



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F23C 99/00 (2019.05)

(21)(22) Заявка: 2018144717, 18.12.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.12.2018

Дата регистрации:
23.09.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.12.2018

(45) Опубликовано: 23.09.2019 Бюл. № 27

Адрес для переписки:

690950, Приморский край, г. Владивосток, ул.
Суханова, 8, отдел интеллектуальной
собственности ДВФУ

(72) Автор(ы):

Одинцов Егор Сергеевич (RU),
Мокрин Сергей Николаевич (RU),
Фурсенко Роман Викторович (RU),
Урюпин Георгий Владимирович (RU),
Минаев Сергей Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Дальневосточный федеральный
университет" (ДВФУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2596797 C1, 10.09.2016. RU
2038588 C1, 27.06.1995. RU 2371221 C2,
27.10.2009. SU 1276974 A1, 15.12.1986.

(54) Установка для изучения горения

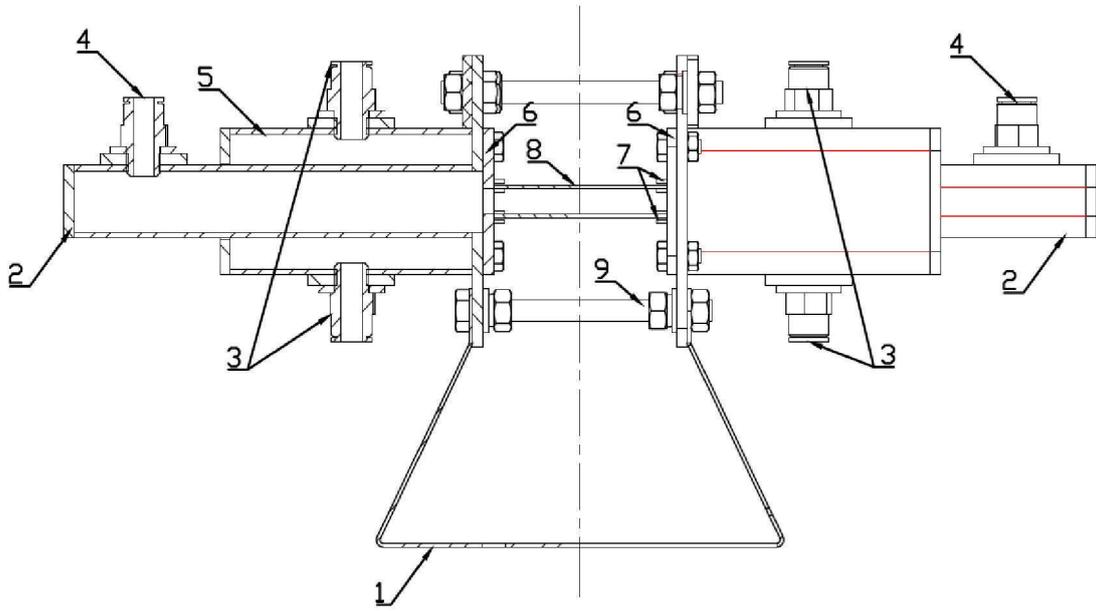
(57) Реферат:

Изобретение относится к теплотехнике, а точнее к средствам изучения процессов горения газообразного топлива. Установка для изучения горения содержит оппозитно размещенные камеры подачи топливовоздушной смеси, сообщенные с источниками топливовоздушной смеси, снабженные щелевыми соплами, направленными в зазор, образованный параллельными кварцевыми пластинами, и средства видеофиксации процесса горения. Камеры подачи топливовоздушной смеси выполнены в виде полых прямоугольных стаканов, скрепленных с фланцами, снабженными горизонтальными щелевыми прорезями, соосными друг другу и патрубками для подвода горючей смеси. Полости подачи топливовоздушной смеси заполнены негорючим несвязным наполнителем. Камеры подачи топливовоздушной смеси охвачены герметичными рубашками охлаждения, снабженными патрубками для подвода и отвода охлаждающего

агента. Зазор, образованный параллельными кварцевыми пластинами, выполнен из пластин, размещенных между обращенными друг к другу торцами фланцев, для чего на поверхностях фланцев установлены шпеньки, разнесенные за ширину их щелевых прорезей, с возможностью опирания на них кварцевых пластин с прилеганием их кромок к поверхности фланцев. Установка снабжена подставкой, выполненной с возможностью ее скрепления с фланцами, причем фланцы камер подачи топливовоздушной смеси, стянуты друг с другом стяжными болтами. Кроме того, фланцы выполнены съемными, с различной шириной щелевых прорезей. При этом болты верхней пары стяжных болтов разнесены за свободные кромки кварцевых пластин. Технический результат выражается в минимизации влияния стенок канала на положение фронта пламени в зазоре между параллельными кварцевыми пластинами. 2 з.п. ф-лы, 3 ил.

RU 2 700 844 C1

RU 2 700 844 C1



Фиг.1

RU 2700844 C1

RU 2700844 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F23C 99/00 (2019.05)

(21)(22) Application: **2018144717, 18.12.2018**

(24) Effective date for property rights:
18.12.2018

Registration date:
23.09.2019

Priority:

(22) Date of filing: **18.12.2018**

(45) Date of publication: **23.09.2019** Bull. № 27

Mail address:

**690950, Primorskiy kraj, g. Vladivostok, ul.
Sukhanova, 8, otdel intellektualnoj sobstvennosti
DVFU**

(72) Inventor(s):

**Odintsov Egor Sergeevich (RU),
Mokrin Sergej Nikolaevich (RU),
Fursenko Roman Viktorovich (RU),
Uryupin Georgij Vladimirovich (RU),
Minaev Sergej Sergeevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya Dalnevostochnyj federalnyj
universitet (DVFU) (RU)**

(54) **INSTALLATION FOR STUDYING COMBUSTION**

(57) Abstract:

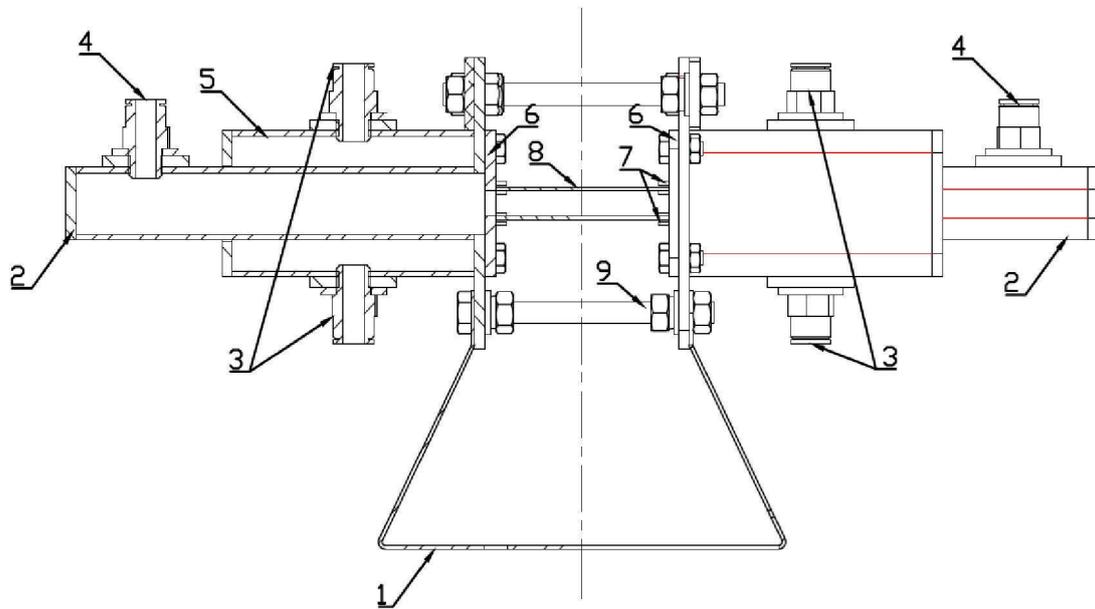
FIELD: heating equipment.

SUBSTANCE: invention relates to heat engineering, particularly to means of studying combustion processes of gaseous fuel. Proposed burner comprises opposite fuel-air feed chambers communicated with fuel-air mix sources furnished with slotted nozzles directed into gap formed by parallel quartz plates and means of video recording of combustion process. Chambers of fuel-air mixture supply are made in the form of hollow rectangular cups attached to flanges equipped with horizontal slit-like slots coaxial to each other and nozzles for supply of combustible mixture. Cavities for feeding fuel-air mixture are filled with incombustible loose filler. Fuel-air mixture supply chambers are enclosed by sealed cooling jackets equipped with pipes for supply and discharge of cooling agent. Gap, formed

by parallel quartz plates, is made of plates arranged between facing ends of flanges, for which on surfaces of flanges there are pins, spaced apart from width of their slotted slots, with possibility of supporting quartz plates on them with adjoining of their edges to surface of flanges. Installation is equipped with a support designed so that it can be attached to the flanges, at that the flanges of the fuel-air mix supply chambers are tightened together by coupling bolts. Besides, the flanges are detachable, with different width of slotted slots. At the same time bolts of upper pair of coupling bolts are spaced apart from free edges of quartz plates.

EFFECT: minimizing effect of channel walls on flame front position in gap between parallel quartz plates.

3 cl, 3 dwg



Фиг.1

RU 2700844 C1

RU 2700844 C1

Изобретение относится к теплотехнике, а точнее к средствам изучения процессов горения газообразного топлива.

Известна установка для изучения горения, содержащая оппозитно размещенные, вертикально ориентированные горелки, сообщенные с источниками топливо-воздушной смеси, снабженные соплами, открытыми в зазор между горелками, с возможностью горения в пространстве между горелок (см. Kaiser, C., Liu, J.-B., Ronney, P.D., Diffusive-thermal instability of counterflow flames at low Lewis number, (2000) 38th Aerospace Sciences Meeting and Exhibit; Liu, J.-B., Ronney, P.D., Premixed edge-flames in spatially-varying straining flows, (1999) Combustion science and technology, 144 (1), pp. 21-45. DOI: 10.1080/00102209908924196 или Shay, M.L., Ronney, P.D., Nonpremixed edge flames in spatially varying straining flows, (1998) Combustion and Flame, 112 (1-2), pp. 171-180. DOI: 10.1016/S0010-2180(97)81765-8).

Однако в такой установке невозможно добиться устойчивого горения при низких скоростях потока газа. В результате влияния естественной конвекции при малых скоростях происходит гашение пламени.

Известна также установка для изучения горения, содержащая оппозитно размещенные камеры подачи топливо-воздушной смеси, сообщенные с источниками топливо-воздушной смеси, снабженные щелевыми соплами, направленными в зазор образованный параллельными кварцевыми пластинами и средства видеофиксации процесса горения (см. Lee, M.J., Cho, M.S., Kim, N.I., Characteristics of opposed flow partially premixed flames in mesoscale channels at low strain rates, (2015) Proceedings of the Combustion Institute, 35 (3), pp. 3439-3446. DOI: 10.1016/j.proci.2014.08.009).

Недостатком подобной конструкции является невозможность определить влияние стенок канала на положение фронта пламени, особенно при низких скоростях движения пламени, поскольку стенки канала являются также элементами корпуса установки и, за счет их массивности, обладают значительной теплоемкостью.

Задачей, на решение которой направлено предлагаемое техническое решение, является повышение достоверности получаемой информации о положении фронта пламени, особенно при низких скоростях его движения в зазоре между параллельными кварцевыми пластинами.

Технический результат выражается в минимизации влияния стенок канала на положение фронта пламени в зазоре между параллельными кварцевыми пластинами.

Для решения поставленной задачи, установка для изучения горения, содержащая оппозитно размещенные камеры подачи топливо-воздушной смеси, сообщенные с источниками топливо-воздушной смеси, снабженные щелевыми соплами, направленными в зазор, образованный параллельными кварцевыми пластинами, и средства видеофиксации процесса горения, отличается тем, что камеры подачи топливо-воздушной смеси выполнены в виде полых прямоугольных стаканов, скрепленных с фланцами, снабженными горизонтальными щелевыми прорезями, соосными друг другу и патрубками для подвода горючей смеси, при этом, полости подачи топливо-воздушной смеси заполнены негорючим несвязным наполнителем, причем камеры подачи топливо-воздушной смеси охвачены герметичными рубашками охлаждения, снабженными патрубками для подвода и отвода охлаждающего агента, кроме того, зазор, образованный параллельными кварцевыми пластинами, выполнен из пластин, размещенных между обращенными друг к другу торцами фланцев, для чего на поверхностях фланцев установлены шпеньки, разнесенные за ширину их щелевых прорезей, с возможностью опирания на них кварцевых пластин с прилеганием их кромок к поверхности фланцев, при этом, установка снабжена подставкой, выполненной с

возможностью ее скрепления с фланцами, причем фланцы камер подачи топливо-воздушной смеси, стянуты друг с другом стяжными болтами. Кроме того, фланцы выполнены съемными, с различной шириной щелевых прорезей. Кроме того, болты верхней пары стяжных болтов разнесены за свободные кромки кварцевых пластин.

5 Сопоставительный анализ существенных признаков заявленного решения с существенными признаками прототипа и аналогов свидетельствует о соответствии заявленного решения критерию «новизна».

При этом совокупность существенных признаков изобретения обеспечивает получение заявленного технического результата, причем, признаки отличительной части формулы изобретения обеспечивают решение комплекса функциональных задач.

10 Признаки «...камеры подачи топливо-воздушной смеси выполнены в виде полых прямоугольных стаканов, скрепленных с фланцами, снабженными горизонтальными щелевыми прорезями, соосными друг другу и патрубками для подвода горючей смеси...» обеспечивают оптимальное соответствие сечения камер подачи щелевым прорезям – соплам подачи газообразного топлива и возможность их пространственной фиксации, с промежутком между фланцами.

Признак «...полости подачи топливо-воздушной смеси заполнены негорючим несвязным наполнителем...» способствует гашению неустойчивости газового потока.

20 Признак, указывающий, что «камеры подачи топливо-воздушной смеси охвачены герметичными рубашками охлаждения» предназначен для охлаждения горелки и предотвращения нагрева топливо-воздушной смеси внутри камеры подачи, а также проскок пламени в нее.

Признак, указывающий что, рубашки охлаждения снабжены «патрубками для подвода и отвода охлаждающего агента»... обеспечивает подвод/отвод охлаждающей жидкости в рубашку охлаждения.

30 Признак «...зазор образованный параллельными кварцевыми пластинами выполнен из пластин, размещенных между обращенными друг к другу торцами фланцев...» обеспечивает минимизацию размеров пластин, а так как толщина кварцевых пластин не превышает 1,3 мм, способствует уменьшению теплоемкости пластин и минимизирует влияние стенок зазора на положение фронта пламени в зазоре между параллельными кварцевыми пластинами.

35 Признаки, указывающие, что на «поверхностях фланцев установлены шпеньки, разнесенные за ширину их щелевых прорезей с возможностью опирания на них кварцевых пластин» обеспечивают фиксацию кварцевых пластин, с образованием зазора, в котором формируют пламя.

Признаки, указывающие, что на шпеньки, оперты кварцевые пластины «с прилеганием их кромок к поверхности фланцев» обеспечивают равенство промежутка между фланцами ширине кварцевых пластин, при этом, пластины выполняют роль стенок плоского канала, внутри которого происходит горение смеси.

40 Признаки, указывающие, что «установка снабжена подставкой, выполненной с возможностью ее скрепления с фланцами, причем фланцы камер подачи топливо-воздушной смеси, стянуты друг с другом стяжными болтами» обеспечивают возможность точного пространственного позиционирования камер подачи топливо-воздушной смеси относительно друг друга.

45 Признаки, указывающие, что «фланцы выполнены съемными, с различной шириной щелевых прорезей» позволяют, при необходимости, варьировать параметрами плоского канала.

Признаки, указывающие, что «болты верхней пары стяжных болтов разнесены за

свободные кромки кварцевых пластин» исключают перекрытие поля видеокамер этими болтами.

На фиг.1 показан вид спереди установки для изучения горения; на фиг.2 показан объемный вид установки; на фиг.3 показаны режимы горения метановоздушных пламен, стабилизированных в плоском канале 5мм, при различном составе смеси и градиентах скорости. а) Плоское пламя; б) Трубка пламени (вид сверху) в) Трубка пламени (вид сбоку) д) Осцилляции пламени. Пунктиром обозначены контуры кварцевых пластин.

На чертежах показаны подставка 1, камеры подачи 2, патрубки 3 для подвода и отвода охлаждающего агента, патрубки 4 для подвода горючей смеси, рубашка охлаждения 5, фланец 6, шпильки 7, кварцевые пластины 8, стяжные болты 9, выходное отверстие 10 камеры подачи 2.

Подставка 1 выполнена из металла, снабженной монтажными отверстиями в нижней части, для устойчивого закрепления и является опорой для установки. Камеры подачи 2 горючей смеси изготовлены из нержавеющей стали в виде полых прямоугольных стаканов, скрепленных с фланцами 6. Внутри камер 2 засыпан негорючий несвязный наполнитель (керамические или стальные шарики, крошка или металлическая стружка – на чертежах не показан) для гашения неустойчивости газового потока. Патрубки 3 для подвода и отвода охлаждающего агента изготовлены из стали и соединены с корпусом рубашки охлаждения 5 резьбовым соединением. Патрубки 4 для подвода горючей смеси изготовлены из стали и соединены с камерами подачи 2 горючей смеси резьбовым соединением. Рубашки охлаждения 5 выполнены герметичными из нержавеющей стали, снабжены патрубками 3 для подвода и отвода охлаждающего агента. Фланцы 6 изготовлены из нержавеющей стали толщиной 3 мм, крепятся к рубашке охлаждения 5 на болтовом соединении. При этом болты верхней пары стяжных болтов 9 разнесены за свободные кромки кварцевых пластин 8. Фланец 6 имеет прямоугольное отверстие 10 в центре, которое предназначено для подвода топливо-воздушной смеси в пространство между кварцевыми пластинами 8. Фланцы 6 могут быть изготовлены с разными размерами отверстия 10 для создания плоских каналов разной ширины. Шпильки 7 являются опорами кварцевых пластин 8. Изготовлены из стальной проволоки диаметром 1 мм, крепятся к фланцам 6 и используются для удержания пластины 8 в горизонтальном положении. Кварцевые пластины 8 размером 50x50x1.3 мм устанавливаются в зазоры между шпильками 7. Стяжные болты 9 необходимы для придания жесткости всей конструкции, а также для позиционирования камер подачи 2 топливо-воздушной смеси друг относительно друга на подставке 1. Выходное отверстие 10 горючей смеси выполнено прямоугольным, в центре фланца 6. От размера отверстия 10 зависит ширина создаваемого плоского канала. Например, если размер отверстия 40x5 мм, то ширина канала составляет 5 мм. В качестве контрольно-измерительных приборов используют не показанные на чертежах: термопары с их блоком-контроллером, регулятор массового расхода воздуха и регулятор массового расхода газа.

Установка для изучения горения предназначена для выполнения экспериментов по сжиганию газообразного топлива. Она состоит из оппозитно размещенных камер подачи 2 топливо-воздушной смеси, сообщенных с источниками топливо-воздушной смеси. Топливо-воздушную смесь подают с двух сторон через входные патрубки 4, и она попадает в соответствующие камеры подачи 2. Ее наполнители (на чертежах не показаны) обеспечивают ламинарность потока топливо-воздушной смеси в камере подачи 2. Корпус камеры подачи 2 охлаждается благодаря рубашке охлаждения 5. На выходе из камеры подачи 2 через ее выходное отверстие 10 истекает горючая смесь.

Отличительной особенностью установки является наличие плоского канала, выполненного из кварцевых пластин 8, внутри которого происходит горение. Благодаря каналу влияние естественной конвекции на процесс горения минимизируется. Вследствие этого появляется возможность сжигать смеси при сверхнизких скоростях их подачи, также, как и при средних и высоких скоростях подачи топливо-воздушной смеси.

В качестве горючей смеси применялась предварительно перемешанная бедная метано-воздушная смесь. Был использован метан высокой чистоты (99,99%), воздух нагнетался с помощью безмасляного компрессора Hitachi SRL – 7.5DMN5, оснащенного штатным осушителем.

Пример работы установки. Эксперимент, заключающийся в определении предела горения, проводился согласно следующей последовательности действий. Перед началом эксперимента определялись показания давления в помещении при помощи барометра. На регуляторах расхода воздуха и газа устанавливались значения объемного расхода, соответствующие значению коэффициента избытка топлива $\phi = 0.9$ и фиксированной скорости потока смеси на выходах из противоточной установки для изучения горения при нормальных условиях. Далее осуществлялся подвод горючего газа и воздуха в камеры подачи 2. Инициация пламени осуществлялась с помощью внешнего источника. Далее, в течение нескольких минут устанавливался стационарный режим горения, который определялся по показанию термопар, установленных на выходе из каждой камеры подачи 2, при помощи блока-контроллера термопар. По имеющимся показаниям атмосферного давления и температуры входящей смеси значения объемного расхода газов при нормальных условиях переводились в соответствующие значения при лабораторных (фактических) условиях. При помощи двух фотоаппаратов, установленных сверху и сбоку канала горения, фиксировалось положение фронта пламени в двух проекциях. После установления стационарного режима входящая смесь немного обеднялась ($\Delta\phi=0,01$), устанавливался новый стационарный режим, и смесь снова обеднялась. Данная последовательность действий повторялась до тех пор, пока горение внутри плоского канала становилось невозможным, т.е. наступал предел. После чего, задавалась новая скорость потока при фиксированном коэффициенте избытка топлива, и все повторялось снова. Поскольку в течение всего эксперимента атмосферное давление могло меняться, то в протокол эксперимента вносились соответствующие поправки.

На Фиг. 3 приведены различные режимы горения, обнаруженные в плоском канале шириной 5 мм для различных значений скорости подачи смеси и ее состава. Особенно стоит выделить режим «трубки пламени» Рис. 2b,c, когда фронты пламени стабилизируются близко друг к другу и формируют структуру, похожую на трубку.

(57) Формула изобретения

1. Установка для изучения горения, содержащая оппозитно размещенные камеры подачи топливовоздушной смеси, сообщенные с источниками топливовоздушной смеси, снабженные щелевыми соплами, направленными в зазор, образованный параллельными кварцевыми пластинами, и средства видеофиксации процесса горения, отличающаяся тем, что камеры подачи топливовоздушной смеси выполнены в виде полых прямоугольных стаканов, скрепленных с фланцами, снабженными горизонтальными щелевыми прорезями, соосными друг другу, и патрубками для подвода горючей смеси, при этом полости подачи топливовоздушной смеси заполнены негорючим несвязным наполнителем, причем камеры подачи топливовоздушной смеси охвачены герметичными рубашками охлаждения, снабженными патрубками для подвода и отвода охлаждающего

агента, кроме того, зазор, образованный параллельными кварцевыми пластинами, выполнен из пластин, размещенных между обращенными друг к другу торцами фланцев, для чего на поверхностях фланцев установлены шпеньки, разнесенные за ширину их щелевых прорезей, с возможностью опирания на них кварцевых пластин с прилеганием их кромок к поверхности фланцев, при этом, установка снабжена подставкой, выполненной с возможностью ее скрепления с фланцами, причем фланцы камер подачи топливовоздушной смеси, стянуты друг с другом стяжными болтами.

5 2. Установка по п.1, отличающаяся тем, что фланцы выполнены съемными, с различной шириной щелевых прорезей.

10 3. Установка по п.1, отличающаяся тем, что болты верхней пары стяжных болтов разнесены за свободные кромки кварцевых пластин.

15

20

25

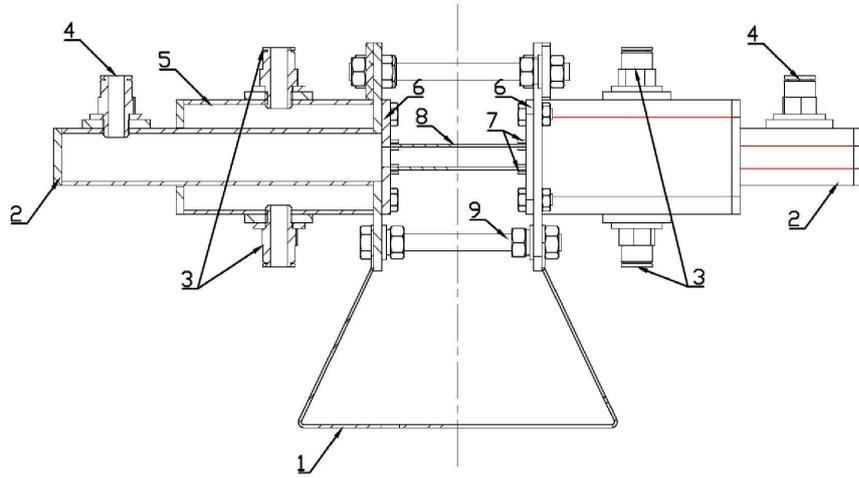
30

35

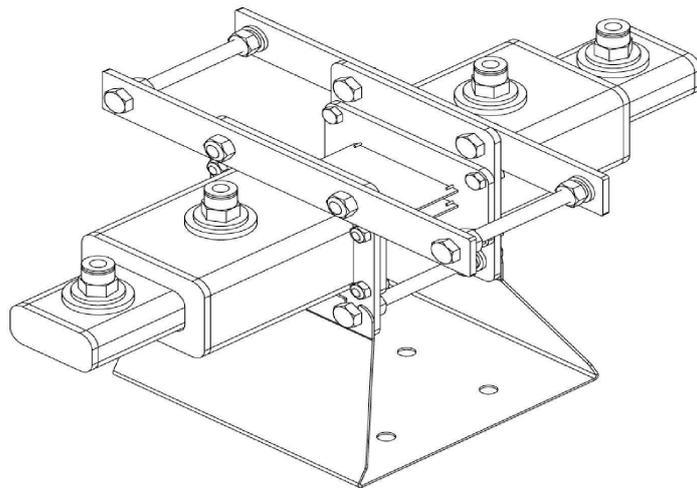
40

45

1

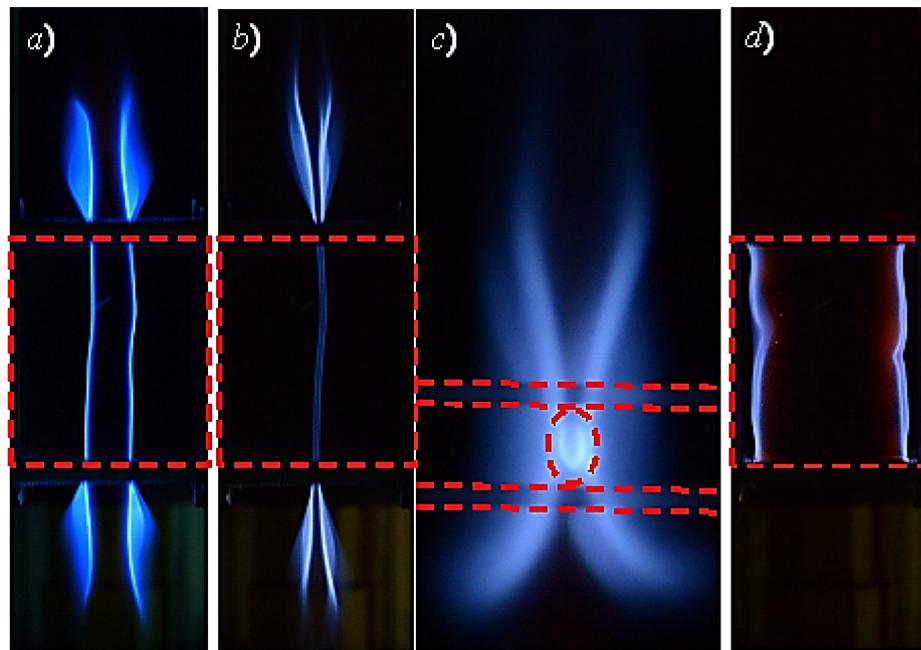


Фиг. 1



Фиг. 2

2



Фиг. 3