

**Дальнейшие перспективы**

Анализатор TDLS200 привлекает значительное внимание со стороны многих нефтехимических заводов, поскольку он требует незначительного технического обслуживания и может выполнять измерение концентраций  $O_2$  и  $CO$  в печи практически в РВ. В США при поддержке Министерства энергетики (DOE) была доказана эффективность технологии TDL для оптимизации процесса горения в печи этилена компании Dow Chemical, также было изучено его применение в других печах для сжигания ([http://www1.eere.energy.gov/industry/combustion/pdfs/advanced\\_diagnostics.pdf](http://www1.eere.energy.gov/industry/combustion/pdfs/advanced_diagnostics.pdf)).

Для формирования хорошей репутации на рынке необходимо внедрение анализатора TDLS200 для измерения  $CO$  на работающих заводах. Также необходимо уменьшить габариты анализатора TDLS200 и упростить монтаж, чтобы обеспечить установку в печах для сжигания небольшого и среднего масштаба. Оптимизация процесса горения для

печей в целом требует не только интеграции процесса измерений  $CO_2$  и  $O_2$  в систему управления, но и использование экспертных знаний в сфере технологии диагностики печей для сжигания, топочных камер и энергосбережения.

**Заключение**

Технология для оптимизации эффективности процесса горения с помощью измерения концентраций  $O_2$  и  $CO$  стала общепризнанной более 20 лет назад. Однако до настоящего времени отсутствовали подходящие средства прямого и точного измерения  $CO$  в печи в режиме РВ. Анализатор TDLS200 помог решить эту проблему, и он будет в значительной степени способствовать практическому применению этого метода.

Ожидается, что анализатор TDLS200 будет внедрен на множестве заводов и поможет создать устойчивое соотношение в области энергосбережения и уменьшения выбросов парниковых газов.

*Иошитака Юкки — инженер подразделения полевого оборудования КИП, Акихиро Мурата — инженер подразделения аналитической продукции компании Yokogawa.*

*Ответственный представитель в России: Поначевная Наталья.  
Контактный телефон +7 (495) 737-78-68.  
E-mail: Natalia.Ponachevnaya@ru.yokogawa.com  
Http://www.yokogawa.ru*

## ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КАНАЛ ПОТОКОВОГО ХРОМАТОГРАФА ДЛЯ ГАЗОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ

**В.Л. Сельченков (ЗАО "Объединение БИНАР")**

*В измерительной системе (ИС) газоизмерительной станции (ГИС) требуется определять не столько состав газа, сколько вычисляемые на его основе значения физических свойств газа, такие как плотность, коэффициент сжимаемости и теплота сгорания, что существенно увеличивает число источников неопределенности измерений. В процессе проектирования ГИС выпускается раздел проекта "метрологическое обеспечение", где приводится анализ границ погрешностей средств измерений (СИ), применяемых на ГИС, и анализ возможных дополнительных погрешностей, которые могут появиться при включении СИ в информационно-измерительные каналы (ИИК).*

*Рассматриваются источники основных погрешностей и возможных дополнительных неопределенностей ИИК определения физико-химических параметров (ФХП) газа.*

*Ключевые слова: информационно-измерительные каналы, измерительная система, газоизмерительные станции, потоковый газовый хроматограф.*

**Введение**

Современные потоковые газовые хроматографы могут работать в широком диапазоне температур и теоретически могут устанавливаться в неотапливаемых помещениях. В соответствии с методикой выполнения измерений (ГОСТ 31371.7-2008. «Газ природный. Определение состава методом газовой хроматографии с оценкой неопределенности») хроматограф должен проходить ежесуточную процедуру градуировки. У баллонов с градуировочной смесью диапазон рабочих температур обычно 17...25°C, что требует установки хроматографа в блок-боксах с системами климат-контроля [1], и подвода к нему пробоотборных трубок.

Места пробоотбора достаточно жестко регламентированы нормативной документацией. На ГИС доступны два варианта установки пробоотбора:

- на измерительном трубопроводе (ИТ) в непосредственной близости от блок-бокса;
- на выходном коллекторе.

При установке пробоотборного устройства на коллекторе длина пробоотборной трубки обычно превышает 30 м, что существенно усложняет выполнение требований, при которых дополнительную неопределенность, вносимую пробоотбором, можно не учитывать.

В соответствии с ГОСТ 8.586.5-2005. «Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью

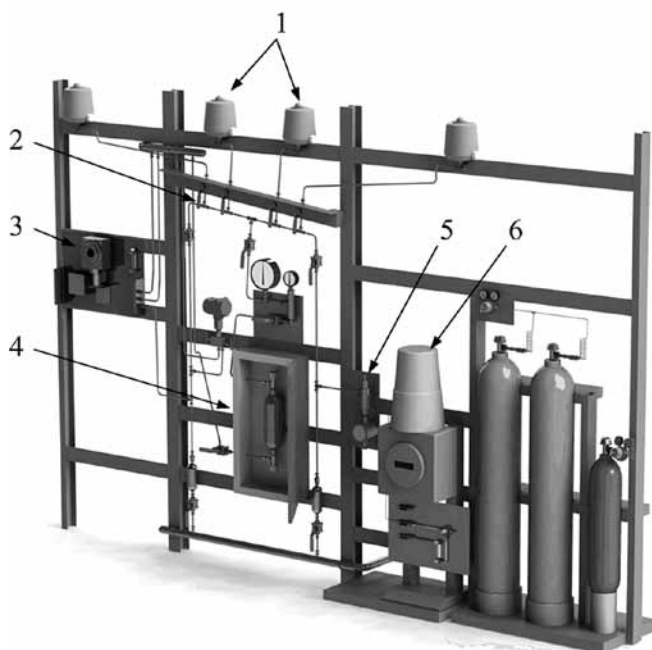


Рис. 1. Модуль системы измерения ФХП газа, где 1 – управляемые клапаны выбора ИТ; 2 – коллектор; 3 – гигрометр; 4 – блок ручного отбора для лабораторных анализов; 5 – обогреваемый редуктор; 6 – хроматограф

стандартных сужающих устройств», для уменьшения длины пробоотборных трубок блоки пробоотбора устанавливают на нескольких измерительных трубопроводах. От каждого блока пробоотбора проводится обогреваемая пробоотборная линия к единому коллектору модуля системы измерения ФХП газа в блок-боксе (рис. 1)

С единого коллектора газ поступает в систему:

- газоподготовки потокового хроматографа;
- газоподготовки потокового гигрометра;
- отбора пробы для лабораторных исследований;
- газоподготовки потокового плотномера (по требованию).

Модуль системы измерения ФХП газа оборудован системой сбора конденсата с возможностью сброса



Рис. 2. Размещение модуля системы измерения ФХП газа в блок-боксе

в дренажную систему и двумя отдельными свечными системами для хроматографа и гигрометра. Пример размещения модуля системы измерения ФХП газа в блок-боксе приведен на рис. 2.

Источники дополнительных неопределенностей измерения физико-химических параметров газа приведены в [2].

### Информационно-измерительный канал потокового хроматографа

Информационно-измерительные каналы создаются методом проектной компоновки (ИС-2 в ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. «Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения») из:

- средств измерений (первичных преобразователей), имеющих нормированные метрологические характеристики;
- кабельных линий связи, прокладываемых по металлоконструкциям, в земле, проходящих через клеммные коробки и разъемы;
- вторичных преобразователей, выполненных на средствах вычислительной техники с нормированными точностными характеристиками;
- средств вычислительной техники для архивации и визуализации результатов измерений, не вносящие дополнительных изменений в результаты измерений.

Информационно-измерительный канал потокового хроматографа конструктивно и функционально делится на две части:

- измерительный канал формирует данные из измеренных и расчетных величин;
- информационный канал без изменения данных производит передачу, проверку, агрегирование, архивирование и визуализацию данных.

Измерительный канал формируется в блок-боксе во взрывоопасной зоне. Структура измерительного канала приведена на рис. 3.

Рассмотрим возможные причины возникновения дополнительных неопределенностей измерительного канала.

1. Место расположения блока пробоотбора зависит от используемой СИ расхода газа и регламентировано соответствующей методикой выполнения измерений. Например, при использовании корпусного ультразвукового расходомера пробоотбор располагается не ближе 2.5D от фланца расходомера; при использовании сужающего устройства пробоотбор располагается не ближе 8D от диафрагмы; при установке пробоотбора на выходном коллекторе нужно отступить не менее 8D от последнего тройника. Не соблюдение указанных требований приведет к большим колебаниям в результатах измерений за счет нерепрезентативности пробы.

2. Если температура блока пробоотбора или пробоотборной трубки ниже температуры газа в ИТ, возможна конденсация влаги и тяжелых углеводородов. То есть проба газа, поступающая в хроматограф, будет отличаться по компонентному составу от газа в ИТ.

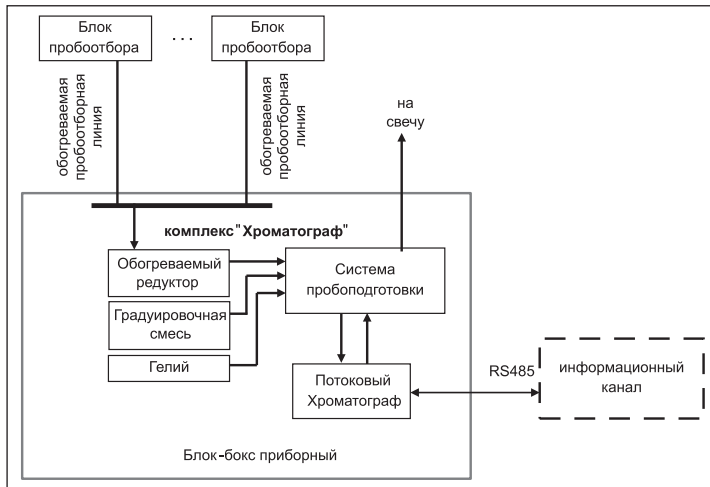


Рис. 3. Структура измерительного канала хроматографа

В соответствии с ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. «Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения», и блоки пробоотбора, и пробоотборные трубки должны иметь на всем протяжении температуру как минимум на  $10^{\circ}\text{C}$  выше температуры газа в ИТ. Обычно обогрев осуществляется саморегулирующимся обогревающим кабелем.

Неоднократно приходилось сталкиваться с ситуацией, когда проектировщики закладывали кабели и теплоизоляцию, не производя расчета ни мощности кабеля, ни толщины теплоизоляции. В результате в холодное время года обогрев не давал нужной температуры. Эффекты, возникающие при недостаточном нагреве, рассмотрены на примерах в [2].

Даже при корректном расчете обогреваемой пробоотборной линии некачественный монтаж может свести на нет все усилия. В примере на рис. 4 открытый участок пробоотборной трубки и незакрытый торец теплоизоляции приведут к конденсации тяжелых углеводородов и влаги в холодное время года.

При длине обогреваемой пробоотборной линии  $> 30\text{ м}$  реализовать равномерный обогрев практически невозможно, особенно на участках изгибов.

3. Рабочее давление хроматографа обычно существенно ниже давления в ИТ. Редуцирование приводит



Рис. 4. Некачественный монтаж пробоотбора

к резкому падению температуры и активной конденсации тяжелых углеводородов и влаги. Редуктор должен обогреваться до температуры  $\geq 60^{\circ}\text{C}$ .

4. Если выставлено требование анализа серосодержащих компонентов, то система пробоотбора существенно усложняется. До попадания в хроматограф проба несколько минут находится в пробоотборной трубке. Часть серосодержащих компонентов успевает прореагировать с нержавеющей сталью трубки. Для анализа серосодержащих компонентов весь пробоотборный тракт должен быть покрыт нейтральным слоем, например фторопластом.

5. У баллонов с градуировочной смесью диапазон рабочих температур (обычно  $17...25^{\circ}\text{C}$ ) прописан в паспорте на смесь. Если температура в помещении выходит за указанный диапазон, градуировка должна считаться некорректной.

В соответствии с ГОСТ 31371.7-2008. «Газ природный. Определение состава методом газовой хроматографии с оценкой неопределенности», должен использоваться гелий газообразный марки А. Использование менее чистого гелия приведет к появлению дополнительной неопределенности измерений.

6. Система пробоподготовки хроматографа создает непрерывный ток газа в пробоотборном тракте на уровне литра в минуту с выбросом газа "на свечу". Если система выброса газа "на свечу" общая с гигрометром или другими СИ, то наблюдается взаимное влияние с нарушением работы прецизионных ротаметров. Рекомендуется делать отдельную систему выброса газа "на свечу" для каждого СИ.

Произвести теоретическую оценку величины дополнительных неопределенностей, вызванных указанными причинами, не представляется возможным. Обычно считают, что если все требования выполнены, то дополнительные неопределенности можно не учитывать. Если какое-то требование выполнить не удастся, то дополнительная неопределенность должна оцениваться экспериментально в процессе калибровки.

Непосредственно хроматограф представляет собой измерительную систему, включающую множество измерительных каналов (по каналу на каждый измеряемый компонент). Каналы измерения объединяются на уровне "комплекс Хроматограф" в единую измерительную систему и отдельно не оцениваются. Корреляция между составляющими погрешности измерений также не учитывается.

Информационный канал — распределенный и охватывает значительную территорию. Структура информационного канала приведена на рис. 5.

Последовательные "сетевые концентраторы" показаны на рис. 5 функционально, а физически это может быть одно устройство.

Основным информационным каналом является канал «БОИ — сервер — АРМ».

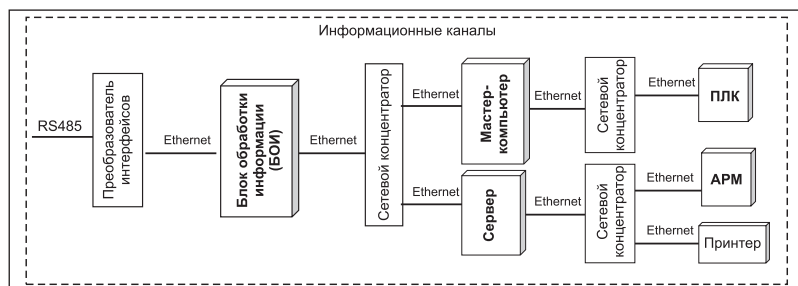


Рис. 5. Структура информационного канала хроматографа

Канал «БОИ — Мастер-компьютер — ПЛК» используется в случаях, когда данные из измерительной системы должны быть переданы в управляющую систему.

Рассмотрим возможные причины возникновения дополнительных неопределенностей информационного канала.

1. Слишком длинные линии связи, ухудшающие качество связи.

2. Некорректно написанные протоколы обмена или протоколы преобразования интерфейсов, вносящие искажения в данные.

3. Блок обработки информации занимается сбором, проверкой, агрегированием и архивированием данных. Программы БОИ могут исказить данные или производить некорректные округления.

4. Изменение данных могут произвести некорректно написанные запросы к БД.

5. Производить некорректные округления могут программы визуализации: экранные формы на АРМ или отчеты, выводимые на печать.

6. Степень влияния ПО на метрологические характеристики СИ оценивают при аттестации ПО (ГОСТ Р 8.654-2009 ГСИ. «Требования к про-

граммному обеспечению средств измерений. Основные положения»). Считается, что аттестованное метрологически значимое ПО не вносит дополнительных неопределенностей. Обычно отсутствие изменений данных в информационном канале определяют на этапе калибровки ИИК (РД 153-34.0-11.205-98. «Методические указания. Измерительные каналы информационно-измерительных систем. Организация и порядок проведения калибровки»).

### Выводы

1. Существенный вклад в неопределенность измерений потокового газового хроматографа вносят физические процессы в системах пробоотбора и пробоподготовки.

2. При соблюдении всех перечисленных выше требований к измерительной системе, дополнительные неопределенности измерений могут не учитываться.

3. Основной задачей информационного канала, с метрологической точки зрения, является передача и обработка данных без каких-либо искажений, за исключением допустимых округлений. В этом случае дополнительные неопределенности, вносимые информационным каналом, могут не учитываться.

### Список литературы

1. Сельченков В.Л. Типовые технические решения по системам вентиляции и климат-контроля блок-боксов ГИС // Автоматизация в промышленности. 2009. №10.
2. Сельченков В.Л. Источники неопределенности измерений потокового газового хроматографа в составе САУ ГИС // Автоматизация в промышленности. 2011. №6.

*Сельченков Валерий Леонидович — главный метролог ЗАО "Объединение БИНАР".*

*Контактные телефоны: (83130) 7-47-10, факс (83130) 7-47-04.*

*E-mail: Selchenkov@binar.ru*

*Http://www.binar.ru*

### Что идет на смену эпохе мобильных телефонов?

В апреле 1973 г. был сделан первый звонок на переносной мобильный телефон. Мартин Купер из коммуникационного подразделения компании Motorola позвонил своему конкуренту из Bell Labs, открыв тем самым новую эпоху. Для этого он воспользовался прототипом мобильного телефона размером с кирпич, весившим около килограмма и стоившим почти 4 тыс. долл. США.

Сегодня люди всех возрастов пользуются мобильными телефонами и другими мобильными устройствами для личных и деловых коммуникаций, прослушивания музыки и просмотра видеоматериалов, для работы в социальных сетях, приобретения товаров и услуг, оплаты счетов, банковских операций, поиска оптимальных маршрутов и др. По мере развития мобильных устройств люди ожидают от них все более высокого уровня персонализации услуг. Они хотят, чтобы услуги работали на их условиях и поддерживали высокий уровень информационной безопасности.

Сами по себе устройства не могут удовлетворить растущие ожидания абонентов. Чтобы выйти на новый уровень мобильности, необходимо обеспечить тесное взаимодействие между мобильными устройствами и сетями, развернутыми в помещениях. Такое взаимодействие должно постоянно совершенствоваться и становиться все более интеллектуальным, чтобы поспевать за миниатюризацией и интеллектуализацией подключенных устройств.

Между тем на наших глазах рождается "Всеобъемлющий Internet", который подключит друг к другу людей, процессы, данные и неодушевленные предметы и обеспечит взаимодействие между ними. В результате Internet станет такой же жизненной необходимостью, как электричество и вода. Интеллектуальная же сеть сделает соединения более ценными, персонализированными и актуальными.

Интеллектуальные сетевые функции не только покажут организациям список подключенных объектов, но и укажут тип и причину каждого подключения, а также дадут информацию о том, какие совместные действия были предприняты с помощью этих подключений. Интеллектуальные функции обеспечат безопасную доставку нужной информации нужному адресату или устройству в нужный момент. В условиях экспоненциального роста объема данных сетевая информация должна помогать мобильным пользователям получать нужные и полезные данные нажатием одной-двух кнопок на мобильном устройстве. В результате возможности пользователей должны намного превзойти то, что нам доступно сегодня.

Нет ни малейшего сомнения в том, что завтра сетевые устройства станут еще более компактными, дешевыми, гибкими и специализированными. Но главным условием реализации потенциала мобильных технологий была и остается сеть.

*Http://www.cisco.ru*