

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2845337

Устройство для электрохимических и оптических исследований, совмещенных с проточным газовым анализом, для изучения ТОГЭ и катализаторов

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипьяна Российской академии наук (ИФТТ РАН) (RU)*

Авторы: *Самойлов Александр Валерьевич (RU), Азарков Дмитрий Александрович (RU), Катрич Денис Сергеевич (RU), Кораблева Галина Максимовна (RU), Бредихин Сергей Иванович (RU)*

Заявка № 2024133796

Приоритет изобретения **12 ноября 2024 г.**

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации **15 августа 2025 г.**

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает **12 ноября 2044 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 0692e7c1a6300bf54f240f670bca2026
Владелец **Зубов Юрий Сергеевич**
Действителен с 10.07.2024 по 03.10.2025

Ю.С. Зубов





(51) МПК
G01N 21/65 (2006.01)
G01N 21/85 (2006.01)
G01N 27/26 (2006.01)
H01M 8/12 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(52) СПК
G01N 21/65 (2025.01); *G01N 21/85* (2025.01); *G01N 27/26* (2025.01); *H01M 8/12* (2025.01)

(21)(22) Заявка: 2024133796, 12.11.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 12.11.2024

Дата регистрации:
 15.08.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.11.2024

(45) Опубликовано: 15.08.2025 Бюл. № 23

Адрес для переписки:

142432, Московская обл., г.Черноголовка,
 ул.Академика Осипьяна, 2, ФГБУН ИФТТ
 РАН, Колесников Николай Николаевич

(72) Автор(ы):

Самойлов Александр Валерьевич (RU),
 Агарков Дмитрий Александрович (RU),
 Катрич Денис Сергеевич (RU),
 Кораблева Галина Максимовна (RU),
 Бредихин Сергей Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
 учреждение науки Институт физики
 твердого тела имени Ю.А. Осипьяна
 Российской академии наук (ИФТТ РАН)
 (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: RU 165785 U1, 10.11.2016. RU 201314
 U1, 09.12.2020. JP 2014225384 A, 04.12.2014. US
 2023282847 A1, 07.09.2023.

(54) Устройство для электрохимических и оптических исследований, совмещенных с проточным газовым анализом, для изучения ТОГЭ и катализаторов

(57) Формула изобретения

Устройство для электрохимических и оптических исследований твердооксидных топливных элементов (ТОГЭ) и катализаторов, включающее систему для создания рабочих условий ТОГЭ и катализаторов, состоящую из увлажнителя, системы подачи и смешения газов, высокотемпературной печи, термопары и измерительной ячейки, включающей держатель образца, выполненной с возможностью подключения электрохимических измерений, систему для оптических исследований методом КР-спектроскопии, состоящую из системы лазерной накачки, включающую лазер, систему очистки лазерного излучения, поляризатор, ирисовый затвор, собирающую линзу, подвижное поворотное зеркало, и систему регистрации рассеянного излучения, включающую пару собирающих линз, скрещенную щель, подвижную призму, оптический микроскоп, вторую пару собирающих линз, краевой фильтр, входную щель монохроматора, монохроматор и ПЗС матрицу, отличающееся тем, что дополнительно содержит систему анализа выходящего газового потока, соединенную с газовой магистралью после измерительной ячейки, которая включает в себя систему подготовки газа с возможностью сброса воды, газоанализатор и расходомер.



(51) МПК
G01N 21/65 (2006.01)
G01N 21/85 (2006.01)
G01N 27/26 (2006.01)
H01M 8/12 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

G01N 21/65 (2025.01); G01N 21/85 (2025.01); G01N 27/26 (2025.01); H01M 8/12 (2025.01)

(21)(22) Заявка: 2024133796, 12.11.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.11.2024

Дата регистрации:
15.08.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.11.2024

(45) Опубликовано: 15.08.2025 Бюл. № 23

Адрес для переписки:

142432, Московская обл., г.Черноголовка,
ул.Академика Осипьяна, 2, ФГБУН ИФТТ
РАН, Колесников Николай Николаевич

(72) Автор(ы):

Самойлов Александр Валерьевич (RU),
Агарков Дмитрий Александрович (RU),
Катрич Денис Сергеевич (RU),
Кораблева Галина Максимовна (RU),
Бредихин Сергей Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт физики
твёрдого тела имени Ю.А. Осипьяна
Российской академии наук (ИФТТ РАН)
(RU)

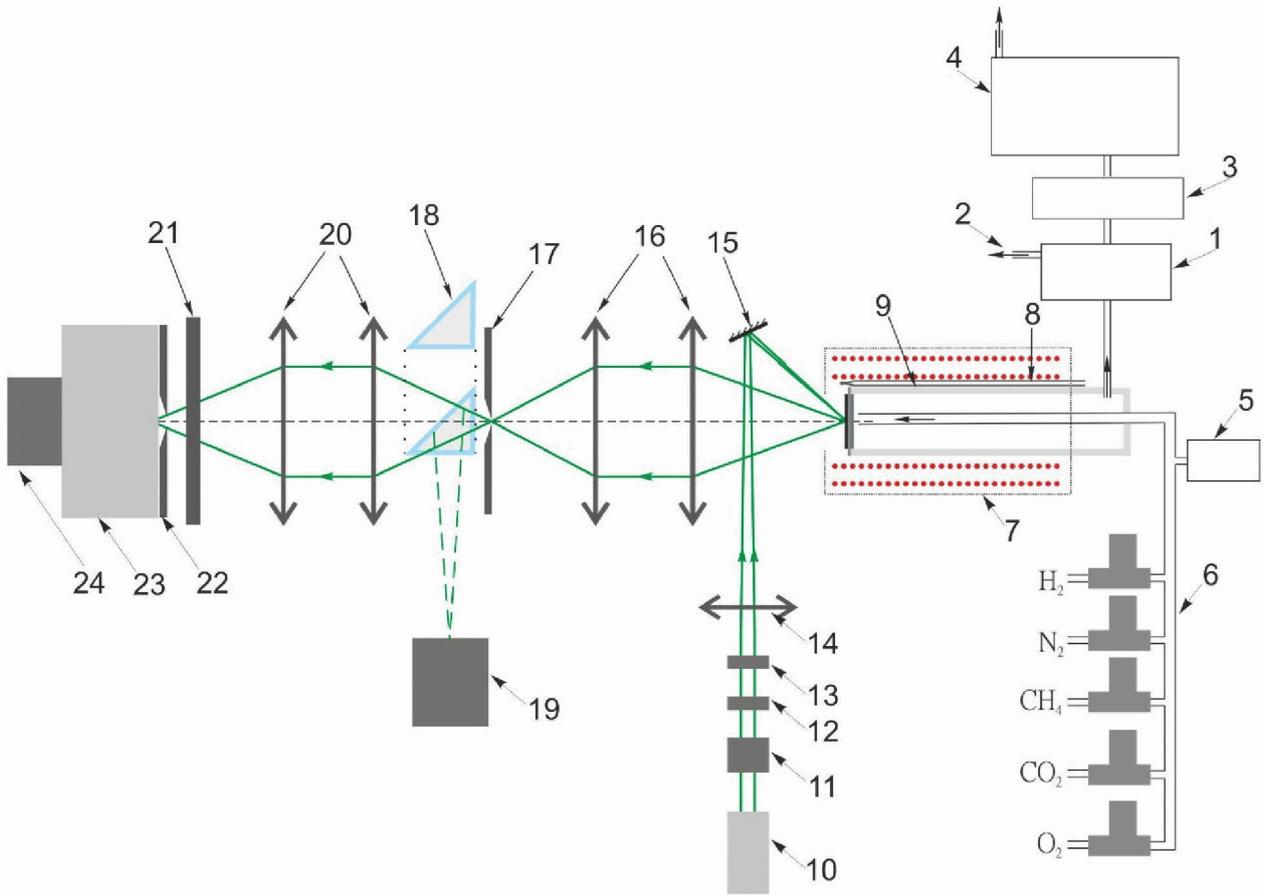
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 165785 U1, 10.11.2016. RU 201314
U1, 09.12.2020. JP 2014225384 A, 04.12.2014. US
2023282847 A1, 07.09.2023.

(54) Устройство для электрохимических и оптических исследований, совмещенных с проточным газовым анализом, для изучения ТОТЭ и катализаторов

(57) Реферат:

Изобретение относится к области исследования характеристик твердооксидных топливных элементов и касается устройства для электрохимических и оптических исследований твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ) и катализаторов. Устройство включает систему для создания рабочих условий ТОТЭ и катализаторов, состоящую из увлажнителя, системы подачи и смешения газов, высокотемпературной печи, термопары и измерительной ячейки, выполненной с возможностью подключения электрохимических измерений, систему для оптических исследований методом КР-спектроскопии и систему анализа

выходящего газового потока, соединенную с газовой магистралью после измерительной ячейки, которая включает в себя систему подготовки газа с возможностью сброса воды, газоанализатор и расходомер. Технический результат заключается в обеспечении возможности одновременного проведения электрохимических и оптических исследований, совмещенных с проточным газовым анализом, и получения информации о соотношении и количестве компонентов выходной газовой смеси в процессе работы ТОТЭ и катализаторов. 1 ил.



Фиг. 1

RU 2845337 C1

RU 2845337 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G01N 21/65 (2006.01)
G01N 21/85 (2006.01)
G01N 27/26 (2006.01)
H01M 8/12 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

G01N 21/65 (2025.01); G01N 21/85 (2025.01); G01N 27/26 (2025.01); H01M 8/12 (2025.01)

(21)(22) Application: **2024133796, 12.11.2024**

(24) Effective date for property rights:
12.11.2024

Registration date:
15.08.2025

Priority:

(22) Date of filing: **12.11.2024**

(45) Date of publication: **15.08.2025** Bull. № 23

Mail address:

**142432, Moskovskaya obl., g.Chernogolovka,
ul.Akademika Osipyana, 2, FGBUN IFTT RAN,
Kolesnikov Nikolaj Nikolaevich**

(72) Inventor(s):

**Samoilov Aleksandr Valerevich (RU),
Agarkov Dmitrii Aleksandrovich (RU),
Katrish Denis Sergeevich (RU),
Korableva Galina Maksimovna (RU),
Bredikhin Sergei Ivanovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Osipyana Institute of Solid State Physics of the
Russian Academy of Sciences (ISSP RAS) (RU)**

(54) **DEVICE FOR ELECTROCHEMICAL AND OPTICAL STUDIES, COMBINED WITH FLOW GAS ANALYSIS, FOR STUDYING SOFC AND CATALYSTS**

(57) Abstract:

FIELD: measuring.

SUBSTANCE: invention relates to investigation of characteristics of solid oxide fuel cells and a device for electrochemical and optical analysis of solid oxide fuel cells (SOFC) and catalysts. Device includes the SOFC and catalysts operating conditions creation system, consisting of a humidifier, a gas supply and mixing system, a high-temperature furnace, a thermocouple and a measuring cell configured to connect electrochemical measurements, a system for optical investigations by Raman spectroscopy and a system for

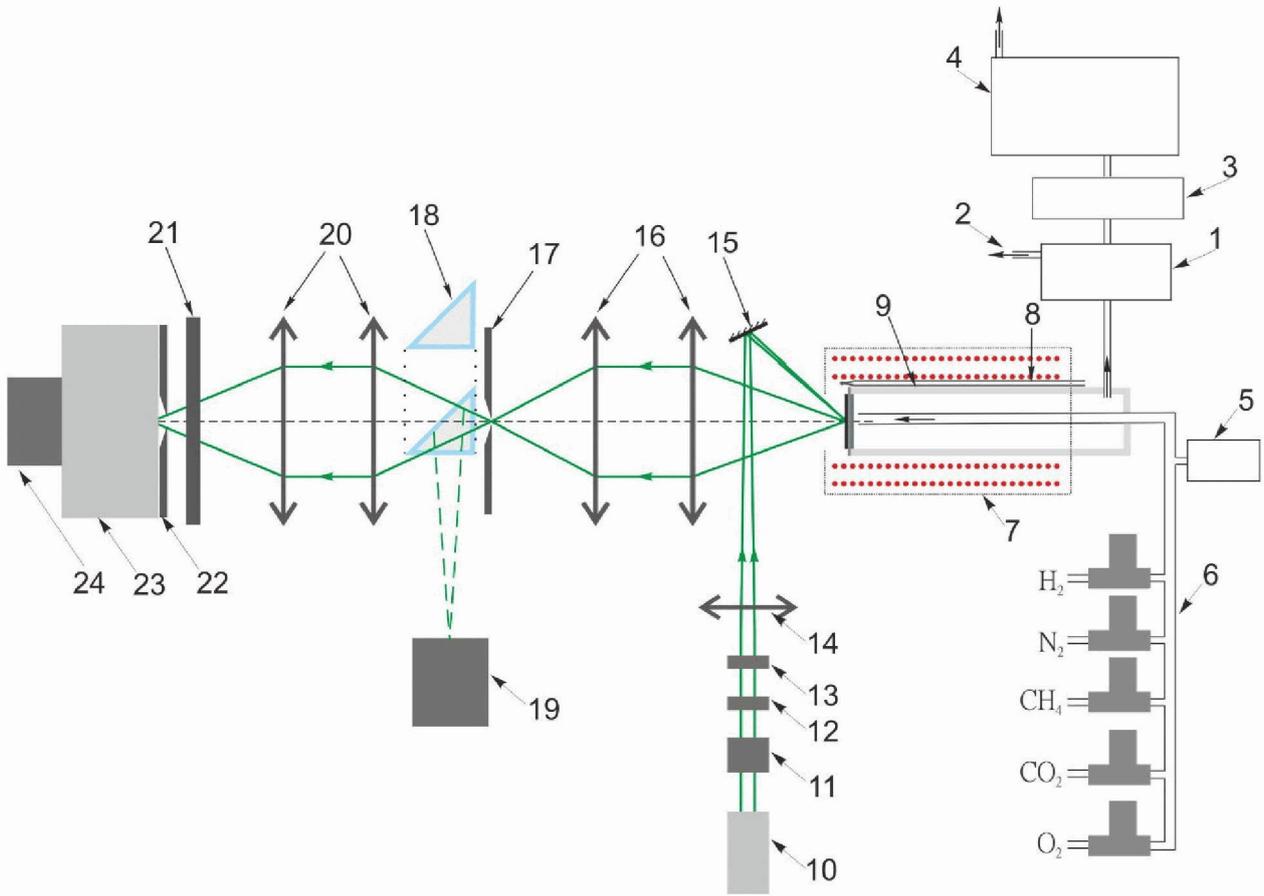
analysing the outgoing gas stream, connected to the gas line downstream the measuring cell, which includes a gas treatment system with possibility of discharging water, a gas analyser and a flow meter.

EFFECT: enabling simultaneous electrochemical and optical analysis, combined with flow gas analysis, and obtaining information on the ratio and number of components of the output gas mixture during operation of SOFC and catalysts.

1 cl, 1 dwg

RU
2 845 337
C1

RU
2 845 337
C1



Фиг. 1

RU 2845337 C1

RU 2845337 C1

Изобретение относится к области исследования оптических и электрохимических характеристик твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ) и катализаторов в сочетании с изучением состава выходных продуктов реакции. Изобретение может найти применение при исследовании свойств катализаторов и материалов ТОТЭ, а также
5 проведением их длительных испытаний.

Известное устройство-аналог (патент CN 111458305 А, опубл. 28.07.2020, заявл. 07.04.2020) представляет собой ячейку для исследования спектров комбинационного рассеяния света, получаемых с образцов, находящихся в условиях высоких температур и давлений, а также различных составов атмосфер.

10 В данном устройстве отсутствует возможность проведения электрохимических измерений образцов непосредственно в создаваемых условиях, а также исследований выходящего газового потока.

Другое известное устройство-аналог (патент CN 105738344 В, опубл. 28.08.2018, заявл. 26.04.2016) представляет собой ячейку для проведения электрохимических
15 исследований образцов одновременно с получением спектров комбинационного рассеяния света с возможностью изменения температурных условий и состава атмосферы.

Существенным недостатком данного изобретения является невозможность анализа выходящего газового потока.

20 Наиболее близкое известное устройство-аналог описано в патенте №165785, опубл. 10.11.2016, заявл. 17.09.2015. Сущность устройства: ячейка для проведения исследований оптических (спектры комбинационного рассеяния света) и электрохимических характеристик (тока, напряжения и снимаемой мощности) в рабочих условиях ТОТЭ (поддержание рабочей температуры, задание состава и потока окислительных и
25 топливных смесей, электрической нагрузки и пр.).

Основной недостаток данного устройства - это отсутствие системы анализа выходящего газового потока, что существенно ограничивает применение данного устройства, в том числе не позволяет проводить исследования катализаторов.

30 Технический результат, на достижение которого направлено заявляемое изобретение, состоит в возможности проведения дополнительных одновременных исследований выходных продуктов реакции методом проточного газового анализа на образцах ТОТЭ и катализаторов.

Для достижения указанного технического результата в установку, оснащённую измерительной ячейкой с держателем образцов специальной конструкции, системой
35 подачи и смешения газов, высокотемпературной печью, оборудованием для проведения электрохимических исследований (хронопотенциометрия, измерение вольтамперных и мощностных характеристик, импедансная спектроскопия) и оптической системой для получения спектров комбинационного рассеяния света, включена в газовую магистраль после измерительной ячейки система анализа выходящего газового потока, состоящая
40 из системы подготовки газа с возможностью сброса воды, газоанализатора и расходомера.

Устройство содержит в себе высокотемпературную печь (диапазон температур 25-1000°C), систему газоподготовки, состоящую из газовых магистралей для подачи H_2 , N_2 , CO или CO_2 , CH_4 , O_2 и их последующего смешения, измерительную ячейку с
45 держателем образцов специальной конструкции, оборудование для электрохимических измерений, оптическую систему для получения спектров комбинационного рассеяния света, состоящую из систем лазерной накачки и регистрации рассеянного излучения, а также систему анализа выходящего газового потока, состоящую из системы подготовки

газа с возможностью сброса воды, газоанализатора и расходомера.

Отличительным признаком данного устройства от ближайшего аналога является система анализа выходящего газового потока, соединённая с газовой магистралью после измерительной ячейки.

5 Благодаря наличию этих признаков устройство позволяет проводить одновременные электрохимические и оптические исследования, совмещённые с проточным газовым анализом, давая дополнительную информацию о соотношении и количестве (в мл/мин) компонентов выходной газовой смеси в процессе работы ТОТЭ и катализаторов.

10 Схема устройства, обеспечивающего указанный технический результат, показана на фиг. 1.

Устройство можно условно разделить на несколько частей. Первая из них - система анализа выходящего газового потока, состоящая из системы подготовки газа (1) с возможностью сброса воды (2), расходомера (3) и газоанализатора (4).

15 Вторая часть установки отвечает за создание рабочих условий ТОТЭ и катализаторов. Она состоит из увлажнителя (5), системы подачи и смешения газов (H_2 , N_2 , CO или CO_2 , CH_4 , O_2) (6), высокотемпературной печи (7), термопары (8) и специального держателя образца с возможностью подключения электрохимических измерений (9).

20 Следующая часть - оптическая система для получения спектров комбинационного рассеяния света - состоит из двух функциональных оптических систем: системы лазерной накачки и системы регистрации рассеянного излучения. Система лазерной накачки состоит из лазера (10), системы очистки лазерного излучения (11), поляризатора (12), ирисового затвора (13), собирающей линзы (14) и подвижного поворотного зеркала (15).

25 Система регистрации рассеянного излучения состоит из пары собирающих линз (16), скрещенной щели (17), подвижной призмы (18), оптического микроскопа (19), ещё одной пары собирающих линз (20), краевого фильтра (21), входной щели монохроматора (22), монохроматора (23), ПЗС матрицы с азотным охлаждением (24).

30 Основное преимущество данного устройства заключается в системе анализа выходящего газового потока (1, 2, 3, 4). Данная система позволяет с большой точностью определить соотношение и количество (в мл/мин) компонентов выходной газовой смеси, таких как H_2 , CH_4 , CO , CO_2 , O_2 .

35 Для создания рабочих условий ТОТЭ и катализаторов используется высокотемпературная печь (7), контроль температуры в которой осуществляется посредством термопары (8). С помощью системы подачи и смешения газов (6) и увлажнителя (5) происходит подача топливной смеси заданного состава в измерительную ячейку с держателем образцов специальной конструкции (9).

40 Для исследования оптическими методами, такими как спектроскопия комбинационного рассеяния света (КРС), необходим источник накачки излучения - лазер (10), излучение которого проходит первичную очистку (11). В целях ослабления мощности лазерного излучения в системе используется поляризатор (12). В процессе получения высокотемпературных спектров КРС необходимо производить запись спектра нагретого тела для последующего его вычитания из получаемых спектров, для этих целей используется ирисовый затвор (13). С помощью собирающей линзы (14) и поворотного зеркала (15) накачивающее излучение попадает в интересующую область на образце ТОТЭ или катализатора.

45 Для сбора рассеянного излучения необходима пара фокусирующих линз (16), скрещенная щель (17), ещё одна пара собирающих линз (20), краевой фильтр (21) для

выделения только полезного сигнала и монохроматор (23) с входной щелью (22) и ПЗС матрицей с азотным охлаждением (24). Для изучения поверхности исследуемого образца лазерное излучение направляется с помощью подвижной призмы (18) в микроскоп (19).

5

(57) Формула изобретения

Устройство для электрохимических и оптических исследований твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ) и катализаторов, включающее систему для создания рабочих условий ТОТЭ и катализаторов, состоящую из увлажнителя, системы подачи и смешения газов, высокотемпературной печи, термопары и измерительной ячейки, включающей держатель образца, выполненной с возможностью подключения электрохимических измерений, систему для оптических исследований методом КР-спектроскопии, состоящую из системы лазерной накачки, включающую лазер, систему очистки лазерного излучения, поляризатор, ирисовый затвор, собирающую линзу, подвижное поворотное зеркало, и систему регистрации рассеянного излучения, включающую пару собирающих линз, скрещенную щель, подвижную призму, оптический микроскоп, вторую пару собирающих линз, краевой фильтр, входную щель монохроматора, монохроматор и ПЗС матрицу, отличающееся тем, что дополнительно содержит систему анализа выходящего газового потока, соединенную с газовой магистралью после измерительной ячейки, которая включает в себя систему подготовки газа с возможностью сброса воды, газоанализатор и расходомер.

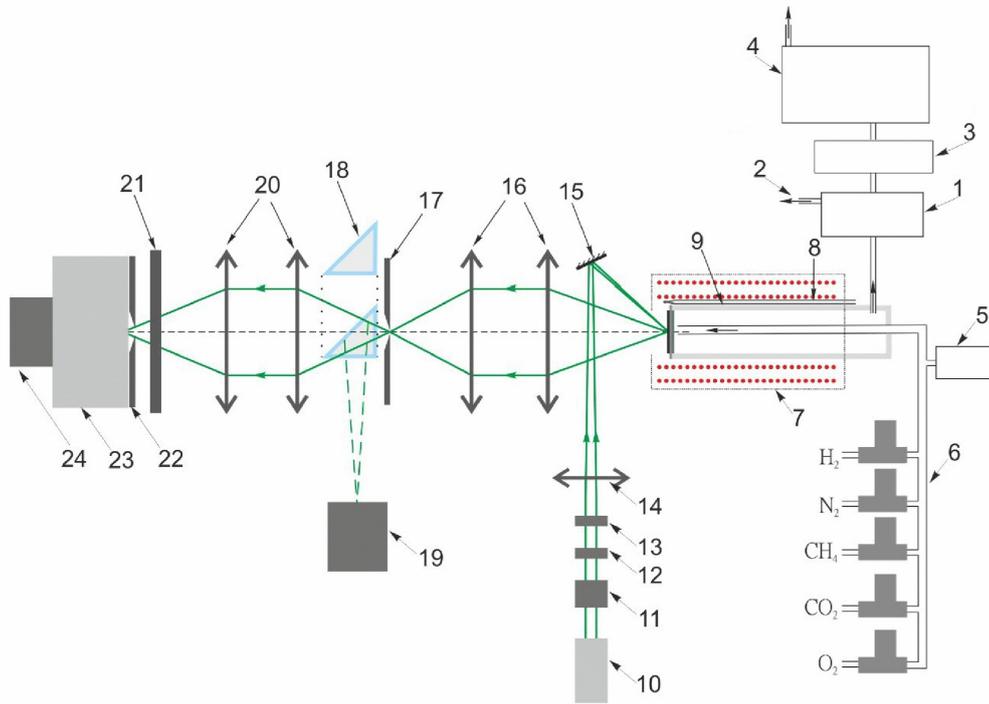
25

30

35

40

45



Фиг.1