

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 324 023** ⁽¹³⁾ **C2**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК

[D02J 13/00 \(2006.01\)](#)[H05B 6/00 \(2006.01\)](#)**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 18.07.2011)

(21)(22) Заявка: [2006125956/12](#), 17.07.2006(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.07.2006(45) Опубликовано: [10.05.2008](#) Бюл. № 13(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: GB 2053629 A, 04.02.1981. SU 199322
A1, 01.01.1967. US 2003094737 A, 22.05.2003.
SU 1726601 A1, 15.04.1992.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, К-2, ул. Мира, 19,
ГОУ ВПО "УГТУ-УПИ", центр
интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

**Конев Сергей Федорович (RU),
Филатов Александр Иванович (RU),
Конев Александр Сергеевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

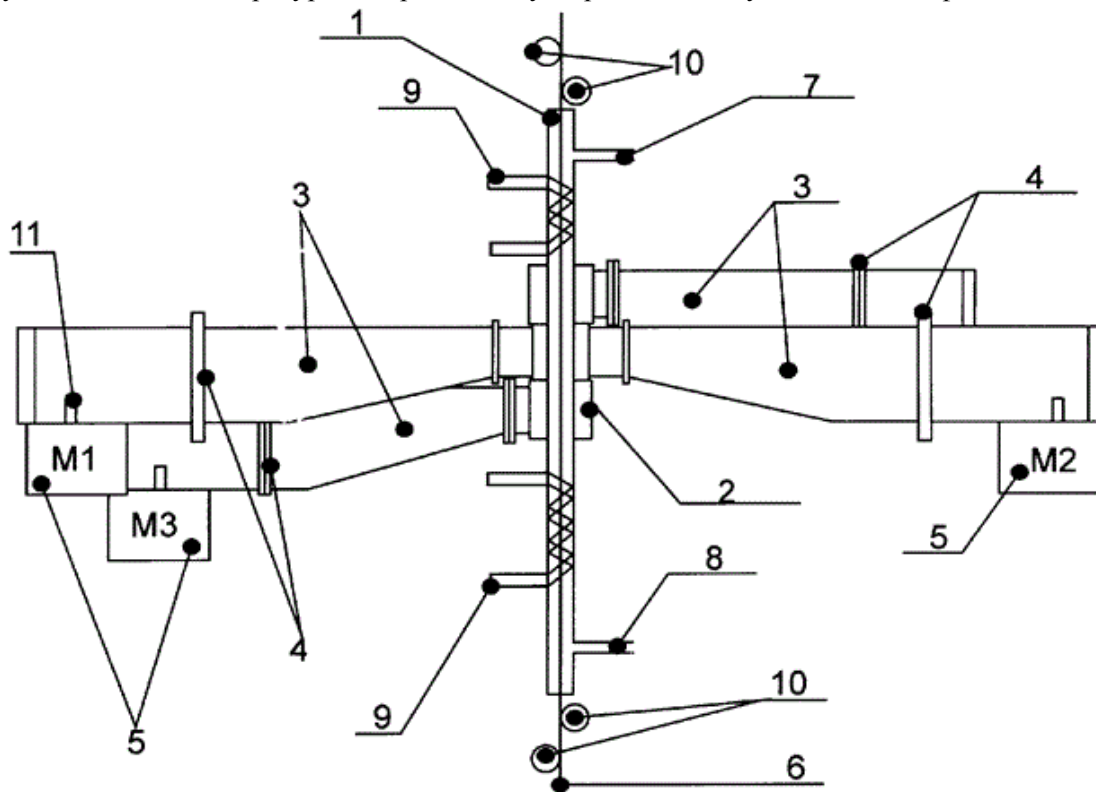
**Государственное общеобразовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Уральский государственный
технический университет - УПИ" (RU)**

**(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ
УГЛЕРОДНЫХ ЖГУТОВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области производства высокомодульных углеродных волокон и предназначено для высокотемпературной обработки углеродных волокнистых материалов. Устройство содержит нагревательный элемент в виде источника поля сверхвысокой частоты и трубку для прохождения углеродного жгута. Нагревательный элемент включает сверхвысокочастотную ячейку, выполненную в виде волноводно-коаксиальных переходов с общим коаксиальным плечом. На волноводно-коаксиальных переходах установлены прямоугольные волноводы, расположенные в параллельных плоскостях и развернутые относительно друг друга на равные углы. В качестве источника поля сверхвысокой частоты использованы магнетронные генераторы сверхвысокой частоты, установленные на противоположных концах каждого волновода. Фазосдвигающими устройствами обеспечивается периодическая работа каждой пары генераторов. Между сверхвысокочастотной ячейкой и генератором сверхвысокой частоты может быть установлено развязывающее устройство в виде изолятора или циркулятора. Генераторы сверхвысокой частоты могут быть дополнительно снабжены тепловыми предохранителями. Техническим результатом заявленного изобретения является

увеличение температуры обработки углеродного жгута. 2 з.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к области производства высокомодульных волокон и предназначено для высокотемпературной обработки углеродных волокнистых материалов.

Известна установка для высокотемпературной обработки волокнистых материалов [Авторское свидетельство СССР N 506145, МПК H05B 3/00, опубликовано 05.03.1976], содержащая водоохлаждаемый корпус с неокислительной средой, токоподводы, выполненные в виде поворотных кулачков и транспортирующее устройство в виде механизма протягивания.

Недостатками данного устройства являются большие энергозатраты на единицу выпускаемой продукции, выгорание графитовых кулачков, изменение температуры обработки в ходе самого процесса, связанные с изменением сопротивления кулачков и перепадами напряжения в сети, что ведет к неоднородным характеристикам обрабатываемого жгута.

Известно устройство-камера для термической обработки движущихся нитей (жгутов) [Авторское свидетельство СССР N 199322, МПК D01d, кл. 29a, 6/06, опубл. 13.07.1967], содержащее охлаждаемый корпус с расположенной внутри него металлической включенной в электрическую цепь трубкой для прохождения нити и теплоизоляцию, устройства для подвода и отвода инертного газа, подающие и приемные валки.

Недостатком данной печи, как и в предыдущем случае, являются большие энергозатраты и быстрое выгорание основного узла печи в процессе обработки - трубчатого нагревателя. Увеличение объема выпускаемой продукции в данной печи возможно только за счет увеличения размеров самой печи, что приводит к усилению недостатков, описанных выше.

Наиболее близким к предложенному является устройство для высокотемпературной обработки волокнистых материалов [патент GB №2053629, Кл. D02J 13/00, 1981], содержащее нагревательный элемент в виде источника поля сверхвысокой частоты и трубку для прохождения углеродного жгута.

Недостатком прототипа устройства является низкая предельная температура обработки жгута, равная температуре плавления кварцевой трубки (около 1300°C). Другим недостатком устройства является использование резонаторного способа подвода электромагнитного поля сверхвысокой частоты к углеродному жгуту. При интенсивном поглощении энергии жгутом добротность резонатора уменьшается, что делает указанный способ подвода СВЧ-энергии малоэффективным. Учитывая конечный коэффициент связи микроволнового генератора с резонатором, будем иметь низкий КПД работы указанного устройства. Отсутствие в устройстве элементов

«заземления» движущего жгута приводит к большой потере СВЧ-энергии через жгут за счет интенсивного излучения вне резонатора.

Задачей является создание устройства, обеспечивающего увеличение температуры обработки углеродного жгута до 2500-3000°C с высоким КПД и с конструкцией, которая позволяет использовать недорогие бытовые микроволновые генераторы (магнетроны).

Поставленная задача достигается за счет того, что в устройстве для непрерывной высокотемпературной обработки углеродных жгутов, содержащем нагревательный элемент в виде источника поля сверхвысокой частоты и трубку для прохождения углеродного жгута, нагревательный элемент включает сверхвысокочастотную ячейку, выполненную в виде волноводно-коаксиальных переходов с общим coaxиальным плечом, на которых установлены прямоугольные волноводы, расположенные в параллельных плоскостях, и развернуты относительно друг друга на равные углы, при этом в качестве источника поля сверхвысокой частоты использованы магнетронные генераторы сверхвысокой частоты, установленные на противоположных концах каждого волновода и снабженные фазосдвигающими устройствами, обеспечивающими периодическую работу каждой пары генераторов.

Кроме того, в устройстве между сверхвысокочастотной ячейкой и генератором сверхвысокой частоты может быть установлено развязывающее устройство в виде изолятора или циркулятора, а генераторы сверхвысокой частоты могут быть дополнительно снабжены тепловыми предохранителями.

Изобретение поясняется чертежами: на фиг.1 изображен разрез А-А устройства для непрерывной обработки жгутов, на фиг.2 - вид сверху.

Устройство содержит трубку 1 для прохождения углеродных жгутов, которая изготовлена из окиси бериллия и установлена по общей оси симметрии СВЧ-ячейки, выполненной в виде трех волноводно-коаксиальных переходов 2, на которых установлены шесть прямоугольных волноводов 3, рассчитанных на работу с волной H_{10} , расположенных в параллельных плоскостях и развернутых относительно друг друга на углы 120°. На противоположных сторонах каждого из волноводов 3 с помощью фланцев 4 присоединяются магнетронные генераторы 5 с волноводным выходом, работающие в импульсном режиме со скважностью два и чередованием рабочих интервалов. Для этой цели используются промышленные магнетронные генераторы, которые устанавливаются в микроволновых печах, с дополнительными фазосдвигающими устройствами (на фиг. не показаны) в цепи питания магнетронных генераторов 5, обеспечивающими режим их поочередной работы. В итоге, к нагреваемому жгуту 6, размещенному в центральной части трубки 1, энергия СВЧ-поля будет подводиться «квазинепрерывно»: в первую половину рабочего цикла от левого магнетрона, во вторую - от правого магнетрона. Реализуется своеобразный режим сложения выходных мощностей двух некогерентных СВЧ-генераторов на общей нагрузке, функции которой выполняет углеродный жгут 6, являющийся центральным проводником упомянутого выше симметричного волноводно-коаксиального перехода.

Бериллиевая трубка 1 имеет устройство для подвода 7 и отвода 8 инертного газа (например, аргона) и систему водяного охлаждения 9, подача жгута 6 осуществляется при помощи валиков 10.

Устройство работает следующим образом.

Обрабатываемый жгут 6 подается в СВЧ-ячейку 2 (протягивается через трубку 1 из окиси бериллия) подающими валиками 10, выполняющими также роль заземления. К магнетронам 5 подводится питание и они начинают поочередно генерировать СВЧ-поле, распространяющееся в виде волн вдоль волновода к нагрузке, функции которой упомянутый выше симметричный волноводно-коаксиальный переход 2 с углеродным жгутом 6 в его coaxиальном плече. Устройства подвода 7 и отвода 8 инертного газа создают нейтральную среду в трубке 1 из окиси бериллия, проходящей через coaxиальные плечи рабочих ячеек. Для охлаждения трубки 1 во время эксплуатации предусмотрено водяное охлаждение 9. При протягивании жгута 1 через coaxиальные плечи трех СВЧ-ячеек 2 он нагревается СВЧ-полем до заданной температуры, достаточной для его термообработки. Прием выходящего из печи жгута 1 осуществляется валиками 10. При эксплуатации данной печи повышается однородность и эффективность термообработки волокнистого длинномерного углеродного материала.

Конструкция СВЧ-ячейки разработана в таком виде, чтобы она допускала в одном волноводе симметричный режим сложения мощностей от двух идентичных СВЧ-генераторов магнетронного типа, работающих в импульсном режиме со скважностью два и чередованием рабочих интервалов. Такие генераторы используются в

микроволновых печах, надежны в эксплуатации, серийно выпускаются электронной промышленностью и продаются по доступным ценам.

При обработке углеродного жгута в СВЧ-ячейке продольным электрическим полем он нагревается СВЧ-токами до температуры $T \approx 3000^\circ\text{C}$ в нейтральной атмосфере (аргон, азот) при давлении, равном давлению воздуха вне ячейки. В этих условиях вокруг жгута возникает СВЧ-плазма. Причина возникновения плазмы - неизбежная термоэлектронная эмиссия с нагретой поверхности жгута в присутствии интенсивного СВЧ-поля.

Электронное облако локализовано в непосредственной близости от поверхности жгута и способствует выравниванию ее температуры и практически исключает присутствие там кислорода. Это является важным технологическим условием в процессе высокотемпературной обработки углеродного жгута. Электронное облако является квазиравновесным образованием благодаря непрерывному притоку электронов со стороны нагретой поверхности жгута и непрерывному их возвращению обратно. Равновесная плотность электронного облака определяется температурой эмитирующей поверхности.

Количественную оценку интенсивности электронной эмиссии с поверхности углеродного жгута можно сделать, воспользовавшись известным законом Ричардсона - Дешмена. Для углеродной поверхности, нагретой до экстремальной температуры 3273°K , получим величину, равную

$$n_e \approx 2.58 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1} = 2,58 \cdot 10^{18} \text{ мм}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}.$$

Эта величина столь велика, что возникновение СВЧ-плазмы вокруг нагретого до такой температуры жгута в среде аргона при нормальном давлении будет неизбежным. СВЧ-плазма четко локализована в пространстве вокруг жгута и перемещается по его поверхности со скоростью протяжки жгута через рабочую область СВЧ-нагрева.

Рассмотренный способ подвода СВЧ-энергии к углеродным жгутам можно назвать «волноводным». Он был опробован на макете и оказался весьма эффективным.

По сравнению с прототипом, этот способ имеет существенные преимущества:

- значительное уменьшение энергозатрат на единицу выпускаемой продукции,
- уменьшение затрат на расходные материалы (нагревательные элементы),
- повышение экологии производства,
- уменьшение затрат инертного газа,
- использование дешевого источника СВЧ-поля (серийные магнетроны,

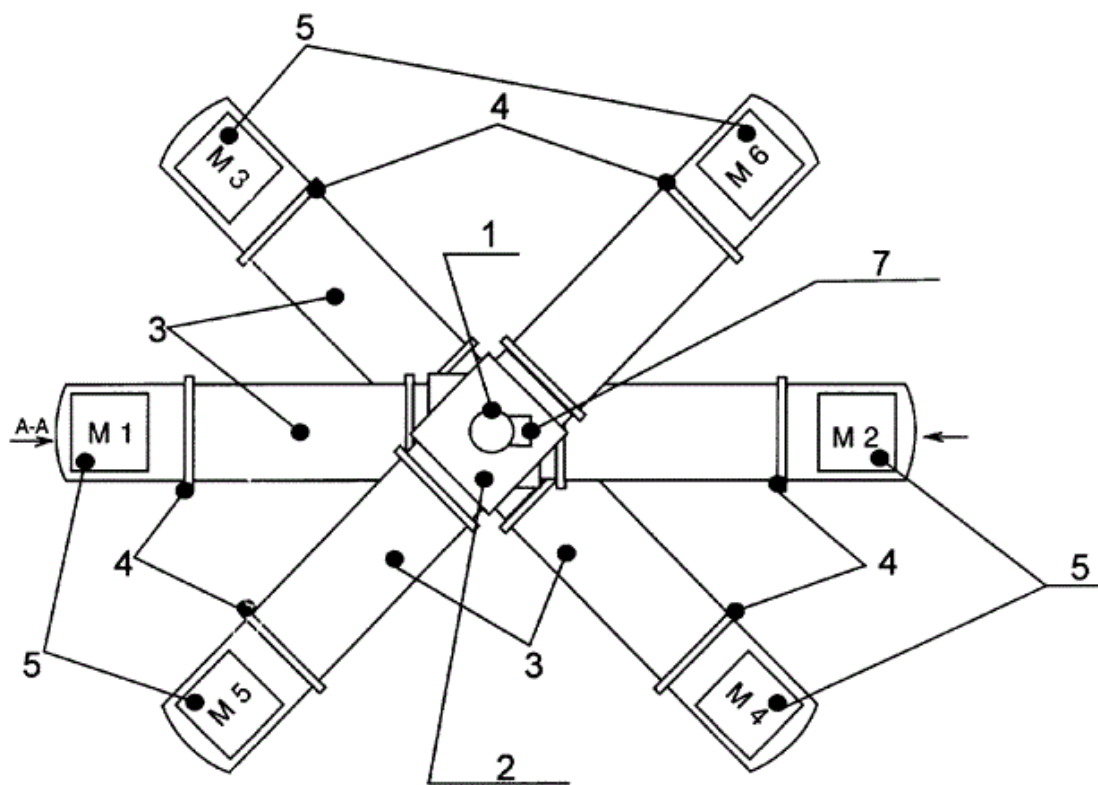
выпускаемые промышленностью для СВЧ микроволновых печей).

Формула изобретения

1. Устройство для непрерывной высокотемпературной обработки углеродных жгутов, содержащее нагревательный элемент в виде источника поля сверхвысокой частоты и трубку для прохождения углеродного жгута, отличающееся тем, что нагревательный элемент включает сверхвысокочастотную ячейку, выполненную в виде волноводно-коаксиальных переходов с общим коаксиальным плечом, на которых установлены прямоугольные волноводы, расположенные в параллельных плоскостях и развернутые относительно друг друга на равные углы, при этом в качестве источника поля сверхвысокой частоты использованы магнетронные генераторы сверхвысокой частоты, установленные на противоположных концах каждого волновода и снабженные фазосдвигающими устройствами, обеспечивающими периодическую работу каждой пары генераторов.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что между сверхвысокочастотной ячейкой и генератором сверхвысокой частоты установлено развязывающее устройство в виде изолятора или циркулятора.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что генераторы сверхвысокой частоты дополнительно снабжены тепловыми предохранителями.



Фиг. 2

ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ4А - Досрочное прекращение действия патента СССР или патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

(21) Регистрационный номер заявки: [2006125956](#)

Дата прекращения действия патента: **18.07.2008**

Извещение опубликовано: [20.03.2010](#) БИ: 08/2010