



**ELTRA**<sup>®</sup>  
ELEMENTAL ANALYZERS

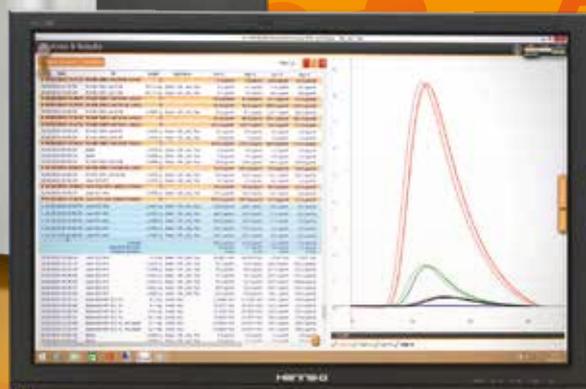
# Анализаторы Кислорода / Азота / Водорода

**NEW**

ELEMENTRAC<sup>®</sup> ON-p | OH-p | ONH-p | H-500



ELTRA  
Анализ азота в  
токе аргона!  
Серия ONH





## Серия анализаторов ELTRA® ELEMENTRAC®

Новая серия анализаторов ELTRA ELEMENTRAC - это комбинация высокой функциональности, элегантного дизайна и инновационных особенностей. Удобное и понятное управление анализатором, прочная конструкция и точность анализов являются главными показателями высококачественного оборудования.

Серия анализаторов ELEMENTRAC ONH используется для безопасного, точного и стабильного определения концентраций кислорода, азота и водорода в неорганических пробах методом восстановительного плавления пробы.

- ★ Оптимизированная чувствительность благодаря закрытой газовой системе
- ★ Возможность использования более дешевого аргона в качестве газа-носителя для определения содержания азота
- ★ Охлаждаемый порт сброса пробы
- ★ Более точное определение содержания кислорода благодаря оптимизированной каталитической печи
- ★ Программное обеспечение ELEMENTS со встроенным посегментным тестом на утечки газового тракта и широкими возможностями по диагностике анализатора



# Анализ Кислорода, Азота и Водорода

На свойства металлов, например, сталь, титан, медь и ряда других, оказывает существенное влияние содержание кислорода, азота и водорода. Хрупкость, пластичность и твердость напрямую зависят от содержания этих элементов в металле; следовательно, важной задачей контроля качества является точное и стабильное определение концентрации этих элементов. ELTRA предлагает анализаторы для определения элементов O, N, H, как по отдельности, так и для определения комбинаций элементов ON, OH и ONH.

В серии анализаторов ELEMENTRAC ONH используется метод восстановительного плавления. Этот метод подразумевает нагрев и плавление пробы в графитовом тигле при температуре до 3000 °С. Кислород определяется в инфракрасном детекторе как CO<sub>2</sub>, азот и водород определяются в детекторе теплопроводности в молекулярной форме. Типичными пробами для анализа ONH являются сплавы металлов (сталь, медь, титан, огнеупоры), а также керамика и многие другие материалы. Также ELTRA предлагает анализатор H-500 эксклюзивно для анализа водорода методом горячей экстракции.

## Анализатор Кислорода / Азота / Водорода



### Для неорганических материалов

#### Серия ELEMENTRAC ONH

04

В серии анализаторов ELEMENTRAC ONH используется метод восстановительного плавления для определения содержаний кислорода, азота и водорода в неорганических материалах.

#### Технические особенности

06



### Для неорганических материалов

#### H-500

10

В анализаторе ELTRA H-500 используется метод горячей экстракции с температурой печи до 1000 °С для анализа диффузионного и остаточного водорода в неорганических пробах.

#### Программное обеспечение

12

#### Нормы и стандарты

13

#### Применение серии ELEMENTRAC ONH

14

#### Технические характеристики

16

ELTRA также предлагает следующие анализаторы:

**CS** в неорганических пробах

**CHS** в органических пробах

Термогравиметрия



**ELEMENTRAC CS-i** - идеальный анализатор для определения содержания углерода и серы в стали, чугуна, ферросплавах, карбидах, керамике, стекле, цементе и других неорганических материалах.



**CHS-580** - анализатор для быстрого одновременного определения содержания углерода, водорода и серы в угле, коксе, руде, минералах, шлаке и многих других материалах.



**Thermostep** - анализатор для определения различных термогравиметрических параметров, например, влаги, летучие, зола или потери при прокаливании за один цикл анализа.



## Точный и стабильный элементный анализ

### Преимущества

- Сниженный расход газа-носителя и высокая чувствительность благодаря закрытой газовой схеме
- Возможность использовать более дешевый аргон в качестве газа-носителя
- Короткое время анализа
- Возможность анализа стружки без капсул
- Мощная импульсная печь с максимальной мощностью до 8,5 кВт

Анализаторы серии ELEMENTRAC ONH предназначены для определения содержаний кислорода, азота и водорода в неорганических материалах методом восстановительного плавления пробы в импульсной печи с температурой до 3000 °С. ELTRA предлагает анализаторы для определения содержаний элементов O, N, H как по отдельности, так и для определения комбинаций элементов ON, OH или ONH.

Дружественная пользователю концепция серии ELEMENTRAC базируется на гибкой конфигурации анализатора и интуитивно понятном программном обеспечении ELEMENTS. В анализаторах устанавливается чувствительный и стабильный детектор теплопроводности для определения концентраций азота и водорода, а также до двух инфракрасных детекторов для определения низких и высоких концентраций кислорода.

### Типичные анализируемые материалы

Сталь, чугун, медь, титан, огнеупоры, сплавы, керамика и многое другое



Серия ELEMENTRAC ONH



## Быстрый анализ, простая работа

Работа на анализаторах серии ELEMENTRAC ONH проста и безопасна. Проба взвешивается на весах, добавляется в список измеряемых проб и помещается в порт сброса пробы. Тугоплавкие материалы, например, титан или керамика, дополнительно после взвешивания помещаются в никелевую корзинку. Далее необходимо установить графитовый тигель на нижний электрод, и, при необходимости, поместить в тигель дополнительный плавень (например, олово при анализе водорода в титане). Старт анализа осуществляется

программным обеспечением, после чего печь анализатора закрывается. Анализ обычно длится около 3 минут, результат анализа отображается на экране монитора. Во время выполнения анализа можно добавлять следующие пробы для выполнения анализа, выполнять поиск по базе данных старых измерений, либо экспортировать результаты анализов проб. Анализаторы серии ELEMENTRAC ONH требуют минимального обслуживания; все реактивы, которые следует периодически менять, удобно расположены за защитной крышкой.



Включение анализатора



Взвешивание пробы



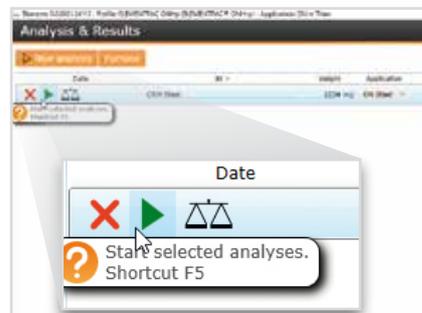
Передача массы пробы в программное обеспечение (вручную или автоматически)



Загрузка пробы в порт сброса пробы



Установка тигля на нижний электрод



Старт анализа

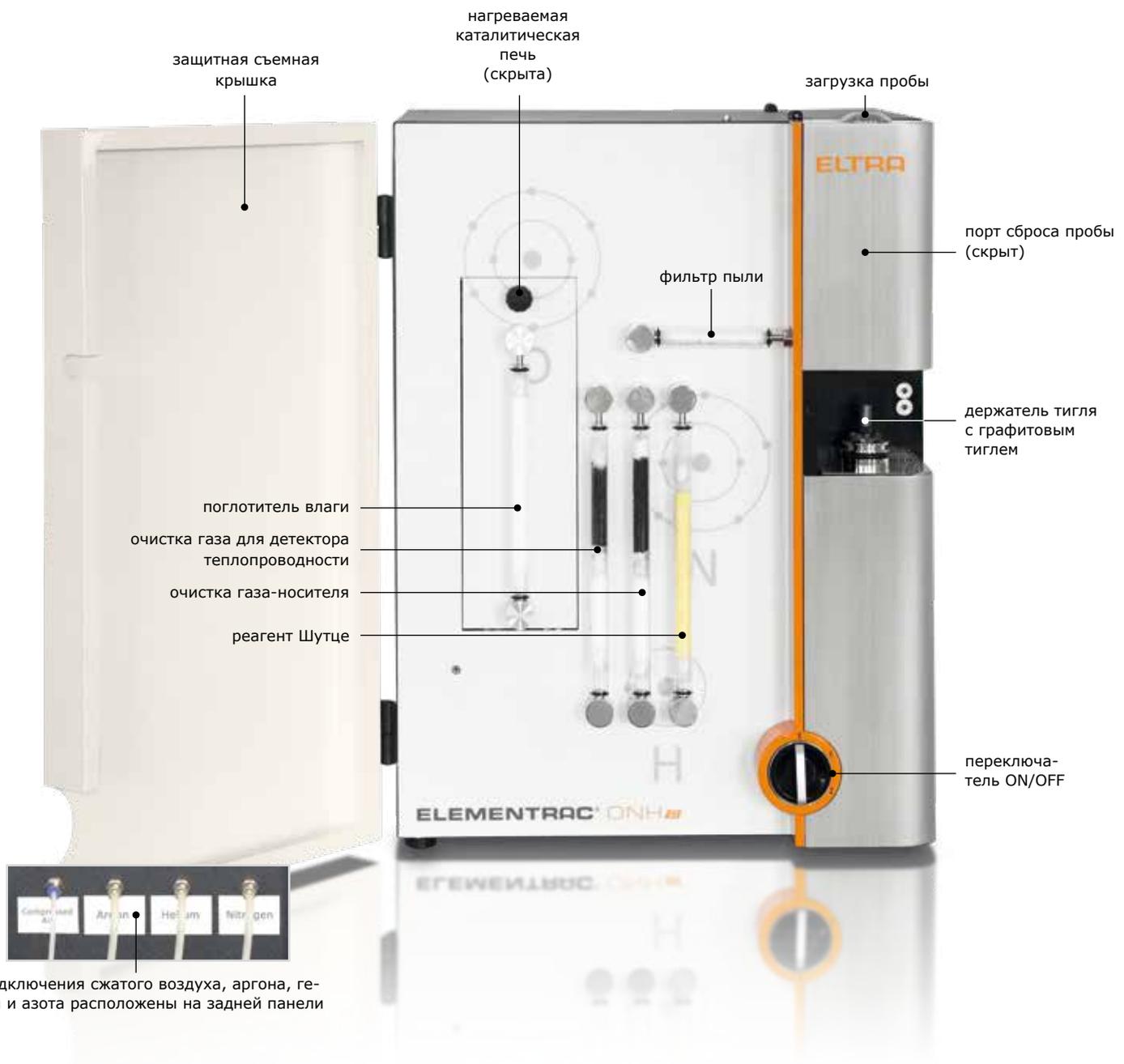
Отображение результатов анализа





## Превосходство в деталях – Новая серия ELEMENTRAC® ONH

Серия анализаторов ELEMENTRAC ONH имеет множество инновационных особенностей. Все реактивы расположены на передней панели анализатора, что позволяет быстро и легко провести их замену. Съемная защитная крышка обеспечивает быструю, удобную и безопасную работу на анализаторе.





## Газовая система

В серии ELEMENTRAC ONH используется закрытая газовая система с повышенным давлением, что позволяет доставлять 100% выделившегося газа из пробы до детектора и гарантирует низкие пределы обнаружения и высокую стабильность. Эффективный режим экономии во время перерывов в работе помогает сократить потребление газа и снизить расходы на анализ.

## Контролируемая каталитическая печь с поглотителем влаги

Мощная контролируемая каталитическая печь нагревает оксид меди до температуры максимум 750 °С, что позволяет максимально эффективно преобразовать CO, образовавшийся в графитовом тигле, в CO<sub>2</sub>. Перед началом определения содержания CO<sub>2</sub> в инфракрасном детекторе влага химически поглощается с помощью ангидрона, что позволяет минимизировать влияние на поглощение инфракрасного света в детекторе. Это гарантирует точные результаты анализа по кислороду и позволяет достичь низких пределов обнаружения. Каталитическая печь интегрирована в корпус анализатора и находится за передней панелью. Для быстрой замены реактива печь легко выдвигается из передней панели с помощью ручки.

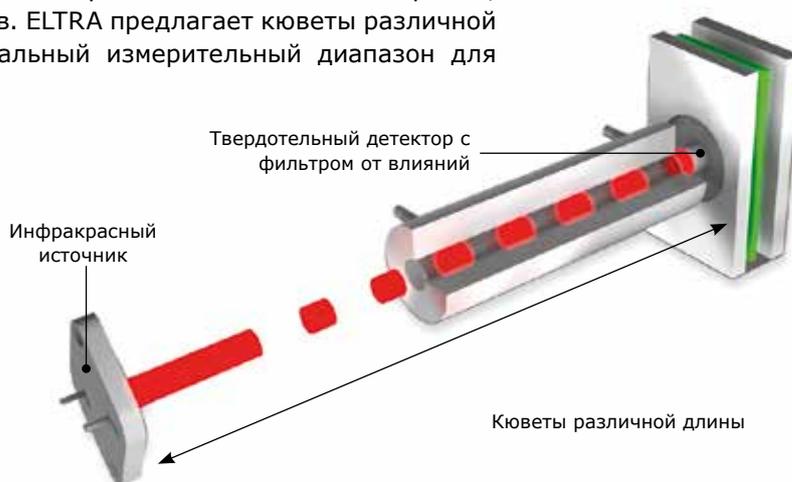


## Кислородные измерительные ячейки с изменяемым диапазоном измерения

Анализаторы ELEMENTRAC ONH используют инфракрасный детектор для определения концентрации кислорода как двуокиси углерода. Длина кюветы инфракрасного детектора определяет его чувствительность, длинная кювета нужна при анализе низкой концентрации кислорода, например, в нержавеющей стали. Короткие кюветы подходят для измерения высоких концентраций, например, при анализе шлака или оксидов. ELTRA предлагает кюветы различной длины, что позволяет подобрать оптимальный измерительный диапазон для различных материалов.

Длина кюветы	Диапазон измерений O <sub>2</sub> <sup>[1]</sup>
100 мм	0,1 – 200 ppm
5 мм	10 ppm – 0,7 %
3 мм	40 ppm – 2 %

<sup>[1]</sup> Для пробы массой 1г. Измерительный диапазон можно расширить путем уменьшения массы пробы.



## Опции

Серию ELEMENTRAC ONH можно оснастить дополнительным оборудованием, которое включает в себя устройство газовой калибровки в дополнение к стандартной процедуре калибровки по стандартным образцам, эффективную печь очистки газа, внешнюю систему охлаждения воды, а также поддержку анализатором высокотемпературных тиглей (тигли HT) для безопасной работы с тугоплавкими материалами.

### Мощная печь и новый порт сброса пробы: импульсная печь обеспечивает работу при температуре до 3000°C



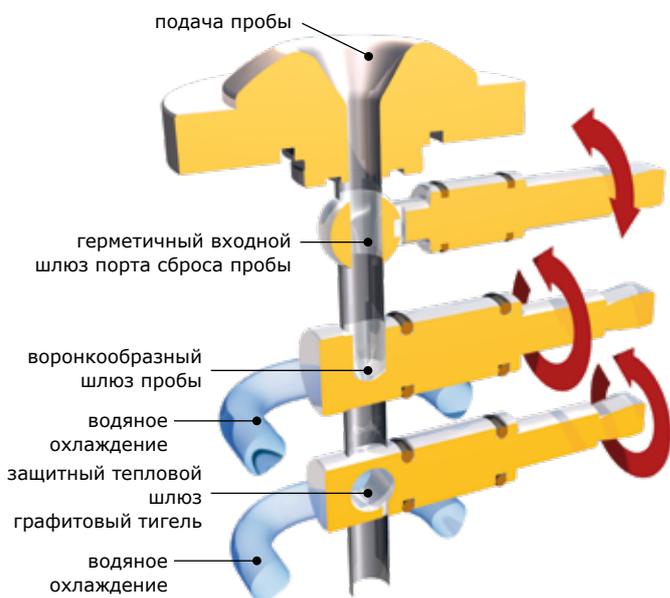
Импульсная печь

**Импульсная печь и порт сброса пробы являются главными новыми компонентами серии анализаторов ELEMENTRAC ONH. Порт сброса пробы позволяет добиться полной продувки пробы от атмосферных газов, а также осуществляет безопасный сброс пробы в графитовый тигель. Проба плавится в графитовом тигле, содержащиеся в пробе газы полностью высвобождаются из пробы и в различной форме передаются по газовой системе для определения концентрации.**

#### Мощная печь 8,5 кВт

Генератор анализаторов ELEMENTRAC ONH позволяет достичь мощности 8.5 кВт, но она ограничена программным обеспечением на уровне 6.8 кВт для того, чтобы избежать разрушения графитовых тиглей. Это одновременно обеспечивает безопасную работу и возможность анализа тугоплавких материалов.

#### Охлаждаемый водой порт сброса пробы



Проба помещается во входной шлюз порта сброса пробы и попадает в шлюз пробы, который имеет воронкообразную форму. Чтобы изолировать порт сброса пробы от атмосферы входной шлюз поворачивается и чистый газ-носитель продувает камеру от атмосферных газов. Одновременно с продувкой производится дегазация тигля в импульсной печи.

Комбинация водяного охлаждения и защитного теплового шлюза в порте сброса пробы обеспечивает анализаторам серии ELEMENTRAC ONH прекрасную чувствительность при анализе водорода. Защитный тепловой шлюз прерывает тепловое излучение от тигля и вместе с водяным охлаждением всего порта сброса не допускает нагрева пробы и, соответственно, предотвращает потерю водорода в пробе. Защитный тепловой шлюз открывается на короткое время прямо перед анализом, затем поворачивается шлюз пробы, проба падает в раскаленный графитовый тигель, в котором производится плавление пробы и последующий анализ.

#### Анализ стружки без капсул

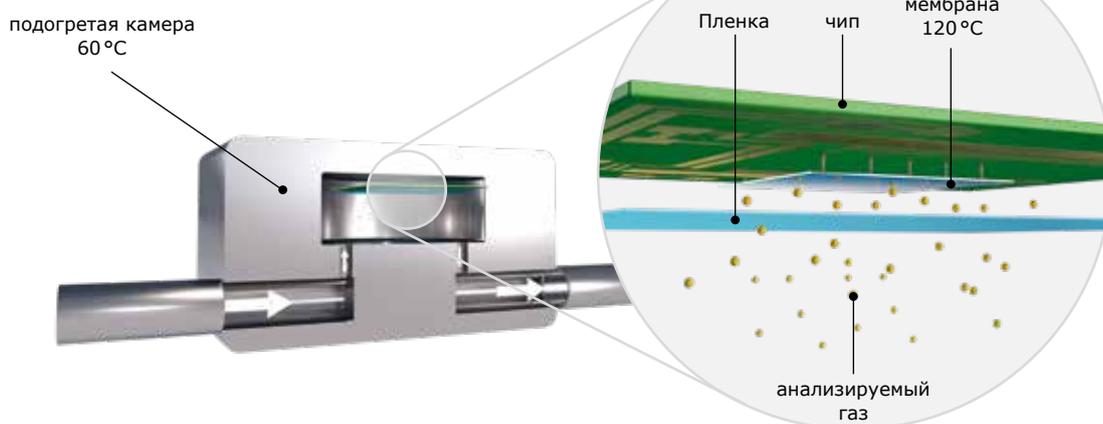
Камера порта сброса пробы воронкообразной формы позволяет выполнять анализ стружки и гранул без использования капсул, что дает множество преимуществ:

- Отсутствие холостого опыта, вызванного капсулой
- Отсутствие загрязнения печи от паров материала капсулы - реже требуется чистка
- Отсутствие затратного по времени заполнения капсулы пробой
- Уменьшение стоимости анализа

## Чувствительный детектор теплопроводности с возможностью использования аргона в качестве газа-носителя

В то время, как содержание кислорода определяется в инфракрасном детекторе, водород и азот определяются в молекулярной форме с помощью стабильного детектора теплопроводности в широком диапазоне концентраций. Этот детектор был оптимизирован для установки в анализатор ELEMENTRAC ONH и позволяет измерять содержание азота даже в токе газа-носителя аргона.

### Детектор теплопроводности с большой чувствительностью



Инновационный детектор теплопроводности анализатора ELEMENTRAC основан на пленочном полупроводниковом чипе, который соединен с мембраной и работает без необходимости использования ячейки с газом сравнения. При изменении теплопроводности газа, например, при попадании азота, выделившегося из пробы, изменяется потребление мощности, требуемой для поддержания температуры мембраны. В результате изменяется выходной сигнал ячейки. Такой метод определения очень стабилен и обладает высокой чувствительностью, что гарантирует низкие пределы обнаружения и широкий диапазон измерений.

### Аргон в качестве газа-носителя

Для анализа азота обычно используется газ-носитель гелий. Однако в лабораторию проще организовать поставку аргона, а стоимость аргона ниже, чем стоимость гелия. Благодаря выдающейся стабильности и чувствительности нового детектора теплопроводности анализаторы серии ELEMENTRAC ONH позволяют различить минимальную разницу в теплопроводности между аргоном и азотом, что дает возможность выполнять анализ азота в токе аргона, например, анализы на содержание азота в стали даже при низких концентрациях на уровне 20 ppm получают стабильными и точными.

	Молярная масса [г/моль]	Плотность [кг/м³]	Коэффициент теплопроводности [В/кВ] <sup>[1]</sup>
Водород H <sub>2</sub>	2,02	0,08987	1,869
Гелий He	4,00	0,17839	1,567
Азот N <sub>2</sub>	28,01	1,2505	0,260
Аргон Ar	39,94	1,7839	0,179

<sup>[1]</sup> CRC Handbook of Chemistry and Physics, 1995-1996, 76th Edition

Помимо гелия и азота стандартным газом-носителем для анализаторов ELEMENTRAC ONH является аргон. Анализаторы имеют 3 штуцера для подключения газов, и для переключения между газами-носителями не требуется вносить каких-либо изменений внутри анализатора.



Водород

Печь сопротив-  
ления

## Точное определение $H_2$ даже в больших образцах

### Преимущества

- Высокопроизводительный детектор теплопроводности
- Простая калибровка с помощью стандартов или газовой дозы
- Точные анализы даже для низких концентраций
- Возможно использование пробы массой до 10 г и размером до 0,8 x 6 см

Для определения содержания общего водорода в неорганических пробах обычно используется метод восстановительного плавления пробы, применяемый в анализаторах ELEMENTRAC OH-p и ELEMENTRAC ONH-p. Однако для определения водорода также можно использовать метод горячей экстракции в кварцевой трубке, используемый в анализаторе ELTRA H-500.

Анализатор H-500 оснащается печью сопротивления с кварцевой трубкой, температура в печи устанавливается максимум до 1000 °C. Анализатор использует азот в качестве газа-носителя и чувствительный детектор теплопроводности, что позволяет точно и стабильно измерить содержание водорода в низком диапазоне концентраций на уровне ppm.

### Типичные анализируемые материалы

Сталь, железо, медь, сварные швы и многое другое



Анализатор водорода H-500

## Работа на анализаторе H-500

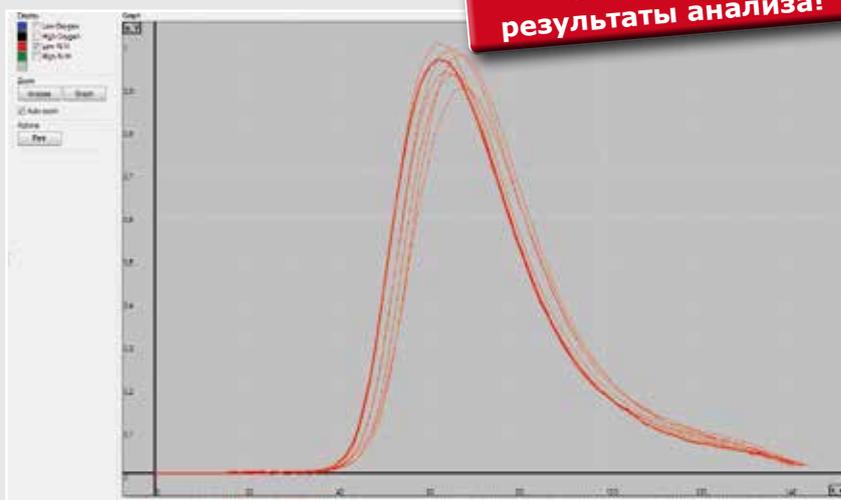
Управление анализатором H-500 простое и безопасное. После взвешивания пробы масса автоматически передается с весов в программное обеспечение анализатора. Массу пробы также можно ввести вручную. Проба помещается в холодную часть горизонтально расположенной печи (рис.1). После старта анализа печь поворачивается вверх с помощью ручки (рис.2), при этом проба оказывается в горячей зоне печи. Потоком газ-носителя (азотом) выделенный из пробы водород переносится в детектор теплопроводности. Обычно анализ длится от 3 до 15 минут. Сигналы детектора и параметры анализатора отображаются в программном обеспечении. После окончания анализа автоматически производится расчет сигналов, результат автоматически отображается на экране; если необходимо, то данные могут быть распечатаны либо переданы в систему автоматического сбора результатов (LIMS). Анализатор H-500 требует минимум обслуживания. Фильтры и реактивы находятся на передней панели анализатора и легкодоступны для обслуживания и визуального контроля.



## Применение | Пример: Стандарт AR 556 производства Alpha Resources

Для анализа содержания диффузионного и остаточного водорода в стальной пробе подходит только печь сопротивления с кварцевой трубкой с температурой до 1000 °С, допускается выполнять анализ пробы большого размера (H-500: 6 см). ELTRA H-500 позволяет получать точные и стабильные результаты даже на уровне нескольких ppm.

Масса пробы	Содержание водорода
1001,4 mg	6,55 ppm H
1002,1 mg	6,73 ppm H
999,5 mg	6,55 ppm H
1000,1 mg	6,67 ppm H
1000,9 mg	6,41 ppm H
999,8 mg	6,45 ppm H
1001,5 mg	6,69 ppm H





## Управление с помощью ПК на основе Windows®

**Программное обеспечение ELEMENTS, используемое в анализаторах серии ELEMENTRAC ONH, позволяет быстро и просто работать на анализаторе. Особое внимание уделено диагностическим функциям и методикам анализа.**

Структура программного обеспечения ELEMENTS базируется на одном центральном окне (Анализ), в котором выполняются все необходимые операции, например, выполнение анализов, доступ к результатам, калибровка, расчеты и многое другое. Для перемещения к другим функциям, например, обслуживание, настройка или методики анализа, требуется один клик мышкой. Такая структура программного обеспечения обеспечивает простую и удобную работу на анализаторе.

Программное обеспечение ELEMENTS обладает следующими функциями:

- Группировка результатов анализа для расчета статистики
- Создание отчетов с результатами анализа либо данными калибровки
- Экспорт результатов
- Одноточечная или многоточечная калибровка (линейная регрессия)
- Расчет результатов анализа и перерасчет измеренных проб
- Поля комментирования для проб
- Широкий выбор настроек методик, позволяющий получать точные результаты
- Задаваемые пользователем счетчики обслуживания
- Автоматический тест на утечки газового тракта



### Тест на утечки

Анализаторы серии ELEMENTRAC ONH имеют закрытую газовую систему, что позволяет выполнять автоматический тест на утечки. Встроенная система теста на утечки с помощью программного обеспечения позволяет выполнить проверку на утечки автоматически в различных сегментах газового тракта (например, сегмент печи или сегмент детекторов).

## Серия анализаторов ELTRA ELEMENTRAC ONH полностью удовлетворяет требованиям следующих стандартов и норм

### Определение кислорода, азота и водорода в соответствии со стандартами ASTM

Стандарт	Материал проб	Название стандарта
E-1019	Сталь, чугун, никель, кобальт	Standard Test Methods for Determination of Carbon, Sulfur, Nitrogen, and Oxygen in Steel, Iron, Nickel, and Cobalt Alloys by Various Combustion and Fusion Techniques
E-1587	Никель	Standard Test Methods for Chemical Analysis of Refined Nickel
E-1409	Титан и титановые сплавы	Standard Test Method for Determination of Oxygen and Nitrogen in Titanium and Titanium Alloys by the Inert Gas Fusion Technique
E-1569	Тантал	Standard Test Method for Determination of Oxygen in Tantalum Powder by Inert Gas Fusion Technique
E-2575	Медь и медные сплавы	Standard Test Method for Determination of Oxygen in Copper and Copper Alloys
E-1447	Титан и титановые сплавы	Standard Test Method for Determination of Hydrogen in Titanium and Titanium Alloys by the Inert Gas Fusion Thermal Conductivity/Infrared Detection Method

### Определение кислорода, азота и водорода в соответствии со стандартами ISO

Стандарт	Материал проб	Название стандарта
10720	Сталь и чугун	Steel and iron – Determination of nitrogen content – Thermal conductimetric method after fusion in a current of inert gas
15351	Сталь и чугун	Steel and iron – Determination of nitrogen content – Thermal conductimetric method after fusion in a current of inert gas (routine method)
22963	Титан и титановые сплавы	Titanium and titanium alloys – Determination of oxygen – Infrared method after fusion under inert gas
17053	Сталь и чугун	Steel and iron – Determination of oxygen – Method with infrared absorption
3690	Сварные швы (сталь и чугун)	Welding and allied processes – Determination of hydrogen content in arc weld metal





Анализаторы серии ELEMENTRAC ONH позволяют быстро и точно определить содержание кислорода, азота и водорода в неорганических материалах.

### Типичные анализируемые материалы

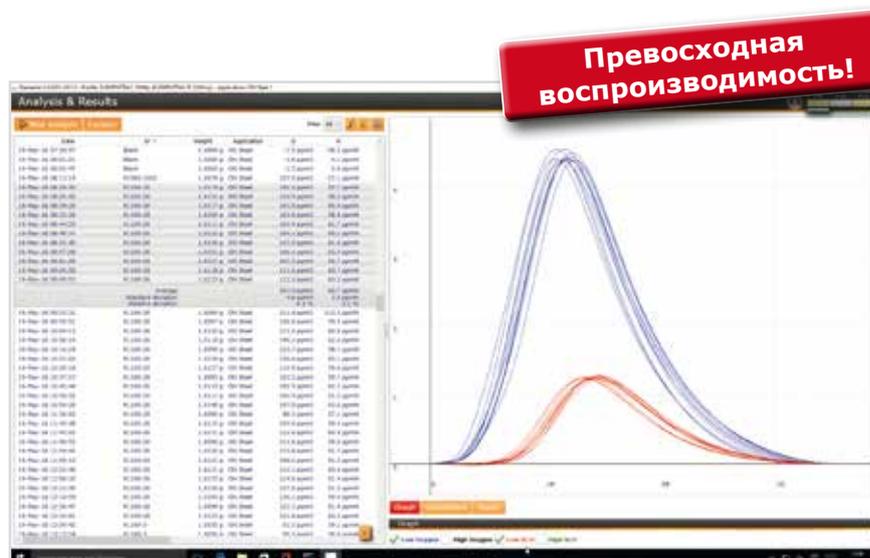
Сталь, медь, титан, свинец, руды, керамика (например, нитрид бора)



### Пример: Кислород, азот и водород в стали



Содержание кислорода, азота и водорода сильно влияет на такие свойства стали как, прочность, пластичность и хрупкость. Определение этих параметров является обязательным в рамках контроля качества стали. Анализаторы серии ELEMENTRAC ONH полностью удовлетворяют всем требованиям стандартов ISO 10720 и 17053. Благодаря инновационному порту сброса пробы возможен анализ гранул без капсулы (например, CRM 281-1).

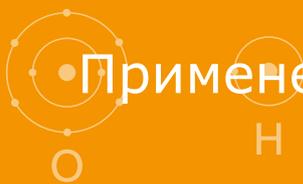


#### Типичные результаты анализа

Масса пробы примерно 1000 мг (Стандарты ELTRA), 500 мг (CRM 281-1), 10 измерений

Стандартный образец	Кислород [ppm]	Азот [ppm]	Водород [ppm]
ELTRA 91100-1001	6,0 ± 0,6	18,5 ± 0,6	*
EURO CRM 281-1	108,7 ± 5,2	232 ± 8,1	*
ELTRA 91400-1003	*	*	6,0 ± 0,3

\* не сертифицировано



Пример:

### Кислород в меди

Кислород может попадать в медь во время производства. Определение содержания кислорода является частью процесса контроля качества и может эффективно осуществляться с помощью анализаторов серии ELEMENTRAC ONH.



#### Типичные результаты анализа

Масса пробы примерно 1000 мг, 10 измерений

Стандартный образец	Кислород [ppm]
ELTRA 91000-1004 (Lot 113C)	7,0 ± 0,6

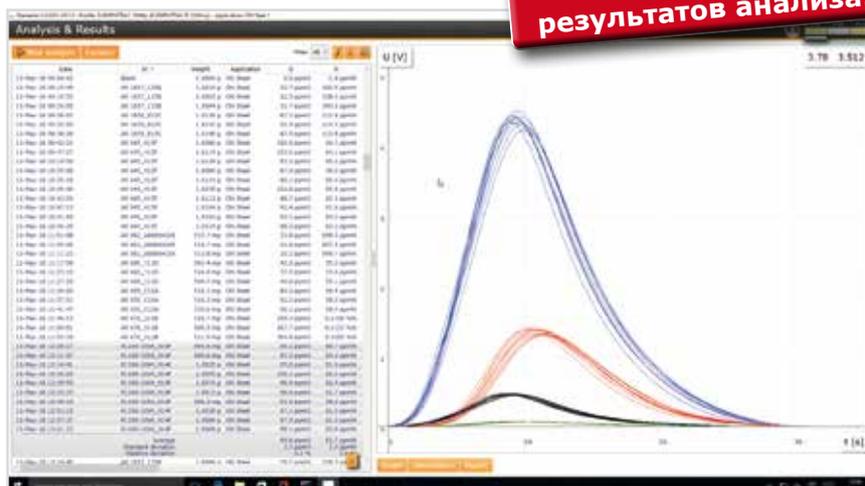
Пример:

### Кислород, азот и водород в титане

Точный анализ титана усложняется из-за его высокой температуры плавления. Поэтому для определения содержания кислорода и азота требуется мощность около 6 кВт, хотя для анализа водорода достаточно 3 кВт.



**Надежность результатов анализа!**



#### Типичные результаты анализа

Масса пробы примерно. 100 мг, 10 измерений

Стандартный образец	Кислород [%]	Азот [%]	Водород [ppm]
ELTRA 912505-1004 (Lot 613B)	0,215 ± 0,008	0,0065 ± 0,0012	77 ± 8
ELTRA 912505-1001 (Lot 114C)	0,0522 ± 0,0013	0,0101 ± 0,0009	11 ± 0,9

# Технические характеристики

## Анализаторы ONH

ELEMENTRAC® ON-p | OH-p | ONH-p

## Анализатор водорода

H-500



Диапазон измерений	Для пробы 1 г	Для пробы 1 г
Кислород	0,1 ppm – 2% <sup>(1)</sup>	–
Азот	0,1 ppm – 2%	–
Водород	0,01 ppm – 1000 ppm	0,01 ppm – 1000 ppm
<b>Кислород</b>		
Азот	85 секунд	–
Водород	90 секунд	–
Hydrogen	100 секунд	3 – 15 минут
<b>Общая информация</b>		
Масса пробы (номинальная)	1 г	1 г
Калибровка	Стандартные образцы (одноточечная; многоточечная), калибровка по газовой дозе	Твердые стандартные образцы (одноточечная; многоточечная), калибровка по газовой дозе
Детекторы	Нерассеивающий ИК детектор (O <sub>2</sub> ); Детектор теплопроводности (N <sub>2</sub> ; H <sub>2</sub> )	Детектор теплопроводности
Реагенты	Перхлорат магния; гидроксид натрия; оксид меди; реактив Шутце	Перхлорат магния; гидроксид натрия; реактив Шутце
Требуемые газы	Гелий, азот (99,995 %, 2 – 4 bar); сжатый воздух (без масла и воды), 2 bar	Азот (99,995 %, 2 – 4 bar)
Оptionальный газ	Аргон (99,995 %, 2 – 4 bar)	–
Скорость газа носителя	19 – 27 Л/ч	10 – 15 Л/ч
Печь	Охлаждаемая водой печь мощностью до 8,5 кВт <sup>(2)</sup>	Печь сопротивления с кварцевой трубкой до 1,000 °C
Охлаждение	Теплообменник (стандартно), возможно использование чиллера или водопроводной воды напрямую	–
Рабочие условия	15 – 35 °C; 20 – 80 % влажность (без конденсата)	15 – 35 °C; 20 – 80 % влажность (без конденсата)
Электропитание	400 В AC ± 10 %; 50/60 Гц; 3 фазы, максимум 8500 Вт; возможно электропитание на 1 фазу по запросу	230 В AC ± 10 %; 50/60 Гц; 2,0 А; 450 Вт
Масса анализатора	161 кг	40 кг
Размеры (Ш x В x Г)	57 x 77 x 63 см	75 x 52 x 60 см

<sup>(1)</sup> Точные диапазоны определения зависят от выбранной конфигурации

<sup>(2)</sup> Ограничено программным обеспечением до 6,8 кВт

**ELTRA**®  
ELEMENTAL ANALYZERS



Eltra GmbH  
Retsch-Allee 1-5  
42781 Haan, Germany

Phone +49 21 04/ 23 33- 400  
Fax +49 21 04/ 23 33- 499  
E-Mail info@eltra.com  
Internet www.eltra.com

part of **VERDER**  
scientific

Официальный представитель компании Eltra GmbH в Центральной Азии:  
ТОО "Спектро Сервис Центральная Азия"  
050023, Республика Казахстан, г. Алматы,  
Алатау-2, ул. Алмалы, 35,  
тел.: +7 701 744 90 99  
email: slyssukhin@spectroservice.kz  
www.spectroservice.kz