



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 163 247** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **C 09 C 1/56**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

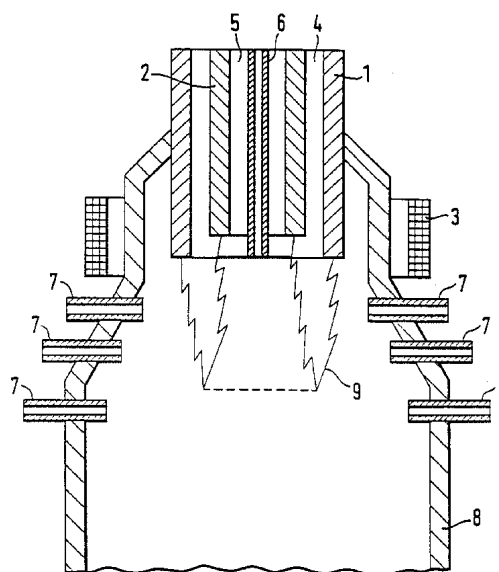
(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 98102157/12, 05.07.1996
(24) Дата начала действия патента: 05.07.1996
(30) Приоритет: 07.07.1995 NO 952725
(43) Дата публикации заявки: 20.04.2000
(46) Дата публикации: 20.02.2001
(56) Ссылки: DD 292920 A5, 14.08.1991. WO 9414899 A, 07.07.1994. SU 458246 A1, 15.01.1994.
(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 09.02.1998
(86) Заявка РСТ:
NO 96/00167 (05.07.1996)
(87) Публикация РСТ:
WO 97/03133 (30.01.1997)
(98) Адрес для переписки:
103735, Москва, ул. Ильинка 5/2, ООО
"Союзпатент", Ивановой О.Ф.

(71) Заявитель:
КВЕРНЕР ТЕКНОЛОДЖИ ЭНД РИСЕРЧ ЛТД.
(GB),
ЭРАШЕМ ЭРОП С.А. (BE)
(72) Изобретатель: Стейнар ЛЮНУМ (NO),
Кетиль ХОКС (NO), Ришар СМЕТ (BE), Ян
ХУГДАХЛЬ (NO), Никола ПРОБ (BE)
(73) Патентообладатель:
КВЕРНЕР ТЕКНОЛОДЖИ ЭНД РИСЕРЧ ЛТД.
(GB),
ЭРАШЕМ ЭРОП С.А. (BE)
(74) Патентный поверенный:
Иванова Ольга Филипповна

(54) **ТЕРМООБРАБОТКА УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

(57) Изобретение относится к способу термообработки углеродных материалов, и в особенности сажи, в плазменном процессе для увеличения упорядоченности наноструктуры, то есть для увеличения степени графитизации в частицах сажи. Способ заключается в улучшении технических сортов сажи и неграфитных углеродных материалов. Термообработку проводят в плазменной зоне, где время пребывания и подаваемую мощность регулируют для того, чтобы обеспечить отсутствие сублимации углеродного материала. Таким образом, предотвращается преобразование углерода, подаваемого в плазменную зону, и его переход в новый продукт. 3 з.п. ф-лы, 2 ил., 4 табл.



Фиг. 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 163 247** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **C 09 C 1/56**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

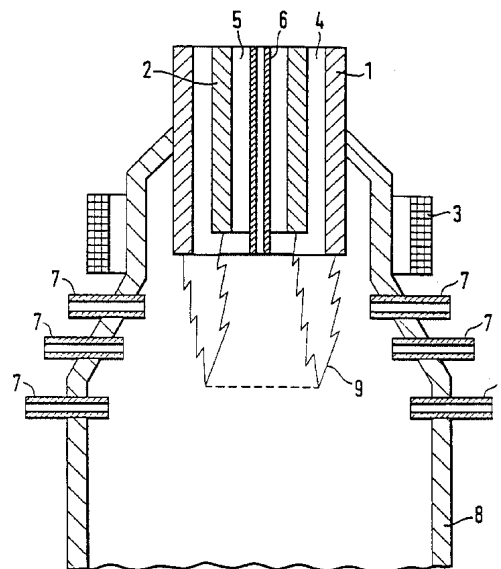
(21), (22) Application: **98102157/12, 05.07.1996**
 (24) Effective date for property rights: **05.07.1996**
 (30) Priority: **07.07.1995 NO 952725**
 (43) Application published: **20.04.2000**
 (46) Date of publication: **20.02.2001**
 (85) Commencement of national phase: **09.02.1998**
 (86) PCT application:
NO 96/00167 (05.07.1996)
 (87) PCT publication:
WO 97/03133 (30.01.1997)
 (98) Mail address:
103735, Moskva, ul. Il'inka 5/2, OOO
"Sojuzpatent", Ivanovoj O.F.

(71) Applicant:
KVERNER TEKNOLODZhi EhND RISERCh LTD.
(GB),
EhRASHem EhROP S.A. (BE)
 (72) Inventor: **Stejnar LJuNUM (NO),**
Ketil' KhOKS (NO), Rishar SMET (BE), Jan
KhUGDAKhL' (NO), Nikola PROB (BE)
 (73) Proprietor:
KVERNER TEKNOLODZhi EhND RISERCh LTD.
(GB),
EhRASHem EhROP S.A. (BE)
 (74) Representative:
Ivanova Ol'ga Filippovna

(54) **HEAT TREATMENT OF CARBON MATERIALS**

(57) Abstract:

FIELD: heat treatment of carbon materials, particularly, carbon black in plasma process. SUBSTANCE: method is used for ordering of nanostructure, for increasing of degree of graphitization in carbon black particles. Method consists in improvement of technical grades of carbon black and nongraphitic carbon materials. Heat treatment is carried out in plasma zone where residence time and supplied power are regulated to ensure absence of carbon material sublimation. EFFECT: prevention of conversion of carbon supplied to plasma zone and its transition to new product. 4 cl, 2 dwg



Фиг.1

Изобретение относится к способу термообработки углеродных материалов, в частности сажи, в плазменном процессе для увеличения упорядоченности в наноструктуре, то есть для увеличения степени графитизации в частицах сажи.

Способ заключается в повышении качества технических сортов углерода. Термообработку проводят в плазменной зоне, где контролируют время пребывания и подаваемую мощность, чтобы гарантировать отсутствие сублимации углеродного материала, предотвращая таким образом испарение углерода и превращение его в новый продукт.

Микроструктура частиц сажи образована небольшими областями кристаллитов в турбостратическом порядке, то есть параллельные слои повернуты, но не упорядочены вокруг с-оси. Графитные слои концентрично упорядочены по отношению к поверхности частицы, то есть в параллельной ориентации, причем степень разупорядоченности увеличивается к центру частицы.

Размер кристаллита определен [параметрами] L_c , L_a и d_{002} , соответственно. L_c представляет размер кристаллита в с-направлении, то есть высоту, и является средней высотой пачки графитных слоев. L_a является размером или протяженностью слоев и представляет средний диаметр каждого слоя. d_{002} является расстоянием между графитными слоями.

В таблице 1 приведены размеры кристаллитов, измеренные с помощью дифракции рентгеновских лучей для сажи, полученной известными обычными способами.

Структурные свойства сажи, определенные по дифракции рентгеновских лучей (нм) (табл. 1).

Известно, что термообработка изменяет степень упорядоченности в наноструктуре частиц сажи. Размер кристаллитов увеличивается посредством увеличения среднего диаметра (L_a) графитных слоев и посредством увеличения средней высоты слоя (L_c). Расстояние между графитными слоями (d_{002}) уменьшается.

Термообработка сажи, проведенная при температурах немного выше 1000°C влияет на наноструктуру и морфологию. Подъем температуры до 2700°C или выше обладает мощным действием на упорядоченность графитных слоев, и рост кристаллитов достигает уровня, соответствующего данным для ацетиленовой сажи.

Известны способы термообработки, которые заключаются в нагреве в индукционной печи в атмосфере инертного газа до температуры в интервале значений 1100-2400°C, при времени пребывания от нескольких минут до нескольких часов.

В патенте США 4351815 описан способ термообработки сажи в печи с двумя тепловыми зонами. В первой зоне ее нагревают до температуры в интервале значений 565-760°C для того, чтобы превратить весь присутствующий кислород в диоксид углерода, а во второй зоне ее нагревают до температуры в интервале значений 1400-2400°C. Время термообработки может изменяться от 9 с до 10 мин.

В WO 94/17908 описан способ преобразования углеродных материалов,

таких как сажа и графит с неудовлетворительной наноструктурой, в плазменном реакторе. К сырью подводят энергию в интервале значений 40 - 150 кВт/ч при времени пребывания в реакционной камере между 2 и 10 с. Способ должен быть охарактеризован как преобразование сырья, а не как процесс термообработки.

Наиболее близким техническим решением по совокупности существенных признаков и достигаемому результату является способ достижения увеличенной упорядоченности в наноструктуре углеродных частиц, известный из патента DD 292920.

Согласно известному способу, углеродные частицы подают в плазменную зону с помощью газа-носителя, в которой подвергают термообработке. Для последней в углеродные частицы подводят суммарную энтальпию в размере 3 кВт ч/кг и более.

Вышеописанный способ получения лучшей сажи из худшей реализован в плазменном реакторе. К сырью подводят энтальпию, по меньшей мере, 3 кВт ч/кг при времени реакции между 0,1 и 1 с, вызывая таким образом полную или частичную сублимацию углерода. Он присутствует в виде газообразного углерода, и таким образом, способ характеризуется преобразованием сырья, а не процессом термообработки.

В основу изобретения положена задача создать усовершенствованный способ термообработки углеродных материалов и в особенности всех типов сажи для того, чтобы получить увеличенную упорядоченность в наноструктуре, которую можно определить стандартными методами испытания, такими как микроскопия, и с помощью дифракции рентгеновских лучей, причем способ был бы эффективным по теплу и его легко можно было контролировать.

Поставленная задача решается тем, что в способе достижения увеличенной упорядоченности в наноструктуре углеродных частиц, в особенности сажи, при котором углеродные частицы подают в плазменную зону с помощью газа-носителя, в последующем обрабатывают углеродные частицы с помощью термообработки в плазменной зоне, где в углеродные частицы подают суммарную энтальпию, согласно изобретению в плазменной зоне в углеродные частицы подают суммарную энтальпию от 1 до 10 кВт ч/кг и устанавливают время пребывания там углеродных частиц в интервале от 0,07 до 0,01 с, при этом отношение времени пребывания к энтальпии в плазменной зоне регулируют так, что углеродные частицы нагреваются до температуры, которая обеспечивает увеличенную упорядоченность в наноструктуре, но не превышает 3700°C для предотвращения сублимации углеродных частиц.

Целесообразно, чтобы время пребывания углеродных частиц в плазменной зоне составляло менее 0.07 с.

Рекомендуется время пребывания углеродных частиц в плазменной зоне устанавливать путем регулирования скорости газового потока для плазменного газа и/или газа-носителя или же путем регулирования скорости газового потока для газа-носителя и положения подающей трубки по отношению к плазменной зоне, или путем выбора подающих трубок, которые используют для

введения углеродных частиц и газа-носителя. При этом последующую обработку проводят в связи с процессом производства.

Способ, согласно изобретению, позволяет улучшить технические сорта сажи, а также улучшить углеродные материалы неграфитизированного типа, которые используются, например, в качестве материалов электродов. Кроме того, с помощью вышеописанного способа можно достичь специальных сортов сажи, которые не производились до сих пор, или которые было трудно получить с помощью известных способов получения без применения дорогого сырья, такого как ацетилен.

И, наконец, с помощью заявленного способа можно обрабатывать большие количества сырья за короткое время, что делает способ экономически жизнеспособным.

В обычных известных методах термообработки углеродных частиц время пребывания сырья в печи составляет от 10 с до нескольких часов. В таких процессах нельзя обрабатывать большие объемы за короткое время, и поэтому они не являются прибыльным предприятием.

Было сделано удивительное открытие того, что время термообработки для углеродных частиц, таких как сажа, может быть резко уменьшено. С помощью термообработки в плазменном процессе, то есть в плазменной зоне, можно достичь той же упорядоченности графитовых слоев, что и во время нагревания в печи.

Однако в плазменной зоне увеличение упорядоченности в наноструктуре достигается уже после времени пребывания в интервале от 0.1 или менее сек. Было показано, что даже время пребывания 0.05 или менее сек. достаточно для того, чтобы достичь удовлетворительной упорядоченности в наноструктуре. Таким образом, предлагается прибыльный способ, так как можно обработать большой объем за короткое время.

Этот вид термообработки можно осуществить в плазменной зоне, которая создается в плазменной горелке, где между электродами горит электрическая дуга, или же в плазменной зоне, которая создается путем индукционного нагрева, например высокочастотным нагревом газа.

Термообработке можно подвергнуть различные углеродные материалы, такие как уголь, кокс, и т.д., однако, в первую очередь и, в основном, особые сорта сажи, для того, чтобы получить особое качество. Углеродные частицы вводят в плазменную зону посредством газа-носителя. Этот газ-носитель также может быть плазменным газом.

В качестве газа-носителя или плазменного газа можно использовать инертный газ, такой как Ar или N₂. Также можно использовать восстановительный газ, такой как H₂, или технологический газ, который может быть смесью H₂+CH₄+CO+CO₂. Кроме того, можно использовать комбинацию этих газов.

Теперь изобретение будет объяснено более подробно посредством варианта, который иллюстрируется в чисто схематической форме на фиг. 1, показывающей принцип конструкции плазменной горелки с подачей сырья в плазменную зону. Чертеж иллюстрирует основную концепцию плазменной горелки,

давая специалисту возможность разработать технические решения путем использования хорошо известных средств.

Плазменная горелка может иметь обычную конструкцию. Наша конструкция описана в норвежском патенте N 174450=PCT/N092/00195 - WO 93/12633 того же заявителя. Данная плазменная горелка предназначена для подачи энергии в химические процессы.

Показанная на фиг. 1 плазменная горелка сконструирована с внешним электродом 1 и центральным электродом 2. Электроды имеют трубчатую форму и помещены коаксиально, один внутри другого. Электроды являются твердыми и изготовлены из материала с высокой точкой плавления и с хорошей электропроводностью, такого как графит. Также можно использовать охлаждаемые металлические электроды. На электроды можно подавать или постоянный, или переменный ток. Вокруг электродов в зоне действия электрической дуги помещена катушка 3, на которую подают постоянный ток, и которая образует таким образом аксиальное магнитное поле.

Плазменный газ можно подавать через кольцеобразное пространство 4 между электродами. Плазменный газ также может быть газом-носителем для углеродных частиц.

Посредством этого углеродные частицы пропускают через электрическую дугу, обеспечивая то, что они подвергаются равномерному воздействию в плазменной зоне 9. Время пребывания частиц сажи в плазменной зоне 9 может быть установлено на основе скорости газового потока для плазменного газа.

Газ-носитель, содержащий углеродные частицы, можно подавать через отверстие 5 в центральном электроде 2 или через отдельную подающую трубку 6, которая расположена коаксиально в центральном электроде 2. Конструкция подающей трубки описана в норвежском патенте N 174180=PCT/N092/00198-WO 93/12634 того же заявителя. Эту подающую трубку можно двигать в аксиальном направлении для установки выходного отверстия по отношению к плазменной зоне 9. Таким образом может быть установлено время пребывания частиц сажи в плазменной зоне 9 на основе скорости газового потока для газа-носителя и с помощью положения подающей трубки по отношению к плазменной электрической дуге.

В третьей альтернативе (изобретения) газ-носитель, содержащий углеродные частицы, можно подавать через одну или несколько подающих трубок 7, расположенных в зоне электрической дуги 9 и под ней. Несколько подающих трубок можно расположить вдоль окружности реакторной камеры 8 на различных уровнях при увеличивающихся расстояниях от электродов 1, 2 плазменной горелки. Посредством этого можно установить время пребывания частиц сажи в плазменной зоне 9 в зависимости от используемых подающих трубок.

Высокотемпературная плазма образуется с помощью газа, который нагревается электрической дугой, горящей между электродами. В плазменной зоне этого вида достигаются чрезвычайно высокие температуры, от 3000 до 20000°C, и термообработку осуществляют именно в этой

зоне.

Плазменную горелку устанавливают в соединении с реакторной камерой 8, где термообработанный материал можно охладить, например, путем подачи холодного плазменного газа/газа-носителя, который посредством этого нагревается и может быть рециркулирован и использован для подачи энергии. Кроме охлаждающего газа или как его часть можно добавлять специальные вещества для того, чтобы получить определенные химические функциональные группы на поверхности углеродных частиц. Такие вещества можно подавать в зону, где температура упала до конкретного уровня. Кроме того, такие вещества можно подавать в последующей камере.

Остальное оборудование является оборудованием известного обычного типа, которое включает охладитель, а также разделяющее оборудование, которое может состоять из циклона или устройства с фильтром, где отделяют углерод. Конструкция такого устройства описана в норвежском патенте N 176968=PCT/N093/00057 - WO 93/20153 того же заявителя.

Способ является очень интенсивным и свободным от примесей. Способ можно осуществить в виде непрерывного процесса, или же его можно использовать периодическим образом. Способ можно использовать в связи с существующим процессом, например процессом в печи, работающей на жидком топливе, или плазменном процессе. Его также можно использовать объединенным с плазменным процессом получения сажи, разработанным тем же заявителем и описанным в норвежском патенте N 175718=PCT/N092/00196 - WO 93/12030. В данном способе разлагают углеводороды с помощью энергии от плазменной горелки, (направленной) в секцию с углеродом, и водорода, который подают на последующие стадии в реакторную камеру с температурными зонами для регулирования и контроля качества получаемых продуктов. В реакторе может быть установлена одна или несколько дополнительных плазменных горелок, где можно осуществить способ термообработки созданной сажи в соответствии с изобретением.

В частицы сажи, которые имеют время пребывания в плазменной зоне менее 0.1 с, и, в особенности, менее 0,07 с, подают суммарную энтальпию от 1 до 10 кВт ч/кг, предпочтительно, от 2 до 6 кВт ч/кг. Это приводит к повышению температуры частиц сажи, но не выше температуры сублимации для углерода, которая составляет 3700 °C.

Поданная суммарная энтальпия увеличивает общую энергию системы. В суммарный баланс включены как нагрев сажи, плазменного газа и газа-носителя, так и потери тепла. Для того, чтобы предотвратить испарение/сублимацию сажи, ее не следует нагревать до температур выше 3700 °C.

Общая энергия, поданная к частице сажи, может быть выражена уравнением

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S,$$

где ΔG = свободная энергия Гиббса = суммарная поданная энергия

ΔH = энтальпия = тепловая энергия

T = температура

ΔS = энтропия

Данные по энтальпии для углерода свидетельствуют о том, что ΔH может быть максимально около 2 кВт ч/кг, чтобы поддерживать температуру ниже 3700 °C. Причина того, почему подача большей энергии не вызывает испарение, заключается в том, что термообработка приводит к более упорядоченной структуре, это в свою очередь, означает то, что энтропия частиц снижается. Таким образом, ΔH в вышеприведенном уравнении может быть ниже 2 кВт ч/кг, даже если подведенная энергия (ΔG) будет больше, чем 2 кВт ч/кг.

Под временем пребывания следует понимать время, прошедшее с момента воздействия на частицы сажи на начальной стадии переноса для поглощения энергии в плазменной зоне или рядом с ней, либо в зоне электрической дуги. Углеродные частицы имеют высокую относительную эмиссионную способность, $e > 0.9$, и в течение очень короткого времени, которое может измеряться миллисекундами, они достигают температуры более 3000 °C вследствие теплового излучения от электрической дуги, а также, возможно, от электродов. В течение очень короткого времени углеродные частицы переносят часть поглощенной ими энергии к плазменному газу и/или к газу-носителю за счет теплового излучения и теплопроводности. Плазменный газ и газ-носитель имеют низкую относительную эмиссионную способность, $e > 0.1$, и таким образом конечная температура частиц сажи и плазменного газа/газа-носителя достигает уровня ниже 2000 °C. Поданную энтальпию и время пребывания регулируют так, чтобы гарантировать то, что углеродные частицы не достигнут температуры настолько высокой, чтобы они сублимировались, то есть температура должна поддерживаться ниже 3700 °C.

На фиг. 2 изображена диаграмма для температуры, достигаемой в углеродных частицах и плазменном газе/газе-носителе в плазменной зоне, как функции времени. Сплошная линия показывает температуру как функцию времени для углеродных частиц, а пунктирная линия изображает температуру как функцию времени для плазменного газа/газа-носителя при заданной суммарной энтальпии в интервале 5 кВт ч/кг сажи.

В таблице 2 приведены величины L_a , L_c и d_{002} вместе с временем пребывания и энтальпией для различных сортов сажи перед термообработкой и после термообработки с вышеуказанными параметрами в плазменной зоне и с применением различных типов плазменного газа.

В течение термообработки будут восстановлены или удалены химические функциональные группы и примеси, которые присоединены к поверхности углеродных частиц или связаны с ними. Термообработка приводит к резкому снижению поверхностной активности, связанной с выделением химически связанного водорода, от уровня 2500 ppm до примерно 100 ppm или ниже.

Для того, чтобы получить особые химические функциональные группы на поверхности углеродных частиц, к плазменному газу и/или газу-носителю можно добавить особые вещества. Они могут быть окислительными средами, такими как CO_2 ,

CO, O₂, воздух и H₂O, или же восстановительными средами, такими как H₂, галогены, кислоты и т.д.

Сажу, подвергнутую термообработке в соответствии со способом по изобретению, можно сравнить с сажей, термообработанной в течение нескольких часов в индукционной печи. В таблице 3 приведены значения La, Lc и d 002 для одного типа сажи перед термообработкой в индукционной печи и после нее, и для той же сажи после термообработки в плазменном процессе в соответствии с изобретением.

Структурные свойства сажи, определенные по дифракции рентгеновских лучей (нм) (табл. 3).

Технологические данные для термообработки в плазменной зоне.

Генератор плазмы и реакторная камера такие же, как были описаны.

Сырье: сажа - 10 кг/ч

Газ-носитель: Ar - 3 н.м³/ч

Плазменный газ: технологический газ - 3 н.м³/ч

Давление в реакторе - 2 бар

Поданная энтальпия - 2,9-4,8 кВт ч/кг

Время пребывания - 0,09 с

Технологический газ состоит из 50% H₂, 1.5% CH₄, 48% CO и 1.5% CO₂.

Температура, которую достигает каждая углеродная частица в плазменной зоне, ниже 3700°C, а конечная температура для сажи и газов составляет примерно 2000 °C. В таблице 4 приведены величины La, Lc и d 002 для качественной сажи перед термообработкой и после термообработки в плазменной зоне в соответствии с изобретением, где используются два различных плазменных газа.

Структурные свойства сажи, определенные по дифракции рентгеновских лучей (нм) (табл. 4).

Эффект термообработки придаст улучшенные свойства материалам, где в качестве добавки используется сажа. В следующем разделе говорится о различных продуктах, в которых используются специальные сорта сажи, полученные путем термообработки в соответствии с изобретением.

Батареи сухих элементов.

В обычных батареях сухих элементов используют ацетиленовую сажу или, альтернативно, сорта "специальной проводящей сажи". Последние получают путем традиционного "процесса в печи, работающей на жидком топливе" с последующей известной стадией окисления или термообработки. Применение специальных сортов приводит к увеличению емкости электролита, лучшим разрядным характеристикам и т.д., с тем результатом, что данные сорта проявляют свойства, которые близки к свойствам ацетиленовой сажи, но не находятся на таком же уровне.

С помощью термообработки традиционно полученных сортов сажи в плазменной зоне в соответствии с изобретением достигается дополнительная степень упорядоченности в наноструктуре, что приводит к возможности достижения параметров, которые близки к параметрам, измеренным для ацетиленовой сажи или превышают их.

Электропроводящая сажа.

Для особых применений был разработан ряд сортов сажи, таких как "проводящие", "сверхпроводящие" и "чрезвычайно проводящие". Они обеспечивают электропроводящие и антистатические свойства полимерных смесей даже при добавлении в малых количествах. Эти сорта сажи имеют оптимальную проводимость, так как они обладают высокой структурой, высокой пористостью, малым размером частиц и химически чистой поверхностью. Для данных сортов термообработка в соответствии с изобретением приводит даже к более высокой степени проводимости.

Таким же образом до (состояния) "проводящих саж" можно улучшить традиционные сорта сажи, которые используют, например, как добавки в резине. Термообработка в плазменной зоне в соответствии с изобретением очистит поверхность от оксидов и примесей и оптимизирует внутреннюю проводимость частиц сажи посредством достижения более высокой степени графитизации.

В соответствии со способом по изобретению можно обработать неграфитные углеродные материалы такие как антрацит, нефтяной кокс, кокс из дегтя и др. Такие углеродные материалы часто используют, например, как электроды и в огнестойкой продукции после процесса графитизации, включающего термообработку в обжиговой печи. Термообработка в соответствии с изобретением является альтернативой традиционному способу обжига и приведет к среднему расстоянию между слоями графита d 002 от величины 0.344 нм до уровня 0.335 нм, как в графите.

Термообработка материала электродов будет подходящим процессом для технологии топливных элементов. В топливных элементах на основе фосфорной кислоты (ТЭФК) и твердых полимеров (ТЭТП) в качестве анода и катода используют графит с платиновым катализатором. В данном контексте важно, чтобы электроды имели хорошую электропроводность. С помощью термообработки углеродных материалов в соответствии с изобретением, повышенная степень графитизации, достигаемая за счет увеличенной упорядоченности в наноструктуре, приведет к увеличению электропроводности материала.

Теплопроводящая сажа.

Для полимерных смесей важна хорошая теплопроводность для того, чтобы избежать накопления тепла и перегрева, и при достижении этого существенную роль играет сажа с хорошими теплопроводящими свойствами. Известно, что основным свойством сажи, которое вносит вклад в этот эффект, является высокая степень упорядоченности, то есть графитизации, причем наилучшей в этом отношении является ацетиленовая сажа.

Термообработка в плазменной зоне в соответствии с изобретением обеспечит этот эффект для всех известных традиционных сортов сажи.

Формула изобретения:

1. Способ достижения увеличенной упорядоченности в наноструктуре углеродных частиц, в особенности сажи, при котором углеродные частицы подают в плазменную зону с помощью газа-носителя, в

последующем обрабатывают углеродные частицы с помощью термообработки в плазменной зоне (9), где в углеродные частицы подают суммарную энтальпию, отличающийся тем, что в плазменной зоне в углеродные частицы подают суммарную энтальпию от 1 до 10 кВт ч/кг и устанавливают время пребывания там углеродных частиц в интервале от 0,07 до 0,01 с, при этом отношение времени пребывания к энтальпии в плазменной зоне регулируют так, что углеродные частицы нагреваются до температуры, которая обеспечивает увеличенную упорядоченность в наноструктуре, но не превышает 3700°C для предотвращения сублимации углеродных частиц.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что время пребывания углеродных частиц в плазменной зоне (9) составляет менее 0,07 с.
3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что время пребывания углеродных частиц в плазменной зоне (9) устанавливают путем регулирования скорости газового потока для плазменного газа и/или газа-носителя или же путем регулирования скорости газового потока для газа-носителя и положения подающей трубки (6) по отношению к плазменной зоне, или путем выбора подающих трубок (7), которые используют для введения углеродных частиц и газа-носителя.
4. Способ по одному из пп.1 - 3, отличающийся тем, что последующую обработку проводят в связи с процессом производства.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

Таблица 1

Сорт	La	Lc	d 002
Графит как эталон			0.335
Термическая сажа	2.8	1.7	0.350
Газовая канальная сажа	1.9	1.4	0.353
Печная сажа	2.0	1.7	0.355
Ацетиленовая сажа	2.7	2.6	0.343

RU 2163247 C2

RU 2163247 C2

Таблица 2

Структурные свойства сажи, определенные по дифракции рентгеновских лучей (А) (CNRS - Centre de Recherche Paul Pascal, 1994)

Сорт	Как получена (А)				После термообработки			Плазменный газ		Суммарная энтальпия (кВт ч/кг сажи)
	d_{002}	L_a^2	L_c	d_{001}	(А)	L_a^2	L_c	Время	пре-бывания (сек)	
Sevacarb MT	3,51	35	16	3,39	75	76	76	Н ₂		
Furnex N-765	3,57	30	18	3,41	71	57	57	--/--		
Statex N-550	3,55	32	17	3,42	77	71	71	--/--	0,03	4 - 6
Corax N-220	3,54	30	16	3,40	71	59	59	--/--		
Condutex 975	3,56	39	20	3,41	76	60	60	--/--		
Condutex SC	3,56	33	16	3,45	67	41	41	--/--		
Ensaco	3,55	40	22	3,43	65	48	48	Аг	0,06	10
Ensaco	3,55	40	22	3,44	66	48	48	Технологический газ	0,02-0,06	3 - 5
Kvarner LC	3,48	60	40	3,43	89	134	134	Н ₂	0,03	8
Kvarner HC	3,46	52	44	3,41	102	127	127	--/--	0,03	10

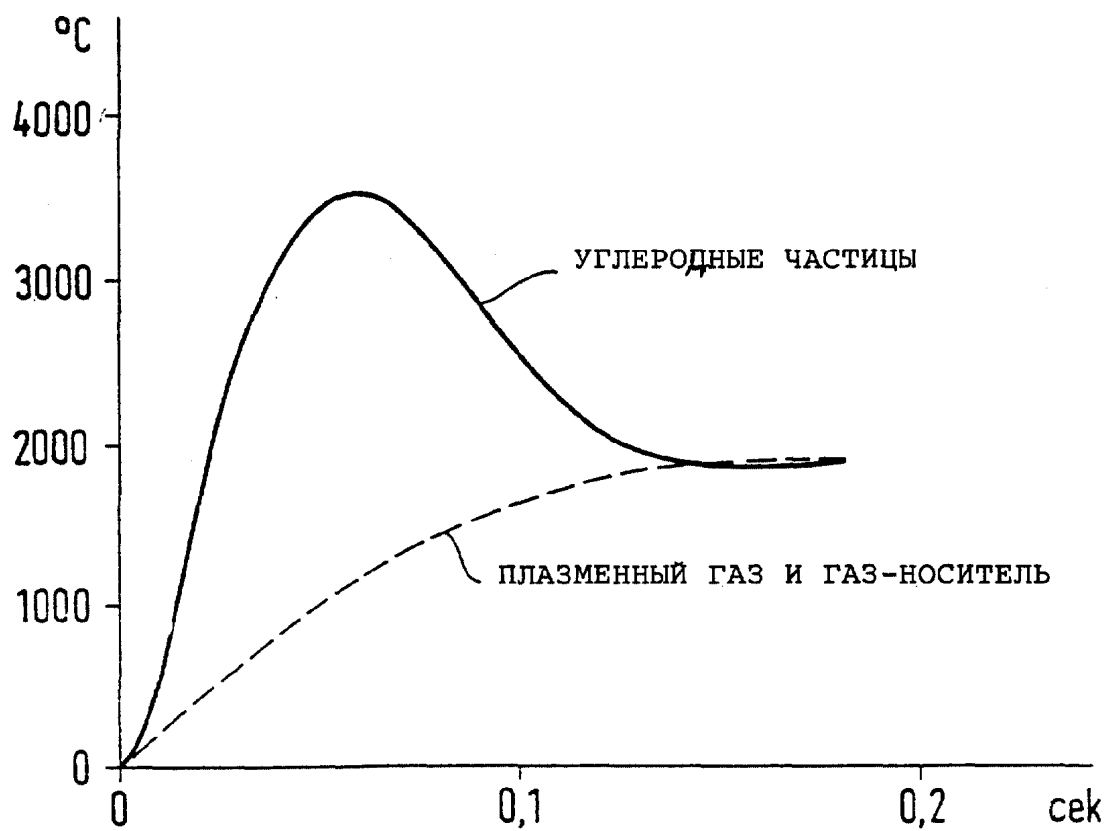
L_a^2 в соответствии с формулой Шерпера

Таблица 3

	La	Lc	d 002
Необработанная сажа	4.0	2.2	0.355
Термообработанная индукционной печи	7	5	0.341
Термообработанная плазменной зоне	8.2	8	0.341

Таблица 4

	La	Lc	d 002	Плазменный газ
Перед термообработкой	4	2.2	3.55	
После термообработки	6.5	4.8	3.43	Ar
После термообработки	6.6	4.8	3.44	Технологичес- кий газ



Фиг.2