



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006110838/15, 05.04.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.04.2006

(45) Опубликовано: 27.11.2007 Бюл. № 33

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2252817 C1, 27.05.2005. RU 2202 U1,
16.06.1996. US 4013415 A1, 22.03.1977. DE
3134501 A1, 11.08.1983.

Адрес для переписки:

119991, Москва, Ленинский пр-т, 49, Институт
металлургии и материаловедения им. А.А.
Байкова РАН

(72) Автор(ы):

Алексеев Николай Васильевич (RU),
Самохин Андрей Владимирович (RU),
Цветков Юрий Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

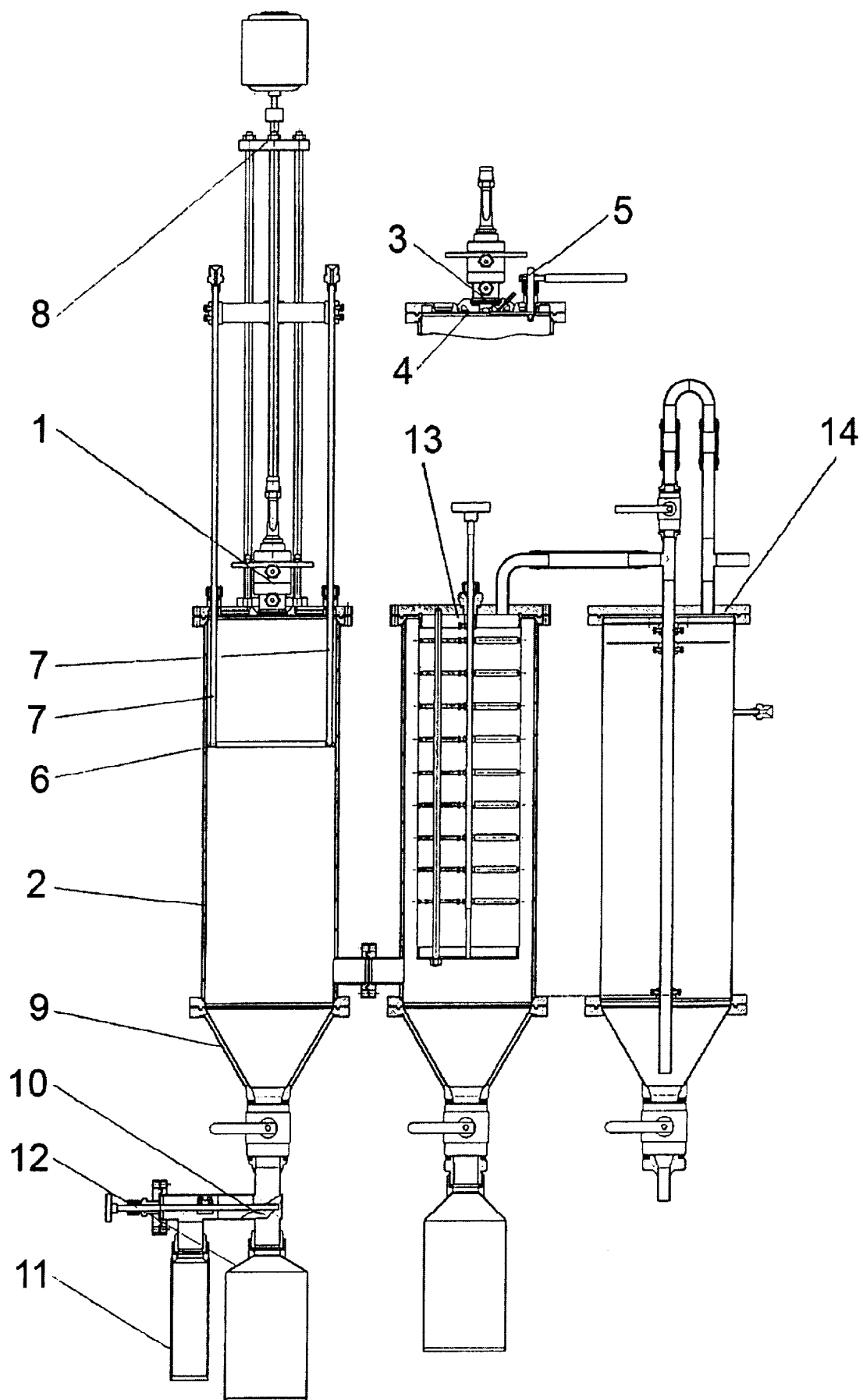
Институт металлургии и материаловедения им.
А.А. Байкова РАН (RU)

(54) ПЛАЗМЕННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области получения наноразмерных порошков (НП) элементов, неорганических соединений и композиций, в частности к плазменному оборудованию для производства НП различного назначения. Реактор имеет определенные соотношения геометрических размеров, связывающие выходной диаметр сопла плазмотрона, диаметр и длину реактора. Ввод сырья вынесен за пределы канала истечения плазмы в реактор. Поверхности реактора, на

которых осаждается получаемый нанопорошок, имеют специальные очистители для удаления нанопорошка. Удаление отложений нанопорошка с разных поверхностей реактора осуществляется в разные сборники, исключая тем самым возможность попадания спеков порошка. Реактор позволяет повысить температуру плазмы для осуществления процессов, не допуская при этом спекания получаемых нанопорошков, получить нанопорошок без загрязнения грубодисперсными включениями спеков. 4 ил.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2006110838/15, 05.04.2006

(24) Effective date for property rights: 05.04.2006

(45) Date of publication: 27.11.2007 Bull. 33

Mail address:

119991, Moskva, Leninskij pr-t, 49, Institut
metallurgii i materialovedenija im. A.A. Bajkova RAN

(72) Inventor(s):

Alekseev Nikolaj Vasil'evich (RU),
Samokhin Andrej Vladimirovich (RU),
Tsvetkov Jurij Vladimirovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Institut metallurgii i materialovedenija im.
A.A. Bajkova RAN (RU)

(54) PLASMA DEVICE FOR PRODUCING NANO-POWDERS

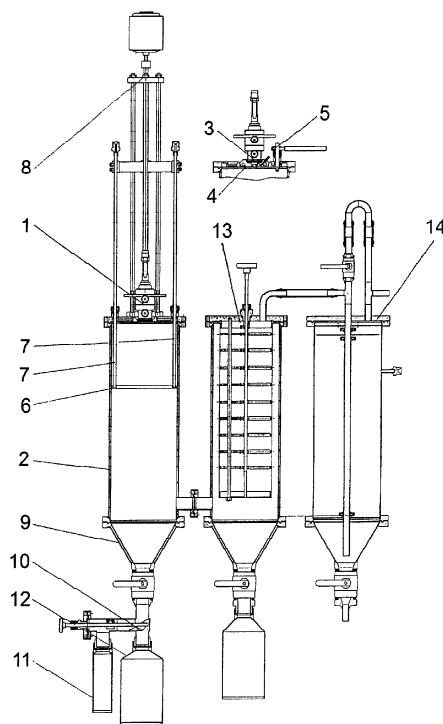
(57) Abstract:

FIELD: chemical industry.

SUBSTANCE: device comprises reactor, plasma generator, and collectors for collecting nano-powder. The raw material is supplied out of the passage for supplying plasma to the reactor. The surface of the reactor is provided with the members for removing nano-powder. The diameter of the nozzle of the plasma generator and the diameter and the length of the reactor are determined from the formulae proposed.

EFFECT: enhanced quality of the nano-powder.

4 dwg



Фиг.1

Изобретение относится к области получения наноразмерных порошков (НП) элементов, неорганических соединений и композиций, в частности к плазменному оборудованию для производства НП различного назначения.

Физико-химические свойства нанопорошков с размерами частиц менее 100 нм имеют существенные отличия от свойств обычных порошков. Эти отличия представляют значительный интерес для применения НП в различных областях науки и техники, в частности для создания новых материалов с повышенными эксплуатационными свойствами, как например твердых сплавов с высокой твердостью и износостойкостью, фильтров с наноразмерными порами, конструкционных сплавов с высокими прочностными характеристиками и т.д.

Плазменные процессы занимают одно из ведущих мест в разрабатываемых и уже действующих производствах нанопорошков элементов и их различных соединений и к настоящему времени известны различные конструкции плазменных установок для получения наноразмерных порошков. Одной из основных проблем, возникающих при создании плазменного технологического оборудования для получения нанопорошков, является ресурс непрерывной работы реактора. Получаемые в высокотемпературных плазменных процессах нанопорошки осаждаются на поверхностях аппаратуры и вследствие более низкой температуры спекания нанопорошков на поверхностях реактора, омываемых высокотемпературным газодисперсным потоком, могут образовываться спеки, нарушающие установленный режим работы аппаратуры. Это приводит к снижению выхода целевого нанопорошка и его загрязнению крупнодисперсными включениями.

Известна установка для плазмохимического восстановления оксидов металлов, содержащая устройство для загрузки сырья: плазмогенератор, реактор, осадительную камеру, фильтр и сборники порошка, при этом осадительная камера содержит по меньшей мере две сообщающиеся секции с уменьшением поперечного сечения в месте их соединения и образованием пережима для газового потока, одна из которых в верхней части соединена с реактором, другая - с фильтром, а в нижней части указанные секции выполнены в виде отдельных сужающихся к низу карманов, к которым в донной части подсоединены сборники порошка [Патент РФ №2238824].

Установка предназначена для получения порошков металлов, однако в конструкции не предусмотрена очистка поверхностей реактора, что ограничивает ресурс непрерывной работы установки.

Известна конструкция плазмохимического реактора, предназначенного в том числе и для получения тонкодисперсных материалов [Патент РФ №2138929]. Реактор содержит плазмотрон, форсунки для диспергирования раствора, реакционную камеру и подсоединенный к ее нижнему торцу патрубок вывода пылепарогазовой смеси. Патрубок размещен под углом 130-140° к реакционной камере. Переход от реакционной камеры к патрубку вывода пылепарогазовой смеси выполнен в виде колена, а после колена установлена емкость для сбора некондиционного порошка. Использование данного плазмохимического реактора позволяет увеличить производительность процесса и уменьшить количество некондиционного порошка. Однако конструкция установки не предусматривает устройств для очистки внутренних поверхностей реактора от возможных отложений получаемого порошка, что крайне ограничивает ресурс работы реактора при получении наноразмерных порошков.

Известна установка, которая содержит технологически связанные между собой, микроволновой генератор, СВЧ-плазмотрон, формирователь газового потока, разрядную камеру, поглотитель микроволнового излучения, реакционную камеру, устройство для ввода в реакционную камеру исходных реагентов в порошкообразном состоянии, теплообменник, фильтр-сборник целевого продукта в виде нанодисперсных порошков [патент США 6409851]. Недостатками установки является низкая температура плазменного потока (500-1100°C), что не позволяет осуществлять высокотемпературные процессы и ограничивает производительность установки. В установке отсутствуют устройства для очистки стенок аппаратуры во время процесса, что является причиной недостаточного

ресурса работы оборудования.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому изобретению является установка для получения нанопорошков в плазме СВЧ-разряда [Патент РФ №2252817].

Установка для получения нанодисперсных порошков в плазме СВЧ-разряда содержит технологически связанные между собой микроволновой генератор, СВЧ-плазмотрон, формователь газового потока, разрядную камеру, поглотитель микроволнового излучения, реакционную камеру, теплообменник, фильтр-сборник целевого продукта, устройство для ввода исходных реагентов в порошкообразном или парообразном состоянии. Одним из отличительных признаков установки является наличие в реакционной камере вращаемой электродвигателем внутренней водоохлаждаемой вставки и расположенного вдоль нее металлического скребка для срезания отложений порошка целевого продукта, образующегося на стенках реакционной камеры.

Недостатками конструкции установки являются:

1. Для защиты отверстий ввода сырья от застоя используется дополнительный защитный газ.

2. Процессы получения нанопорошков осуществляются при температуре плазмы не более 3200 K, однако эта температура может оказаться недостаточной для полной переработки исходного сырья. Конструкция реактора не допускает увеличения температуры плазмы, т.к. диаметр канала плазматрона практически не отличается от диаметра реактора, что ограничивает допустимую температуру плазмы. При повышении температуры плазмы будет увеличиваться тепловой поток на стенку реактора и, соответственно, будет возрастать температура слоя осаждающегося нанопорошка. Это будет приводить к спеканию нанопорошка и потере требуемых свойств.

Используемое технически сложное решение очистки стенок реактора от осаждающегося нанопорошка обеспечивается за счет вращения внутренней водоохлаждаемой вставки относительно неподвижного скребка.

3. Для генерации плазмы используется СВЧ-плазмотрон, имеющий ограничения по виду плазмообразующего газа. В частности, СВЧ-плазмотрон не позволяет генерировать водородную плазму для проведения плазменного восстановления.

Задачей предложенного изобретения является: создание многоцелевой плазменной установки, использующей различные генераторы термической плазмы, повышение производительности установки, упрощение технических решений, расширение технологических возможностей установки.

Сущность предложенного изобретения заключается в том, что

- реактор имеет определенные соотношения геометрических размеров, связывающие выходной диаметр сопла плазматрона, диаметр и длину реактора;
- ввод сырья вынесен за пределы канала истечения плазмы в реактор;
- поверхности реактора, на которых осаждается получаемый нанопорошок, имеют специальные очистители для его удаления;
- удаление отложений нанопорошка с разных поверхностей реактора осуществляется в разные сборники, исключая тем самым возможность попадания спеков порошка.

Реактор выполнен в виде цилиндра, расположенного вертикально, сверху в реактор истекает поток плазмы, при этом соотношения размеров составляют: диаметр реактора/диаметр канала потока плазмы 5-50 и длина реактора/диаметр реактора 3-5. Выходы каналов ввода сырья расположены в плоскости верхней крышки реактора на расстоянии от оси канала течения плазмы в 1.2-2.5 радиуса этого канала, при этом оси каналов ввода сырья расположены под углом 45-70° по отношению к оси канала течения плазмы. На верхней крышке реактора расположен очиститель для очистки выхода каналов подачи сырья и истечения плазмы от спекшихся отложений порошка, очиститель выполнен в виде стержня, прилегающего к плоскости крышки реактора и закрепленного на валу в крышке реактора. В реакторе для очистки его цилиндрической поверхности от получаемого нанопорошка размещен кольцеобразный очиститель, присоединенный к штангам, которые проходят через верхнюю крышку реактора и перемещаются вверх и вниз с помощью

электропривода или вручную. К коническому днищу реактора присоединен затвор-переключатель, поочередно соединяющий объем реактора со сборником целевого нанопорошка, удаляемого с цилиндрической поверхности реактора, или со сборником спеков, удаляемых с верхней крышки реактора.

5 Конструктивные решения, обеспечивающие технический результат, представлены на фиг.1.

Для генерации термической плазмы используется дуговой, высокочастотный (ВЧ) или сверхвысокочастотный (СВЧ) плазменный генератор (1). Возможно также использование

10 комбинированных плазменных генераторов, сочетающих дуговой, ВЧ и СВЧ-разряды. Плазменный поток истекает в реактор (2), диаметр которого в 5-50 раз превышает диаметр канала течения плазмы, а длина реактора в 3-5 раз превышает его диаметр. Истечение плазменного потока в реактор значительно большего диаметра позволяет избежать непосредственного контакта плазмы с поверхностями реактора и тем самым

15 уменьшить тепловой поток на эти поверхности. Уменьшение теплового потока на поверхность снижает температуру на поверхности, что исключает спекание осаждающегося нанопорошка, а также исключает перегрев используемых очистителей стенок реактора. Выход относительных диаметра и длины реактора за пределы указанных значений 5-50 (диаметр) и 3-5 (длина) нецелесообразен из-за повышения температуры слоя нанопорошка при уменьшении диаметра и дополнительного расхода металла при изготовлении реактора

20 с большим диаметром. Примеры предельных соотношений размеров диаметра и длины реактора в указанных диапазонах представлены на фиг.2 и 3.

Перерабатываемое сырье в газообразном, жидком или порошкообразном состоянии вводится в плазменную струю на входе в реактор. Выходы отверстий ввода расположены 25 не в канале течения плазмы, а вынесены в плоскость верхней крышки реактора (3). Это решение позволяет исключить образование спеченных отложений на выходе каналов ввода сырья за счет значительного уменьшения теплового потока в эту зону по сравнению с расположением отверстий ввода сырья на поверхности канала течения плазмы. Оси отверстий ввода сырья расположены на расстоянии от оси канала течения плазмы в 1.2-30 2.5 радиуса этого канала.

Меньшее расстояние нецелесообразно исходя из ухудшения охлаждения стенки канала течения плазмы, а большее расстояние ухудшает условия смешения плазмы с вводимым сырьем.

Отверстия ввода сырья расположены под углом 45-70 градусов к оси канала течения 35 плазмы. Увеличение угла ввода представляет технические трудности при изготовлении конструкции, а уменьшение угла нецелесообразно из-за снижения температуры плазмы в зоне смешения.

Примеры предельных углов и расстояний расположения отверстий ввода сырья представлены на фиг.4 (а-г).

40 Количество отверстий ввода сырья может быть различным, начиная от одного при вводе порошкообразного сырья и до нескольких десятков при вводе газообразного сырья в виде системы струй в установках большой мощности и производительности.

На верхней крышке реактора располагается очиститель канала истечения потока 45 плазмы в реактор от образующихся спеков отлагающего нанопорошка. При истечении плазменной струи в реактор происходит инжекция взвеси нанопорошка в газе из объема реактора. Частицы порошка отлагаются на поверхности крышки реактора и спекаются в непосредственной близости от плазменного потока.

Эти отложения периодически удаляются очистителем. Очиститель выполнен в виде 50 стержня из металла или керамики (4). Сечение стержня должно быть выбрано таким, чтобы стержень не перекрывал полностью канал истечения плазмы при очистке. Стержень закрепляется на валу (5), размещенном в крышке реактора перпендикулярно к ней, и прилегает к плоскости крышки реактора. Стержень периодически поворачивается на валу, пересекая плазменный поток, и удаляет при этом находящиеся около него отложения

спеченного нанопорошка, которые падают на днище реактора.

Для удаления слоя полученного нанопорошка с цилиндрической поверхности в реакторе размещен кольцеобразный очиститель стенок (6). Очиститель выполнен в виде металлического или керамического кольца, прикрепленного к стержням или трубкам (7).

- 5 Стержни (трубки) выводятся из реактора через снабженные уплотнениями штуцеры на верхней крышке реактора. Кольцеобразный очиститель расположен в цилиндрическом реакторе с минимальным зазором, обеспечивая беспрепятственное перемещение очистителя вдоль всей цилиндрической поверхности, обеспечивая ее очистку от осажденного нанопорошка. На кольцеобразном очистителе могут размещаться
- 10 металлические щетки или другие деформируемые элементы, плотно прилегающие к цилиндрической поверхности реактора. В этом случае зазор между очистителем и стенкой реактора не должен быть минимальным. Его величина определяется свойствами используемого деформируемого элемента. Удаляемый очистителем порошок поступает в коническое днище реактора и далее в сборник продукта. Перемещение очистителя
- 15 обеспечивается вручную или с использованием электрического, пневматического или другого привода (8).

Очистка цилиндрической поверхности реактора от полученного нанопорошка и очистка его верхней крышки от спеков производится в разное время, чтобы не допустить их смешивания и, соответственно, загрязнения целевого нанопорошка.

- 20 Реактор снабжен коническим днищем (9), к которому через затвор-переключатель (10) присоединяются два сборника получаемых продуктов (11, 12). Затвор-переключатель обеспечивает попеременное соединение этих сборников к объему реактора. Один сборник (11) соединяется с объемом реактора во время очистки верхней крышки реактора от спеков и является сборником некондиционного продукта. Другой сборник соединяется с
- 25 объемом реактора во время очистки цилиндрической поверхности реактора от слоя осевшего нанопорошка и является сборником целевого продукта. Затвор-переключатель может быть выполнен в виде двухходового крана, задвижки или с использованием других решений.

- Из реактора газодисперсный поток, содержащий нанопорошок, поступает на фильтр (13),
- 30 где происходит разделение нанопорошка и газа. Если отходящий газ содержит вредные примеси, то предусматривается очистка газа в поглотителе (14).

Установка может использоваться для получения широкого круга нанопорошков элементов и их соединений из различных видов сырья.

- Использование заявленной установки позволяет получать нанопорошки без зарастания
- 35 плазменного реактора спекающимся нанопорошком, а также без загрязнения нанопорошка грубодисперсными включениями спеков. Предложенная конструкция реактора позволяет повысить температуру плазмы для осуществления процессов, требующих высокой температуры их осуществления, не допуская при этом спекания получаемых нанопорошков.

40

Формула изобретения

- Плазменная установка для получения нанодисперсных порошков, состоящая из связанных между собой плазмотрона, узла ввода газообразного, жидкого или порошкообразного сырья, реактора, фильтра и узла очистки отходящих газов,
- 45 отличающаяся тем, что реактор выполнен в виде цилиндра, расположенного вертикально, сверху в реактор истекает поток плазмы, при этом соотношения размеров составляют: диаметр реактора/диаметр канала потока плазмы 5-50 и длина реактора/диаметр реактора 3-5, выходы каналов ввода сырья расположены в плоскости верхней крышки реактора на расстоянии от оси канала течения плазмы 1,2-2,5 радиуса этого канала, при этом оси
- 50 каналов ввода сырья расположены под углом 45-70° к оси канала течения плазмы, на верхней крышке реактора расположен очиститель для очистки выхода каналов подачи сырья и истечения плазмы от спекшихся отложений порошка, очиститель выполнен в виде стержня, прилегающего к плоскости верхней крышки реактора и закрепленного на валу в

крышке реактора, в реакторе для очистки цилиндрической поверхности реактора от получаемого нанопорошка размещен кольцеобразный очиститель, присоединенный к штангам, которые проходят через верхнюю крышку реактора и перемещаются вверх и вниз с помощью электропривода или вручную, к коническому днищу реактора присоединен
5 затвор-переключатель, поочередно соединяющий объем реактора со сборником целевого нанопорошка, удаляемого с цилиндрической поверхности реактора, или со сборником спеков, удаляемых с верхней крышки реактора.

10

15

20

25

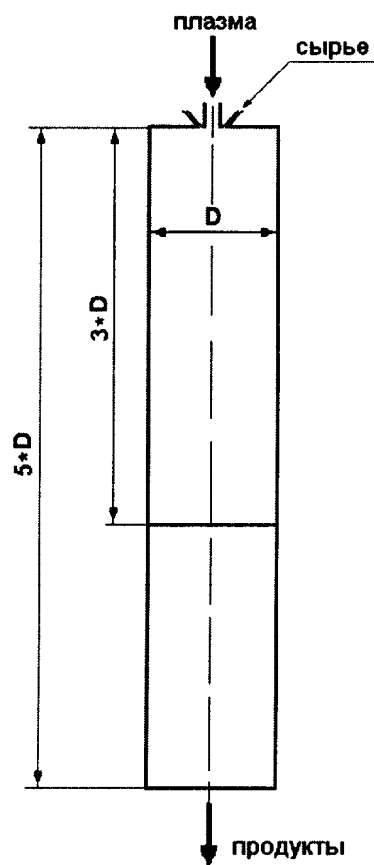
30

35

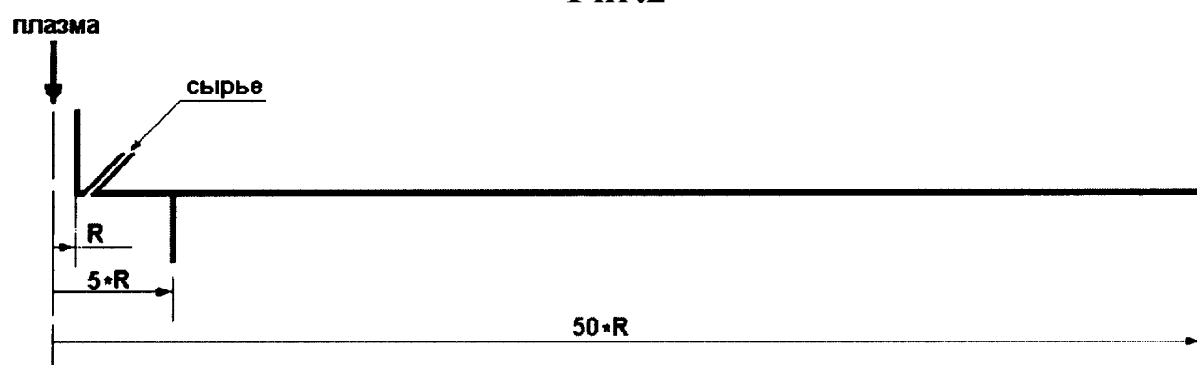
40

45

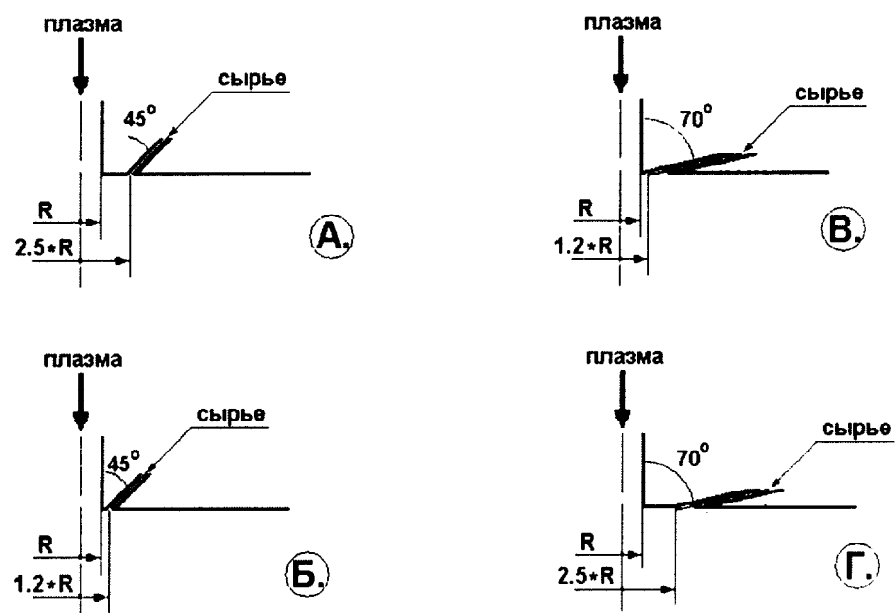
50



Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4