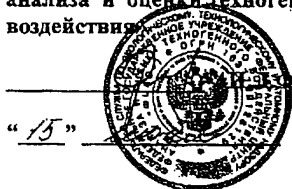


**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ,  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Директор ФГУ «Федеральный центр  
анализа и оценки техногенного  
воздействия»**



**Иванов**

" 15 "

**2010 г.**

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ  
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ**

**МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ МАССОВОЙ  
КОНЦЕНТРАЦИИ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ  
В ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСАХ В АТМОСФЕРУ  
ФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ  
С ВАНАДАТОМ АММОНИЯ**

**ПНД Ф 13.1.70-10  
(ФР.1.31.2010.07605)**

**Методика допущена для целей государственного  
экологического контроля**

**МОСКВА  
2010 г.**

Методика рассмотрена и одобрена ФГУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия» (ФГУ «ФЦАО»).

Директор ФГУ «ФЦАО»



И.Л.Феофанов

Разработчик:

Федеральное бюджетное учреждение «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия» (ФБУ «ФЦАО»),  
ранее (ФГУ «ФЦАО»)

Адрес: 125080, г. Москва, п/о № 80, а/я № 86

Телефон/факс: (495) 781-64-95; телефон: (495) 943-2-944

E-mail: [info@fcao.ru](mailto:info@fcao.ru)

[www.fcao.ru](http://www.fcao.ru).

## ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий документ устанавливает методику измерений массовой концентрации уксусной кислоты в промышленных выбросах в атмосферу фотометрическим методом с ванадатом аммония.

Диапазон измерений массовой концентрации уксусной кислоты от 4,0 до 50 мг/м<sup>3</sup>.

Определению уксусной кислоты не мешают бензойная кислота, спирты, альдегиды, кетоны, углеводороды, сложные эфиры, аммиак.

Мешают определению жирные кислоты, растворимые в воде.

## 1 ПРИПИСАННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ И ЕЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ

Настоящая методика обеспечивает получение результатов измерений с погрешностью, не превышающей значений, приведённых в таблице 1.

Таблица 1 – Диапазон измерений, значения показателей точности, правильности и повторяемости

Диапазон измерений, мг/м <sup>3</sup>	Показатель повторяемости (относительное среднеквадратическое отклонение повторяемости), $\sigma_r$ , %	Показатель правильности (границы относительной систематической погрешности при вероятности $P=0,95$ ), $\pm\delta_c$ , %	Показатель точности <sup>1</sup> (границы относительной погрешности при $P=0,95$ ), $\pm\delta$ , %
От 4,0 до 50 вкл.	8	19	25

Примечания.

1 Значение показателя правильности установлено расчетно-экспериментальным методом.

2 При расчете показателя правильности учтены погрешности:

- используемых средств отбора проб;
- установления градуировочной характеристики;
- используемого метода измерений;
- обусловленные процедурой приготовления растворов, необходимых для проведения анализа отобранных проб.

Значения показателя точности методики используют при:

- оформлении результатов измерений, выдаваемых лабораторией;
- оценке деятельности лабораторий на качество проведения испытаний;
- оценке возможности использования результатов измерений при реализации методики выполнения измерений в конкретной лаборатории.

<sup>1</sup> Соответствует расширенной относительной неопределенности с коэффициентом охвата  $k = 2$ .

## 2 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА, РЕАКТИВЫ И МАТЕРИАЛЫ

### 2.1 Средства измерений

Спектрофотометр или фотоэлектроколориметр, позволяющий измерять оптическую плотность при длине волны 400 нм	
Кюветы с толщиной поглощающего слоя 10 мм	
Весы лабораторные общего назначения с наибольшим пределом взвешивания 200 г и ценой наименьшего деления 0,1 мг	ГОСТ 24104-2001
Гири	ГОСТ 7328-2001
Электроаспиратор типа М-822	ТУ 64-1-862-82
Реометр лабораторный	ГОСТ 9932-75
Вакууметр типа ВТИ	ГОСТ 2405-88
Термометр жидкостной лабораторный	ГОСТ 29224-91
Секундомер, класс 3, цена деления секундной шкалы 0,2 с	
Пробирки Г4 25-14/23	ГОСТ 1770-74
Колбы мерные 2-го класса точности вместимостью 25, 50, 100, см <sup>3</sup>	ГОСТ 1770-74
Пипетки градуированные 2-го класса точности вместимостью 1, 5, 10 см <sup>3</sup>	ГОСТ 29227-91
ГСО с аттестованным содержанием уксусной кислоты или аттестованный раствор с концентрацией 1 мг/см <sup>3</sup>	

### 2.2 Вспомогательные устройства

Приборы поглотительные Рыхтера	
Шланги из поливинилхлорида	ГОСТ 19034-82
Стаканы химические термостойкие вместимостью 50 см <sup>3</sup>	ГОСТ 25336-82
Стаканы для взвешивания (бюксы)	ГОСТ 25336-82
Электроплитка с регулятором нагрева и закрытой спиралью	ГОСТ 14919-83

#### Примечания.

1 Допускается использование других типов средств измерений и вспомогательного оборудования, посуды и материалов с метрологическими и техническими характеристиками не хуже указанных.

2 Средства измерений должны быть поверены в установленные сроки.

### 2.3 Реактивы

Аммоний ванадиевокислый (ванадат аммония)	ГОСТ 9336-75
Вода дистиллированная	ГОСТ 6709-72

#### Примечания.

1 Реактивы, используемые для анализа, должны быть квалификации чда или хч.

2 Допускается использование реактивов, изготовленных по другой нормативно-технической документации, в том числе импортных.

### 3 МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ

Метод основан на фотометрировании окрашенного в желтый цвет раствора, который образуется при взаимодействии уксусной кислоты с ванадатом аммония при длине волны 400 нм в кювете с толщиной поглощающего слоя 10 мм.

### 4 УСЛОВИЯ БЕЗОПАСНОГО ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

4.1 При выполнении измерений необходимо соблюдение требований техники безопасности при работе с химическими реактивами по ГОСТ 12.1.007-76 и ПОТ Р М-004-97.

4.2 Электробезопасность при работе с электроустановками по ГОСТ 12.1.019-79.

4.3 Организация обучения работников безопасности труда по ГОСТ 12.0.004-90.

4.4 Помещение лаборатории должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

4.5 Содержание вредных веществ в воздухе не должно превышать допустимых значений по ГОСТ 12.1.005-88.

4.6 Работы на высоте следует проводить в соответствии с требованиями СНиП III - 4-80.

Уксусная кислота обладает сильным раздражающим действием и при попадании на кожу вызывает появление ожогов. Необходимо защита кожи рук перчатками и органов зрения очками и маской.

При отборе проб должны соблюдаться общие правила безопасности для предприятий и организаций соответствующей отрасли.

## **5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРА**

К выполнению измерений и обработке их результатов допускают специалиста, имеющего высшее или среднее специальное химическое образование или опыт работы в химической лаборатории, прошедшего соответствующий инструктаж, освоившего метод и уложившегося в нормативы контроля при выполнении процедур контроля погрешности.

## **6 УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ**

При выполнении измерений в лаборатории должны быть соблюдены следующие условия:

- температура воздуха ( $20 \pm 10$ ) °С;
- атмосферное давление (84-106) кПа;
- влажность воздуха не более 80 % при температуре 25°С;
- частота переменного тока ( $50 \pm 1$ ) Гц;
- напряжение в сети ( $220 \pm 22$ ) В.

## **7 ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ**

### **7.1 Подготовка прибора**

Подготовку прибора к работе проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

### **7.2 Приготовление раствора ванадата аммония**

В мерной колбе вместимостью 50 см<sup>3</sup> растворяют 0,25 г ванадата аммония в небольшом количестве дистиллированной воды и доводят объем раствора до метки дистиллированной водой, хорошо перемешивают.

Срок хранения раствора 2 месяца.

### **7.3 Приготовление основного градуировочного раствора уксусной кислоты с концентрацией 100 мкг/см<sup>3</sup>**

Для приготовления градуировочного раствора используют ГСО или аттестованный раствор с содержанием уксусной кислоты 1 мг/см<sup>3</sup>. Раствор готовят путем разбавления ГСО или аттестованного раствора дистиллированной водой в 10 раз. 1 см<sup>3</sup> раствора должен содержать 100 мкг уксусной кислоты. Срок хранения 1 месяц.

### **7.4 Построение градуировочного графика**

Для построения градуировочного графика необходимо приготовить образцы для градуировки соответствующие массовой концентрации уксусной кислоты от 20 до 250 мкг в пробе.

Рабочие градуировочные растворы готовят в мерных пробирках в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 - Состав и количество образцов для градуировки

Реактивы, помещаемые в пробирку	Номер градуировочного раствора							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Объем градуировочного раствора уксусной кислоты с $C=100 \text{ мкг/см}^3, \text{ см}^3$	0	0,20	0,50	1,00	1,20	1,50	2,0	2,50
Объем воды, $\text{см}^3$	5,0	4,80	4,50	4,00	3,80	3,50	3,00	2,50
Объем раствора ванадата аммония, $\text{см}^3$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Концентрация уксусной кислоты в градуировочном растворе, $\text{мкг}$	0	20	50	100	120	150	200	250

Условия анализа должны соответствовать п.6.

Содержимое пробирок тщательно перемешивают и через 5 минут измеряют оптическую плотность градуировочных растворов по отношению к раствору сравнения в кювете с толщиной поглощающего слоя 10 мм при длине волны  $\lambda=400 \text{ нм}$ . Раствор сравнения готовят аналогично градуировочным растворам.

Анализ градуировочных образцов проводят в порядке возрастания их концентрации. Каждую искусственную смесь необходимо фотометрировать 3 раза с целью исключения случайных результатов и усреднения данных.

По полученным результатам строят градуировочный график, откладывая по оси абсцисс содержание уксусной кислоты в  $\text{мкг}$ , а по оси ординат – значения оптической плотности соответствующих градуировочных растворов. Градуировочный график строят по средним значениям из 5 результатов измерений.

#### 7.5 Контроль стабильности градуировочной характеристики

Контроль стабильности градуировочной характеристики проводят не реже одного раза в квартал, а также при смене реактивов, после ремонта и проверки прибора. Средствами контроля являются вновь приготовленные образцы для градуировки (не менее 3 образцов из приведённых в таблице 2).

Контроль также проводят перед каждым анализом серии рабочих проб. В этом случае контроль проводят по одной концентрации, значение которой приближается к определяемым величинам.

Градуировочную характеристику считают стабильной при выполнении следующего условия:

$$|X - C| \leq 0,15 \cdot C \quad (1)$$

где  $X$  – результат контрольного измерения содержания уксусной кислоты в образце для градуировки, мкг;

$C$  – аттестованное значение массовой концентрации уксусной кислоты в образце для градуировки, мкг;

Если условие стабильности градуировочной характеристики не выполняется только для одного образца для градуировки, необходимо выполнить повторное измерение этого образца с целью исключения результата, содержащего грубую погрешность.

Если градуировочная характеристика нестабильна, выясняют причины ее нестабильности и повторяют контроль с использованием других образцов для градуировки, предусмотренных методикой. При повторном обнаружении нестабильности градуировочной характеристики строят новый градуировочный график.

## **8 ОТБОР ПРОБ**

Отбор проб следует проводить при установившемся технологическом режиме работы обследуемого источника выделения загрязняющих веществ в атмосферу.

Объем газа, проходящего через газоход при рабочих и нормальных условиях, определяют согласно ГОСТ 17.2.4.06-90 «Охрана природы. Атмосфера. Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения».

Место для отбора проб выбирают на прямолинейном участке газохода на достаточном удалении от вентиляторов, задвижек, отводов и других подобных устройств.

Для отбора проб собирают установку по схеме представленной в Приложении А.

Анализируемый газ пропускают через два поглотительных прибора, содержащих по 6 см<sup>3</sup> дистиллированной воды в течение 20 мин со скоростью 0,3 дм<sup>3</sup>/мин.

## **9 ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ**

После отбора проб растворы из каждого поглотительного прибора анализируют отдельно. Из каждого поглотительного прибора переносят по 5 см<sup>3</sup> раствора в пробирки и далее проводят анализ в соответствии с п.7.4. По градуировочному графику определяют количество уксусной кислоты в испытуемых растворах (мкг), соответствующее сумме содержания уксусной кислоты (мкг) в двух последовательно соединенных поглотителях.



## 10 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

### 10.1 Приведение отобранного объема газа к нормальным условиям

Коэффициент приведения объема газа к нормальным условиям рассчитывается по формуле:

$$V_0 = \frac{V * 273 * (P \pm \Delta P)}{101,3 * (273 + t)}, \quad (2)$$

где  $V_0$  – объем газа, отобранного на анализ, приведенный к нормальным условиям,  $\text{дм}^3$ .

$P_0$  – атмосферное давление при н.у., 101,3 кПа;

$P$  – разрежение газа у ротаметра, кПа;

$t$  – температура газа перед ротаметром,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$V$  – объем газа, отобранного на анализ,  $\text{дм}^3$

$$V = T \cdot W \quad (3)$$

где:

$T$  – время пропускания газа через ротаметр, мин.;

$W$  – расход газа,  $\text{дм}^3/\text{мин}$ .

### 10.2 Расчет результатов измерений

По градуировочному графику находят массу уксусной кислоты в каждом поглотительном сосуде ( $m_1$  и  $m_2$ ) и рассчитывают содержание уксусной кислоты  $X$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) по формуле:

$$X = \frac{(m_1 + m_2) * V}{V_1 * V_0}, \quad (4)$$

где

най-

$m_1$  и  $m_2$  – масса уксусной кислоты из двух поглотительных сосудов  
денное по градуировочному графику, мкг;

$V$  – общий объем отобранной пробы,  $\text{см}^3$ ;

$V_1$  – объем анализируемой пробы,  $\text{см}^3$ ;

$V_0$  – объем газа, отобранного на анализ, приведенный к нормальным условиям,  $\text{дм}^3$ .

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Результат анализа  $X$  в документах, предусматривающих его использование, может быть представлен в виде:  $X \pm \Delta$ ,  $P=0,95$ ,

где  $\Delta$  – показатель точности методики.

Величину  $\Delta$  рассчитывают по формуле:  $\Delta = 0,01 \cdot \delta \cdot X$ . Значение  $\delta$  приведено в таблице 1.

Допустимо результат анализа в документах, выдаваемых лабораторией, представлять в виде:  $X \pm \Delta$ ,  $P=0,95$ , при условии  $\Delta_1 < \Delta$ , где

$X$  – результат анализа, полученный в соответствии с прописью методики;

$\pm \Delta_1$  - значение характеристики погрешности результатов анализа, установленное при реализации методики в лаборатории и обеспечиваемое контролем стабильности результатов анализа.

**Примечание.** При представлении результата анализа в документах, выдаваемых лабораторией, указывают:

- количество результатов параллельных определений, использованных для расчета результата анализа;
- способ определения результата анализа (среднее арифметическое значение или медиана результатов параллельных определений).

## **12 ОЦЕНКА ПРИЕМЛЕМОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ**

При необходимости проверку приемлемости результатов измерений, полученных в условиях повторяемости (сходимости) осуществляют в соответствии с требованиями раздела 5.2. ГОСТ Р ИСО 5725-6. Расхождение между результатами измерений не должно превышать предела повторяемости  $r$  ( $r = 22\%$ ).

$$|X_1 - X_2| \leq 0,22 \cdot X_{\text{ср.}} \quad (5)$$

## **13 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДИКИ В ЛАБОРАТОРИИ**

Контроль качества результатов измерений при реализации методики в лаборатории предусматривает:

- оперативный контроль процедуры измерений (на основе оценки погрешности при реализации отдельно взятой контрольной процедуры);
- контроль стабильности результатов анализа (на основе контроля стабильности среднеквадратического отклонения повторяемости, среднеквадратического отклонения внутрилабораторной прецизионности, погрешности).

### 13.1 Алгоритм контроля процедуры выполнения измерений с использованием образцов для контроля

Контроль исполнителем процедуры выполнения измерений проводят путем сравнения результата отдельно взятой контрольной процедуры  $K_k$  с нормативом контроля  $K$ :

Результат контрольной процедуры  $K_k$  рассчитывают по формуле:

$$K_k = | \bar{X} - C | \quad (6)$$

где  $\bar{X}$  - результат контрольного измерения содержания уксусной кислоты в образце для контроля - среднее арифметическое двух результатов параллельных определений, расхождение между которыми не превышает предела повторяемости  $g$ .

$C$  - аттестованное значение образца для контроля.

В качестве образца для контроля используют раствор, аттестованный по процедуре приготовления и представляющий собой поглотительный раствор с введенным в него ГСО определяемого компонента.

Качество контрольной процедуры признают удовлетворительным, при выполнении условия:

$$K_k \leq 0,01 \cdot K \cdot C, \quad (7)$$

где  $K$  - норматив контроля процедуры выполнения измерений ( $K = 21\%$ )

При невыполнении данного условия эксперимент повторяют. При повторном невыполнении - выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам.

Периодичность оперативного контроля процедуры измерений, а также реализуемые процедуры контроля стабильности результатов измерений регламентируют в Руководстве по качеству лаборатории.

Приложение А

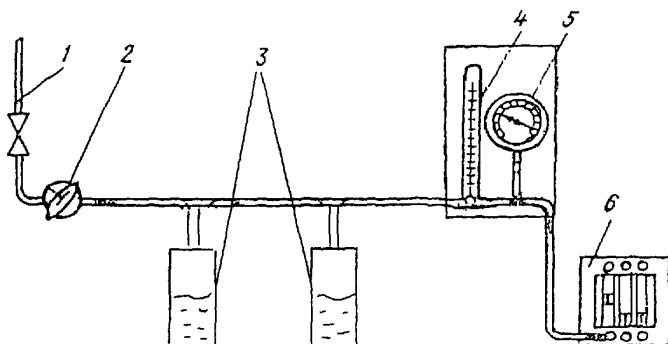


Рис. 1 – Установка для отбора проб уксусной кислоты

- 1 – пробоотборная трубка; 2 – кран; 3 – поглотительные приборы;  
4 – термометр; 5 – манометр-вакуумметр; 6 – аспиратор.



003358

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ  
Государственный научный метрологический центр  
ФГУП «Уральский научно-исследовательский институт метрологии»

## СВИДЕТЕЛЬСТВО

об аттестации методики выполнения измерений

№ 223.1.02.03.55 / 2010

Методика выполнения измерений массовой концентрации уксусной кислоты  
наименование измеряемой величины; объекта  
в промышленных выбросах в атмосферу фотометрическим методом с ванадатом аммония,  
и метода измерений

разработанная ФГУ «ФЦАО» (г. Москва),  
наименование организации (предприятия), разработавшей МВИ  
аттестована в соответствии с ГОСТ Р 8.563.

Аттестация осуществлена по результатам метрологической экспертизы материалов  
вид работ: метрологическая экспертиза материалов по разработке МВИ,  
по разработке методики выполнения измерений  
теоретическое или экспериментальное исследование МВИ, другие виды работ

В результате аттестации установлено, что МВИ соответствует предъявляемым к ней метрологическим требованиям и обладает следующими основными метрологическими характеристиками, приведенными в приложении.

Приложение: метрологические характеристики МВИ на 1 листе

Зам. директора по научной работе

Зав. лабораторией

Дата выдачи:

Срок действия:

**Приложение к свидетельству № 223.1.02.03.55 / 2010  
об аттестации методики выполнения измерений  
массовой концентрации уксусной кислоты  
в промышленных выбросах в атмосферу  
фотометрическим методом с ванадатом аммония**

**Т а б л и ц а 1 - Диапазон измерений, значения показателей точности, правильности и повторяемости**

Диапазон измерений, мг/м <sup>3</sup>	Показатель повторяемости (относительное среднеквадратическое отклонение повторяемости), $\sigma_r$ , %	Показатель правильности (границы относительной систематической погрешности при вероятности $P=0,95$ ), $\pm\delta_s$ , %	Показатель точности (границы относительной погрешности при вероятности $P=0,95$ ), $\pm\delta$ , %
от 4 до 50 включ.	8	19	25

**Примечания.**

1 Значение показателя правильности установлено расчетно-экспериментальным методом.

2 При расчете показателя правильности учтены погрешности:

- используемых средств отбора проб;
- установленная градуировочной характеристики;
- используемого метода измерений;
- обусловленные процедурой приготовления растворов, необходимых для проведения анализа отобранных проб

**Т а б л и ц а 2 – Нормативы**

Наименование операции	Контролируемая (проверяемая) характеристика	Значение норматива при вероятности $P=0,95$
1 Проверка приемлемости результатов параллельных определений	Модуль разности двух результатов параллельных определений массовой концентрации уксусной кислоты в образце для контроля, отнесенный к среднему арифметическому значению	$r$ , % 22
2 Проверка стабильности градуировочного графика	Модуль отклонения результата контрольного измерения массы уксусной кислоты в образце для градуировки от заданного (аттестованного) значения	$K_{гр}$ , мкг  0,15 · С
3 Контроль процедуры выполнения измерений	Модуль отклонения результата измерений массовой концентра- ции уксусной кислоты в образце для контроля от аттестованного значения, отнесенный к аттестованному значению	$K$ , %  21

Контроль стабильности результатов измерений организуют и проводят в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002. Периодичность получения результатов контрольных процедур и формы их регистрации приводят в документах лаборатории, устанавливающих порядок и содержание работ по организации методов контроля стабильности результатов измерений в пределах лаборатории.

Старший научный сотрудник  
лаборатории 223 ФГУП «УНИИМ»

*Кочергина*

О.В. Кочергина

<sup>1</sup> Соответствует расширенной относительной неопределенности с коэффициентом охвата  $k = 2$ .