

Изобретение относится к области аналитической химии и может быть использовано для экологического контроля атмосферного воздуха, а также для экспресс-анализа воздуха рабочих зон и выбросов из источников загрязнений воздуха.

Известен способ определения химических загрязнителей с использованием индикаторных трубок (ИТ) включают пропускание через них анализируемого воздуха, регистрацию аналитического эффекта, обусловленного взаимодействием определяемого загрязнителя с наполнителем ИТ и преобразование полученного аналитического эффекта в концентрацию загрязнителя.

Аналитический эффект регистрируют по длине окрашенного слоя наполнителя ИТ, изменяющейся в зависимости от концентрации загрязнителя [1] (ГОСТ 12.1.014-84 ССБТ. Воздух рабочей зоны. Метод измерения концентраций вредных веществ индикаторными трубками).

Несмотря на то, что этот способ нашел широкое распространение и в настоящее время разработан большой ассортимент ИТ, его применение не позволяет снизить погрешность определения загрязнителей ниже 35% в диапазоне измерений от 0,5 до 2 предельно-допустимых концентраций (ПДК) и 25% в диапазоне концентраций, превышающих 2 ПДК. Большая погрешность определений обусловлена несовершенством операций пропускания анализируемого воздуха через наполнитель ИТ и субъективностью визуального измерения длины окрашенного слоя и сравнение ее со стандартной шкалой.

Кроме того, этот способ не позволяет проводить определение загрязнителей в широком диапазоне концентраций с помощью одной ИТ и документировать полученные результаты без участия оператора.

В основе предлагаемого изобретения лежит задача создать такой способ определения химических загрязнителей воздуха, который, используя преимущества способа, реализованного в индикаторной трубке (широкая номенклатура определяемых загрязнителей, в том числе и тех, определение которых трудно реализовать другими способами, большой срок сохранности ИТ) позволял бы снизить погрешность определения загрязнителей воздуха, расширить диапазон определяемых концентраций и документально зафиксировать полученные результаты измерений.

При решении поставленной задачи технический результат достигается за счет того, что при использовании известного способа определения химических загрязнителей воздуха с применением индикаторных трубок, включающего получение аналитического эффекта при пропускании анализируемого воздуха через наполнитель индикаторной трубки и определение концентраций химических загрязнителей воздуха, согласно предлагаемому изобретению, анализируемый воздух пропускают с постоянной объемной скоростью и измеряют время достижения определенных значений аналитического эффекта, а обратную величину измеренного времени используют для определения концентрации загрязнителя воздуха по заранее известной характеристике ИТ,

Особенностью предлагаемого способа является то, что использование времени достижения определенного значения аналитического эффекта вместо самого эффекта, как это осуществляется в способе-прототипе, в сочетании с использованием постоянной объемной скорости пропускания анализируемого воздуха через ИТ, позволяет существенно снизить погрешность определения за счет того, что в данном способе измеряют только время, погрешность измерения которого обычно не превышает 1 %, а определенное значение аналитического эффекта, в этом случае, является фиксированной величиной. Введение нескольких определенных значений аналитического эффекта значительно расширяет диапазон определяемых концентраций одной индикаторной трубкой.

Кроме того, указанные особенности способа позволяют автоматизировать процесс определения загрязнителей и документально зафиксировать результаты определения. Это достигается, например, использованием в качестве аналитического эффекта оптических характеристик индикаторных трубок.

Пример 1. Индикаторную трубку вскрывали с двух концов, один конец подсоединяли к побудителю расхода воздуха, обеспечивающего постоянную объемную скорость 0,1 дм³/мин, а другой конец - к источнику загрязнителя. В качестве загрязнителей были использованы: сероводород, аммиак, диоксид серы и приготовлены соответствующие индикаторные трубки.

В качестве определенных значений аналитического эффекта использовали фиксированные значения длины окрашенных слоев наполнителя 5 мм, 15 мм и 30 мм. При пропускании через ИТ анализируемого воздуха измеряли время достижения окрашенного слоя наполнителя до одного из этих определенных значений. Фиксированное время (τ) преобразовывали в концентрацию (С) загрязнителя по формуле

$$C = \frac{K}{\tau},$$

где К - коэффициент преобразования (характеристика ИТ), установленный экспериментальным путем для каждого вида ИТ и значения аналитического эффекта, с использованием стандартных газовых смесей.

Концентрацию загрязнителя в смесях определяли по аналитическим методикам, широко известным в технике газового анализа.

Результаты измерений представлены в таблице.

Пример 2. Операции подготовки ИТ, загрязнители, объемная скорость анализируемого воздуха приняты аналогичными примеру 1. В качестве заданной величины аналитического эффекта в этом примере использовали относительное изменение коэффициента отражения соответствующей индикаторной трубки: 10%, 50%, 90%.

Величину электрического сигнала пропорционального коэффициенту отражения ИТ измеряли на устройстве, с помощью которого реализуется предлагаемый способ. Устройство включает в себя блок фотометрирования, который связан с блоком измерения времени и с блоком управления и обработки информации, который передает результаты определения загрязнителя на вторичный прибор в виде цифровой индикации и распечатки на принтере в мг/м.

Коэффициенты преобразования (К), как и в примере 1 были определены заранее и введены в память блока обработки информации устройства.

Подготовленную ИТ вставляли в гнездо блока фотометрирования устройства, обеспечивающее подключение ИТ к побудителю расхода и источнику анализируемого воздуха, включали устройство, побудитель расхода и фиксировали результат измерения на вторичном приборе.

Результаты измерений по примерам 1 и 2 сведены в таблице.

Расчет погрешности определения загрязнителя воздуха, проводили по формуле

$$\Delta = \left(\frac{C_i - C_A}{C_A} 100 \right) \%$$

где C_i - концентрация загрязнителя, определяемого по способу, мг/м³,

C_A - концентрация загрязнителя, определенная по стандартной аналитической методике, мг/м³;

Δ - погрешность определения загрязнителя в воздухе, %.

Представленные в таблице результаты показывают, что погрешность определения загрязнителей в воздухе по предлагаемому способу не превышает 14%, а при использовании инструментальных методов (пример 2) - 8,2 %, что в 3,75 раз ниже чем при использовании способа-прототипа (30,8%).

По предлагаемому способу, как видно из таблицы, диапазон определяемых концентраций значительно расширен и составляет:

для ИТ - Н₂ 0,5-250 мг/м³

(по способу-прототипу 4-71 мг/м³)

для ИТ - Н₃ 0,1-20 мг/м³

(по способу-прототипу 0,3-4 мг/м³);

для ИТ - О₂ 0,15-200 мг/м³

(по способу-прототипу 1-50 мг/м³).

Использование предлагаемого способа позволяет более эффективно и с меньшими затратами решать проблемы объективного контроля охраны воздушной среды, загазованности рабочих зон и за выбросами вредных веществ в атмосферу.

Результаты сравнительных испытаний определения сероводорода, аммиака и диоксида серы предлагаемым способом и способом-прототипом

Концентрация загрязнителя в воздухе (C _A), мг/м ³	Предлагаемый способ				Способ-прототип	
	Пример 1		Пример 2			
	C _i , м ² /м ³	Δ, %	C _i , м ² /м ³	Δ, %	C _i , м ² /м ³	Δ, %
H ₂						
0,5	0,43	14,0	0,46	8,0	—	—
1,8	1,6	11,0	1,68	6,6	—	—
3,9	4,0	12,8	3,6	7,7	2,7	30,8
10,6	9,9	6,6	11,3	6,5	8,8	17,0
18,0	17,6	5,4	17,5	2,8	16,0	11,0
39,4	37,5	4,8	38,0	3,5	43,3	10,0
71,4	69,3	3,0	69,5	2,7	82,0	14,8
93,0	98,0	5,4	90,0	3,2	—	—
126,8	122,0	3,8	130,6	3,7	—	—
150,8	160,0	6,1	155,0	2,8	—	—
250,3	240,0	4,1	244,6	2,3	—	—

Концентрация загрязнителя в воздухе (C _A), мг/м ³	Предлагаемый способ				Способ-прототип	
	Пример 1		Пример 2			
	C ₁ , м ² /м ³	Δ, %	C ₁ , м ² /м ³	Δ, %	C ₁ , м ² /м ³	Δ, %
N ₂						
0,12	0,105	12,5	0,11	8,2	—	—
0,34	0,31	8,8	0,32	5,9	0,255	25,0
0,86	0,82	4,6	0,89	3,5	0,73	15,1
1,80	1,89	5,0	1,73	3,9	1,60	11,1
3,95	3,75	5,1	3,86	2,3	3,75	5,1
10,20	10,70	4,9	10,50	2,9	—	—
19,70	19,00	3,6	19,30	2,0	—	—
O ₂						
0,15	0,130	13,3	0,138	8,0	—	—
0,34	0,305	10,3	0,325	4,4	—	—
1,0	0,9	10,0	0,95	5,0	0,73	27,0
4,85	5,16	6,4	4,66	3,9	4,22	13,0
10,3	9,9	3,9	10,70	3,9	9,5	7,8
25,6	26,6	3,9	26,3	2,7	27,4	7,0
49,8	47,8	4,0	48,0	3,6	46,8	6,0
84,0	79,8	5,0	80,6	4,0	—	—
100,6	104,3	3,7	99,0	1,6	—	—
154,0	146,5	4,8	151,0	1,95	—	—
198,8	206,7	4,0	204,8	3,0	—	—