

УДК 658.56:681.325.5

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ И СРЕДСТВ КОМПЕНСАЦИИ ВОЗМУЩАЮЩИХ ФАКТОРОВ В СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОМ ИНФРАКРАСНОМ ГАЗОАНАЛИЗАТОРЕ

Рак А.И. , магистрант, Хламов М.Г. доцент, к.т.н.

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

В настоящее время загрязнение окружающей среды стало основной проблемой человечества. Важнейшей частью окружающей среда, является атмосфера, и в частности воздух, которым мы дышим.

Как известно, источниками загрязнения воздуха являются те, в которых используются процессы сгорания веществ, а самыми распространенными из таких источников являются двигатели внутреннего сгорания (ДВС).

Для контроля количества (концентрации) загрязняющих веществ содержащихся в выхлопных газах ДВС, в настоящее время используются различные газоанализаторы. Широкое распространение получили оптико-акустические и спектрометрические газоанализаторы [1]. Однако большим недостатком многих из подобных газоанализаторов является наличие в них систем предварительной газоподготовки, тем самым исключаются всевозможные факторы, которые могут повлиять на результат измерения. Этот процесс довольно длителен, а следовательно, он замедляет сам процесс измерения концентрации газа.

Предлагается разработка газоанализатора, в котором различными аппаратными и программными средствами реализованы компенсация и учет возмущающих факторов присутствующих при процессе измерения концентрации газов. Это позволяет отказаться от использования систем газоподготовки, а тем самым повысить скорость проведения измерений. А использование при этом современ

ных микропроцессорных устройств, позволяет обеспечить проведение измерений в реальном времени.

Принцип работы спектрометрического газоанализатора, основан на изменении мощности потока излучения, при поглощении его газовой средой [2]. Поток излучения попавший на фотоприемник преобразуется в электрический сигнал, который пройдя через систему нормирующих усилителей подается в микропроцессорную систему, где преобразуется в величину уровня измеряемой концентрации газа. Исходя из этого, общая структура такого газоанализатора будет иметь вид представленный на рисунке 1.

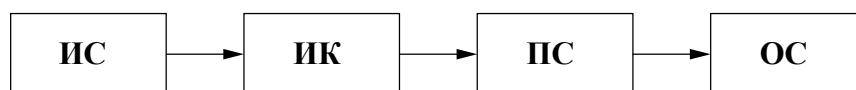


Рисунок 1 – Общая структура газоанализатора.

Здесь:

ИС – источник сигнала. Включает в себя группу инфракрасных светодиодов, которые и являются непосредственно источниками информационных и контрольных излучений. Также сюда входит система стабилизации светодиодов обеспечивающая высокостабильное излучение, для исключения (уменьшения) влияния различных посторонних факторов на интенсивность излучения (непосредственно на выходе из источника), а тем самым и на результаты измерений.

ИК – измерительный канал. Представляет собой систему информационных и контрольных оптических каналов, содержащих газовые среды с измеряемым и контрольным уровнями концентрации. Здесь происходит непосредственное влияние исследуемой газовой среды на проходящее излучение, и изменение его в соответствии с описанными спектральными свойствами газов.

Также здесь имеются измерители температуры и давления исследуемой газовой среды. Их наличие обусловлено необходимостью учитывать данные факторы при проведении измерений.

ПС – приемник сигнала. Представляет собой фотоприемное устройство на вход которого поступает поток излучения прошедший через систему измерительных каналов. Здесь это излучение

преобразуется в электрические сигналы, которые содержат информацию о концентрации измеряемых веществ в исследуемой газовой среде. Данная информация отражена в величине уровней полученных электрических сигналов.

ОС – блок обработки сигналов. Включает в себя аппаратные и вычислительные средства которые позволяют из уровня полученных, в предыдущем блоке, электрических сигналов, получить величину концентрации веществ в исследуемой газовой среде. Также в последнем блоке реализованы средства компенсации.

На процесс измерения концентрации газа, в данном газоанализаторе оказывают влияние следующие возмущающие факторы: температура и давление газовой среды, наличие сажи в оптическом измерительном канале, а также наличие посторонних веществ вызывающих дополнительное поглощение излучения.

Для ликвидации влияния последнего фактора можно использовать различные оптические фильтры, что обеспечит высокую избирательность системы. Но это не поможет избавиться от влияния сажи в канале, которая рассеивает излучение во всем спектре инфракрасного излучения. Также это не позволит учитывать влияние температуры и давления газовой среды, которая обуславливает различный уровень поглощения излучения газовой средой при одинаковых концентрациях газа, а это в свою очередь не позволяет получать однозначные результаты измерения. Поэтому требуются дополнительные средства компенсации.

Для компенсации влияния сажи, в систему вводится дополнительный источник излучения частота которого выбирается такой, что оно не поглощается ни одним компонентом газовой среды, а только рассеивается сажой находящейся в оптическом канале. В связи с этим после фотоприемника будет реализована схема нормирующих усилителей для двух частотных каналов. Она имеет вид приведенный на рисунке 2. Данная схема обеспечивает поступление в макропроцессор двух сигналов U_1 и U_2 которые содержат информацию об уровне концентрации газа и об уровне сажи в канале.

Разносный усилитель, на выходе которого получается сигнал U_1 , необходим для обеспечения допустимого уровня сигнала для его оцифровки и ввода в микропроцессор.

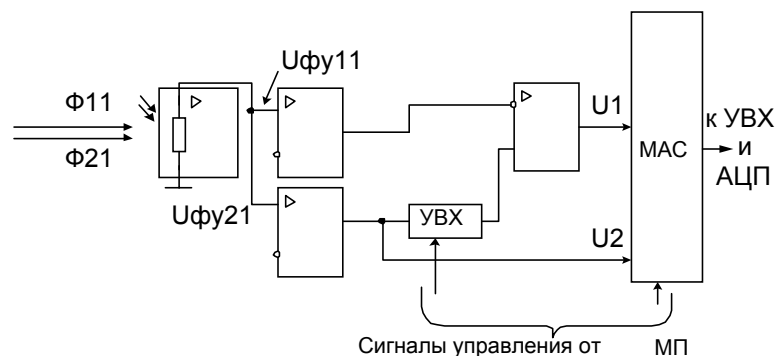


Рисунок 2 – схема нормируючих усилителей газоанализатора для двух частотных каналов.

На рисунке 2 потоки излучения в каналах можно представить следующим образом:

а) $\Phi_{11} = \Phi_{01} \cdot k_{ногл} \cdot k_{нр} \cdot k_p$ - информационный поток в рабочем канале;

б) $\Phi_{21} = \Phi_{02} \cdot k_{нр} \cdot k_p$ - контрольный поток в рабочем канале;

Непосредственно алгоритм компенсации можно представить следующим выражением:

$$\frac{\Phi_{11}}{\Phi_{21}} = \frac{\Phi_{01} \cdot k_{ногл} \cdot k_{нр} \cdot k_p}{\Phi_{02} \cdot k_{нр} \cdot k_p} = \frac{\Phi_{01}}{\Phi_{02}} k_{ногл} \quad (1)$$

где Φ_{01} и Φ_{02} – начальный поток излучения от информационного и контрольного источников соответственно.

$k_{ногл}$, $k_{нр}$, k_p – коэффициенты поглощения, пропускания и рассеивания соответственно.

При высокой стабилизации источников излучения $\Phi_{01} = \Phi_{02}$, а следовательно в результате выражения 1 будет лишь коэффициент поглощения, который в нашем случае и является информационным параметром и по которому можно судить о величине концентрации измеримого газа.

Соответственно алгоритм компенсации, реализуемый в микропроцессоре, будет иметь вид:

$$k_{Ком} = \frac{U1_{Код}}{U2_{Код}}, \quad (2)$$

где $k_{Ком}$ – коэффициент компенсации.

$U1_{Код}$, $U2_{Код}$, – кодовый эквивалент соответствующих сигналов.

После этого в микропроцессоре получают значения уровня концентрации газа как функцию:

$$C = f(k_{Ком}). \quad (3)$$

где C – измеряемая концентрация газа.

Для компенсации влияния температуры и давления в систему вводятся дополнительные средства. К ним относятся: дополнительный оптический канал содержащий измеряемый газ с максимально-допустимым для измерения уровнем концентрации и выходной разностный усилитель (см. Рис. 1) с управляемым коэффициентом усиления от микропроцессора. Также в оптических каналах устанавливаются измерители температуры и давления, от которых информационные сигналы о соответствующих параметрах подаются в микропроцессор.

В микропроцессор, при настройке системы вводятся полиномиальные зависимости необходимого коэффициента усиления разностного усилителя от температуры и давления. И перед проведением цикла измерений происходит автоматическая настройка системы. Вначале измеряются температура и давления в рабочем и контрольном оптических каналах, и определяются необходимые коэффициенты усиления усилителя для каждого из каналов и эталонный уровень сигнала ($k_1(t_1, P_1)$, $k_2(t_2, P_2)$, $U_Э$ соответственно).

Эталонный уровень сигнала отражает максимальный уровень сигнала на выходе разностного усилителя, при максимальном уровне концентрации при определенных температуре и давлении в контрольном канале. Его величина такова, что при переключении на рабочий канал, в котором свои температура и давление, на выходе

разностного усилителя, при максимальном уровне концентрации газа, будет обеспечен сигнал с уровнем в 2,5 В, и определяется выражением:

$$U_{\text{Э}} = \frac{k_1(t_1, P_1)}{k_2(t_2, P_2)} \cdot 2,5 \quad (4)$$

После чего от источника излучения с частотой настроенной на спектр поглощения измеряемого газа, сигнал проходит через контрольный канал, обеспечивая соответственно сигнал U_1 . Одновременно с этим происходит постепенное изменение коэффициента усиления разностного усилителя. Это происходит до тех пор пока не выполнится равенство:

$$U_1 = U_{\text{Э}} \quad (5).$$

При этом будет обеспечен необходимый коэффициент усиления разностного усилителя. После этого система переключается на рабочий оптический канал и проводится серия измерений с обеспечением алгоритма компенсации влияния сажи в канале.

Так как изменение температуры и давления в канале происходят значительно медленней изменения концентрации газа, то их компенсацию можно осуществлять один раз за серию измерений.

Также возможны алгоритмические средства компенсации влияния температуры и давления, которые реализуются программным путем в микропроцессоре, и заключаются во внесении поправок в результат измерения в соответствии с измеряемыми температурой и давлением. Преимущество этого метода заключается в упрощении схемных решений, однако в этом случае требуется значительно большие вычислительные мощности микропроцессорной системы. Поэтому необходимо искать компромисс в сочетании аппаратных и алгоритмических средств.

Перечень ссылок

1. Бреслер П.И. Оптические абсорбционные газоанализаторы и их применение. – Л.: Энергия, 1980. – 164с.
2. Зуев В.Е. Распространение видимых и инфракрасных волн в атмосфере. – М.: Советское радио, 1970. – 496с.