

## Примеры использования фотоионизационных газоанализаторов КОЛИОН-1

Область применения газоанализаторов КОЛИОН-1 – измерение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны; при контроле вентиляционных выбросов; при аварийных ситуациях; поиск утечек в технологическом оборудовании и трубопроводах. Газоанализаторы могут применяться для контроля загрязнения атмосферного воздуха.

При использовании фотоионизационного детектора (ФИД) газоанализаторов КОЛИОН-1 для контроля загрязненности воздушной среды необходимо учитывать следующее:

1. ФИД измеряет концентрацию компонентов с потенциалом ионизации ниже 10,6 эВ. К числу таких компонентов относятся n-алканы (начиная с бутана), непредельные и ароматические углеводороды, спирты (кроме метанола), альдегиды (кроме формальдегида), кетоны и другие соединения.

2. Если в воздухе присутствует один компонент, или содержание других пренебрежимо мало, ФИД измеряет его концентрацию. При наличии в воздухе смеси компонентов ФИД измеряет суммарную концентрацию компонентов в пересчете на тот компонент, по которому ФИД градуирован.

3. ФИД градуируется по одному компоненту, и концентрация этого компонента определяется непосредственно по показаниям газоанализатора. Концентрация других рассчитывается по показаниям газоанализатора с помощью пересчетных коэффициентов, которые определяются экспериментально с использованием соответствующих ПГС.

4. ФИД предназначен для контроля ПДК воздуха рабочей зоны веществ с ПДК не менее 10 мг/м<sup>3</sup>, что определяется требованием ГОСТ 12.1.005-88 к погрешности измерения ПДК. ФИД невозможно использовать для измерения на уровне ПДК компонентов с низкой ПДК, хотя в списке определяемых компонентов, измеряемых ФИД, эти вещества указаны, и для некоторых определены коэффициенты пересчета. При контроле этих веществ ФИД используется, например, в аварийных ситуациях или для других целей, когда нужно измерить концентрацию, превышающую ПДК.

5. Контроль вентиляционных выбросов с помощью газоанализатора возможен только, если условия измерения и диапазон измерения соответствуют таковым для газоанализатора.

### 1. Контроль загрязненности воздуха рабочей зоны

ФИД газоанализатора может использоваться для определения загрязненности воздуха рабочей зоны на предприятиях лакокрасочной, химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, пищевой промышленности, на предприятиях, связанных с хранением и транспортировкой нефти и нефтепродуктов, а также в помещениях химчисток, при проведении покрасочных работ, в вагонных депо и пр.

Для веществ с ПДК  $\geq 10$  мг/м<sup>3</sup> газоанализатор может применяться для контроля загрязнения воздуха рабочей зоны на уровне ПДК. Для веществ с ПДК  $\leq 10$  мг/м<sup>3</sup> значение погрешности измерения превышает указанное в п. 5.4 ГОСТ 12.1.005-88, поэтому для этих веществ результаты измерений, используемые, например, для аттестации рабочих мест, должны подтверждаться другими методами.

Газоанализатор позволяет выявить источники загрязнений, дать рекомендации по расположению рабочих мест и установке вентиляционной системы.

При необходимости, например при проведении измерений с целью аттестации рабочих мест (раздел 5.5 ГОСТ 12.1.005-88), результаты измерений следует привести к нормальным условиям – температуре 293 К (20 °С) и давлению 101,1 кПа (760 мм рт. ст.) по формуле:

$$C_0 = \frac{2,594 \times C_i \times T_i}{P_i},$$

где  $C_0$  – концентрация измеряемого вещества в мг/м<sup>3</sup>, приведенная к нормальным условиям – температуре 293 К (20 °С) и давлению 101,1 кПа (760 мм рт. ст.);

$C_i$  – концентрация измеряемого вещества, в мг/м<sup>3</sup>, полученная при измерении;

$T_i$  – температура, при которой проводились измерения, в К;

$P_i$  – давление, при котором проводились измерения, в мм рт. ст.

В газоанализаторе предусмотрен режим расчета среднего значения результатов измерений за определенный период времени (время усреднения). Максимальное время усреднения составляет 15 мин.

### **1.1. Измерение содержания в воздухе паров углеводородов нефти и нефтепродуктов**

В соответствии с требованиями охраны труда и пожарной безопасности во избежание несчастных случаев на предприятиях по транспортировке и хранению нефти и нефтепродуктов необходимо контролировать содержание паров этих веществ в воздухе. Измерения концентрации паров углеводородов нефти и нефтепродуктов следует проводить в резервуарах для их транспортировки и хранения, при зачистке и перед проведением огневых работ, в помещениях насосных по перекачке легковоспламеняющихся нефтепродуктов и пр.

Диапазон контролируемых концентраций очень широк: от долей ПДК воздуха рабочей зоны (ПДК бензина – 100 мг/м<sup>3</sup>, других нефтепродуктов и углеводородов нефти – 300 мг/м<sup>3</sup>) до 5% НКПР (примерно 2000 мг/м<sup>3</sup>) – предельно допустимой взрывобезопасной концентрации горючих веществ (ПДВК), выше которой огневые работы запрещены.

ФИД газоанализатора измеряет концентрацию углеводородов нефти, за исключением метана этана и пропана. Эти вещества содержатся в больших концентрациях только в попутном газе в местах добычи нефти. В товарной нефти и нефтепродуктах метан, этан и пропан присутствуют в следовых количествах. Поэтому токсичность и взрывоопасность паро-воздушной смеси углеводородов нефти и нефтепродуктов определяется более тяжелыми веществами, что позволяет использовать ФИД газоанализатора для контроля содержания этих продуктов в воздухе.

Многочисленные эксперименты по измерению с помощью ФИД содержания в воздухе паров различных образцов нефти и нефтепродуктов показали, что одно и то же количество различных продуктов в воздухе дает один и тот же сигнал ФИД. Это, по-видимому, объясняется очень большим числом веществ, входящих в состав нефти, а также тем, что эти вещества относятся к одним и тем же классам соединений. Экспериментально определен коэффициент пересчета для этих продуктов находится между коэффициентом для пентана и ароматическими углеводородами (что соответствует нонану) и отражает качественный состав смеси

Для измерения содержания паров загрязнителя внутри резервуара следует использовать удлинитель пробоотборника (см. п.2.1.2.5 РЭ). При этом необходимо учитывать, что удлинение пробоотборника приводит к увеличению времени установления показаний. При длине пробоотборной трубки 10 м время установления показаний составляет примерно 60 с.

Газоанализатор измеряет текущее значение концентрации. В зависимости от условий на объекте (например ветер, вентиляция и пр.), где проводятся замеры, концентрация паров загрязнителя в воздухе за время проведения измерения может изменяться, что проявляется в изменении показаний газоанализатора. Особенно часто это происходит на открытых площадках. В этом случае следует зафиксировать максимальное значение концентрации, полученное за время измерения в данной точке. Можно также рассчитать среднее значение показаний, используя режим усреднения.

### **1.2. Измерение загрязненности воздуха органическими растворителями**

ФИД газоанализатора может использоваться в лакокрасочной промышленности и при покрасочных работах для оценки уровня загрязненности воздуха органическими растворителями. Если качественный состав смеси неизвестен, то газоанализатор позволяет определить места повышенного содержания загрязнителей, оценить эффективность работы вентиляционной системы и системы очистки, выявить застойные зоны, оптимальным образом расположить рабочие места.

При известном составе смеси загрязнителей обычно считается, что компонентом, определяющим уровень опасности, является вещество с минимальным значением ПДК рабочей зоны (или ПДВК, если речь идет о разрешении на проведение огневых работ). Помимо ПДК необходимо учитывать соотношение содержания компонентов в загрязняющей смеси, поскольку соединение с большим значением ПДК может присутствовать в большем количестве.

Если соотношение компонентов смеси неизвестно, то, используя показания и соответствующие значения коэффициентов пересчета, следует рассчитать концентрацию каждого компонента

так, как если бы он присутствовал один, полученные значения сравнить с ПДК. Дополнительный (лабораторный) анализ необходим только для компонентов, концентрация которых выше ПДК.

#### Пример 1.

Необходимо определить соответствие уровня загрязненности воздуха лакокрасочного цеха санитарным нормам с помощью газоанализатора, отградуированного по бензолу. В состав используемого растворителя входят ацетон (ПДК рабочей зоны 200 мг/м<sup>3</sup>), ксилол (ПДК рабочей зоны 50 мг/м<sup>3</sup>), этанол (ПДК рабочей зоны 1000 мг/м<sup>3</sup>). При градуировке по бензолу коэффициенты пересчета для этих соединений равны: для ацетона – 1,7; для ксилола – 1,0 и для этанола – 9,0. Значение суммарной концентрации загрязнителей в воздухе по показаниям газоанализатора составляет 43 мг/м<sup>3</sup>. Тогда значения концентрации отдельных загрязнителей (рассчитанные путем умножения показаний газоанализатора на соответствующий коэффициент относительной чувствительности) составляют: для ацетона – 73 мг/м<sup>3</sup>, для ксилола – 43 мг/м<sup>3</sup>, для спирта – 387 мг/м<sup>3</sup>. Таким образом, превышение ПДК не обнаружено ни для одного из компонентов.

Если известно соотношение компонентов в смеси, то можно оценить содержание каждого компонента  $C_i$  по формуле:

$$C_i = \frac{P_i \times N}{\sum (P_i / K_i)}$$

где  $P_i$  - массовая доля i-го компонента;

$N$  – показания индикатора;

$K_i$  - коэффициент относительной чувствительности i-го компонента.

#### Пример 2.

Необходимо определить концентрации растворителей, приведенных в Примере 1, если ацетон, ксилол и этанол находятся в массовых отношениях 1 : 6,5 : 3. Показания газоанализатора равны 43 мг/м<sup>3</sup>. Используя приведенную выше формулу, можно рассчитать концентрацию каждого компонента. Результаты представлены ниже.

Компонент	$K_i$	$P_i$	$P_i / K_i$	$P_i \times N$	$C_i$
Ацетон	1,7	1	0,59	43	5,8
Ксилол	1	6,5	6,5	279,5	37
Этанол	9	3	0,33	129	17

В данном случае значения концентрации всех анализируемых соединений ниже ПДК.

### 1.3. Контроль загрязненности воздуха на объектах железнодорожного и речного транспорта

Железнодорожный и речной транспорт широко используются для перевозки химических соединений. Газоанализатор обладает высокой чувствительностью к большинству соединений, перевозимых на транспорте.

Газоанализатор используется в вагонных депо, занимающихся ремонтом железнодорожных цистерн, для измерения содержания вредных веществ в воздухе цистерн при проведении зачистки и перед началом сварочных работ, а также при проведении покрасочных работ.

Для этих же целей газоанализатор используется на речном транспорте, на судах, перевозящих нефть, нефтепродукты и другие вредные и взрывоопасные вещества.

## 2. Поиск утечек

Благодаря быстродействию газоанализатор может применяться для поиска и определения интенсивности утечек в технологическом оборудовании в отличие от газоанализаторов с диффузионным отбором пробы.

Для обнаружения утечки необходимо с помощью газоанализатора измерить концентрацию интересующего компонента в наиболее вероятных местах появления утечки. Для этой цели исполь-

зается пробоотборник, позволяющий проникать в труднодоступные места. Рост показаний газоанализатора свидетельствует о наличии утечки, скорость нарастания позволяет оценить ее интенсивность. При высоком уровне общей загрязненности поиск утечек можно проводить, используя сигнализацию. Для этого измеряется фоновое значение концентрации загрязнителя в воздухе. Это значение устанавливается как уровень срабатывания сигнализации. В месте даже самой незначительной утечки концентрация вещества будет выше фоновой, что приведет к срабатыванию сигнализации прибора.

### **3. Оценка загрязненности почвы**

Газоанализатор является удобным средством предварительного оперативного контроля загрязненности почвы нефтепродуктами и другими органическими веществами с целью определения мест максимальной загрязненности для пробоотбора и последующего анализа, оценки глубины проникновения загрязнителя в почву и пр. Для этого измеряется содержание загрязнителей в воздухе над поверхностью почвы или в специальных шурфах. Превышение полученными значениями фоновых концентраций указывает на наличие загрязнителя в исследуемой точке.

Для определения количественного и качественного состава загрязнителя далее следует использовать другие аналитические методы, например масс-спектрометрию и газовую хроматографию.

На основании показаний газоанализатора может быть составлена карта загрязненности участка и определены места пробоотбора для последующего анализа. Благодаря быстрдействию прибора обследование даже больших площадей может быть выполнено за короткое время.

### **4. Контроль атмосферного воздуха**

Чувствительность ФИД достаточна для контроля загрязненности на уровне ПДК атмосферного воздуха: этот детектор может измерять концентрации на уровне ppb. Но основная приведенная погрешность измерения ФИД газоанализатора в диапазоне концентраций 0 - 10 мг/м<sup>3</sup> составляет ± 15 % (1,5 мг/м<sup>3</sup> во всем диапазоне). То есть на уровне концентраций, соответствующих ПДК атмосферного воздуха, погрешность измерения значительно превышает измеряемую величину.

Известно, что в атмосферном воздухе содержится большое количество разнообразных загрязнителей. Причем, чем ниже концентрации, которые нужно измерить, тем большее число компонентов можно обнаружить. ФИД – неселективный детектор и независимо от градуировки измеряет суммарное содержание загрязнителей воздуха, к которым он имеет чувствительность. По литературным данным суммарная концентрация загрязнителей в атмосферном воздухе изменяется в пределах 1 - 4 мг/м<sup>3</sup>, например, даже чистый воздух соснового бора содержит миллиграммовые количества органических веществ (обычно природного происхождения). Колебания концентрации воздушных загрязнителей вносит дополнительный вклад в погрешность измерения.

Поэтому в общем случае газоанализатор не может применяться для количественного измерения концентраций на уровне ПДК атмосферного воздуха. Вместе с тем показания газоанализатора можно использовать для определения мест наибольшего загрязнения для последующего анализа.

#### **4.1. Измерение содержания бензина в атмосферном воздухе**

ФИД газоанализатора можно использовать для контроля содержания бензина в атмосферном воздухе. Поскольку ФИД измеряют суммарную концентрацию загрязнителей воздуха (в том числе и бензина), то измеренная концентрация, не превышающая 5 мг/м<sup>3</sup>, указывает на то, что содержание бензина в воздухе соответствует норме, в этом случае дополнительных измерений не требуется. Если измеренная концентрация выше 5 мг/м<sup>3</sup>, необходимо измерить содержание бензина в воздухе другим, селективным методом, чтобы убедиться, что превышение обусловлено именно бензином, а не мешающими компонентами (например, органическими растворителями).

### **5. Контроль загрязненности воздуха в чрезвычайных ситуациях**

В чрезвычайных ситуациях, связанных с выбросами (или разливами) вредных и ядовитых веществ, а также при их ликвидации, с помощью газоанализатора можно оценить степень опасно-

сти, направление и скорость перемещения загрязнителя в воздухе, уровень загрязнения и глубину проникновения загрязнителя в почву.

Если произошел выброс (разлив) одного вещества или смеси веществ известного состава, например бензина, то значение концентрации, измеренное или рассчитанное (если газоанализатор отградуирован по другому компоненту), сравнивается с ПДК рабочей зоны бензина.

При выбросах (разливах) неизвестного вещества или смеси веществ на основании показаний газоанализатора можно определить опасность пребывания человека в зоне аварии. Если показания превышают 150 – 200 ед., пребывание человека в таком месте без средств защиты органов дыхания опасно.

С помощью газоанализатора можно выявлять места наибольшей и наименьшей загрязненности, определяя пути эвакуации персонала.