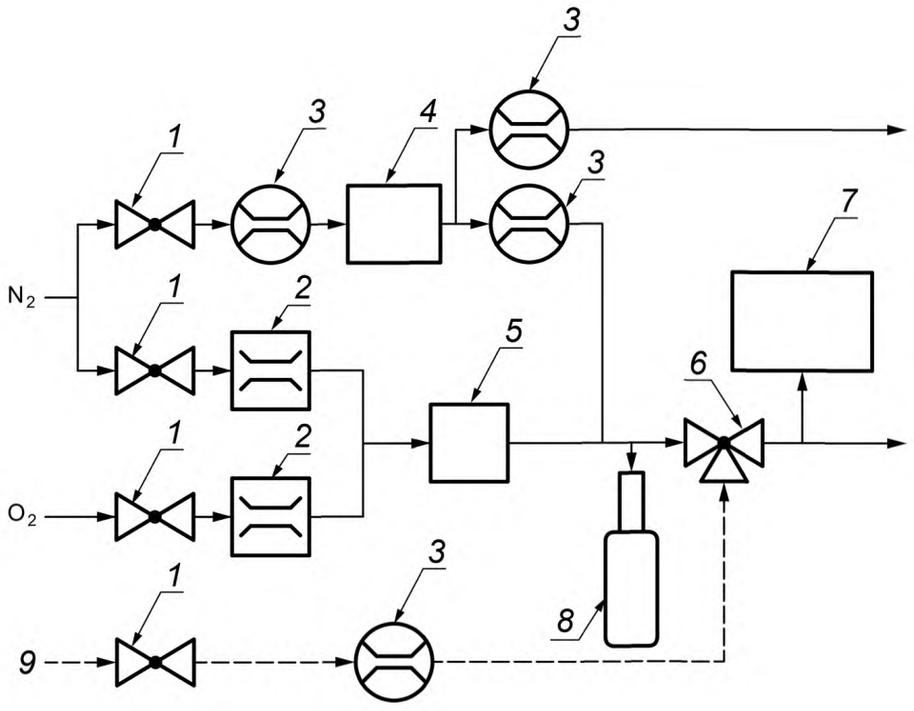
	Диффузионная трубка	*Dr* при 50 °С мкг/мин	*x*-компонентная газовая смесь[b]			
			x = 2	*x* = 4	*x* = 6 «тест 1»	*x* = 6 «тест 2»
Бутилацетат	D-01 × 2	8,8			v	v
Метилизобутилкетон	D-01	7,9			v	
	D-01 (45 мм[a])	8,9		v		v

[a] Регулировка высоты.

[b] «v» означает выбор диффузионных трубок, например, для *x* = 2 (двухкомпонентная смесь) используют диффузионные трубки D-02 и D-03 для м-ксилола и диффузионную трубку D-03 для *н*-октана.

D.4 Измерения

Испытания детекторов ЛОС были проведены в проточном аппарате, как показано на рисунке D.2. Проточный аппарат был оснащен газогенераторной системой и водяным барботажным устройством. Для пропускания потока после мембранного разделителя газогенераторной системы и водяного барботера была использована трубка из сополимера тетрафторэтилена и перфторалкилвинилового эфира. В качестве альтернативного варианта для пропускания потока также используют трубки из ПТФЭ и нержавеющей стали. Регуляторы массового расхода и расходомеры с игольчатыми клапанами использовали для регулировки скорости потока азота и кислорода. В качестве газа-носителя газогенераторной системы использовали азот. Часть газовой смеси ЛОС из газогенераторной системы была смешана с азот-кислородной газовой смесью из барботажного устройства. Скорости потока газовых смесей необходимо контролировать за счет регулировки концентрации смеси ЛОС. Теплорегулятор водяного барботажного устройства использовали для поддержания относительной влажности на уровне (50 ± 10) %. Соотношение N_2/O_2 было равно 4, а общая скорость потока — 800 $см^3$/мин. Данные ГХ-МСД собирали на установке ГХ-МСД, оснащенной термодесорбером. Калибровку ГХМСД осуществляли с помощью необработанных газовых смесей из газовых баллонов. Скорость и продолжительность отбора проб газа составили 60 $см^3$/мин и 2—6 мин соответственно. Отбор проб начали, когда стабилизировались показатели портативных детекторов ЛОС, которые способны осуществлять мониторинг в реальном времени. Значения концентраций от ГХ-МСД были преобразованы в толуоловые эквиваленты. Значения показателей от портативных детекторов ЛОС были зарегистрированы одновременно с проведением отбора проб ГХ-МСД.

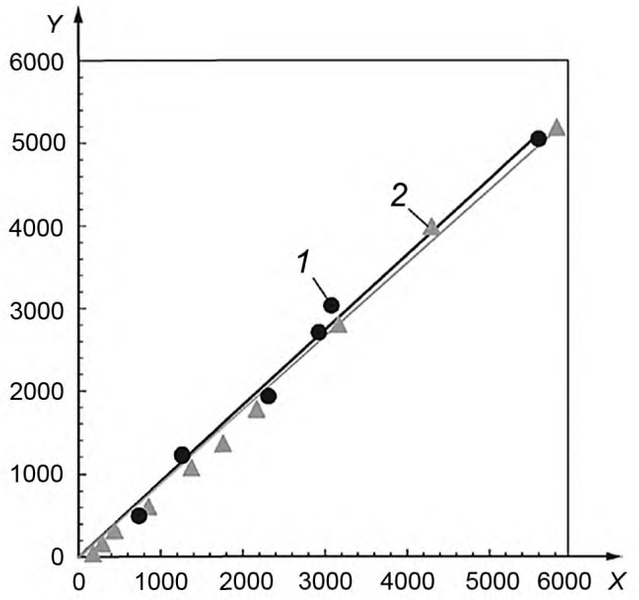


1 — клапан; *2* — регулятор массового потока; *3* — расходомер с игольчатым клапаном; *4* — газогенераторная система; *5* — барботажное устройство; *6* — трехходовой клапан; *7* — ГХ-МСД, *8* — портативный детектор ЛОС; *9* — газовый баллон ЛОС

Рисунок D.2 — Схематическое изображение испытательного оборудования

D.5 Результаты испытаний для полупроводникового детектора

На рисунке D.3 приведены показатели полупроводникового детектора для двухкомпонентной газовой смеси, полученной методом газовой диффузии. Расхождение значений, полученных от полупроводникового детектора при анализе двухкомпонентной смеси из газового баллона и такой же смеси из газогенераторной системы, достаточно мало и составляет 2,7 %, и это указывает на возможность получения калибровочного газа для полупроводникового детектора методом с использованием диффузионной трубки.



1 — диффузионная трубка; *2* — газовый баллон;
X — ГХ-МСД (толуоловый эквивалент, мкг/м^3); *Y* — полупроводниковый детектор (мкг/м^3)

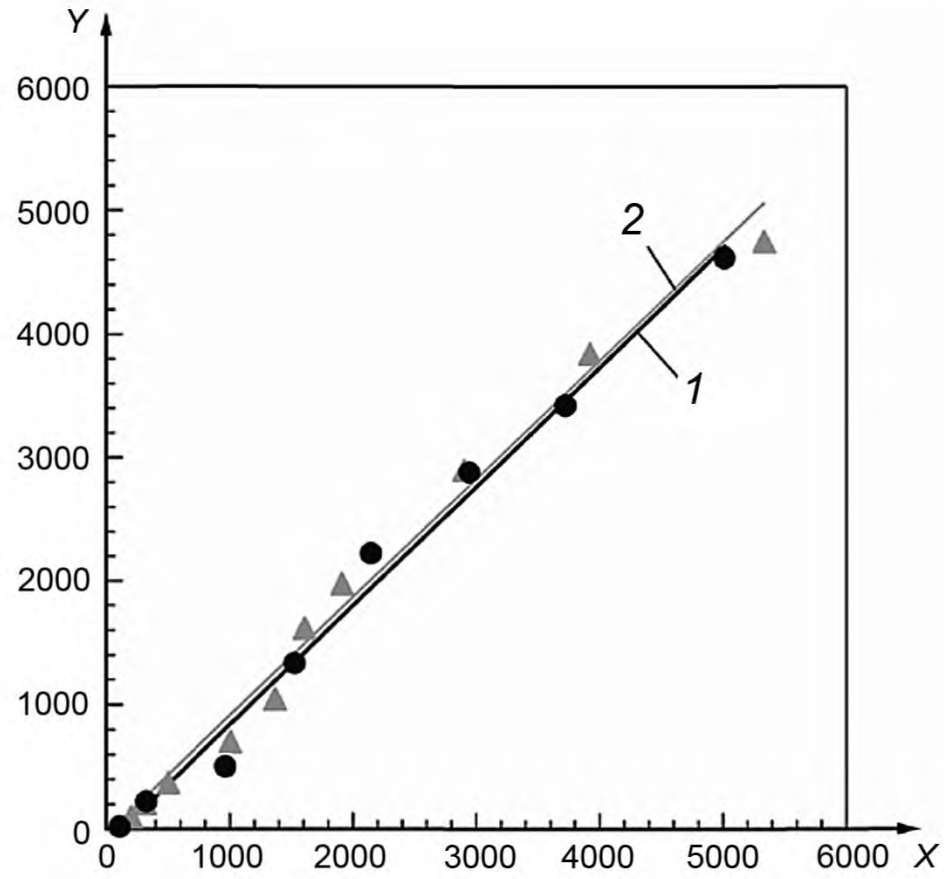
Рисунок D.3 — Значение показателей от полупроводникового детектора для двухкомпонентной газовой смеси ЛОС, генерированной методом с использованием диффузионной трубки

Примечание — Для сравнения на рисунке также приведены значения показателей для двухкомпонентной смеси из газового баллона.

D.6 Результаты испытаний для детектора ФИД

Для ФИД наиболее подходящими калибровочными газами считают четырех- и шестикомпонентные газовые смеси, как установлено в приложении С. Более высокая стоимость смеси с большим числом компонентов делает более выгодными для калибровки газовые смеси с меньшим числом компонентов. Четырехкомпонентная смесь для ФИД обладает достаточной надежностью. В этом исследовании были оценены значения показаний от детектора ФИД для четырех- и шестикомпонентных смесей, генерированных методом с использованием диффузионной трубки для подтверждения надежности этого метода.

На рисунке D.4 приведены показатели ФИД для четырехкомпонентной смеси. Показатели ФИД соответствуют изобутиленовому эквиваленту, поскольку изготовитель рекомендует изобутилен в качестве стандартного калибровочного газа. Расхождение значений, полученных от детектора ФИД для четырехкомпонентной смеси, полученной из баллона и такой же смеси из газогенераторной системы, также достаточно невелико и составляет минус 0,30 %. Полученный результат указывает на возможность получения калибровочного газа для ФИД методом с использованием диффузионной трубки.

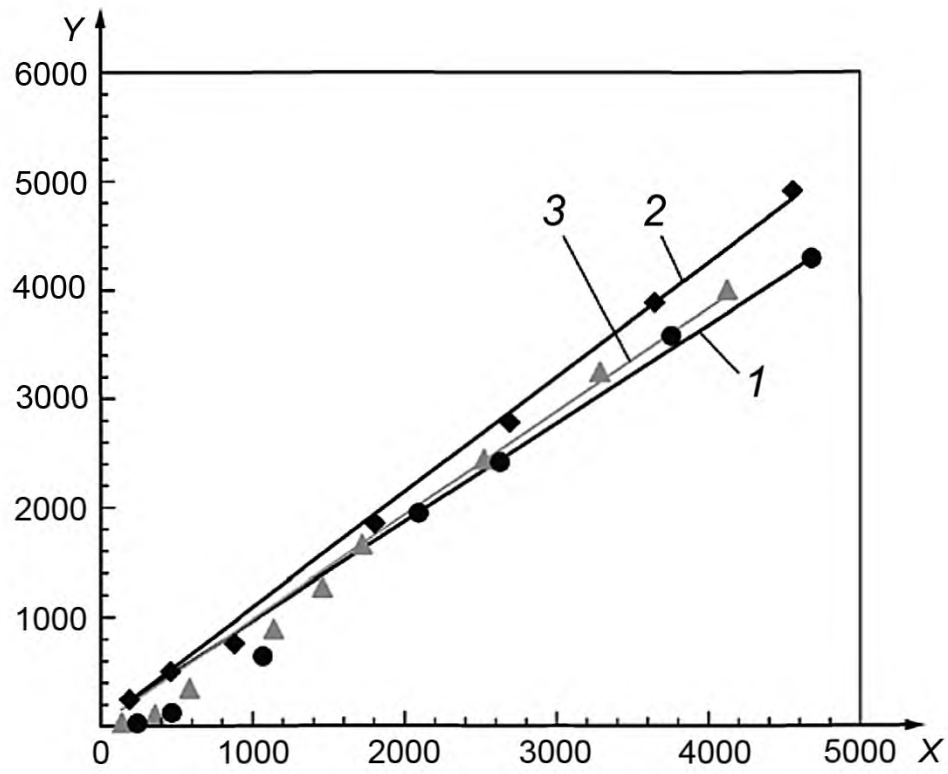


1 — диффузионная трубка; *2* — газовый баллон
X — ГХ-МСД (толуоловый эквивалент, мкг/м^3); *Y* — ФИД (изобутиленовый эквивалент, мкг/м^3)

Рисунок D.4 — Значения показателей от ФИД для четырехкомпонентной смеси ЛОС, генерированной методом с использованием диффузионной трубки

Примечание — Для сравнения на рисунке также приведены значения показателей для четырехкомпонентной смеси из газового баллона.

На рисунке D.5 приведены значения показателей детектора ФИД для шестикомпонентной смеси. Было использовано две комбинации диффузионных трубок, «тест 1» и «тест 2», для присоединения к газовому баллону, как показано в таблице D.2. Различие между комбинациями «тест 1» и «тест 2» заключается в высоте диффузионных трубок, т. е. скорости диффузии, для толуола, н-декана и метилизобутилкетона. Генерированное количество толуола и метилизобутилкетона при комбинации «тест 1» меньше, чем при комбинации «тест 2», тогда как генерированное количество *н*-декана при комбинации «тест 2» больше, чем при комбинации «тест 1». Расхождение значений, полученных от детектора ФИД для шестикомпонентной смеси из газового баллона и «тест 1» и «тест 2» составило минус 4,1 % и 10,7 % соответственно. Эти результаты находятся в пределах приемлемой точности значения показателя ввиду низкого расхождения, хотя точность детектора ФИД изготовителем не предоставлена.



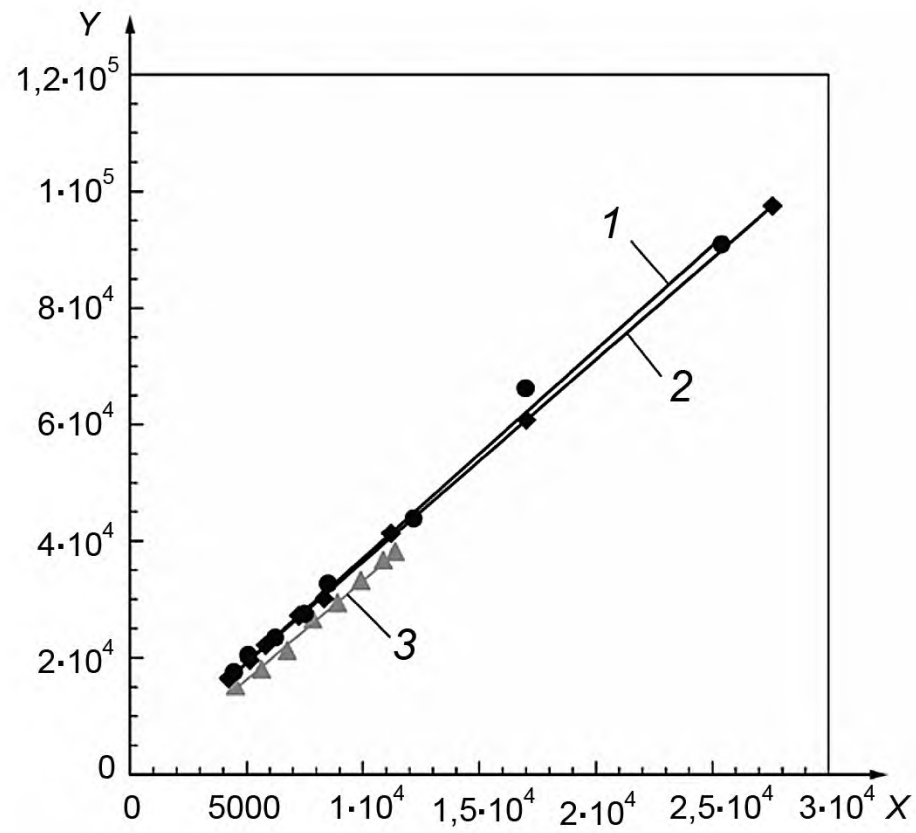
1 — диффузионные трубки «тест 1»; *2* — диффузионные трубки «тест 2»; *3* — газовый баллон
X — ФИД (изобутиленовый эквивалент, мкг/м^3); *Y* — ГХ-МСД (толуоловый эквивалент, мкг/м^3)

Рисунок D.5 — Значения показателей от ФИД для шестикомпонентной смеси ЛОС, генерированной методом с использованием диффузионной трубки

Примечание — Для сравнения на рисунке также приведены значения показателей для шестикомпонентной смеси из газового баллона.

D.7 Результаты испытания для детектора ИЭР

На рисунке D.6 приведены значения показателей от детектора ИЭР для шестикомпонентной смеси, полученной методом с использованием диффузионной трубки. Значения показателей детектора ИЭР соответствуют толуоловым эквивалентам, поскольку толуол является стандартным калибровочным газом. Расхождение значений, полученных от детектора ИЭР для шестикомпонентных смесей, полученных из баллона, и такой же смеси, полученной из комбинаций диффузионных трубок «тест 1» и «тест 2», составило 9,2 % и 8,3 % соответственно. Эти результаты не выходят за пределы точности детектора ИЭР. Полученный результат указывает на возможность получения калибровочного газа для детектора ИЭР методом с использованием диффузионной трубки.



1 — диффузионные трубки «тест 1»; *2* — диффузионные трубки «тест 2»; *3* — газовый баллон
X — ГХ-МСД (толуоловый эквивалент, мкг/м^3); *Y* — детектор ИЭР (изобутиленовый эквивалент, мкг/м^3)

Рисунок D.6 — Значения показателей детектора ИЭР для шестикомпонентной смеси ЛОС, генерированной методом с использованием диффузионной трубки

Примечание — Для сравнения на рисунке также приведены значения показателей для шестикомпонентной смеси из газового баллона.

D.8 Заключение

Метод с использованием диффузионной трубки можно использовать для приготовления калибровочных газов для полупроводниковых детекторов, ФИД и ИЭР детекторов, т. е. двух-, четырех- и шестикомпонентных газовых смесей ЛОС.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
IEC 61000-4-1	—	*, 1)
IEC 61000-4-3	—	*, 2)
IEC 61000-4-4	—	*, 3)
* Соответствующий межгосударственный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.		

1) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 51317.4.1—2000 «Совместимость технических средств электромагнитная. Испытания на помехоустойчивость. Виды испытаний».

2) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 51317.4.3—99 «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний».

3) В Российской Федерации действует ГОСТ Р 51317.4.4—99 «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний».

Библиография

[1] ISO 16017-1 Indoor, ambient and workplace air. Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography. Part 1: Pumped sampling

[2] ISO 16017-2 Indoor, ambient and workplace air. Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography. Part 2: Diffusive sampling

[3] ISO 12219-1 Interior air of road vehicles. Part 1: Whole vehicle test chamber. Specification and method for the determination of volatile organic compounds in cabin interiors

[4] ISO 12219-2 Interior air of road vehicles. Part 2: Screening method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials. Bag method

[5] ISO 12219-3 Interior air of road vehicles. Part 3: Screening method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials. Micro-scale chamber method

[6] ISO 12219-4 Interior air of road vehicles. Part 4: Method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials. Small chamber method

[7] ISO 12219-5 Interior air of road vehicles. Part 5: Screening method for the determination of the emissions of volatile organic compounds from vehicle interior parts and materials. Static chamber method

[8] ISO 6145-8 Gas analysis. Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods. Part 8: Diffusion method

[9] ISO 16000-6 Indoor air. Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID

[10] EN 50270 Electromagnetic compatibility. Electrical apparatus for the detection and measurement of combustible gases, toxic gases or oxygen

[11] EN 50271 Electrical apparatus for the detection and measurement of combustible gases, toxic gases or oxygen. Requirements and tests for apparatus using software and/or digital technologies

[12] Kadosaki M., Sakai Y., Tamura, I., et al. Development of an oxide semiconductor thick film gas sensor for the detection of total volatile organic compounds. Electronics and Communications in Japan. 2010, 93, pp. 34—41

[13] Itoh T., Matsubara I., Nishibori M., et al. Calibration gas preparation for non-disposable portable MOx, PID, and ИЭР VOC detectors. Sensor Letters. 2012, 10, pp. 984—991

УДК 504.3:006.354 МКС 13.040.20 IDT Т58

Ключевые слова: воздух, замкнутое помещение, детектор, летучее органическое соединение, датчик, стабилизация, сигнал, рабочие характеристики

БЗ 9—2017/285

Редактор *Г.Н. Симонова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Ю. Митрофанова*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 16.05.2018. Подписано в печать 28.05.2018. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,18.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
123001 Москва, Гранатный пер., 4. gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru