

Использование надежной  
вертикальной горелки: меньше  
времени на очистку, меньше простоев  
и менее частая замена даже  
при работе со сложными пробами

ИСП-ОЭС Agilent 5800 и 5900



## Введение

Одним из главных факторов, которые следует учитывать при анализе проб методом ИСП-ОЭС, является общее содержание растворенных веществ (TDS) в пробе. Пробы многих распространенных типов содержат большое количество растворенных веществ. Это, например, пробы почвы, донных осадков и рассолов, которые часто анализируются в лабораториях исследования окружающей среды, а также различные растворы, полученные в результате кислотного разложения или сплавления, с которыми часто работают лаборатории, занимающиеся анализом минералов, почвы и образцов в горнодобывающей промышленности.

Уровень TDS в пробе часто является определяющим фактором в выборе типа прибора ИСП-ОЭС для анализа. Как правило, пробы с содержанием растворенных веществ до 3% анализируются на ИСП-ОЭС с горизонтальной горелкой. Пробы с более высоким содержанием растворенных веществ обычно анализируются на приборах с вертикальной горелкой и радиальным обзором плазмы. Другие факторы, влияющие на анализ проб с высоким содержанием растворенных веществ, — это надежность радиочастотного генератора и горелка, позволяющая анализировать сложные пробы.

## Преимущества вертикальной горелки

Приборы с вертикальной горелкой и радиальным обзором плазмы позволяют анализировать пробы в высоком содержании растворенных веществ. Однако радиальный обзор (наблюдение плазмы сбоку горелки) не позволяет достичь таких пределов обнаружения, как при аксиальном обзоре (наблюдение плазмы с конца горелки, вдоль центрального канала плазмы). Если нужны более низкие пределы обнаружения, приборы с горизонтальной горелкой можно оборудовать специальной горелкой, которая может справляться с более высокими уровнями растворенных веществ. Однако точность и долговременная стабильность таких систем намного ниже по сравнению с системами с вертикальной горелкой; к тому же, в этом случае горелку приходится чаще чистить и заменять.

Все конфигурации ИСП-ОЭС Agilent 5900 и Agilent 5800 оборудованы надежной вертикальной горелкой (см. табл. 1). Вертикальная конструкция горелки позволяет анализировать самые сложные пробы — от проб с высоким содержанием матрицы до летучих органических растворителей. Вертикально ориентированная горелка — это бескомпромиссное и надежное решение для анализа самых сложных проб, которое обеспечивает меньше остановок для чистки и замены горелки. Вертикальные горелки, как правило, служат дольше, и их надо заменять реже.

**Таблица 1.** Приборы ИСП-ОЭС Agilent 5900 SVDV, Agilent 5800 VDV и Agilent 5800 RV оборудованы вертикальной горелкой. В таблице перечислены режимы обзора плазмы, поддерживаемые каждым из приборов.

Спецификация	Режим радиального обзора	Режим аксиального обзора	Режим VDV	Режим SVDV
ИСП-ОЭС Agilent 5900 SVDV	✓	✓	✓	✓
ИСП-ОЭС Agilent 5800 VDV	✓	✓	✓	Возможность модификации
ИСП-ОЭС Agilent 5800 RV	✓	✗	✗	✗

ИСП-ОЭС с синхронным двойным обзором плазмы с вертикальным расположением горелки (SVDV) Agilent 5900 оборудованы уникальной технологией дихроичного спектрального сумматора, который обеспечивает быстрый анализ и самый низкий расход аргона на пробу (рис. 1). Приборы в конфигурации SVDV могут работать в режимах аксиального, радиального, двойного и синхронного двойного обзора плазмы.

ИСП-ОЭС с двойным обзором плазмы с вертикальным расположением горелки (VDV) Agilent 5800 обеспечивает высокую производительность и может быть модернизирован на месте до конфигурации SVDV, если возникнет необходимость еще больше увеличить производительность. ИСП-ОЭС с радиальным обзором плазмы (RV) Agilent 5800 превосходно подходит для лабораторий, которым необходим высокоэффективный и высокопроизводительный ИСП-ОЭС с радиальным обзором.



**Рис. 1.** Схема хода лучей при радиальном и аксиальном обзоре, одновременно сходящихся в DSC. Объединенные лучи затем передаются на полихроматор и детектор.

## Просто устанавливаемая горелка

ИСП-ОЭС Agilent 5900 и Agilent 5800 оснащены легко устанавливаемой горелкой и простым и эффективным механизмом ее подключения, который автоматически производит ее юстировку и подключение газовых коммуникаций для обеспечения быстрого запуска и высокой воспроизводимости (рис. 2). После подключения горелки никакой дополнительной юстировки или регулировки позиции аксиального обзора не требуется. Такая автоматическая юстировка значительно снижает различия результатов между приборами и имеет неопределимое значение для лабораторий, требующих хорошей воспроизводимости вне зависимости от оператора. Для дополнительной стабилизации подачи всех потоков газа в плазму управляют регуляторы массового расхода.



**Рис. 2.** Последовательность из трех простейших операций для подключения горелки к прибору и обеспечения быстрого запуска и высокой воспроизводимости.

## Полупроводниковая радиочастотная система

ИСП-ОЭС Agilent 5900 и Agilent 5800 оснащены полупроводниковым радиочастотным генератором, работающим на частоте 27 МГц, для получения надежной, устойчивой и не требующей обслуживания плазмы. Для успешного анализа сложных проб этот генератор должен быть способен быстро подстраиваться к изменению параметров плазмы. Полупроводниковый генератор с автоматически подстраиваемой под матрицу частотой спектрометров Agilent 5900 и Agilent 5800 соответствует всем этим требованиям. Он позволяет работать с широким спектром проб — от летучих органических растворителей, таких как метанол, до рассолов, содержащих до 30% хлорида натрия. Радиочастотный генератор может работать в диапазоне мощности 750–1 500 Вт, в то время как в других системах с двойным обзором ВЧ-мощность ограничивается 1 350 Вт во избежание повреждения горизонтальной горелки с двойным обзором.

## Доказательство эффективности

Чтобы продемонстрировать долговременную стабильность ИСП-ОЭС Agilent 5900 SVDV при анализе проб с высоким содержанием растворенных веществ, в 25-процентный раствор NaCl добавили многоэлементный стандарт до концентрации 0,2 мг/л. Стандарт включал в себя следующие элементы: Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sr и Zn. Полученный раствор анализировался на ИСП-ОЭС Agilent 5900 в режиме SVDV. Спектрометр был оборудован горелкой с двойным обзором для проб с высоким содержанием растворенных веществ (внутренний диаметр инжектора 2,4 мм) и устройством для увлажнения аргона Agilent. Пробы этого раствора анализировали в течение 9,4 ч, проводя промывку после каждой пробы. Определенные концентрации добавленных элементов представлены на рис. 3. Для всех элементов значение СКО в течение 9,4 ч составило менее 1,6% (см. табл. 2).

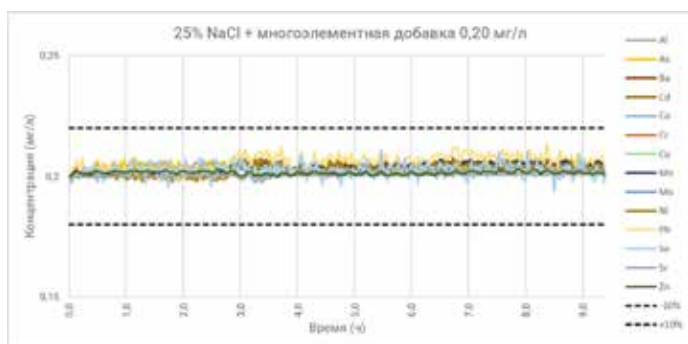


Рис. 3. Проверка стабильности в течение 9,4 ч при определении многоэлементной добавки (0,2 мг/л) в 25-процентном растворе хлорида натрия.

[www.agilent.com/chem](http://www.agilent.com/chem)

Информация может быть изменена без уведомления.

© Agilent Technologies, Inc., 2019  
Напечатано в США 15 ноября 2019 г.  
5994-1514RU

Таблица 2. Среднеквадратическое отклонение (%) для 14 элементов в растворе 25% NaCl.

Элемент и длина волны (нм)	СКО, %
Al, 396,152	0,9
As, 188,980	0,8
Ba, 455,403	0,5
Cd, 214,439	1,1
Co, 238,892	1,0
Cr, 267,716	1,1
Cu, 327,395	0,5
Mn, 257,610	0,9
Mo, 202,032	0,9
Ni, 231,604	1,2
Pb, 220,353	1,6
Se, 196,026	1,4
Sr, 421,552	0,2
Zn, 213,857	0,3

## Выводы

Надежная вертикальная горелка ИСП-ОЭС Agilent 5900 и Agilent 5800 обеспечивает наилучшую конфигурацию для анализа сложных проб и точность, которую обычно ожидают от режима аксиального обзора.

Полупроводниковый радиочастотный генератор создает надежную, устойчивую и не требующую обслуживания плазму для работы с самыми сложными пробами и достижения великолепной долговременной стабильности.

Легко устанавливаемая горелка и управление подачей газов плазмы с помощью регуляторов массового расхода исключают необходимость юстировки, которая зачастую требуется при анализе сложных проб, и обеспечивают достоверные и воспроизводимые результаты.