

# Выбор газоанализатора начинается не в отделе закупок: два решения, которые определяют стоимость эксплуатации



В статье анализируются факторы, влияющие на стоимость жизненного цикла стационарных газоанализаторов для контроля горючих газов. Сравниваются термокаталитический и оптический методы измерения, а также особенности газоанализаторов с открытым и закрытым типом оптического сенсора. Представлен стационарный оптический газоанализатор ГСО-Р1, рассмотрены его конструктивные и функциональные особенности.

АО «Метеоспецприбор», г. Санкт-Петербург

Когда служба КИПиА заполняет опросный лист на систему газового контроля, она принимает два ключевых решения еще до того, как документация попадет в отдел закупок: какую технологию детектирования предпочесть (термокаталитику или оптику) и какой тип газоанализатора выбрать (с открытым сенсором или закрытым).

Главная коварность этих решений заключается в том, что ошибка не всплывает на этапе монтажа и сдачи объекта. Проблема проявляется позже — через 2–3 года эксплуатации, когда газоанализаторы начинают искажать метрологические показания и требуется замена сенсора. Эксплуатация «удобных» газоанализаторов со сменными сенсорами превращается в постоянную головную боль для юридической и технической служб предприятия.

Разберем в статье, почему экономия на типе газоанализатора оказывается иллюзией, какова реальная физика процессов контроля нижнего концентрационного предела (НКПР) и почему решение о конструкции оптического датчика — это выбор между «купил и забыл» и бесконечным ремонтом средств измерений.

**Заблуждение, которое дорого стоит:**  
**«термокаталитика тоже подходит»**

На многих предприятиях до сих пор бытует мнение: «Зачем переплачивать за оптику, если термокаталитический датчик выполняет ту же

функцию и стоит в разы дешевле?». На самом деле это упрощение, которое может иметь неприятные последствия. Физика термокаталитического метода основана на беспламенном сжигании горючего газа на поверхности измерительного пеллистора. В этом кроются фундаментальные ограничения технологии:

- низкая энергоэффективность — термокаталитические датчики потребляют немалое количество энергии из-за необходимости подогревать чувствительный резистор до температуры выше 200 °C;

- зависимость от кислорода — для реакции горения необходим  $O_2$ . Если в зоне аварии или в технологической среде концентрация кислорода падает, термокаталитический датчик просто «слепнет» и показывает ложный ноль при реально опасных концентрациях горючих газов;

- отравление катализатора — попадание в среду паров силикона, серы, свинца или фосфора приводит к невозможной деградации активного слоя. Сенсор теряет чувствительность мгновенно и навсегда;

- перекрёстная чувствительность — датчик реагирует на широкий спектр углеводородов, что делает невозможным точный селективный контроль;

- низкое быстродействие из-за того, что измерение ограничено скоростью химической реакции;

- ограниченный диапазон рабочих температур (от -10 до +50 °C), по-

скольку экстремальные температуры влияют на работу пеллистора;

- высокие эксплуатационные затраты — согласно ГОСТ ИЕС 60079-29-2, термокаталитические приборы требуют постоянного контроля нуля и регулярной калибровки (вплоть до ежемесячной), так как деградация пеллистора идет непрерывно;

- ограниченный срок службы сенсоров — как правило, 3–5 лет в зависимости от условий эксплуатации, после чего требуется их замена.

Попытка сэкономить на старте приводит к регулярным простоям, затратам на поверочные газовые смеси (ПГС) и постоянным рискам пропуска опасной загазованности.

**Почему оптика стала де-факто стандартом для контроля НКПР**

Для устранения слабых мест термокаталитики в промышленность пришли оптические газоанализаторы (NDIR — инфракрасная спектроскопия). На сегодняшний день применение оптики для контроля НКПР распространения пламени является общепризнанным стандартом благодаря ее физическим свойствам:

- бесконтактный принцип измерения — газ не вступает в химическую реакцию с элементами датчика;

- отсутствие расходующихся компонентов — в конструкции нет сгорающих или химически истощаемых материалов;

- стабильность показаний — оптическая система не подвержена дрей-

фу нуля в таких масштабах, как химические или термокаталитические аналоги;

- ▶ работа в бескислородной среде — ИК-спектроскопия измеряет поглощение света молекулами газа (например, метан — 3,3 мкм) и не зависит от наличия O<sub>2</sub> в атмосфере. Технология гарантирует безопасность людям, чья работа связана с замкнутыми пространствами: резервуарами, в том числе для нефтепродуктов, коллекторами, канализационными колодцами и т.д.;

- ▶ оптическим газоанализаторам не страшны концентрационные перегрузки, вплоть до 100 %-ной концентрации определяемого газа, причем время восстановления после перегрузки определяется только временем обновления содержимого газовой камеры;

- ▶ высокая избирательность — можно полностью исключить реакцию на другие газы, так как спектры поглощения различных газов не совпадают;

- ▶ высокое быстродействие — если у термокаталитических сенсоров время измерения зависит от скорости протекания химических реакций, то, в отличие от них, в оптических сенсорах нет химических реакций и время измерения может составлять доли секунд.

Однако, перейдя на оптику, инженер сталкивается со вторым уровнем выбора, где кроется еще одна финансовая трапедия.

#### Встроенный или сменный тип сенсора

Казалось бы, среди оптических датчиков все приборы одинаковы. Но с точки зрения конструкции они делятся на два типа: газоанализаторы с закрытой ячейкой (сменный сенсор) и газоанализаторы с открытой ячейкой (встроенный сенсор). В отделах закупок часто выбирают приборы со сменными сенсорами, аргументируя это фразой: «У них сенсор легко меняется, это удобно». Но давайте посмотрим, чем оборачивается такое конструктивное решение. Для простоты восприятия разница указана в табл. 1.

Также существует миф, порожденный практикой применения датчиков: «Если сенсор несменный, то при поломке придется менять весь газоанализатор?». На самом деле это заблуждение. Инженеры привыкли, что сенсор — это расходник, как в термокаталитике или в газоанализаторах с закрытым типом сенсоров, поскольку

Таблица 1. Различия между оптическими датчиками со встроенным и сменным сенсором

| Параметр            | Открытый тип (встроенный сенсор)                                                  | Закрытый тип (сменный сенсор)                                                 |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Контакты с газом    | Оптика защищена сапфировыми стеклами                                              | Зеркала и фильтры внутри камеры прямо контактируют со средой                  |
| Что деградирует     | Загрязняются внешние поверхности стекол — устраняется протиркой при проведении ТО | Загрязняются внутренние чувствительные элементы сенсора, снижается теплоотвод |
| Срок службы сенсора | На протяжении всего срока службы прибора — до 25 лет                              | 8–10 лет, после чего требуется замена сенсора                                 |

чувствительные элементы подвержены выходу из строя из-за загазованности и пыли при эксплуатации оборудования.

В приборах с открытым типом сенсора оптические компоненты надежно защищены сапфировыми стеклами и изолированы от среды. Единственное, что происходит со временем, — на внешних стеклах оседает пыль. И эта проблема решается простой протиркой стекол во время планового ТО, а не полной заменой сенсора. Открытый тип оптического сенсора рассчитан на полный срок службы прибора без замены чувствительного элемента, который у газоанализатора стационарного оптического ГСО-Р1 составляет до 25 лет.

#### Подводный камень: замена сенсора на опасном производственном объекте (ОПО) — это ремонт СИ

Маркетинговые обещания «легкой замены модулей» молчат о юридической стороне вопроса в РФ. Замена чувствительного элемента по законодательству (ФЗ-102 «Об обеспечении единства измерений», ст. 13) квалифицируется как ремонт средства измерений. А после ремонта Приказ Минпромторга № 2510 требует проведения обязательной первичной поверки.

За заменой сенсорного модуля на месте или полным демонтажом газо-

анализатора следует транспортировка в лабораторию, затем — первичная поверка, потом — внесение во ФГИС «Аршин» и наконец — обратный монтаж газоанализатора. Итог: точка контроля остается без действующего прибора от нескольких дней до нескольких недель или требует дополнительного фонда ЗИП. Пока точка контроля остается без действующего газоанализатора или работает без поверки, предприятие напрямую нарушает ФНП «Общие правила взрывобезопасности» (Приказ Ростехнадзора № 533). Нарушение карается штрафом по ст. 9.1 КоАП РФ (от 200 000 до 1 000 000 рублей или приостановление деятельности до 90 суток) и штрафом по ст. 19.19 КоАП РФ (до 100 000 рублей за применение СИ без поверки). Таким образом, выбор газоанализатора с «удобным» сменным сенсором оборачивается непредвиденными затратами и регуляторными рисками.

#### Расчет стоимости владения (ТСО) на 25 лет

В табл. 2 приведен теоретический, условный финансовый расчет стоимости эксплуатации одного газоанализатора на протяжении его жизненного цикла — до 25 лет. Расчет построен, исходя из условия, что сенсор закрытого типа (сменный сенсор) за время эксплуатации придется заменять ми-

Таблица 2. Теоретический расчет стоимости эксплуатации одного газоанализатора на протяжении жизненного цикла — до 25 лет

| Статья затрат                                   | Открытый тип (несменный сенсор) | Закрытый тип (сменный сенсор)             |
|-------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|
| Плановые поверки (25 лет × 3 500 руб.)          | 87 500 руб.                     | 87 500 руб.                               |
| Замены сенсорных модулей (3 раза × 27 500 руб.) | 0 руб.                          | 82 500 руб.                               |
| Работы по замене (3 раза × 12 500 руб.)         | 0 руб.                          | 37 500 руб.                               |
| Поверка после ремонта (3 раза × 5 000 руб.)     | 0 руб.                          | 15 000 руб.                               |
| ИТОГО прямые затраты за 25 лет                  | 87 500 руб.                     | 222 500 руб.                              |
| Финансовый итог                                 | Полная окупаемость              | Переплата от +135 000 руб. на один прибор |

нимум три раза — примерно каждые 8 лет.

Какой вывод можно сделать из данного расчета? Даже если на старте газоанализатор со сменным сенсором выглядит выгоднее по цене, за 25 лет эта разница растворяется в стоимости владения. Но прямые затраты на новый сменный сенсор и его метрологическую поверку — это лишь часть расходов. Замена трех сенсоров за срок службы прибора подразумевает:

- ▶ до 60 рабочих дней суммарно простоя точки контроля на время демонтажа, поверки в лаборатории и внесения во ФГИС «Аршин»;

- ▶ необходимость закупки подменного фонда (дополнительные приборы на склад), чтобы не останавливать технологический процесс на период ремонта;

- ▶ риск штрафа Ростехнадзора от 200 000 до 1 000 000 рублей (по ст. 9.1 КоАП РФ), если точка контроля останется без действующего прибора или поверки.

Масштабируем на целое предприятие: при парке в 50 единиц газоанализаторов со сменными сенсорами компания за время их службы не только переплатит 1 500 000 рублей прямых затрат, но и будет вынуждена пройти 150 юридических процедур ремонта средства измерений с риском приостановить производство или попасть под санкции регулятора.

#### Промышленный опыт крупных предприятий

На стратегических объектах крупнейших мировых промышленных компаний газоанализаторы с открытым типом сенсора уже многие десятилетия являются стандартом. Опыт международных холдингов показал: когда на предприятии возможную утечку углеводородов определяют сотни датчиков, замена модулей превращается в бесконечную логистическую цепочку и лишние расходы, поэтому глобальные лидеры предпочитают технологии с несменяемой оптикой.

Сегодня российский рынок предлагает широкий выбор импортных газоанализаторов со сменными модулями и их отечественных аналогов. Однако оценка таких приборов не



Рис. 1. Газоанализатор стационарный оптический ГСО-Р1: моноблочное исполнение со встроенным цифровым индикатором

должна ограничиваться стоимостью закупки: важно учитывать регуляторные риски и постоянный ремонт во время эксплуатации. Отечественной промышленности необходимо ориентироваться на передовой мировой опыт.

Описанные подходы к построению оптических газоанализаторов нашли применение и в отечественных решениях. Рассмотрим в качестве примера стационарный оптический газоанализатор ГСО-Р1 (рис. 1), выпускаемый АО «Метеоспецприбор». При его разработке была использована монолитная архитектура оптического узла с открытым типом сенсора, не предусматривающая замену чувствительного элемента в течение назначенного срока службы прибора — до 25 лет. Помимо этого, в конструкции реализован ряд технических решений, направленных на упрощение эксплуатации и технического обслуживания:

- ▶ конструкция газоанализатора ГСО-Р1 позволяет снять датчик (например, при проведении ТО), не проводя демонтаж кронштейна, на котором он установлен, и не требует демонтажа кабелей из кабельных вводов. Клеммные колодки легко доступны для подключения. Обеспечена возможность подключения от 1 до 4 кабельных вводов;

- ▶ газоанализатор ГСО-Р1 может быть одновременно запрограммирован на измерение четырех различных газов из общего перечня, что позволяет переключать прибор на требуемый определяемый газ непосредствен-

но в процессе его эксплуатации без проведения дополнительной метрологической поверки. Эта функциональная возможность особенно актуальна для мест хранения различных углеводородов, а также позволяет сократить парк подменных приборов и запасных частей (ЗИП) в четыре раза, поскольку один газоанализатор способен заменить несколько устройств, поверенных на различные газы;

- ▶ температурный диапазон газоанализатора — от  $-60$  до  $+100$  °С с полностью подтвержденными метрологическими характеристиками во всем диапазоне, что отвечает требованию к приборам, предназначенным для эксплуатации в суровых климатических и технологических условиях (от арктических месторождений до горячих цехов);

- ▶ плановую периодическую поверку газоанализатора ГСО-Р1 можно проводить как по аналоговому каналу (4–20 мА), так и по цифровым показаниям дисплея, что упрощает работу сервисных служб.

- ▶ газоанализатор ГСО-Р1 выпускается в исполнениях с трехцветным светодиодом, со встроенным цифровым дисплеем, со светозвуковым оповещателем. Вариант исполнения с выносным цифровым индикатором дает возможность контролировать уровень загазованности и управлять датчиком, установленным в труднодоступных местах.

В заключение отметим, что отечественная промышленность заслуживает самых лучших, передовых решений и должна иметь доступ к надежным, проверенным временем технологиям. Российские производители выпускают большой спектр технологичного оборудования, которое является не попыткой догнать иностранные аналоги, а полноценным для них конкурентом.

АО «Метеоспецприбор»,  
г. Санкт-Петербург,  
тел.: +7 (812) 702-0739,  
эл. почта: [info@mspex.ru](mailto:info@mspex.ru),  
сайт: [mspex.ru](http://mspex.ru)

Иллюстрации предоставлены  
АО «Метеоспецприбор»