



G8 GALILEO G4 PHOENIX

- Решения для анализа газов в неорганических веществах

* Лучший предел обнаружения H_2 в системе ONH с использованием термокондуктометрической ячейки. Уникальная инфракрасная печь для задач по определению диффузионного водорода. Уникальный масс-спектрометр для определения сверхнизких концентраций водорода и аргона с высокой точностью.



Контроль качества металлов несколькими элементами



Руды, металлы, сплавы и керамика.

Тысячелетиями металлы и сплавы играли заметную роль в эволюционной истории человечества и давали имена целым эпохам.

Три элемента – кислород (O), азот (N) и водород (H) – определяют качество, срок службы и механические свойства всех металлических материалов. В отличие от остальных элементов, составляющих сплавы, содержание O, N и H иногда значительно меняется во время всего производственного цикла, от производства сырья до выпуска готовой продукции.

Легкие элементы делают тяжелую работу.

Даже при наличии в следовых количествах O, N и H оказывают очень существенное влияние на свойства материала. Однако низкие концентрации трудно анализировать спектральными методами из-за атомных свойств O, N и H. Так что же можно сделать?

Ответ прост: метод восстановительного плавления. Никакой другой метод не обеспечивает лучших пределов обнаружения, надежности или стабильности.

Используйте лучший метод ONH с идеальными ONH-системами: G8 GALILEO и G8 GALILEO MS.

С анализаторами G8 GALILEO компания Bruker является единственной компанией, предлагающей полностью интегрированные решения для ONH, сочетающие преимущества нескольких отдельных систем без каких-либо аналитических компромиссов или технических ограничений!*

G4 PHOENIX и G4 PHOENIX MS – Эксперты для одного элемента: водорода.

Точный анализ диффузионно подвижного водорода чрезвычайно важен во многих областях. Bruker предлагает системы для анализа диффузионно подвижного и остаточного водорода: G4 PHOENIX и G4 PHOENIX MS.



Кислород



Азот



Водород



Диффузионно-подвижный и остаточный водород



Аргон

@ неорганика

G8 GALILEO с технологией Smart Molecule Sequence™ для прямого измерения

**G8 GALILEO с системой
Smart Molecule Sequence™ —
научно обоснованный подход.**

Почему G8 GALILEO превосходит другие системы ONH?

- G8 GALILEO выполняет прямое и точное измерение всех газов, выходящих из образца в соотношении 1:1, — без химического растворения, многократных измерений, математических поправок или специальных алгоритмов.
- В G8 GALILEO реализованы самые современные решения для анализа O, N и H в одной системе.
- G8 GALILEO может очень надежно измерять даже самые низкие концентрации водорода от нг/г (ppb).
- G8 GALILEO оснащается уникальной системой FusionControl для точного измерения температуры образца бесконтактным датчиком, что обеспечивает выход только тех газов, которые требуются для измерения (CO, N₂ и H₂) — ни CH₄, ни других газов (углеводородов).

Каковы преимущества Smart Molecule Sequence™ ?

- Каждый из элементов анализируется в полном объеме: кислород в виде CO, водород и азот в виде H₂ и N₂.
- В качестве альтернативного газа-носителя вместо стандартного, но дорогостоящего и редкого газа гелия можно использовать азот или аргон.
- Не только азот, но и водород прекрасно измеряются с использованием высокочувствительного термокондуктометрического детектора DualChannel (TCD) с отдельным каналом сравнения. Уникальная комбинация каналов с теплообменником гарантирует абсолютно одинаковую температуру анализируемого газа и газа сравнения.
- Точный контроль температуры приводит к уменьшению количества пыли, стабильности системы и более высокой производительности.

**G8 GALILEO — ONH @ лучшее
решение!**



FusionControl для бесконтактного определения температуры образца в режиме реального времени имеется только у Bruker



DualChannelTCD со встроенным теплообменником для одинаковой температуры аналитического газа и газа сравнения



Уникальное автоматическое устройство для калибровки анализатора по 10 объемам (не требует применения стандартных образцов)

G8 GALILEO



O, N, H
@ это лучшее

   @ это лучшее



G8 GALILEO – для прямого измерения газов – кислорода, азота и водорода

Высокоэффективный автоматический загрузчик образцов и тиглей.

- Автоматический загрузчик образцов на 20 или 40 позиций.
- Имеется загрузчик на 20 образцов и 20 присадок (флюсы), которые важны для измерения содержания водорода в титановых сплавах с азотом в качестве газа-носителя (опция).
- Можно загружать образцы в виде стружки.
- Интегрированный контейнер для использованных тиглей.

Полностью автоматизированная система очистки печи.

- Очистка верхнего и нижнего электродов печи с программируемыми интервалами.
- Система очистки расположена за стеклом, что обеспечивает большую надежность конструкции.
- Преимущества: не требует обслуживания и регулировки, максимальная безопасность и чистота.

Совершенная печь с устройством ввода пробы.

- Надежное и не требующее обслуживания устройство ввода образцов без расходных деталей.
- Специальная уплотняющая прокладка предотвращает заклинивание.
- Устройство ввода пробы, интегрированное в печь с водяным охлаждением, защищает образец от нежелательного нагрева во время дегазации тигля.
- Разнообразные вставки в устройство ввода пробы доступны для различных типов образцов и тиглей.
- Верхний и нижний электроды могут быть легко заменены.
- Экономия времени и более стабильные результаты путем последовательного анализа до пяти образцов (в зависимости от материала) в одном тигле без предварительной дегазации или открытия печи.
- Непрерывное бесконтактное измерение температуры образца (FusionControl), только у Bruker.



20-позиционный загрузчик образцов



Одновременная чистка обоих электродов



Автоматизированная обработка тигля



Контейнер для тиглей

G8 GALILEO
Autosampler



O, N, H
@ высокая
производительность

@ высокая производительность

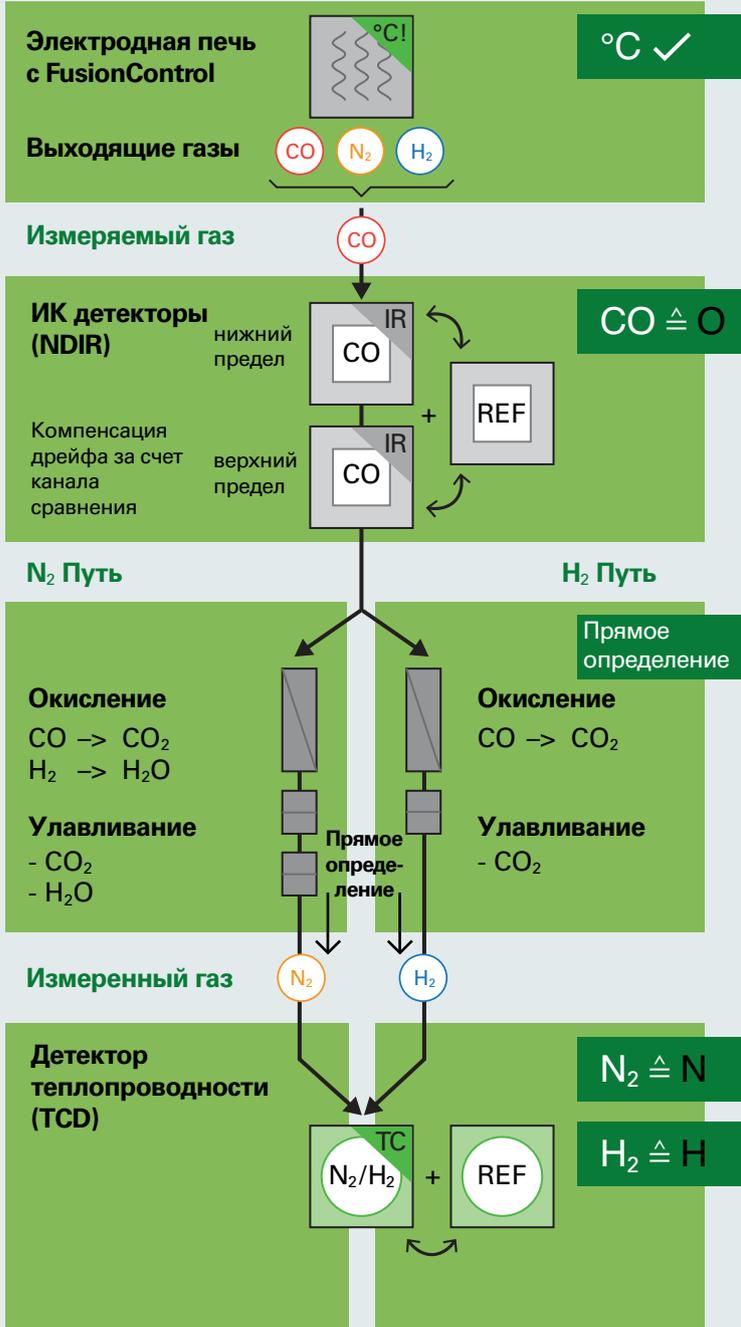


G8 GALILEO с автозагрузчиком образцов на 40 позиций для ONH анализа @ высокая производительность

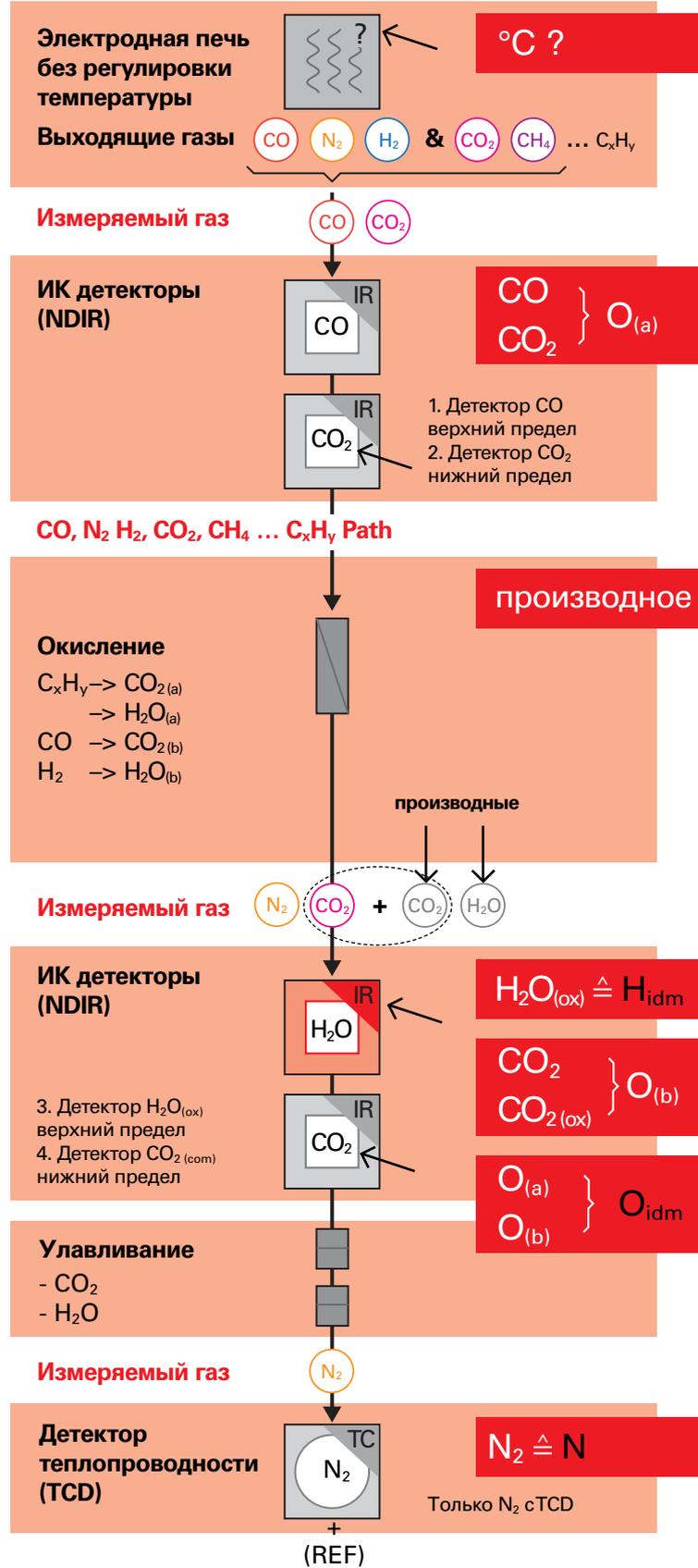
G8 GALILEO со Smart Molecule Sequence™ для прямого измерения 1:1

ИЛИ

Обычные системы с одновременной настройкой и косвенными измерениями



Выходящий = измеренный
1:1 кислород
1:1 азот
1:1 водород



Мы измеряем выходящие из образца газы!

Цель состоит в том, чтобы определить содержание в образце трех элементов O, N и H в диапазоне следовых концентраций с абсолютной точностью. Вот почему G8 GALILEO измеряет CO, N₂ и H₂ напрямую, 1:1, и является идеальным методом обнаружения. Благодаря прямому регулированию температуры образца не образуются углеводороды и CO₂, мешающий анализу. На наш взгляд, ONH-анализ должен быть простым и точным.



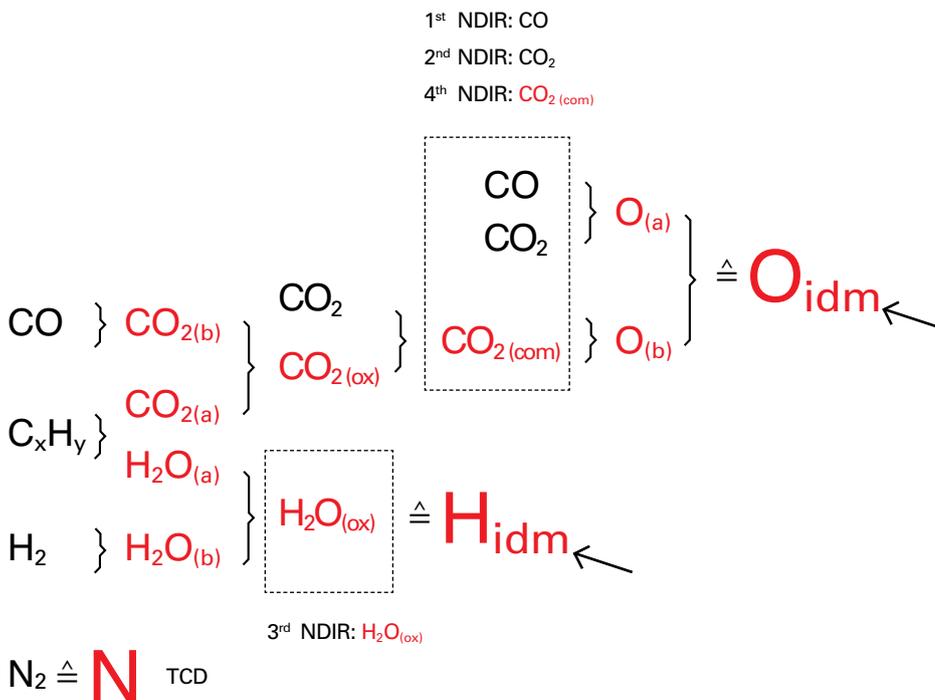
1:1

CO $\hat{=}$ O 2 × NDIR

N₂ $\hat{=}$ N TCD

H₂ $\hat{=}$ H TCD

ИЛИ



Другие системы решают задачу более сложным путем

Если газы, выходящие из образца, должны химически трансформироваться в производные соединения для их анализа, это называется косвенным измерением (idm). Ошибки измерения складываются, а стандартные отклонения возрастают, особенно в случае множественных преобразований, когда комбинируются различные измерения и когда молекулы, содержание которых нужно измерять, генерируются из разных источников. Вывод: косвенные измерения сложнее. Определение содержания водорода через водяной пар имеет несколько недостатков:

- вода должна постоянно находиться в газовой фазе.
- методом инфракрасного излучения содержание воды невозможно измерить с необходимой чувствительностью;
- в инфракрасном спектре вода мешает CO₂, который требует математической коррекции.

G8 GALILEO со Smart Molecule Sequence™ для прямого измерения 1:1

ИЛИ

Обычные системы с одновременной настройкой и косвенными измерениями

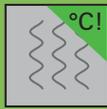
Да



← Контроль температуры →

Нет

Электродная печь с FusionControl



Электродная печь без регулировки температуры



°C ?

Выходящие газы



Выходящие газы



Да



← нет CO₂, нет CH₄, нет C_xH_y →

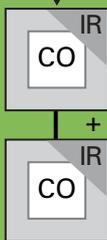
Нет



ИК детекторы (NDIR)

CO измеряется двумя диапазонами детектора. Молекулы из образца не разрушаются

1:1 кислород



CO

низкий диапазон

+

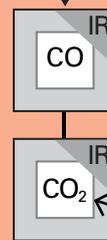
REF

CO

Высокий диапазон

ИК детекторы (NDIR)

Кислород (O_(a)) рассчитывается по измерениям CO и CO₂, одним детектором



CO

Все диапазоны

+

CO₂

Низкий диапазон

CO ≙ O

Да



← Весь кислород →

Нет

CO } O_(a)
CO₂ }

Кислород? Готово!



Кислород? Еще нет!

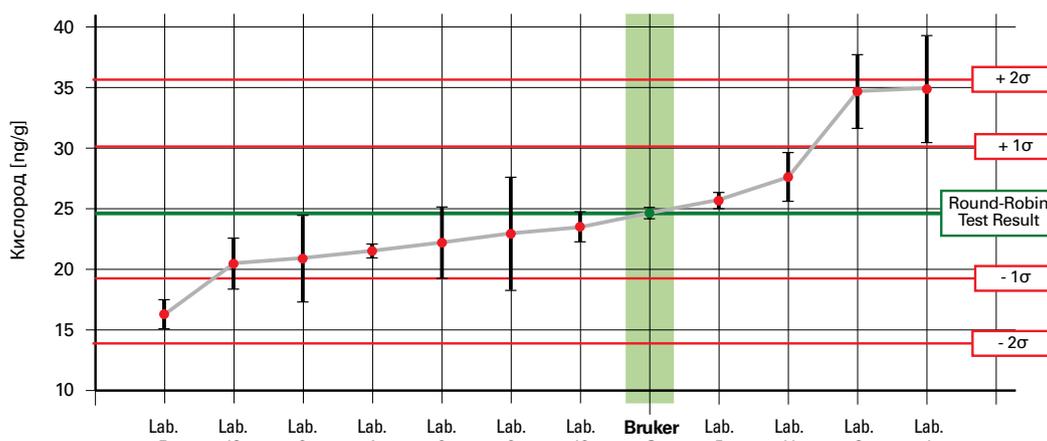
O_(a) ...





Производительность O
@ это лучшее

Кислород: Среднее значение / Лаборатория, «Кислород в меди»*



Сертификат доступен по запросу.

Точность не может быть чем-то случайным – Сертификат доступен по запросу – Межлабораторные испытания «Кислород в меди»*

Основные вопросы

- Следует ли контролировать температуру образца?
- Обеспечивают ли прямые измерения CO лучшие результаты?
- Все ли химические реакции приводят к большей погрешности?
- Следует ли предотвращать образование углеводородов?

Ответы на эти вопросы: да, четыре раза. Система, объединяющая все преимущества, — G8 GALILEO.

Результаты исследования «Аналитическое определение кислорода в меди», контролируемого Федеральным институтом исследований и испытаний материалов Германии, показывают, что система Bruker обеспечивает отличные результаты как с точки зрения точности, так и с точки зрения воспроизводимости.

Почему G8 GALILEO так хорошо работает?

- Контроль температуры (функция FusionControl) в G8 GALILEO предотвращает образование углеводородов и других нежелательных побочных продуктов, которые являются результатом чрезмерно высокой температуры образца.
- Благодаря точной регулировке температуры образца FusionControl традиционный подход к нагреву образца больше не нужен.
- С G8 GALILEO монооксид углерода из образца измеряется напрямую и в соотношении 1:1.
- В отличие от G8 GALILEO, обычные системы увеличивают погрешность измерения за счет дополнительных этапов окисления и многочисленных косвенных измерений.

Заключение: чем умнее и проще установка, тем надежнее результаты, особенно при определении низких концентраций.

*) «Аналитическое определение содержания кислорода в меди» Рабочий комитет «Специальные материалы» в Комитете сообщества химиков для горнодобывающей промышленности, металлургии, сырья и технологий окружающей среды (GDMB) под руководством Федерального института исследований и испытаний материалов.

G8 GALILEO со Smart Molecule Sequence™ для прямого измерения 1:1

ИЛИ

Обычные системы с одновременной настройкой и косвенными измерениями

Да



Анализируются исходящие газы

Нет

Выходящие газы



Выходящие газы



Smart Molecule Sequence™

Одновременная настройка

N₂ путь
He или Ar несущий газ

H₂ путь
N₂ или Ar несущий газ

CO, N₂ H₂, CO₂, CH₄ ... C_xH_y путь
Гелий несущий газ

Да



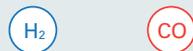
Нет производных

Нет

удаление



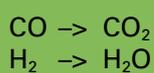
удаление



изменение



Окисление



Улавливание



измерение

Окисление

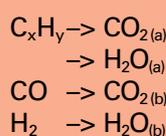


Улавливание



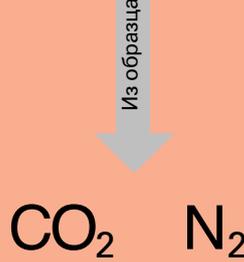
измерение

Окисление



измерение

Окисление



измерение

Все молекулы, выходящие из образца, измеряются напрямую



Происхождение CO

1. Образец

Происхождение N₂

1. Образец

Происхождение H₂

1. Образец

Происхождение CO₂ N₂ CO₂ + CO₂ H₂O

1. Окисление CO
2. Окисление CH₄ ... C_xH_y
3. Образец

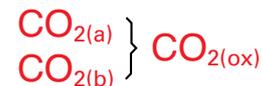
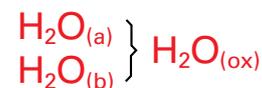
Происхождение N₂

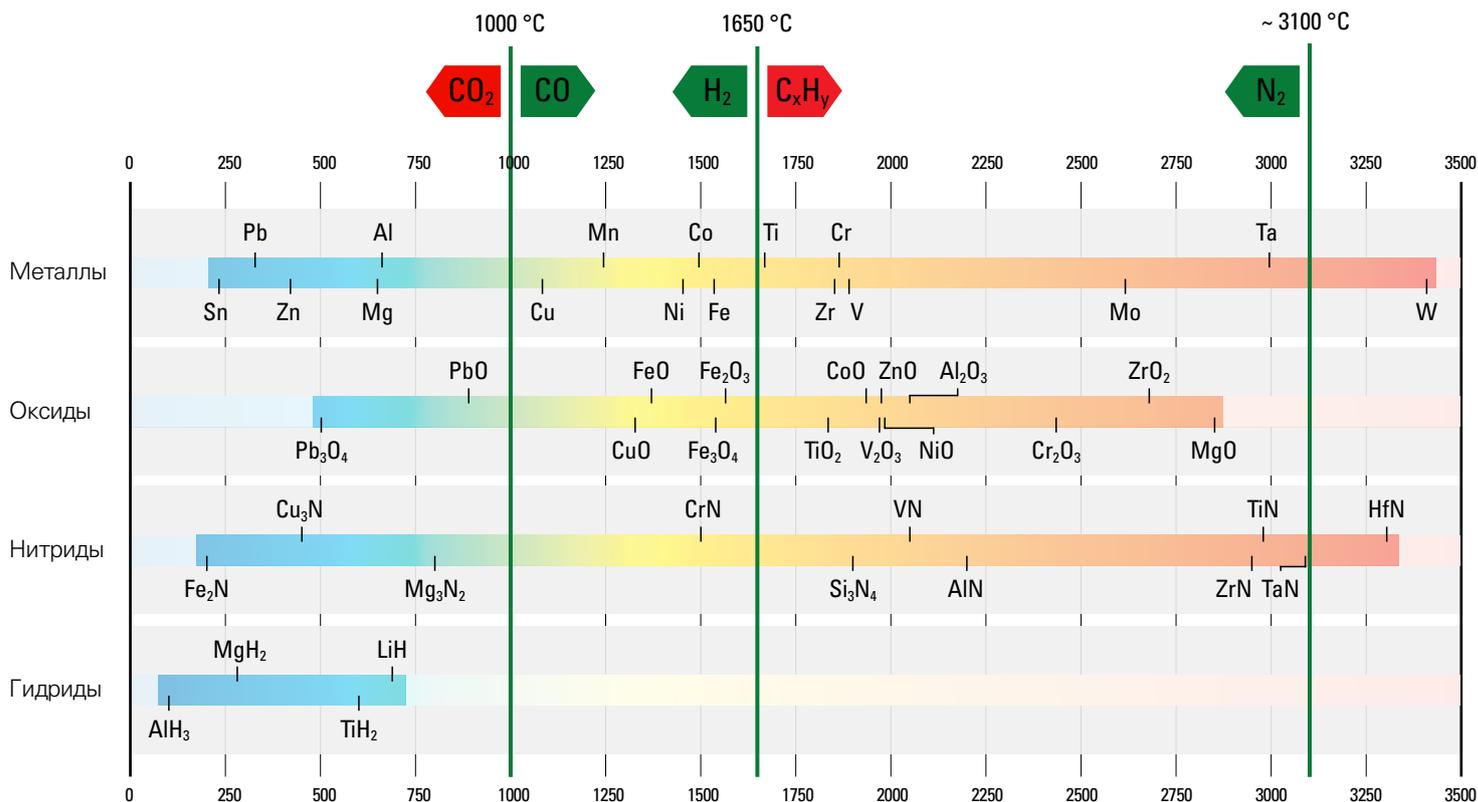
1. Образец

Происхождение H₂O

1. Окисление H₂
2. Окисление CH₄ ... C_xH_y

Производные





Не существует температуры, одинаково подходящей для измерения O, N и H, а также в отношении подготовки образцов: одновременные системы не могут оптимально работать для каждого из элементов одновременно.

Чтобы получить реальную информацию, вам нужно измерять реальные газы напрямую 1:1

На первый взгляд, одновременное измерение ON представляется быстрым и экономически эффективным решением. На самом деле в существующих системах одновременно приходится решать ряд фундаментальных проблем.

Вместо прямого измерения молекул газов, выделяющихся из образца, анализируемые газы должны быть тщательно обработаны для образования производных. В итоге измеряемые CO₂ и H₂O имеют различные источники поступления. Содержание кислорода рассчитывается с использованием запатентованной математической обработки различных измеренных значений.

Измерения водяного пара особенно сложны в системах одновременного измерения.

- Для предотвращения конденсации водяного пара необходимо постоянно нагревать систему газовых насосно-компрессорных труб.
- Водяной пар измеряется с помощью инфракрасного детектора, что является не лучшим методом для анализа воды.

- Спектроскопические помехи при ИК-измерении CO₂ и H₂O должны компенсироваться с помощью сложных математических алгоритмов, которые обычно скрыты.

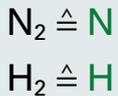
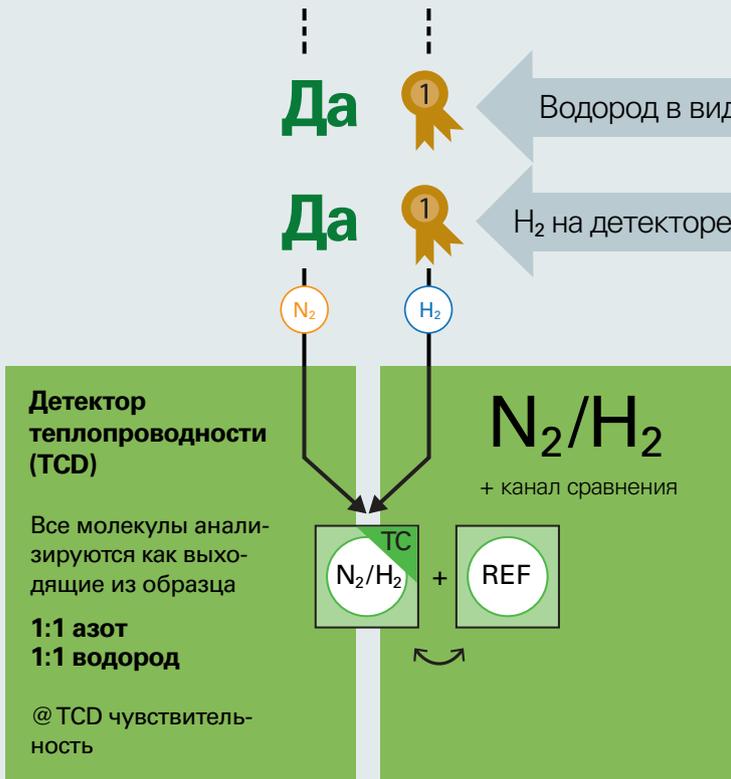
Благодаря Smart Molecule Sequence™ G8 GALILEO измеряет каждый элемент напрямую, в идеальных условиях.

- CO измеряется двумя ИК детекторами: один на диапазон нг/г, второй для %.
- H₂ определяется вплоть до диапазона нг/г термокондуктометрическим детектором (TCD) с каналом сравнения.
- N₂ анализируется с помощью детектора TCD и канала сравнения.
- Кроме гелия, G8 GALILEO может использовать различные газы-носители, например, аргон или азот.
- Благодаря оптимизации потока газа в системе G8 GALILEO с атмосферным давлением исключена необходимость использования сложной системы компенсации потока, которая является источником ошибок измерения. В системах с избыточным давлением компенсация потока необходима для исключения влияния высоких концентраций кислорода на результаты измерения азота.

G8 GALILEO со Smart Molecule Sequence™ для прямого измерения 1:1

ИЛИ

Обычные системы с одновременной настройкой и косвенными измерениями



Да 1

Реальная 1:1 информация

Азот? Готово! N ✓

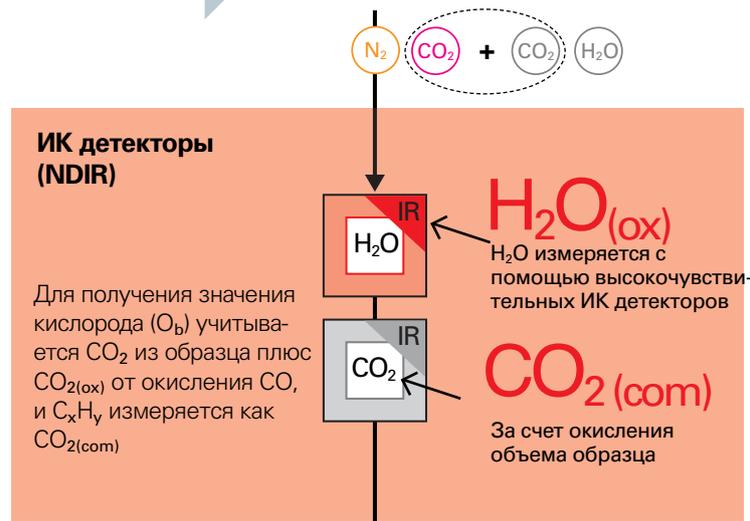
Водород? Готово! H ✓

Технология Smart Molecule Sequence™ позволяет провести прямые измерения исходящих газов!

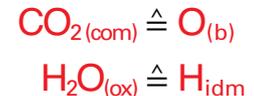
Нет

Производные

Нет



Нет



Кислород? Только математический расчет

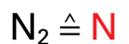


Водород? Рассчитан через водяной пар и чувствительный детектор

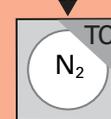


Улавливание

- CO₂
- H₂O



Детектор теплопроводности (TCD)



Только молекула азота остается нетронутой

Только азот измеряется детектором теплопроводности





Производительность H@ лучшая

- Измерение H₂ высокочувствительным детектором теплопроводности (TCD).
- Научно доказанные результаты.
- Теплообменник для точного согласования температуры эталонного и аналитического газа.
- Электронно-регулируемый диапазон измерения на детекторе TCD.

G8 GALILEO анализирует содержание водорода непосредственно в виде H₂, используя высокочувствительный детектор теплопроводности TCD с каналом сравнения.

Так как определение теплопроводности является сравнительным методом, необходим независимый канал сравнения с постоянным эталонным значением. Этот канал сравнения гарантирует воспроизводимые и правильные результаты, особенно от нг/г.

G8 GALILEO обеспечивает реальные (прямые) результаты измерения водорода, без косвенных расчетов.

Реальные измерения H₂ с детектором TCD, проверенные наукой



Азот @ легко

- Такие же аналитические результаты для измерения N₂ с газом-носителем Ar.
- Измерение с газом-носителем Ar значительно дешевле, чем с гелием.
- Высокая безопасность работы с Ar.

N в стали, газ-носитель: гелий или аргон	Содержание азота	Отклонение He	Отклонение Ar
	[нг/г]	[нг/г]	[нг/г]
Образец 1	19,7	± 0,33	± 0,34
Образец 2	28,1	± 0,80	± 0,67
Образец 3	95,4	± 1,19	± 1,21
Образец 4	199,1	± 0,70	± 0,82
Образец 5	11,8	± 0,46	± 0,46
Образец 6	218,0	± 2,24	± 2,32

G8 GALILEO MS – инфракрасная печь для диффузионного водорода и масс-спек- трометр для лучшей чувствительности

O N H

ИК печь Bruker очень точно регулирует температуру нагрева образца с различной скоростью, — от очень медленного измерения до очень быстрого в течение нескольких минут.

Печь с точным контролем температуры непосредственно на образце имеет важное значение для анализа диффундирующего или связанного водорода. Выводы о природе связи водорода в структуре металла могут быть получены только путем точной корреляции температуры дегазации с концентрацией водорода. Эксклюзивная инфракрасная печь Bruker позволяет регулировать скорость нагрева. Система водяного охлаждения печи обеспечивает охлаждение в течение нескольких минут. Система откалибрована с использованием специального высокоточного устройства калибровки по газу. Кварцевая трубка для печи с внутренним диаметром 30 мм подходит для больших образцов, таких как, например, сварные швы.

Самая высокая чувствительность — до нескольких нг на г (нг/г) — достигается только с помощью масс-спектрометра.

Масс-спектрометрия широко признана в качестве чрезвычайно чувствительного метода, который может анализировать плотность частиц вплоть до нескольких молекул. Однако в традиционной лабораторной среде масс-спектрометры в основном используются для анализа тяжелых молекул и реже — для легких элементов или постоянных газов.

С G8 GALILEO MS мы предлагаем первый промышленный масс-спектрометр, связанный с анализатором инертного газа, специально разработанный для определения водорода и аргона. Ранее неизвестные небольшие концентрации водорода и аргона можно регулярно и легко анализировать благодаря оптимальному сочетанию чрезвычайно эффективной системы ввода газа, оптимизированного по производительности источника ионов и высокочувствительного детектора. Уникальный масс-спектрометр является надежным, не требующим обслуживания прибором.

Bruker — единственная компания в мире, предлагающая интеграцию ИК печи и/или масс-спектрометра в систему ONH.



G8 GALILEO

G8 GALILEO MS

G8 GALILEO MS



O, N, H
dH
TDS



O, N, H
Ar @ ниже нг/г



O, N, H
dH & Ar @ ниже нг/г
TDMS



@ ниже нг/г (ppb)



G8 GALILEO MS для диффузионно-подвижного водорода



G8 GALILEO MS с ИК печью и масс-спектрометром



Фильтр для частиц, печь с FusionControl



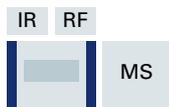
ИК печь с термопарой для точного измерения фактической температуры образца



Большой диаметр образцов (Ø 30 mm)

G4 PHOENIX MS

G8 GALILEO MS



dH @ ниже нг/г
TDMS
≥ 1100 °C

O, N, H
dH & Ar @ ниже нг/г
TDMS
≥ 3000 °C

Высокие требования к прочности деталей делают анализ диффундирующего и растворенного водорода незаменимым.

Применение металлических материалов в промышленности часто требует получения высокопрочных материалов. Высокопрочные стали все чаще используются для современных сборок, а высокопрочные штампованные конструкции изготавливаются из прокатных листов и полос. Исходные материалы прокатываются несколько раз, термически обрабатываются, оцинковываются, изгибаются, штампуются, свариваются, покрываются покрытием в процессе производства. Риск проникновения и включения реактивного атомарного водорода, присутствующего в любых средах, увеличивается с каждым этапом производства. Даже небольшое количество водорода может привести к охрупчиванию материала во время производства и, наконец, к разрушению.

Используя различное время измерения и температурные профили, термальная десорбционная масс-спектрометрия (TDMS) дает вам информацию о типе водородных включений в металлической структуре.

Тип включения водорода — диффундирующий, слабо или сильно растворенный или химически связанный — коррелирует с подаваемой энергией активации и приводит к разным пикам во время измерения водорода с использованием температурных профилей.

Для обеспечения надежного измерения нескольких молекул водорода требуется идеальное регулирование температуры с использованием инфракрасной или резистивной печи (в зависимости от материала) и высокочувствительного детектора. Однако уникальным для G8 GALILEO MS фирмы Bruker является использование масс-спектрометра для анализа концентраций водорода в несколько нг/г.

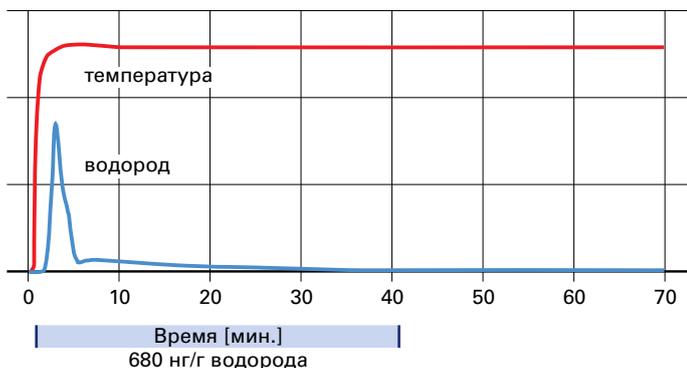
Высокочувствительный анализ водорода с использованием TDMS доступен только от Bruker



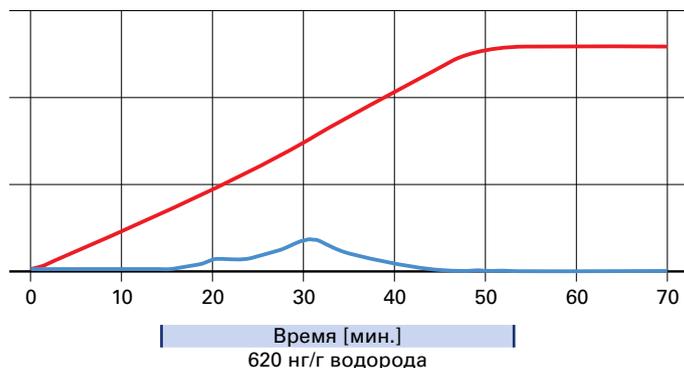
@ ниже нг/г & TDMS

Не пропустите молекулу — Термальная десорбционная масс-спектрометрия — Только у Bruker

Измерения водорода при постоянной температуре



Измерения водорода при скачках температуры



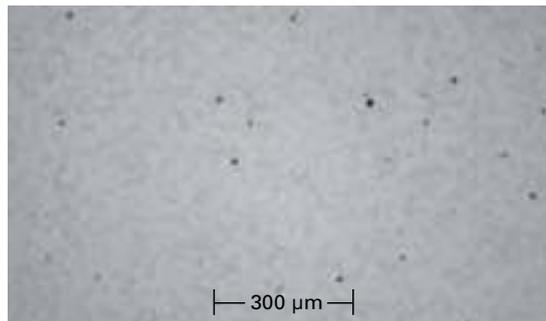
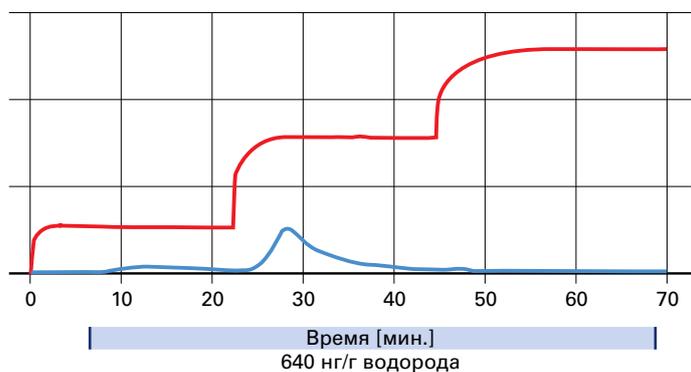


O, N, H
Ar @ ниже нг/г

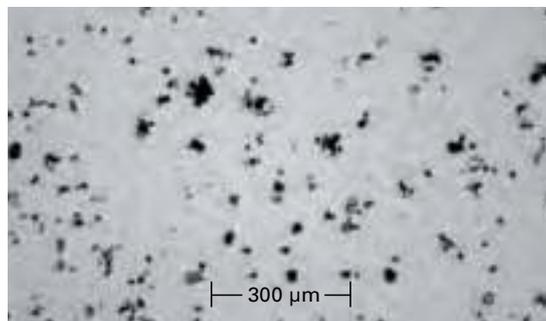
Аргон – необходимый для анализа элемент, когда речь идет о ГИП и аддитивном производстве



Измерение концентрации водорода при постепенном изменении



Структура металла без т/о, содержание аргона: 16,177 нг/г



Структура металла после т/о, приводящая к расширению пор из-за аргона, содержание аргона: 16,177 нг/г

Современные производственные процессы, такие как горячее изостатическое прессование (ГИП) и аддитивное производство, требуют высокоточного анализа аргона.

По сравнению с классическими процессами литья,ковки и обработки, ГИП и 3D-печать обладают многими техническими и коммерческими преимуществами. Целью современных процессов является создание металлической структуры, максимально однородной и не содержащей пор, даже для геометрически сложных деталей.

Для этих процессов производства характерно использование инертного газа аргона. Однако аргон используется не только во время производства компонентов, но и в процессе распыления при производстве металлического порошка. Поскольку включения аргона в следовых количествах могут привести к разрушению материала, необходимо постоянно контролировать содержание аргона в технологических газах, металлических порошках и конечных продуктах.

Анализ аргона? Только с G8 GALILEO MS для концентраций в несколько нг/г!

С G8 GALILEO MS Bruker является единственным производителем во всем мире, предлагающим систему для надежного и высокоточного анализа концентраций аргона от нг/г. Только G8 GALILEO MS может определить, содержат ли остаточные поры образца аргон или другие технологические газы. Другие методы измерения, такие как оптическая микроскопия или компьютерная томография, не позволяют это сделать. Разумеется, G8 GALILEO MS также может использоваться как анализатор ONH.

Технологические газы

ИК и электродная печь

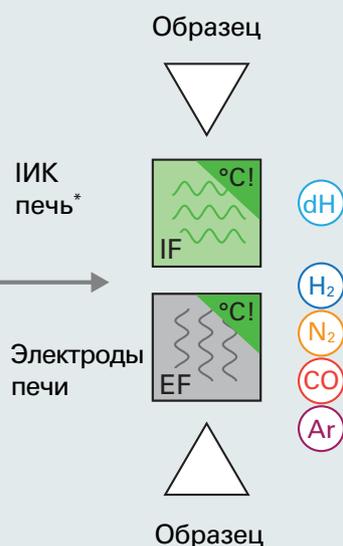
Масс-спектрометр

Газ-носитель:
азот, гелий, аргон

Калибровочный газ:
гелий, водород, аргон
и смесь газов



- Простое переключение между несущими и калибровочными газами.
- Измерение N_2 с газом-носителем аргонном: одно и то же аналитическое качество без ограничений, более доступная и более высокая надежность при поставке.
- Уникальный блок калировки по 10 объемам.



- Электродная печь с водяным охлаждением, опционально 20- или 40-позиционный автозагрузчик, автоматическая очистка электрода и автоматический сменщик тиглей.
- Точный контроль температуры образца с FusionControl — эксклюзивно от Bruker.
- Дополнительная ИК печь* для диффузионного водорода до $900\text{ }^\circ\text{C}$ — эксклюзивно от Bruker.
- Легкая доступность и инновационный дизайн для высокой надежности, максимального времени безотказной работы и низких затрат на обслуживание.

- Промышленный масс-спектрометр, специально разработанный для водорода и аргона.
- Пределы обнаружения в нижнем диапазоне нг/г.
- Современное сочетание чрезвычайно эффективной системы ввода газа, оптимизированного по производительности источника ионов и высокочувствительного детектора.

ИК детекторы (NDIR)



от нг/г до %

Smart Molecule Sequence™

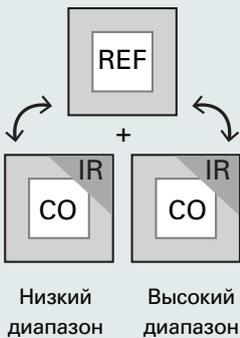
Исходящий =
измеренный
1:1 кислород
1:1 азот
1:1 водород

Детектор теплопро- водности (TCD)



от нг/г до %

ИК
детекторы
+
Каналы
сравнения



H₂ путь
удаление
CO



N₂ путь
удаление
CO и H₂



Детекторы TCD
+
Каналы
сравнения

Газ
сравнения



от нг/г до %

- Два мощных ИК детектора*, по одному для низкого (нг/г) и высокого содержания кислорода (%).
- Мощный ИК детектор с электронным выбором диапазона.
- Отсутствие дрейфа из-за наличия канала сравнения.
- Надежность, отсутствие движущихся частей и новая технология детектирования.

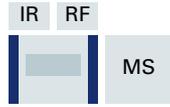
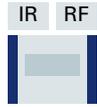
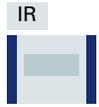
- 1:1 анализ газов, выходящих из образца, без изменений.
- Измерения для каждого элемента с оптимальной температурой и оптимизированной подготовкой пробы.
- Отсутствие разрушающего CO₂, и нежелательных углеводородов.
- Нет множества измерений без окисления.
- Никаких математических поправок и алгоритмов.

- Научно доказанные сравнительные измерения по сравнению с каналом сравнения.
- Теплообменник для одинаковой температуры эталонного и аналитического газа.
- Электронно-оптимизируемый диапазон измерения TCD.
- N₂ с аргоном без ограничений.
- H₂ также с высокочувствительным TCD.

G4 PHOENIX

G4 PHOENIX

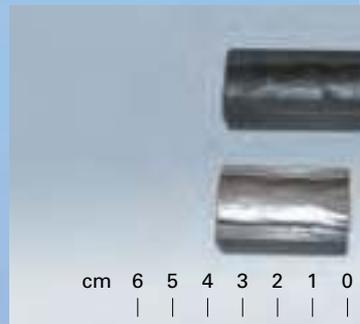
G4 PHOENIX MS



dH
TDS
≥ 900 °C

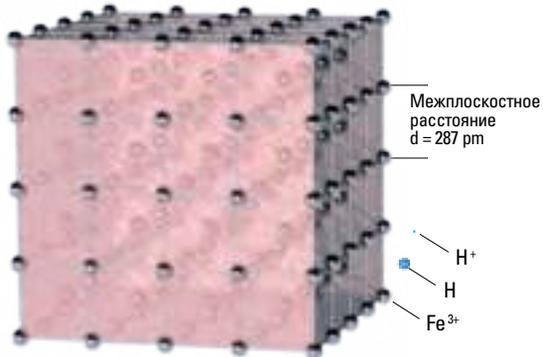
dH
TDS
≥ 1100 °C

dH @ ниже нг/г
TDMS
≥ 1100 °C



G4 PHOENIX с ИК печью (≥ 900 °C)
и печью сопротивления (≥ 1100 °C)

Решетка



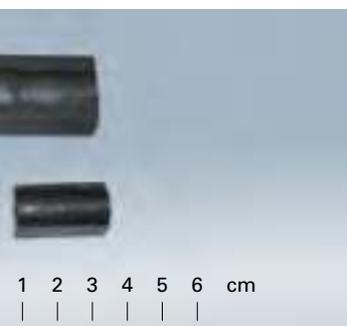
	Ионный радиус [pm]	Ковалентный радиус [pm]	Молекулярный радиус [pm]
H ⁺	0,00087	H 37	H ₂ 202
Fe ³⁺	63	Fe 125	- - -
Li ⁺	73	Li 134	- - -

G4 PHOENIX MS – единственное решение для одной задачи: диффузионно- подвижный водород @ это лучшее!

dH @ ниже нг/г & TD(M)S



G4 PHOENIXMS с масс-спектрометром



Типичные образцы стали, подготовка образцов по ISO 3690



Большой диаметр пробы (Ø 30 mm)

Водород: его свойства и механизмы действия очень примечательны и являются предметом многих текущих исследований во всем мире. Ключевое слово – водородное охрупчивание.

Водород является наиболее распространенным элементом в природе, самым легким элементом в периодической таблице и имеет наименьший атомный вес. Из-за своего небольшого размера водород легко диффундирует через любую металлическую решетку. Важным аспектом является то, что диффузионный водород собирается внутри дефектов в металлической решетке и способствует образованию в этом месте гораздо более крупных молекул. Это приводит к увеличению внутреннего давления внутри материала, что в конечном итоге приводит к появлению ослабленных мест, трещинам и разрушению материала.

Высокопрочные стали и некоторые марки меди особенно восприимчивы к водородному охрупчиванию. Существует риск введения водорода на каждом механическом, термическом и гальваническом этапе производства, особенно во время сварки и пайки.

Нет лучшего метода для анализа диффузионно-подвижного водорода и лучшей системы, чем Bruker G4 PHOENIX MS.

Для анализа диффундирующего водорода анализатор должен достигать максимальной точности, чрезвычайно низких границ обнаружения и очень точной регулировки температуры.

G4 PHOENIX предлагает одно идеальное решение для всех трех этих требований.

- G4 PHOENIX оснащен высокочувствительным термокондуктометрическим детектором для анализа водорода от нг/г и инфракрасной печью, оснащенной точным регулированием температуры, очень быстрой или очень медленной скоростью нагрева, быстрым охлаждением и нагревом до температуры 900 °С.
- Система оснащена дополнительной печью сопротивления для нагрева до более высоких температур — 1100 °С.
- В G4 PHOENIX MS с масс-спектрометром реализовано окончательное решение с точки зрения пределов обнаружения. Он позволяет проводить измерения водорода с пределами обнаружения в нижнем диапазоне от нг/г вплоть до плотности частиц нескольких молекул.

Термическая десорбционная масс-спектрометрия (TDMS) также определяет тип осаждения водорода.

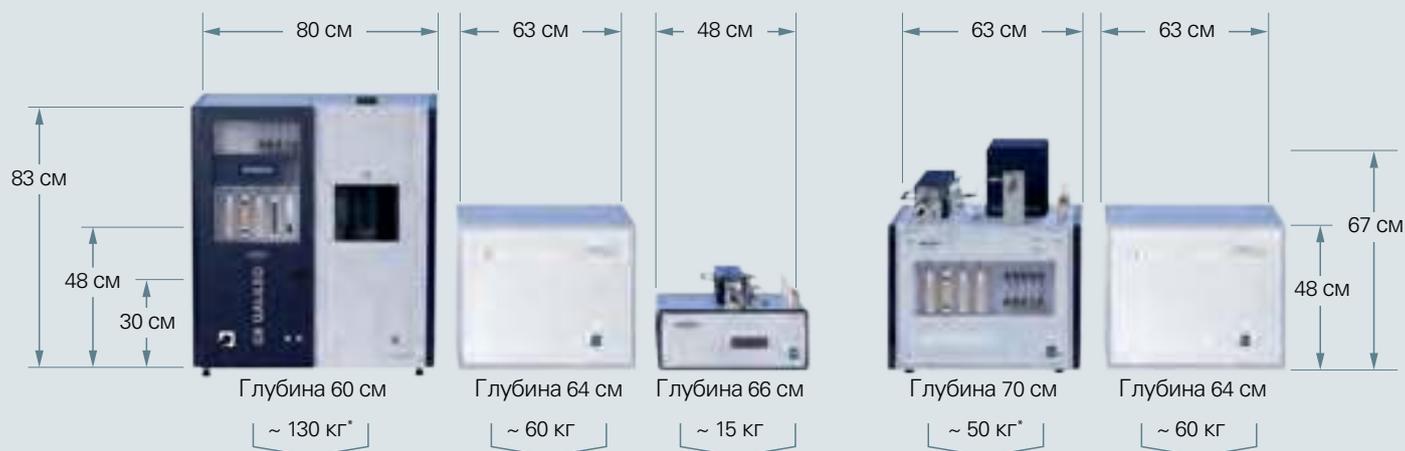
Температурные рампы и долгосрочные эксперименты в отношении количества выделяемого водорода позволяют сделать выводы о типе осаждения и, в конечном счете, о типе дефектов материала. Результаты этих экспериментов дают важную информацию для оптимизации процесса и материала.

Обзор возможностей и преимущества

	Спецификация	Преимущества
Детекторы Кислород	Инфракрасный детектор для CO, отсутствие движущихся частей. Двухдиапазонные детекторы с каналом сравнения	Надежные, не требующие обслуживания
Азот и водород	Термокондуктометрическая ячейка с регулируемым усилением	Надежность, регулируемые диапазоны без дрейфа
Аргон и водород	Масс-спектрометр квадрупольный, спектрометрии оптимизированный источник и каналный детектор	Уникальная производительность. масс-чувствительность: несколько молекул
Газ-носитель	He (O, N), Ar (O, N), N ₂ (H) каждый 99,995% чистоты (99,9990% для анализа следовых количеств)	Гибкий выбор газа-носителя
Калибровочные газы	Чистые газы или сертифицированные смеси (99,999%). Устройство калибровки по объемам (давление, температура, объем)	Простая, точная калибровка, отслеживание основных параметров
Размеры образцов	Электродная печь: 8 x 8 мм сечение (стружка, кусочки, гранулы)	
Охлаждение водой	Электродная печь: 4 л/мин. при давлении подачи 3 бар ИК печи: 1 л/мин. при давлении подачи 3 бар, температура на входе 15–20 °C, 100–240V / 50–60 Гц	Подключение к водопроводной воде с электромагнитным клапаном, возможна установка чиллера
Источник питания G8 GALILEO	400–480 VAC (±10%), 50–60 Гц, 32 А, 7 кВА, 1 фаз + N или 2 фаз, заземление	
Масс-спектрометр (MS)	230 VAC, 50–60 Гц, 250 ВА	Гибкость, мощность
Внешняя ИК печь	230 VAC, 50–60 Гц, 1,500 ВА	
G4 PHOENIX	230 VAC, 50–60 Гц, 2,200 ВА	

G8 GALILEO MS

G4 PHOENIX MS



* В зависимости от конфигурации.