

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ	6
Принятые сокращения.....	6
1.1. Назначение датчиков газов	6
1.2. Датчики газа на основе тонких пленок оксида металла	9
1.2.1. Принцип действия.....	9
1.2.2. Характеристики TGS-датчиков.....	10
1.2.3. Меры предосторожности при использовании газовых датчиков.....	14
1.2.4. Электрическая схема включения TGS-датчиков.....	16
1.2.5. Конструирование детектирующего устройства.....	22
1.2.6. Производство детектирующих устройств.....	23
1.3. Конструкция датчика на основе оксида олова	27
1.4. Датчики кислорода на основе жидкого электролита	28
1.5. Датчик углекислого газа на основе твердого электролита	31
2. TGS-ДАТЧИКИ СЕРИЙ 1 И 8	33
2.1. Датчик TGS203 серии 1	34
2.1.1. Структура, конструкция и типовая схема включения датчика TGS203.....	34
2.1.2. Основные характеристики типовой схемы включения датчика TGS203.....	34
2.2. TGSxxx — датчики серии 8	35
2.2.1. Конструкции и типовая схема включения.....	35
2.2.2. Основные характеристики типовой схемы включения газовых датчиков серии 8.....	36
2.2.3. Характеристики TGS-датчиков серий 1 и 8.....	37
3. TGS-ДАТЧИКИ СЕРИИ 2000	47
3.1. Конструкция, назначение выводов и типовые схемы включения ..	48
3.2. Основные характеристики типовых схем включения	51
3.3. Характеристики	53
4. ДАТЧИК УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА TGS4160	63
4.1. Конструкция	63
4.2. Характеристики	64
4.2.1. Характеристика чувствительности.....	64

4.2.2. Зависимость чувствительности датчика TGS4160 от температуры	64
4.2.3. Зависимость чувствительности датчика TGS4160 от влажности	64
4.2.4. Зависимость выходного сигнала датчика TGS4160 от напряжения нагревателя	65
4.2.5. Временная зависимость сигнала датчика TGS4160 при изменении концентрации газа	66
4.2.6. Процесс включения датчика TGS4160	66
4.2.7. Характеристики долговременной стабильности	67
4.2.8. Срок службы датчиков TGS4160	68
4.3. Испытание на надежность	69
4.3.1. Испытание датчиков TGS4160 на воздействие различных газов	69
4.3.2. Испытание на воздействие высокой температуры и влажности	70
4.3.3. Испытание на термоциклы	70
4.3.4. Испытание на воздействие низкой температуры	71
4.3.5. Испытание на циклы включения/отключения нагревателя	72
4.3.6. Испытание на воздействие паров этилового спирта	72
4.3.7. Влияние высокой концентрации CO ₂	73
4.4. Основные параметры датчика TGS4160	74
5. ДАТЧИКИ КИСЛОРОДА KE-25 И KE-50	75
5.1. Конструкция	75
5.2. Характеристики	76
5.2.1. Выходная характеристика	76
5.2.2. Температурная зависимость выходного напряжения	77
5.2.3. Срок службы кислородных датчиков	78
5.2.4. Долговременная стабильность кислородных датчиков	80
5.2.5. Влияние атмосферного давления на выходной сигнал	80
5.2.6. Зависимость выходного напряжения датчика от атмосферного давления	81
5.2.7. Влияние влажности на выходной сигнал	81
5.2.8. Калибровка	82
5.2.9. Воздействие механического удара и вибрации	82
5.2.10. Дрейф выходного напряжения	82
5.2.11. Влияние посторонних газов	83
5.3. Основные параметры	84
6. ОТЛАДОЧНЫЕ СРЕДСТВА	85
6.1. Вычислительный модуль AM-1	85
6.1.1. Описание модуля AM-1	85
6.1.2. Компоненты модуля AM-1	86
6.1.3. Функционирование модуля AM-1	89
6.1.4. Характеристики модуля AM-1	90
6.1.5. Маркировка модулей AM-1	90
6.1.6. Выбор режима работы модуля AM-1	91
6.1.7. Определение чувствительности	91
6.1.8. Особенности эксплуатации модуля AM-1	93

6.2. Вычислительный модуль АМ-4	93
6.2.1. Описание модуля	93
6.2.2. Компоненты модуля АМ-4	94
6.2.3. Функционирование модуля АМ-4	97
6.2.4. Характеристики модуля АМ-4	99
6.2.5. Особенности эксплуатации модуля АМ-4	99
6.3. Калиброванные модули АМС2000-2100/2000-2600/800	100
6.3.1. Модули АМС2000-2100 и АМС2000-2600	100
6.3.2. Модуль АМС800	102
6.4. Вычислительный модуль СОМ2442	104
6.4.1. Конструкция и эквивалентная электрическая схема модуля СОМ2442	104
6.4.2. Характеристики модуля СОМ2442	106
6.5. Калиброванные модули NGM2611 и LPM2610	106
6.5.1. Предварительные сведения	106
6.5.2. Конструкция модулей NGM2611 и LPM2610 и их электрическая схема	108
6.5.3. Схема включения модулей NGM2611 и LPM2610	109
6.5.4. Основные характеристики модулей NGM2611 и LPM2610	110

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

В этом разделе рассматриваются области применения и общие принципы работы всех типов газовых датчиков фирмы Figaro.

Принятые сокращения

ppm (percent per million)	— миллионная доля; здесь она употребляется для обозначения концентрации газов, например, запись «20 ppm CO ₂ » означает «концентрация углекислого газа 20·10 ⁻⁶ ».
RH (Relative Humidity)	— относительная влажность [%].
LEL (Lowest Explosive Level)	— минимальный предел детонации/сигнальная концентрация [%].

1.1. Назначение датчиков газов

Японская фирма Figaro Engineering Inc (далее — Figaro) является одним из мировых лидеров по производству датчиков обнаружения присутствия газов и газовых смесей в составе воздуха и определения их концентрации. Весь производственный процесс, включающий разработку новых типов датчиков, их изготовление и тестирование, удовлетворяет международному стандарту качества ISO 9001, который гарантирует потребителям соответствие параметров датчиков техническим условиям, а также надежность и стабильность параметров в условиях эксплуатации. Объем продукции, производимой фирмой Figaro, на сегодняшний день составляет 1 млн датчиков в месяц. Потребители датчиков Figaro — известные мировые компании, такие, как BMW, Mitsubishi Heavy Industries, General Motors, Daikin и др.

На мировом рынке датчики Figaro применяются, главным образом (более 40% от объема продаж), в бытовых детекторах утечки природного газа в домах, оборудованных газовыми плитами или газовыми системами отопления. В Японии в целях обеспечения безопасности населения обязательное наличие подобных устройств за-

креплено законодательно. И хотя в России принятие таких законодательных актов даже не планируется, вопрос обеспечения безопасности жилых помещений особенно актуален в связи с широким применением газа в быту и участившимися в последние годы случаями утечки и взрывов газа в разных регионах России.

Второе место по потреблению датчиков Figaro (около 20%) занимает производство воздухоочистителей, кондиционеров и систем вентиляции помещений. На третьем месте (15%) — применение в автомобильной электронике: системах кондиционирования, климат-контроля салона, в детекторах взрывоопасных газов для газовых двигателей и др. Это направление также представляется перспективным для российского рынка. Более подробно области применения датчиков Figaro рассмотрены в Табл. 1.1.

Таблица 1.1. Области применения TGS- и KE-датчиков фирмы Figaro

Назначение/объект детектирования	Модели	Область применения
Детекторы взрывоопасных газов:		Массовое применение. Детекторы утечки газа в домах и гаражах. Промышленное применение. Детекторы утечки газа на предприятиях общепита. Системы для выявления утечки газа в офисных помещениях, на промышленных предприятиях, береговых и надводных нефтяных платформах. Портативные детекторы утечки газа
метана	TGS842, TGS2611	
пропана	TGS813, TGS2610	
водорода	TGS821, TGS2620	
других	TGS813, TGS2610	
Детекторы токсичных газов:		Массовое применение. Детекторы угарного газа в домах, гаражах, бытовых системах противопожарной безопасности. Промышленное применение. Системы обнаружения CO в местах парковки и гаражах. Обнаружение утечки аммиака в холодильных установках. Детекторы аммиака в сельском хозяйстве. Системы анализа газов на промышленных предприятиях. Портативные газоанализаторы
угарного газа (CO)	TGS203, TGS2442	
аммиака	TGS826	
сероводорода	TGS825	
Контроль вентиляции салона автомобиля:		Промышленное применение. Системы управления вентиляцией салона автомобиля
выхлопы бензина	TGS2104, TGS2201	
выхлопы дизельного топлива	TGS2106, TGS2201	
Детекторы алкоголя	TGS822, TGS2620	Массовое применение. Бытовые алкогольные детекторы. Промышленное применение. Промышленные и медицинские алкогольные детекторы

Таблица 1.1 (продолжение)

Назначение/объект детектирования	Модели	Область применения
Анализ состава органических растворителей	TGS822, TGS2620	Промышленное применение. Анализаторы для химчисток и предприятий, производящих полупроводниковые компоненты и изделия органической химии
Детекторы утечки фреона	TGS830, TGS831, TGS832	Промышленное применение. Детекторы утечки фреона для холодильных установок, кондиционеров
Детекторы пищевых испарений:		Массовое применение. Микроволновые печи
алкоголь	TGS880, TGS2181	
водяной пар	TGS883T, TGS2180	
Контроль состояния воздуха:		Массовое применение. Воздухоочистители, кондиционеры, системы вентиляции. Промышленное применение. Системы вентиляции в жилых и офисных зданиях, системы кондиционирования в автомобилях
углекислый газ	TGS4160	
загрязнители воздуха	TGS800, TGS2100, TGS2600, TGS2602	
Определение концентрации кислорода в воздухе	KE-25, KE-50	Массовое применение. Кислородные детекторы. Промышленное применение. Кислородные детекторы

1.2. Датчики газа на основе тонких пленок оксида металла

1.2.1. Принцип действия

При нагреве поликристаллических оксидов металлов, в частности SnO_2 , молекулы кислорода из воздуха адсорбируются на поверхности этих оксидов и, захватывая электрон из материала, становятся ионами. Отрицательно заряженные ионы отталкивают электроны проводимости от поверхности, уменьшая их концентрацию и оставляя нескомпенсированные положительно заряженные донорные центры, и формируют потенциальный рельеф поверхности (Рис. 1.1). Состав оксида SnO_{2-x} говорит о наличии вакантных ионов кислорода, которые являются донорами.

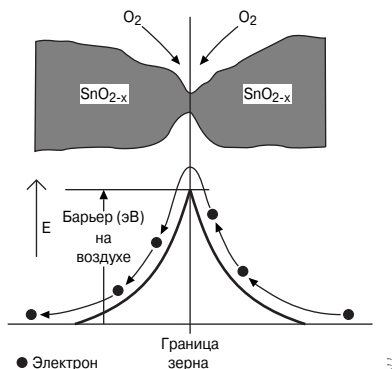


Рис. 1.1. Модель потенциального барьера на границах кристаллитов в отсутствие восстанавливающего газа

На границах кристаллитов существует потенциальный барьер, определяющий электропроводность. Ионы кислорода, адсорбированные на поверхности, повышают барьер и значительно увеличивают сопротивление для протекающего тока. Появление восстанавливающего газа приводит к его реакции с кислородом на поверхности с последующим испарением продуктов реакции и уменьшает сопротивление датчика (Рис. 1.2).

Зависимость сопротивления датчика от концентрации восстанавливающего газа (для некоторого диапазона концентраций этого газа) может быть выражена следующим уравнением:

$$R = A(C)^{-\alpha}, \quad (1)$$

где R — электрическое сопротивление сенсора, A ; α — константы; C — концентрация газа.

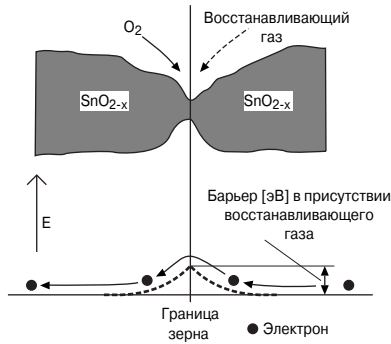


Рис. 1.2. Модель потенциального барьера на границах кристаллитов в присутствии восстанавливающего газа (1 мм рт. ст. = 133.3 Па)

1.2.2. Характеристики TGS-датчиков

Зависимость сопротивления TGS-датчика от парциального давления кислорода

На **Рис. 1.3** показана типовая зависимость сопротивления TGS-датчика в чистом воздухе от парциального давления кислорода. Из рисунка видно, что при понижении парциального давления кислорода сопротивление датчика уменьшается.

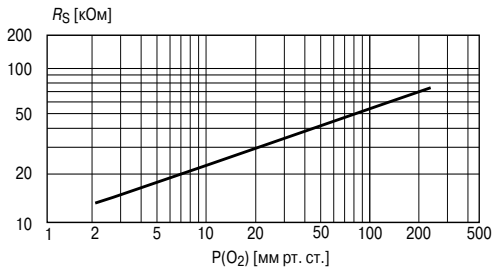


Рис. 1.3. Зависимость сопротивления датчика от парциального давления кислорода