

ЛАЗЕРНЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ



Л.Исаев, Т.Москалев,
В.Челибанов, к.х.н.

Лазерные анализаторы применяются для контроля веществ, обладающих спектрами поглощения в ближней ИК-области, – полярных молекул, в частности фтористого и хлористого водорода, аммиака, метана, сероводорода, диоксида углерода, этилена и ацетилена. Метод важен для мониторинга, особенно в алюминиевой (определение фтористого водорода HF) и нефтегазовой (определение метана CH₄) отраслях промышленности.

Газовый трассовый анализ основан на регистрации абсорбционных спектров инфракрасного излучения в газовой среде. Источником инфракрасного излучения служит диодный лазер небольшой мощности.

Преимущества трассового анализа – высокая селективность, минимальное время отклика, возможность дистанционных измерений, низкая стоимость эксплуатации и обслуживания.

В настоящее время известно несколько компаний-производителей трассовых анализаторов, но только в пяти из них освоено серийное производство приборов такого типа (см.таблицу).

Приборостроительное предприятие ОПТЭК является официальным представителем компании Boreal Laser (Канада) на территории России и в странах СНГ. Boreal Laser с 1993 года занимается разработкой газовых детекторов на базе лазеров с использованием оптического волокна, диодных лазеров, фотодетекторов и других технологий. За этот период на базе анализатора Gas Finder – одного из наиболее известных устройств – было создано целое семейство высокоточных изделий для промышленного мониторинга с широким диапазоном измерений.

Трассовый анализатор Gas Finder 2,0 (рис.1) предназначен для контроля содержания загрязняющих газов в атмосфере и воздухе производственных помещений. Он состоит из двух частей: лазерного приемопередатчика и удаленного пассивного отражателя (ретрорефлектора). Приемопередатчик включает в себя источник излучения (инфракрасный перестраиваемый диодный лазер), оптический модуль, электронные блоки приемника и передатчика и компьютер.

Излучение диодного лазера из приемопередатчика распространяется в атмосфере по направлению к ретрорефлектору, отражается и возвращается в приемопередатчик, где фокусируется на фотодиодный детектор. Если в атмосфере присутствует контролируемый газ, излучение ослабляется в зависимости от концентрации газа. Часть излучения лазера периодически пропускается через встроенную реперную ювету, содержащую измеряемый газ с известной концентрацией, в результате чего формируется постоянно обновляемый опорный сигнал. Оптические сигналы аналитического и реперного каналов преобразуются приемным устройством в электрические сигналы, а затем обрабатываются на компьютере – вычисляется средняя концентрация газа вдоль траектории лазерного луча. Эти данные передаются во внешний компьютер для сохранения, отображения и анализа.

Трассовые анализаторы типа Gas Finder фирмы Boreal имеют несколько вариантов исполнения в зависимости от аналитической задачи (рис.2, 3, 4).

Gas Finder – трассовый газоанализатор с длиной трассы от 1 до 1000 м. Обычно применяется в атмосфер-

Компании-производители трассовых анализаторов

Фирма	Вид контроля			Серийное производство
	трасса	зонд	ювета	
Norsk Elektro Optikk (Норвегия)	•	•	•	•
Boreal Laser (Канада)	•	•		•
Unisearch Associates (Канада)	•	•		•
Siemens (Германия)		•		•
Sick-Maihak GmbH (Германия)		•		
Aerodyne (США)			•	
Physical Sciences Inc. (США)	•		•	
Analytical Specialties (США)		•		
Oxigraf (США)		•		•
Delta F (США)			•	
MD LaserTech (США)	•			
Spectral Sciences (США)		•		
SIT (Италия)			•	

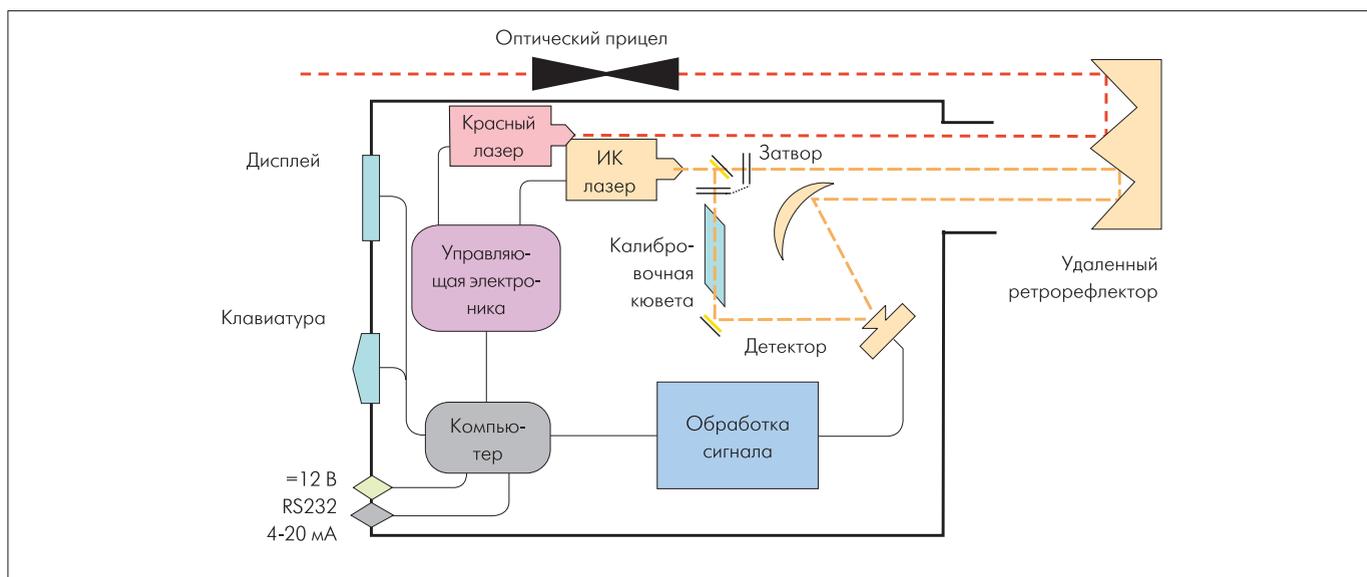


Рис. 1. Схема трассового анализатора Gas Finder 2,0

ном мониторинге и контроле утечек вокруг промышленных объектов.

Gas Finder FC – анализатор in-situ. Используется в основном для мониторинга выбросов. Применяется также для измерений in-situ или экстракционного газового анализа. Gas Finder FC можно установить на самолете, вертолете или автомобиле. Измерение утечек метана производится во время движения транспортных средств.

Gas Finder MC – мультитрассовая система, позволяющая контролировать до восьми трасс в системе контроля одного газа. Трасса измерения может быть экстракционной, in-situ или представлять собой их комбинацию. Gas Finder MC, как правило, используется для контроля утечек HF и H₂S в нефте- и газопереработке, а также для мониторинга HF на алюминиевых заводах.

Анализаторы Gas Finder 2,0 производятся для контроля фтористого водорода (HF), хлористого водорода (HCl), сероводорода (H₂S), аммиака (NH₃), метана (CH₄), диоксида углерода (CO₂), цианистого водорода (HCN), этилена (C₂H₄) и ацетилена (C₂H₂). Основные пользователи устройств – алюминиевые заводы, нефтеперерабатывающие предприятия, химические комбинаты, заводы по газопе-



Рис.3. Многоканальный (до восьми каналов) газоанализатор с волоконным выходом GasFinder MC для открытых трасс или газоходов



Рис.4. Автомобильный зонд

реработке, производству кирпича и керамики. Рассмотрим более подробно анализаторы Gas Finder 2,0. Это семейство однокомпонентных приборов, имеющих различные модификации в зависимости от анализируемого газа.

ГАЗОАНАЛИЗАТОР ФТОРИСТОГО ВОДОРОДА GAS FINDER 2,0

Лазерный трассовый анализатор Gas Finder 2,0 предназначен для измерения концентрации HF в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и газовых выбросах (рис.5а). Принцип действия Gas Finder 2,0 основан на поглощении оптического излучения молекулами анализируемого вещества в ближней инфракрасной области спектра.

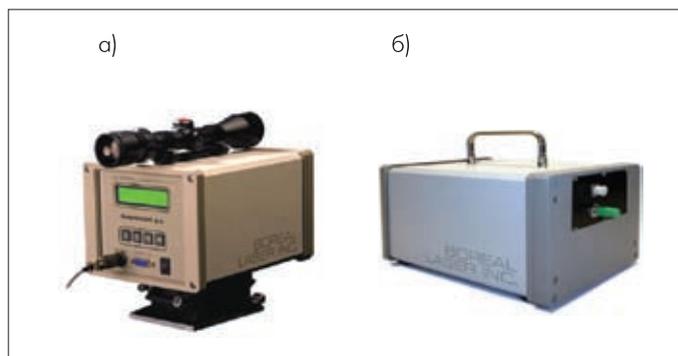


Рис.2. Портативные одноканальные газоанализаторы: (а) трассовый Gas Finder GF; (б) Gas Finder FC для газоходов

Анализатор Gas Finder 2,0 состоит из блока управления (контроллера) с оптическим модулем, включающим источник и приемник излучения, и пассивного отражателя. В качестве источника излучения используется перестраиваемый диодный лазер малой мощности (класс 3а), не представляющий опасности для зрения. В комплект поставки анализатора Gas Finder 2,0 входят: контроллер с оптическим модулем; блок питания; отражатель; треножник для монтажа контроллера; треножник для монтажа отражателя; программное обеспечение.

Технические характеристики переносного газоанализатора Gas Finder 2,0

Динамический диапазон.....	10 ⁵
Чувствительность.....	0,1 ppm
Длина трассы.....	1–1000 м
Время отклика.....	1 с
Вывод данных.....	RS-232, 4-20 mA
Питание.....	12 В, 2 А
Габаритные размеры*.....	290×195×150 мм
Масса*.....	5,2 кг

*Без блока питания и отражателя

Условия эксплуатации анализатора Gas Finder 2,0: температура окружающего воздуха от -30 до 50°С; атмосферное давление 95–110 кПа; относительная влажность 0–95%.

Приборы серии Gas Finder 2,0 имеют стационарное и переносное исполнение, могут монтироваться на трубах для измерения по месту. Прибор используют, в частности, на вертолетах для контроля утечек метана при облете газопроводов, его можно также установить на автомобилях и вездеходах.

Помимо задач мониторинга трассовые анализаторы применяют для поиска утечек анализируемых компонентов. Сканирующие платформы позволяют исследовать территорию вокруг места установки прибора (рис.5б). Сканирование может проводиться как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях.

Варианты установок трассовых анализаторов многообразны в зависимости от аналитических задач.

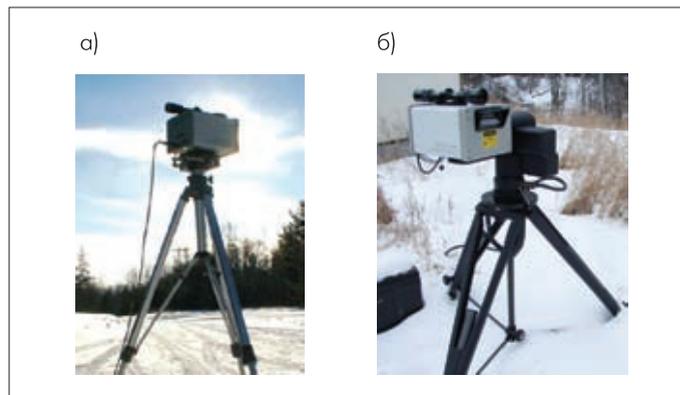


Рис.5. Лазерные анализаторы: (а) трассовый Gas Finder 2,0; (б) Gas Finder 2,0 на сканирующей платформе

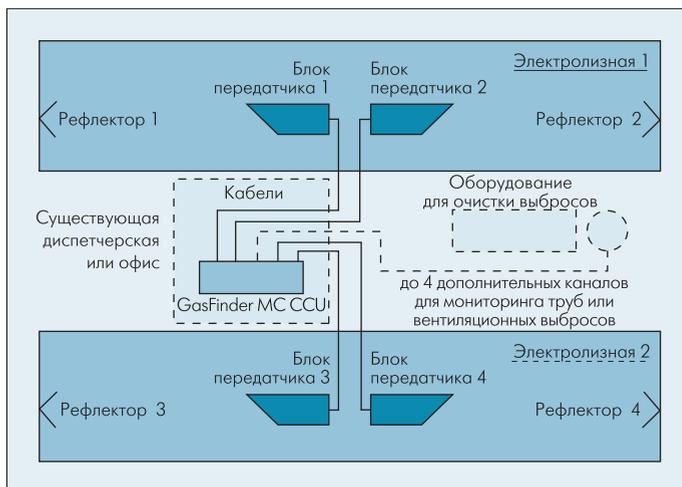


Рис.6. Многоканальный анализатор МС для электролизного цеха

Особенно важен мониторинг газовых выбросов в алюминиевой промышленности, так как в процессе электролиза Al₂O₃ при производстве первичного алюминия выделяется фтористый водород. Перечислим варианты применения анализаторов на алюминиевых заводах:

- мониторинг HF под крышами электролизных корпусов;
- мониторинг HF на входе и выходе систем газоочистки;
- мобильные измерения для выявления источников выброса HF;
- мониторинг HF по периметру заводов (трассы до 1000 м, чувствительность до 0,1 ppb);
- обнаружение утечек HF на криолитовых заводах.

Далее приведены характерные диапазоны концентраций HF в зависимости от места измерений для алюминиевой промышленности, ppm:

Электролизеры (отходящие газы).....	200–400
Газоходы (после фильтров).....	0,1–5
Внутри корпусов электролиза.....	0,1–10
При охлаждении анодов.....	1–15
Граница территории завода.....	0–0,01

Наряду с одноканальными анализаторами на алюминиевых заводах применяются многоканальные анализаторы (до восьми и более каналов), а также определенное число передатчиков и отражателей (рис.6).

В устройствах также используют мультиплексоры, позволяющие увеличить число каналов до 64. Многоканальные анализаторы обеспечивают контроль всего периметра алюминиевого завода, а также контроль содержания HF в трубах.

Технологии компании Voreal Laser применяются в 22 странах. В основном анализаторы служат для обеспечения безопасности защиты окружающей среды и контроля промышленного производства. Главными преимуществами анализаторов фирмы Voreal Laser являются самокалибровка, отсутствие влияния посторонних газов и прочное, надежное исполнение, которое не требует сложного обслуживания и больших затрат в ходе эксплуатации. ○