



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 087 413** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) МПК<sup>6</sup> **C 01 B 3/24, C 09 C 1/48**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 94031561/25, 11.12.1992  
(30) Приоритет: 12.12.1991 NO 914904  
(46) Дата публикации: 20.08.1997  
(56) Ссылки: 1. Патент США N 4101639, кл. C 01 B 31/02, 1978. 2. Патент США N 211457, кл. C 09 C 1/54, 1984.  
(86) Заявка PCT:  
NO 92/00196 (11.12.92)

(71) Заявитель:  
Квернер Инжиниринг А.С., (NO)  
(72) Изобретатель: Стейнар Люнум[NO],  
Келль Хаугстен[NO], Кетиль Хокс[NO], Ян  
Хугдаль[NO], Нильс Мюклебуст[NO]  
(73) Патентообладатель:  
Квернер Инжиниринг А.С., (NO)

(54) СПОСОБ РАЗЛОЖЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

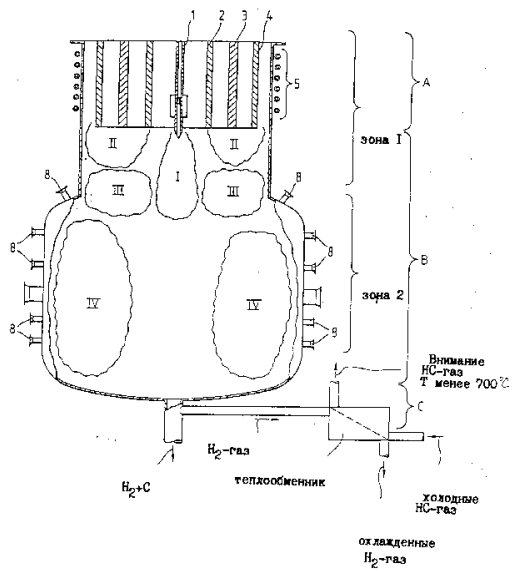
Использование: для получения водорода и углеродной сажи. Сущность изобретения: в способе разложения углеводородов для получения водорода и углеродной сажи питающий исходный поток сырья проходит через плазменную горелку, которая вызывает его пиролизическое разложение. Питающий исходный поток сырья транспортируется через плазменную горелку охлажденной впускной трубой и подвергается первому нагреву в области, расположенной в непосредственной близости факела плазмы. В области непосредственно ниже факела плазмы происходит смешение углеводородного материала и плазменного газа, причем температура увеличивается до температуры разложения сырьевого материала. В этой области получают свободный водород и в форме капелек жидкости дегидрированный углеродный материал. Полученный таким образом материал проходит одну или более последовательных зон, где происходит заключительное и полное разложение углеводородов до углеродной сажи и водорода. В этой области может быть добавлен дополнительный сырьевой материал, что вызывает охлаждение и реакцию с уже полученной углеродной сажой.

Тем самым вызывается увеличение размера частиц, плотности и полученных количеств без дополнительного источника энергии. После этого полученный продукт выгружается и отделяется, и для увеличения выхода энергии горячие газы могут транспортироваться по возвращающей трубе к горелке. Устройство для осуществления данного способа состоит из плазменной горелки, впускной трубы для питающего исходного потока сырья, реакционной камеры, выложенной внутри графитом, выходного отверстия для конечного продукта и трубы для рециркулирования производимого газа, соединенной с плазменной горелкой. Впускная труба расположена внутри горелки по ее центральной оси и снабжена устройством для регулирования температуры. Горелка снабжена по крайней мере тремя трубчатыми каоксиально расположенными электродами и размещена на входе в реакционную камеру. Устройство снабжено впускными патрубками для дополнительной подачи исходного питающего потока сырья, дополнительными плазменными горелками, расположенными вдоль боковой стены реакционной камеры, и магнитом, расположенным вне камеры возле электродов. 2 с. и 3 з.п. ф-лы, 1ил.

RU 2 087 413 C1

RU 2 087 413 C1

RU 2087413 C1



RU 2087413 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 087 413** <sup>(13)</sup> **C1**  
 (51) Int. Cl.<sup>6</sup> **C 01 B 3/24, C 09 C 1/48**

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 94031561/25, 11.12.1992  
 (30) Priority: 12.12.1991 NO 914904  
 (46) Date of publication: 20.08.1997  
 (86) PCT application:  
 NO 92/00196 (11.12.92)

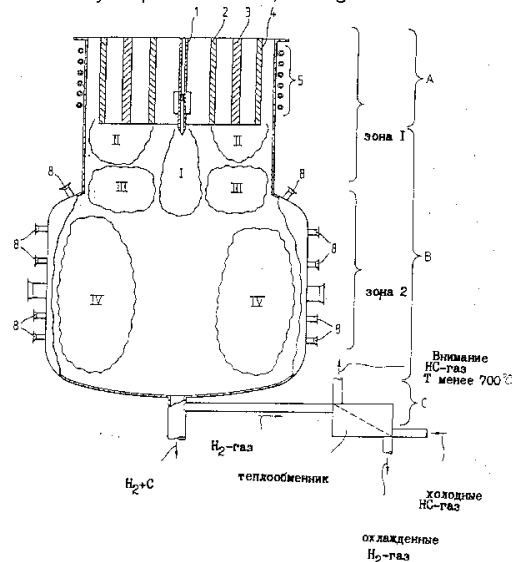
(71) Applicant:  
**Kverner Inzhiniring A.S., (NO)**  
 (72) Inventor: **Stejnar Ljunum[NO],  
 Kell' Khaugsten[NO], Ketil' Khoks[NO], Jan  
 Khugdall[NO], Nil's Mjuklebust[NO]**  
 (73) Proprietor:  
**Kverner Inzhiniring A.S., (NO)**

(54) **METHOD AND APPARATUS FOR CLEAVING HYDROCARBONS**

(57) Abstract:

FIELD: hydrogen and carbon black production. SUBSTANCE: in a method of cleaving hydrocarbons to produce hydrogen and carbon black, feeding raw material stream travels through plasma burner which causes its pyrolytic cleavage. According to invention, raw material stream is transported through plasma burner by means of cooled inlet pipe and is subjected to the first heating in the region located in close proximity to plasma flame body. In the region immediately below plasma flame body, hydrocarbon material is mixed with plasma gas, temperature of raw material being risen to its cleavage temperature. In this region free hydrogen and dehydrogenated carbon material in the form of liquid droplets are formed. This material moves through one or several consecutive zones where ultimate cleavage of hydrocarbons occurs. Into this region, some more raw material can be introduced which gives rise to decrease in temperature and to reaction with just formed carbon black. This results in increasing size of particles, their density, and amount of produced material with no additional power source. Product is discharged and separated, whereas hot gas, in order to achieve more energetic efficiency, may be transferred to burner through return pipe. apparatus contains plasma burner, inlet pipe for raw material, reaction chamber lined with graphite, product outlet port, and produced gas recycling pipe connected with

plasma burner. Inlet pipe is disposed inside the burner coaxially with principal axis of the latter and is provided with temperature control means. Burner encloses at least three coaxially arranged tubular electrodes and is disposed on the reaction chamber inlet. Apparatus is also provided with inlet connection pipes for additionally feeding raw material, additional plasma burners disposed along side wall of reaction chamber, and magnet disposed beyond the chamber next to electrodes. EFFECT: enhanced efficiency of process. 5 cl, 1 dwg



RU 2 087 413 C1

RU 2 087 413 C1

Изобретение относится к способу разложения углеводородов для получения водорода и углеродной сажи, причем в способе используется пиролитический процесс с горелкой, расположенной в реакционной камере.

Традиционные способы получения углеродной сажи включают сжигание углеводородов в потоке воздуха. Достижимое качество будет зависеть от источника воздуха или кислорода и использования различных количеств воздуха и кислорода, который может находиться в избытке или недостатке. В известных способах составляющие фракции углеводородов для разложения требуют достаточного источника энергии, что приводит к относительно низкому выходу углеродной сажи. Кроме низкого выхода процесс сжигания приводит к загрязнению окружающей среды, т.к. образуются как диоксид углерода, так и оксиды азота. Существует возможность использовать газообразные выбросы только как топочный газ.

Также для разложения углеводородов используются другие пиролитические способы, в которых применяются плазменные горелки, но отсутствует возможность использовать эти способы в непрерывном производстве, что связано с образованием отложений на электродах, и это приводит к остановке процесса и к дорогим процедурам по очистке.

Углерод, который получается пиролизом углеводородов, можно разделить на два различных продукта: на углеродную сажу и нагар (пиролитический углерод). Углеродная сажа является легкой и мягкой с низкой плотностью и образуется в газовой фазе, в то время как нагар является более твердым, имеет высокую плотность и образуется на поверхностях с относительно низкими температурами, обычно ниже чем 1100°C.

Известен пиролитический способ получения углеродной сажи, в котором водяной пар инжектируется в поток плазмы радиально и тангенциально относительно стенок реакционной камеры [1] Водяной пар препятствует образованию в углеродной саже пиролитического углерода и графита. Тангенциальный поток водяного пара защищает стенки реакционной камеры от высокой температуры потока плазмы и предотвращает отложение сконденсированного углерода на стенках. Однако вода разлагается и создает на поверхности углеродной сажи кислородсодержащие группы и это рассматривается как недостаток для углеродных саж общего качества. Более того вода разлагается и образует кислородсодержащие газы, такие как карбоксиды и нитрооксиды, которые загрязняют газовые выбросы процесса.

Известны способ и устройство для получения углеродной сажи и водорода [2] Часть водорода возвращается обратно и используется как плазменный газ. Питающий исходный поток сырья в форме жидких или газообразных углеводородов радиально вводится через насадки, расположенные на одном конце реакционной камеры, и примешивается в поток плазмы при температуре между 3500 и 4000 К. Реакционная камера снабжена зоной отпуска,

в которой продукты реакции охлаждаются до температуры около 1100 К. Кроме того, зона отпуска действует как теплообменник и используется для предварительного нагрева как плазменного газа, так и питающего исходного потока сырья. Недостатком вышеназванных способа и устройства является то, что происходит охлаждение стенок реакционной камеры и поэтому возникает большой температурный градиент между реакционной камерой и областью, где происходит охлаждение питающего исходного потока сырья, что приводит к нежелательным условиям процесса и нежелательному качеству продукта. Кроме того, на охлажденных поверхностях легко образуются отложения.

Цель данного изобретения заключается в разработке улучшенного способа разложения углеводородов пиролизом без источника сверхэнергии и без использования материалов и газов, которые загрязняют продукты разложения. Дальнейшая цель изобретения заключается в разработке способа, который может обеспечить непрерывное производство без остановки для чистки оборудования, в то время как одновременно сырьевые материалы имеют возможность полностью, как это возможно, превращаться в требуемый продукт.

Следующей целью изобретения является разработка способа, в котором можно точно выбирать и контролировать качество получаемых продуктов.

Конечной целью изобретения является разработка способа, с помощью которого можно выполнить метод без загрязнения окружающей среды.

Изобретение включает устройство, при помощи которого можно выполнить такой способ.

Вышеназванные цели достигаются способом и устройством, отличительные особенности которых будут предоставлены в формуле изобретения патента.

Прежде всего изобретение относится к производству водорода и углеродной сажи, при этом появляется возможность контролировать в требуемом диапазоне качество и степень плотности компонента углеродной сажи.

Было найдено, что, когда дополнительный сырьевой материал добавляется в одной или больших зонах реакционной камеры, то появляется возможность достичь охлаждения дегидрированного углеродного материала в форме капелек жидкости, и кроме этого, достигается контролируемый рост или увеличение размера частицы и плотности полученной углеродной сажи. Кроме того, реакционная камера снабжается экстраплазменными горелками, которые обеспечивают подачу дополнительной энергии к продукту таким образом, чтобы процесс можно было повторять до достижения требуемых размеров и плотности частиц углеродной сажи.

Кроме того, было обнаружено, что, когда питающий исходный поток сырья центрально вводится в плазменную грелку таким образом, что плазменная горелка полностью окружает реактант, реактант достигает требуемой температуры и поддерживаются однородные условия разложения, в результате достигается однородное качество продукта.

Далее это означает, что в той фазе реакции, когда существует максимальный риск образования на стенках отложения, реагент будет сохраняться в центральной части реакционной камеры, обеспечивая снижение упомянутых отложений.

Также было обнаружено, что является важным, чтобы температура питающего исходного потока сырья не была достаточно высокой, даже когда поток покидает впускную трубу. Если температура питающего исходного сырья превышает значение приблизительно от 650 до 700°C, то достаточно легко начинается разложение и даже впускная труба может быть забита нагаром. Поэтому во впускной трубе поддерживается нормальная температура.

В изобретении сырьевой материал в виде углеводородов подается к плазменным горелкам, в активной зоне которых создаются по крайней мере две реакционные зоны, где процесс разделяется на несколько стадий. Поэтому способ, соответствующий изобретению, является реакционным процессом, разделенным на стадии, в которых при помощи параметров каждой индивидуальной зоны существует возможность определять качество продуктов. В первой реакционной зоне процесса происходит пиролитическое разложение и первоначально образуются частицы углерода, причем макромолекулы в газовой фазе конденсируются в капли, которые гидрируются в твердый углерод. Поэтому первое разложение происходит здесь в двух главных питающих исходных потоках сырья, которые представляют интерес через водород и углеродную сажу. Количество предварительных частиц углерода и их размеры могут контролироваться с помощью температуры и давления в этой реакционной зоне. Это делается контролем количества подачи углеводорода по отношению к источнику энергии, который обеспечивается горелкой, или контролем времени нахождения частиц в первой реакционной зоне.

Качество углеродного продукта, так же как и его свойства, определяется дальнейшим развитием процесса через реакционные зоны. Максимальное качество получают при охлаждении продукта из первой реакционной зоны в следующей реакционной зоне. Подмешивание во второй реакционной зоне дополнительных углеводородов в виде второго питающего потока приводит к росту частиц, которые образуются в зоне 1 (см. чертеж). Таким образом получают продукт с более крупными частицами, более высокой плотности и меньшей поверхности. Количество подмешиваемого углеводорода в любых последовательных реакционных зонах определяет размеры углеродных частиц. Для получения максимально крупных частиц требуется подвод дополнительной энергии, которая может быть подведена источником C-H-O соединений в этих реакционных зонах. Альтернативно дополнительная энергия может быть подведена с помощью плазменных горелок, расположенных в этих зонах. Эти альтернативы и источники экстраэнергии обеспечивают контроль качества продукта.

Было найдено, что способ, соответствующий изобретению, обеспечивает выход углерода и водорода почти 100% от

углеводорода и ни один из этих продуктов не был загрязнен в реакционном процессе. Более того, появилась возможность контролировать качество полученной углеродной сажи относительно требуемых размера, поверхности, плотности и кислотности без воздействия на чистоту продуктов разложения, в то же самое время относительно ранее рассмотренных способов производства данный способ использует очень мало энергии. Эта возможность появляется благодаря тому факту, что возможно использовать экзотермическую энергию процесса разложения, т.е. использовать для разложения экстрасырьевого материала.

В заявленном способе в качестве питающего исходного потока сырья был выбран метан, но, несомненно, возможно использовать и другие формы углеводородов и природного газа или их компоненты, при этом возможно использовать заявленный способ в целом для углеводородов.

Предполагается, что реакционная часть получения углеродной сажи заключается в том, что полученные пиролизом углеводороды прежде всего превращаются в ацетилен и в дальнейшем с последующей ароматической полимеризацией и образованием макромолекул, т.е. больших молекул с высокой молекулярной массой. Эти макромолекулы становятся супернасыщенными, причем они конденсируются в капельки жидкости, которые в дальнейшем пиролизуются в молекулы твердого графита. После образования капелек жидкости отсутствует возможность достичь супернасыщения. Благодаря этому факту образовавшиеся макромолекулы адсорбируются этими каплями или кусочками, которые уже образовались к этому времени. Эта адсорбция происходит более быстро, чем образование макромолекул. Как следствие, образуется определенное количество элементарных частиц и это зависит только от давления, температуры и реагента. Это образует основу для контроля качества получаемого продукта. Если углеводород вводится в место, где уже произошло образование капелек жидкости, то отсутствует процесс образования новых частиц, но существует процесс их роста. Добавленный в этом месте углеводород образует макромолекулы, которые присоединяются к уже образовавшимся частицам.

Физические свойства углерода зависят от температуры. При более высоких температурах полученная углеродная сажа будет более воздушной. В этой связи влияние давления также будет значительным. Качество тесно связано с теми молекулами, которые составляют макромолекулы, и с тем, как они соединяются.

Устройство для использования способа данного изобретения включает главную плазменную горелку, чья активная область расположена в реакционной камере и которая обеспечивается приборами для контроля давления и температуры и возможными дополнительными горелками. Камера снабжена выходом для газа и углерода. Из этого выхода отводная труба направлена в теплообменник, снабженный возвращающей трубой, и к плазменной горелке для рециркуляции тепловой энергии.

Ниже подробно иллюстрируется при помощи примеров и чертежа принцип конструкции устройства данного изобретения. При этом устройство на чертеже приведено в качестве иллюстрации его конструкции и для обозначения индивидуальных стадий заявленного способа.

В иллюстрирующих примерах выбранный для использования сырьевой материал представляет углеводород, который является наиболее приемлемым для процесса, а именно метан.

Поэтому устройство в принципе включает в себя два главных компонента: плазменную горелку, обозначенную А, и реакционную камеру В. Очевидно, что эта реакционная камера В также может быть разделена на несколько секций, если это целесообразно. Более того, конец реакционной камеры В, который удален от плазменной горелки А, является выходом для продуктов реакции, которые в общем обозначены С.

Метан подается в реакционную камеру В через впускную трубу 1. Впускная труба 1 предпочтительно охлаждается водой, покрыта внешним теплоизолирующим слоем и коаксиально расположена во внутреннем электроде 2 трубчатой плазменной горелки А. Впускная труба 1 может двигаться в аксиальном направлении, что допускает ориентацию посадки относительно зоны плазмы. Важно, чтобы метан, который вводится через впускную трубу 1, имел низкую температуру, когда он покидает насадку. Если температура метана превышает значение приблизительно 650-700 °С, то легко начинается процесс разложения. Это является нежелательным, т.к. продукты разложения могут образовываться внутри впускной трубы 1 до того, как метан достигнет плазменного факела, причем это вызывает осаждение таких продуктов в форме нагара на стенках питающей трубы и на электродах плазменной горелки. Для исключения этого типа затруднения необходимо, чтобы подача продукта во впускной трубе 1 осуществлялась при правильном охлаждении.

Плазменная горелка А состоит из трубчатых электродов 2, 3, 4, из которых на самый крайний электрод 2 подается постоянное электрическое напряжение с полярностью и из которых два внешних электрода связаны с противоположной полярностью. Каждый электрод может быть ориентирован независимо от другого в аксиальном направлении. Все электроды изготовлены из графита и могут быть заменены в процессе изнашивания, и таким образом процесс становится непрерывным. Преимуществом является то, что электроды изготовлены из графита, который является углеродом. Электроды не загрязняют процесс и наоборот становятся составной частью процесса, и части, которые расходуются в течение процесса, перерабатываются тем же самым путем, как и реагент. Электроды также могут изготавливаться из углерода, который образуется в процессе и который в основном свободен от загрязняющего материала, это делает процесс самосдерживающим. На линии реактора в месте, где происходит горение дуги плазменной горелки, установлена магнитная катушка 5, связанная с отдельным источником

энергии, что дает возможность регулировать магнитное поле в области, где происходит горение дуги. Таким образом, можно контролировать скорость вращения дуги, в то же время дугу можно удлинить в направлении длины камеры, т.е. достичь горения от между двумя крайними электродами до горения между крайним и внешним электродами. Используемый плазменный газ является водородом, который может быть получен в процессе.

Плазменная горелка А с впускной трубой 1 для углеводородов, в иллюстрируемом примере для метана, расположена на входе в реакционную камеру В, чьи внутренние стенки изготовлены из графита, т.к. плазменная горелка В и впускная труба 1 могут двигаться в аксиальном направлении, то можно контролировать объем и тем самым время нахождения и температуру. Активная область этого процесса обозначена зоной 1. В этой первой реакции определяется количество капелек жидкости. Также может контролироваться температура за счет отношения энергии, подводимой к плазменной горелке, и количества метана. В зоне 1, т.е. в первой зоне реакции, расположены три стадии способа, соответствующего изобретению, разделенные на три различных места. Это может быть описано следующим (места, описанные ниже, на чертеже обозначены римскими цифрами).

Область I.

В этой области при низкой температуре вводится несмешанный метан и здесь отсутствует протекание реакции. Температура ниже 1000 °С. При более высоких скоростях подачи часть метана может без конверсии проходить в следующую зону реакции, которая обозначена как зона 2 реакционной камеры В. Метан начинает реагировать приблизительно при 700 °С, но при температуре ниже 1000 °С скорость реакции является настолько низкой, что масса материала в области I не вступает в реакцию. На границе между областью I и областью, обозначенной римской II, температура составляет между 1000 и 1200 °С.

Область II.

Вокруг области I находится место горения плазменного газа, в котором процесс протекает при сверхвысокой температуре. В этой области отсутствует реакция.

Область III.

Снаружи этого плазменного газа область представляет собой часть, где происходит смешение метана и плазменного газа. Как уже отмечалось, температура плазменного газа является сверхвысокой, но температура смеси понижается и остается такой, что связано с сильным эндотермическим получением ацетилена. В этой области температура находится между 1200 и 2000 °С. Самые низкие температуры могут быть найдены в центральной части реактора при удалении от горелки. Между стенкой реактора и областью III возможны капельки жидкости, которые образуются осаждением на стенке, до того как они полностью подвергнутся дегидрированию. Эти капли могут вызвать образование на стенках реактора твердого покрытия, которое с трудом поддается удалению.

Поток продукта или питающий поток из зоны 1, который охватывает области I-III,

определяет число частиц углерода, зависящее от температуры и давления в этой секции, и воздушный поток частиц углерода проходит прямо в следующую зону, зону 2 реактора, расположенную в месте дальнейшего протекания реакции. На чертеже места реакции обозначены IV.

Область IV.

В этой области последние остатки ацетилена реагируют до образования углеродной сажи и водорода.

Температура в этой области находится между 1200 и 1600°C. В этой области возможно добавить экстраколичество сырьевого материала, т.е. метана, с целью охладить смесь продуктов отпуском в метане. Этот метан охлаждает продукт за счет своей реакции с углеродной сажей и водородом.

Исходя из теории, устанавливаемой число частиц углеродной сажи, углеродный материал, полученный в этой части реактора, будет отлагаться на уже существующих частицах. Это вызывает увеличение размера, что приводит к более компактному продукту. Добавлением к продукту большей энергии при помощи кислородсодержащей среды или экстраплазменных горелок в зоне 2 процесс, описанный для IV, может повторяться до получения требуемых размеров и плотности продукта. Поэтому эта область может быть повторена с дальнейшей последовательностью областей возможно в новой секции реакционной камеры В. Впускная труба для введения дополнительных количеств метана и кислородсодержащей среды обозначена цифрой 8 и входит в зону 2. Кроме того, в зоне имеется возможность разместить ряд экстраплазменных горелок.

Часть реакторного объема, которая находится снаружи этой области, обычно является "мертвым объемом". "Мертвый объем" снижает возможность отложения твердого материала на стенках реактора и поэтому является нежелательным. Между областями III и IV будет низкая аксиальная скорость, что может привести к появлению углеродного материала в этой области. В этой области всегда образуется дно реактора. Материал обладает низкой механической прочностью и может легко удаляться механическими средствами. Высокая скорость прохождения через реактор также нейтрализует эту тенденцию. Специальное устройство реактора помогает удалять эти примеси за счет дегидрирования образующихся жидких частиц до того, как они ударятся в стенку и образуют твердое покрытие. Для того, чтобы предотвратить нежелательное загрязнение от повторного загрязнения и остановки реактора, реактор снабжен внутренним механическим скребковым устройством, которое регулярно соскребает загрязнение вниз со стенок реактора. Механический скребок также может быть снабжен каналами для внутренней мойки и смывки вниз стенок реактора, причем для мойки используется приемлемая окислительная среда. Для того, чтобы увеличить реализуемый при помощи способа выход энергии, метан может быть нагрет в теплообменнике за счет получения тепла от продуктов потока реакторной камеры, и когда метан подается во впускную трубу 1 или в зону 2 через впускную трубу 8, его

температура составит почти 700°C.

Выше описаны только один пример заявленного способа и принцип работы заявленного устройства. Как уже отмечалось, в рамках изобретения существует много возможностей для вариации и для определения качества и типа питающего исходного потока сырья. Это будет зависеть также от подаваемого питающего исходного потока сырья. Как правило, применяется углеводород и предпочтительным углеводородом в современных условиях является метан. Альтернативно также можно предложить щеповой материал или отходы деревоперерабатывающей и целлюлозной промышленности, другие нефтяные продукты и природный газ. В связи с изобретением является важным, что способ исключает влияние факторов, таких как загрязнение оборудования и т.д.

#### Формула изобретения:

1. Способ разложения углеводородов для получения водорода и углеродной сажи, в котором предварительно исходный поток сырья подают через плазменную горелку в зоне ее нагрева с последующим разложением углеводородов на водород и углеродную сажу в реакционной области и осуществляют выведение полученных продуктов пиролиза с частичной рециркуляцией водорода в плазменную горелку, отличающийся тем, что исходный поток сырья перед подачей в горелку пропускают через впускную трубу с контролируемой температурой таким образом, чтобы при выходе из нее температура газа была ниже 1000°, затем исходный поток сырья подвергают первому однородному нагреву в области непосредственного подхода к зоне плазменного факела, причем исходный поток подают по центру факела плазменной горелки, после этого в области непосредственно позади плазменного факела осуществляют смешение углеводородов с плазменным газом с увеличением температуры разложения сырьевого материала, превышающей 1600°C и в этой области образуется свободный водород и дегидрированный углеродный материал в виде капель жидкости, которые пропускают через одну или более последовательных зон с температурой 1200 1000°C для достижения заключительного и полного разложения углеводородов до углеродной сажи и водорода, причем в эту же область вводят дополнительный сырьевой материал для охлаждения и реакции с уже полученной углеродной сажей, и увеличения размера и плотности без дополнительного источника энергии, а для получения требуемого качества сажи, температуру в области реакции регулируют путем изменения скоростей подачи исходного сырья и/или плазменного газа при помощи регулирования источника энергии плазменной горелки, и/или при помощи регулирования давления.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве исходного сырья используют, предпочтительно, метан.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что температуру газа при выходе из впускной трубы поддерживают, предпочтительно, равной 650 700°C.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что

регулирования температуры на заключительной стадии используют экстраплазменные горелки.

5. Устройство для разложения углеводородов, состоящее из плазменной горелки, впускной трубы для питающего исходного потока сырья, реакционной камеры, выложенной изнутри графитом, выходного отверстия для конечного продукта и трубы для рециркулирования производимого газа, соединенный с плазменной горелкой, отличающееся тем, что впускная труба расположена внутри горелки по ее

центральной оси и снабжена устройством для регулирования температуры, причем горелка снабжена по меньшей мере тремя трубчатыми коаксиально расположенными электродами и размещена на входе в реакционную камеру, а устройство снабжено впускными патрубками для дополнительной подачи питающего исходного потока сырья, дополнительными плазменными горелками, расположенными вдоль боковой стены реакционной камеры, и магнитом, расположенными вне камеры возле электродов.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60