

А.В. Хаматдинова, О.В. Смородова
(Уфимский нефтяной технический университет;
e-mail: alinochka.hamatdinova@mail.ru)

ПРИБОРНЫЙ КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ГАЗОВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

Проведён анализ использования газоанализаторов в нефтеперерабатывающей промышленности.

Ключевые слова: аварии, концентрация, контроль, пожары.

A.V. Khamatdinova, O.V. Smorodova
**THE INSTRUMENTAL CONTROL OF GAS ENVIRONMENT STATE
ON REFINING PLANTS**

The analysis of use gas detectors in the refining industry.

Key words: accidents, concentration, monitoring, fires.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 7 мая 2015 г.

В настоящее время почти все без исключения государства мира законодательно обеспечивают соблюдение жёстких мер безопасности на промышленных предприятиях. Одним из факторов, приводящих к катастрофам на производстве, является взрыв или воспламенение горючих газозвоздушных смесей. Взрывоопасные смеси возникают в ходе технологических процессов либо являются основным или побочным продуктом самого производства. Помимо этого, многие вещества, будучи взрыво- и огнеопасными, могут быть также токсичными и вызывать отравление человека в концентрации значительно меньшей, чем взрывоопасная.

Одним из методов предупреждения аварий, связанных с воспламенением или взрывом газозвоздушных смесей, является контроль концентрации критических групп веществ в жёстко заданных пределах с подачей сигнала, в случае превышения порога допустимой концентрации, а также автоматическое управление соответствующими исполнительными механизмами для прекращения подачи таких веществ.

На предприятиях нефтяной и газовой промышленности для контроля воздушной среды на содержание горючих и токсичных примесей на рабочих местах, при ремонтных работах рекомендуется применять газоанализаторы. Установка газоанализатора способствует снижению вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, и, как следствие, уменьшению ущерба предприятиям и окружающей среде.

За 2014 год на предприятиях топливно-энергетического комплекса России произошло около 20 аварий, связанных со взрывом и возгоранием горючих и токсичных веществ. Наиболее крупные аварии произошли на пяти нефтяных и химических заводах: Ачинский НПЗ, "Омский каучук", Куйбышевский нефтеперерабатывающий завод, "Ставролен", "Таиф-НК".

Из наиболее крупных зарубежных аварийных ситуаций последнего времени можно отметить аварию 25 августа 2012 года на территории крупнейшего в Венесуэле нефтезавода Paraguana Refining Center. Причиной аварии явилась утечка газа, приведшая к сильному взрыву. Возгорание паров пропана произошло в зоне нефтехранилищ. Позднее воспламенились два резервуара. Пламя перекинулось на размещённую вблизи казарму, трубопроводы и припаркованные поблизости автомобили. Третий резервуар с нефтью огонь охватил в ночь на 28 августа. Полностью потушить пламя удалось лишь днём 28 августа. В результате катастрофы погибли 42 человека.

На сегодняшний день промышленная индустрия обладает различными техническими средствами, которые нуждаются в точном контроле параметров эксплуатации. Это затрагивает такие сферы, как нефтяная и газовая индустрия, энергосистема, пищевая индустрия. Все промышленные газовые компоненты, в том числе и нефтепродукты, являются взрыво- и пожароопасными, пары их ядовиты. Токсичность, взрывоопасность и лёгкая воспламеняемость веществ требует от всех работников строгого соблюдения и неуклонного выполнения правил личной, технической, пожарной безопасности.

Газосигнализатор измеряет концентрацию компонентов в газовых консистенциях. Один тип устройства измеряет допустимые сосредоточения газов, подаёт все виды сигналов без исключения. Иной тип газоанализаторов гарантирует безопасность находящегося непосредственно рядом сотрудника. В этом случае устройство крепится на одежду или защитную каску. Приборы могут использоваться в области высокой взрывоопасности (бурение нефтяных скважин) и в специальных условиях (шахтовые, морские). Отталкиваясь от этого, газоанализаторы подразделяются на стационарные и портативные.

Все газоанализаторы имеют одинаковые составляющие:

- первоначальный конвертер (датчик восприимчивости) с поддержкой разных способов замеров преобразовывает газовую концентрацию в устанавливаемый электросигнал;
- электроизмерительный модуль, обрабатывающий полученный сигнал, соотносящий его с определёнными значениями;
- источник электропитания и предохранительный блок-корпус.

Наиболее недорогой вид газоанализатора – либо *термокаталитический*, либо *термический*. Правило воздействия состоит в окислении углеводородов в каталитическом конструктивном составе. Сосредоточение газа измеряется согласно пропорциональности выделяющегося тепла к содержанию углеводородов. Отличается не самой лучшей надёжностью, не выдерживает перегрузок, имеет низкую чувствительность, имеет невысокую восприимчи-

вость, прочие основательные недочёты. Тем не менее, составляет основную долю парка существующих приборов в индустрии, несмотря на то, что морально устарел.

Химические газоанализаторы – довольно популярный вид анализаторов. Реализует измерение посредством прохождения гальванического тока через растворы электролитов, контактирующие с рассматриваемым газом. К сожалению, так же, как и термохимические агрегаты, они обладают невысоким сроком службы. Однако, в рабочем состоянии применяются для работы с обширной номенклатурой газов. Способны определять сверхнизкие концентрации. Главное назначение – надёжное выявление утечек ядовитых газов.

Полупроводниковые газоанализаторы – данное оборудование является многоцелевым. Функционирует согласно принципу изменения поверхностного сопротивления полупроводникового материала вследствие влияния на него газа. В качестве датчиков их применение неэффективно, так как возрастает число ошибок замеров. Полупроводниковый газоанализатор является отличным течеискателем либо горючих, либо ядовитых газовых компонентов.

Оптические газоанализаторы – наиболее дорогой вид анализаторов. Безупречны с целью выявления утечек взрывоопасных и горючих газов. Обладают значительной восприимчивостью и чёткостью замера. Правило воздействия создано в возможности молекул газов селективно потреблять инфракрасное излучение. Оборудование функционирует в широком спектре газовых концентраций. Могут работать с максимально допустимыми нагрузками.

До недавнего времени считалось, что газоанализаторы пригодны для проведения анализа только для одного компонента. В настоящее время существуют приборы, которые благодаря своей уникальной конструкции проводят анализ нескольких компонентов газовой смеси одновременно. Такие газоанализаторы требуются в промышленности, где непрерывно необходимо получать информацию о выбросах или контролировать технологический процесс.

Газоанализаторы также привлекают внимание служб обеспечения безопасности. Определить наличие взрывного устройства и установить специфику его конструкции позволяют специальные функции газоанализаторов. С использованием прибора за достаточно сжатые сроки можно достоверно определить наличие каких-либо взрывчатых газообразных элементов в атмосфере возле взрывного устройства и своевременно устранить опасность возникновения взрыва или возгорания.

Газоанализаторы, кроме того, применяют для обеспечения эффективной эксплуатации парков автохозяйств. Принцип их работы основан на измерении уровня поглощения инфракрасного и теплового излучения компонентами отработавших газов автомобильных двигателей. Измерительные трубки и эталонные трубки дают возможность создавать постоянное сопоставление уровня поглощения инфракрасного излучения и подсчёт характеристик отличия.

Наибольший интерес представляют современные газоанализаторы с ячейками из оксида циркония, которые могут работать без заблаговременной подготовки.

Циркониевые ячейки воздуха обладают большими преимуществами, по сравнению с иными имеющимися способами замера кислорода. Ячейка может располагаться непосредственно в струе дымовых газов, возрастает восприимчивость газоанализатора и уменьшается период отклика.

Ячейку кислорода можно использовать при анализе влажных газов, так как она работает при высокой температуре, превышающей значение температуры точки росы дымовых газов.

Нет потребности подготавливать пробы газа (очистление, остывание и сушка), этим уменьшаются расходы на получение и обслуживание оборудования. Циркониевые ячейки не подвержены влиянию вибрации. Выходной сигнал ячейки возрастает при уменьшении концентрации кислорода в рассматриваемом газе.

Ячейки из оксида циркония обладают еще одним уникальным признаком. В отсутствие молекулярного кислорода, они реагируют на минимальное количество кислорода, образующегося при диссоциации воды и двуокиси углерода на нагретой поверхности ячейки. Распад замедляется в присутствии горючих компонентов (H_2 и CO) в рассматриваемом дымовом газе.

Циркониевым модулем для измерения концентрации кислорода оснащены многие современные газоанализаторы, например, CGA 351 (Panametrics).

При выборе газоанализаторов рекомендуется, в первую очередь, руководствоваться перечнем планируемых к измерению параметров и их предполагаемым диапазоном изменений:

- область применения газоанализатора (настройка котлов, контроль состояния топливосжигающих установок, экологический контроль, контроль соблюдения технологического процесса при сжигании топлива и т.д.);

- вид горючего, которое станет применяться с целью сжигания (газ, мазут, уголь и т.д.);

- функции устройства (необходимость измерения давления, температуры, скорости и расхода потока).

В зависимости от сферы использования выделяют ключевые конфигурации.

1. Для настройки котлов: измерение концентрации кислорода и угарного газа, определение температуры в точке отбора пробы, определение избыточного давления и разрежения в газоходе, расчёт концентрации углекислого газа, избытка воздуха и потерь сжигания топлива (газоанализаторы АГМ-505 (O_2 , CO), MRU Delta-65, ДАГ-500(O_2 , CO), Seitron CHEMIST 200).

2. Для экологического контроля эксплуатации объектов сжигания топлива: измерение O_2 , CO , NO , NO_2 , C_xH_y , измерение температуры в точке отбора пробы, скорости и расхода потока, в случае проведения измерений на объектах, сжигающих топливо, содержащее серу (мазут, уголь), необходимо измерение SO_2 и H_2S (газоанализаторы АГМ-510, TESTO 350 S / XL, VARIO Plus, KANE KM9106, ДАГ-510, ЭКСПЕРТ, ECOM-A Plus).

3. Для соблюдения технологического процесса сжигания топлива: измерение O_2 , CO , NO , измерение температуры в точке отбора пробы, измерение избыточного давления и разрежения в газоходе, измерение (расчёт) CO_2 , избытка воздуха и потерь сжигания топлива (газоанализаторы АГМ-505 (O_2 , CO , NO), Testo-330, ГИАМ-310-02-2, MRU Delta-200, Seitron CHEMIST 300, ДАГ-500 (O_2 , CO , NO), АНКАТ-310, КМ940, КАСКАД 200.12, Комета-ТОПОГАЗ).

Для контроля параметров образующихся взрыво- и пожароопасных смесей на предприятиях нефтехимии и нефтепереработки наиболее предпочтительными представляются газоанализаторы Vario Plus Industrial, Testo350 XL и Quintox КМ9106.

Газоанализатор Vario Plus Industrial – полустационарный газоанализатор, предназначен для измерения массовых газовых выбросов. Имеет возможность измерения девяти газов одновременно (3 инфракрасных и 6 электрохимических). Функционирует от пульта управления, позволяет выбрать нужный язык (выбор до 14 языков).

Анализаторы Testo350 XL и Quintox КМ9106, имеют аналогичные функциональные особенности.

На рис. 2 представлены результаты измерения концентрации газов в одной пробе с использованием нескольких газоанализаторов разных марок. По результатам измерений можно судить о том, что газоанализатор Vario Plus Industrial эффективнее производит контроль концентрации всех включенных в состав смеси компонентов.

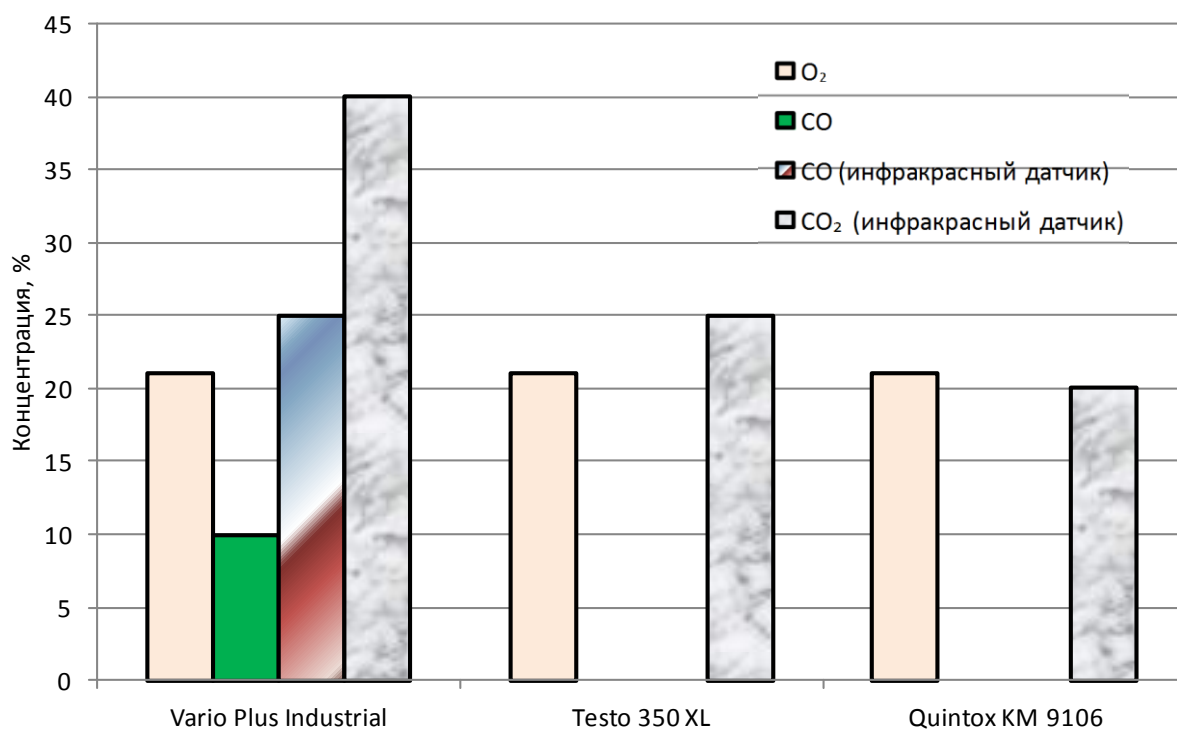


Рис. 2. Результаты измерения концентрации O_2 , CO , CO_2 газоанализаторами разных марок

Сравнительные характеристики газоанализаторов

Марка, страна-производитель	Область применения	Основные функции	Достоинства
АГМ 505, Россия	Контроль содержания загрязняющих веществ в уходящих газах	Измерение концентрации O ₂ , CO, NO	Малогабаритный автоматический многофункциональный переносной прибор
MRU Delta-65, Россия	Наладка котлов, автомобильных двигателей, оборудования промышленных предприятий	Контрольные измерения O ₂ и/или одного иного компонента дымовых газов	Компактность
Эксперт, Россия	Экологический контроль топливосжигающих устройств	Одновременный контроль концентрации O ₂ , CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , NOX, SO ₂ , H ₂ S и углеводородов (CH).	Определяет температуру, избыточное давление (разрежение), скорость и объёмный расход газового потока в точке отбора пробы
KANE KM9106, Великобритания	Проверка, оперативная настройка и обслуживание котлов, печей, газовых турбин, горелок, дизельных установок	Измерение концентрации O ₂ , CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , NOX, SO ₂ , углеводородов (CH); Температуры дымовых газов, наружного воздуха, воздуха для горения; давление и скорость уходящих газов	Большой дисплей, отображающий 4 различных параметра, Встроенные дифференциальный манометр и принтер, Аккумулятор с продолжительным сроком эксплуатации
Seitron CHEMIST 300, Италия	Анализ уходящих газов и настройка газогорелочных устройств	Измерение концентрации O ₂ , CO, температуры дымовых газов, температуры воздуха, давления в газоходе	Малые габариты и вес, простота эксплуатации и надежность
ECOM-A Plus, США	Измерение объёмной доли кислорода, оксид углерода, оксид азота	Измерение объёмной доли O ₂ , CO, NO, NO ₂ , SO ₂ в дымовых газах	Многофункциональность
Комета-ТОПОГАЗ, Россия	Контроль и регулировка процессов горения в топливных установках	Периодический и постоянный анализ O ₂ , CO, NO, измерение температуры топочных газов, воздуха, измерение давления/разрежения	Самотестирование при включении, моментальное отображение измеряемых величин, принудительный или диффузионный пробоотбор
Vario Plus Industrial, Германия	Измерение массовых газовых выбросов.	Измерение 9 газов одновременно (3 инфракрасных + до 6 электрохимических)	Многофункциональность, модульная конструкция
Testo 350 XL, Германия	Измерения дымовых газов на топливосжигающем оборудовании	Измерение концентрации дымовых газов, с модулями O ₂ , CO (с продувкой и автоотключением), NO, NO ₂	Высокая точность, удобство в работе, возможность работы в сложных условиях
ИГ-9, Россия	Сигнализация о превышении концентрации установленного уровня	Измерение концентрации метана и пропана	Малогабаритность, взрывозащищённое исполнение, наличие мгновенной звуковой сигнализации

При выборе газоанализатора особое внимание следует обратить на то, что суммарная загрузка газоанализатора влияет на выбор по аспекту "период наработки на отказ", что непосредственно находится в зависимости от качества применяемых комплектующих (датчиков, насосов и т.д.), единой системы устройства прибора и, в частности, пробоотборной системы.

При выборе газоанализатора для анализа дымовых газов топливосжигающих устройств не следует придерживаться принципа "чем дороже – тем лучше". Дорогостоящий и непростой прибор с огромным количеством дополнительных (зачастую востребованных весьма редко) функций – это далеко не всегда практичное и надежное устройство. Например, такая опция как подогреваемая пробоотборная линия и интенсивное устранение конденсата в случае, если не выполняются продолжительные измерения или измерения низких значений загрязняющих элементов, которые могут раствориться в образовавшемся конденсате, существенно удорожает прибор, а практически он требует весьма редко.

Литература

1. **РД 52.04.59-85.** Охрана природы. Атмосфера. Требования к контролю промышленных выбросов.
2. <http://www.газконтроль.рф>.
3. **Циркониевые** сенсоры кислорода. Устройство и принцип работы. <http://www.gasdetection.ru>.