



(19) **UA** ⁽¹¹⁾ **48 131** ⁽¹³⁾ **C2**
(51)МПК ⁷ **C 07C 11/24 A, C 07C 2/78 B**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ

(21), (22) Заявка: 96103920, 15.10.1996

(24) Дата начала действия патента: 15.08.2002

(30) Приоритет: 19.10.1995 US 08/543879

(46) Дата публикации: 15.08.2002

(72) Изобретатель:

Вахтлер Михаэль, DE,
Шнюр Рудольф Р., DE,
Песлер Петер, DE,
Шайдштегер Олаф, DE,
Кастенхубер Вернер, DE,
Шлиндвайн Герд, DE,
Кениг Райнер, DE

(73) Патентовладелец:

БАСФ АКЦИЕНГЕЗЕЛЬШАФТ, DE

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АЦЕТИЛЕНА И СИНТЕЗ-ГАЗА

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу получения ацетилена и синтез-газа частичным окислением углеводородов кислородом, в котором газообразные реагенты предварительно раздельно нагревают, тщательно смешивают в смесительной зоне, вводят во взаимодействие после пропускания через блок сгорания и быстро охлаждают водной средой для резкого охлаждения после реакции, в которой предусмотрена рециркуляция водной среды для резкого охлаждения в замкнутой системе.

Соотношение между газообразными реагентами предпочтительно выбирают так, что ацетилен и сажу, образующиеся во время реакции, получают в весовом соотношении 50-500.

Официальный бюллетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2002, N 8, 15.08.2002. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.

У А 4 8 1 3 1 C 2

У А 4 8 1 3 1 C 2



(19) **UA** (11) **48 131** (13) **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **C 07C 11/24 A, C 07C 2/78 B**

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL
PROPERTY

(12) **DESCRIPTION OF PATENT OF UKRAINE FOR INVENTION**

(21), (22) Application: 96103920, 15.10.1996

(24) Effective date for property rights: 15.08.2002

(30) Priority: 19.10.1995 US 08/543879

(46) Publication date: 15.08.2002

(72) Inventor:

Wahtler Michael, DE,
Schnur Rudolf R., DE,
Pesler Peter, DE,
Schaldsteger Olaf, DE,
Kastenhuber Werner, DE,
SchlIndwain Herd, DE,
Kenlg Ralner, DE

(73) Proprietor:

BASF AKTIENGESELLSCHAFT, DE

(54) **PROCESS FOR PRODUCING ACETYLENE AND SYNTHESIS GAS**

(57) Abstract:

The Invention relates to a process for the production of acetylene and synthesis gas by partial oxidation of hydrocarbons with oxygen, wherein the gaseous reactants are separately preheated, intimately mixed in a mixing zone, reacted after passing a burner block and rapidly quenched with an aqueous quench medium after reaction, further characterized in that the aqueous quench medium is recirculated in a closed

system. Preferably the ratio of the gaseous reactants is selected in such a way that acetylene and soot produced in the reaction are obtained in a weight ratio of 50 to 500.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2002, N 8, 15.08.2002. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.

U A 4 8 1 3 1 C 2

U A 4 8 1 3 1 C 2



(19) **UA** (11) **48 131** (13) **C2**
(51)МПК ⁷ **C 07C 11/24 A, C 07C 2/78 B**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВИНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:
96103920, 15.10.1996

(24) Дата набуття чинності: 15.08.2002

(30) Дані стосовно пріоритету відповідно до Паризької конвенції : 19.10.1995 US 08/543879

(46) Публікація відомостей про видачу патенту (деклараційного патенту): 15.08.2002

(72) Винахідник(и):

Вахтлер Міхаель , DE,
Шнюр Рудольф Р., DE,
Песлер Петер , DE,
Шайдштегер Олаф , DE,
Кастенхубер Вернер , DE,
Шліндвайн Герд , DE,
Кеніг Райнер , DE

(73) Власник(и):

БАСФ АКЦІОНГЕЗЕЛЬШАФТ, DE

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ АЦЕТИЛЕНУ І СИНТЕЗ-ГАЗУ

(57) Реферат:

Винахід відноситься до способу одержання ацетилену та синтез-газу частковим окисненням вуглеводів киснем, у котрому газоподібні реагенти попередньо роздільно нагрівають, старанно змішують у змішувальній зоні, вводять у взаємодію після пропускання через блок згоряння і швидко охолоджують водним середовищем для різкого

охолодження після реакції, у котрому передбачена рециркуляція водного середовища для різкого охолодження в замкнутій системі. Співвідношення між газоподібними реагентами переважно вибирають так, що ацетилен і сажу, котрі утворюються під час реакції, отримують у ваговому співвідношенні 50-500.

U A 4 8 1 3 1 C 2

U A 4 8 1 3 1 C 2

Опис винаходу

Настоящее изобретение относится к способу получения ацетилена и синтез-газа частичным окислением углеводородов кислородом, который характеризуется тем, что газообразные реагенты предварительно раздельно нагревают, интенсивно перемешивают в смесительной зоне, вводят во взаимодействие после пропускания через блок сгорания и быстро охлаждают водной средой для резкого охлаждения после реакции.

Получение ацетилена и синтез-газа частичным окислением углеводородов хорошо известно. Частичное окисление метана (природного газа) с получением ацетилена и синтез-газа нашло крупномасштабное применение во всем мире. В то время как получение синтез-газа из природного газа частичным окислением является технически простым процессом, процесс получения синтез-газа, связанный с получением ацетилена, ограничен точным соблюдением условий пространства, времени и используемых количеств. Обычно природный газ и кислород как реагенты предварительно раздельно нагревают до температур вплоть до 700°C, интенсивно смешивают в смесительной зоне (в диффузоре) и вводят во взаимодействие после пропускания через блок сгорания.

Блок сгорания обычно включает ряд каналов особой формы, в которых скорость реакционной смеси из кислорода/природного газа настолько превышает скорость распространения пламени, что проскок пламени из зоны после блока сгорания в диффузор, в котором происходит предварительное смешение, невозможен.

Реакционная камера, смежная с блоком сгорания, характеризуется особым объемом, позволяющим горячим газообразным продуктам выходить из реакционной камеры в течение нескольких миллисекунд, благодаря чему продолжительность пребывания в ней ацетиленосодержащих реакционных газов очень кратковременна. Исключительно кратковременная продолжительность пребывания в сочетании с низким давлением приводит к частичному окислению углеводорода до ацетилена и синтез-газа, поскольку за короткий промежуток времени полная конверсия реагентов в синтез-газ невозможна. По истечении этого промежутка времени, за который реакционное равновесие, соответствующее температурному уровню 1500 - 2000°C, достигнуто быть не может, реакционные продукты почти мгновенно или резко охлаждают до температуры ниже 300°C, используя в качестве среды для резкого охлаждения воду или остаточные масла. Резкое охлаждение позволяет предотвратить разложение получаемого ацетилена на углерод и водород или избежать взаимодействия воды, выделяющейся за время реакции (технологической воды), с ацетиленом с образованием монооксида углерода и водорода. Обычно такие процессы проводят под атмосферным давлением или несколько повышенным давлением. Помимо природного газа, в несколько измененных технологических условиях могут быть использованы все газообразные или легко испаряемые углеводороды. Тогда как получение синтез-газа из природного газа частичным окислением является технически простым процессом, в ходе проведения которого не образуется почти никаких побочных продуктов, процесс получения синтез-газа, связанный с получением ацетилена, в зависимости от конкретно используемого в качестве реагента углеводорода всегда приводит к образованию меньших или больших количеств сажи. В противоположность частичному окислению метана до синтез-газа, в ходе которого образование сажи можно практически подавить посредством высоких давлений и относительно большой продолжительности пребывания, в процессе частичного окисления углеводородов до ацетилена и синтез-газа низкое давление и крайне кратковременное пребывание, составляющее всего несколько миллисекунд, обуславливают образование ацетилена, т. е. неполную конверсию реагентов в синтез-газ. Следовательно, образования сажи избежать невозможно.

Более того, концентрация основных компонентов прореагировавшего или крекированного газа зависит от соотношения кислород/углеводород в сырье. С увеличением доли кислорода концентрация ацетилена возрастает до тех пор, пока она не проходит через максимум. Обычно, для того чтобы достиг максимальной концентрации ацетилена, объемное соотношение между кислородом и природным газом (при нормальных температуре и давлении) не должно превышать приблизительно 0,6.

Быстрое охлаждение крекированного газа не только ведет к отводу тепла от полученной газовой смеси, но также к удалению сажи из реакционных продуктов.

В соответствии с современным уровнем техники в данной области резкое охлаждение можно производить по двум методам, а именно: соответственно методом резкого охлаждения водой и методом резкого охлаждения маслами (см. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, издание 5-е, том А1, стр.97 - 144).

В процессе резкого охлаждения водой полученный газ охлаждают до приблизительно 80 - 90°C водной охлаждающей средой. Часть сажи, образовавшейся во время реакции, из полученной газообразной смеси удаляют за счет резкого охлаждения. После этого полученную газовую смесь дополнительно очищают и охлаждают промывкой циркулирующей водой в охлаждающей колонне, в которой удаляют дополнительные количества сажи. В завершение газовую смесь пропускают через электрический фильтр, в котором удаляют и вымывают водой дополнительное количество сажи. Таким образом, водные стоки из системы резкого охлаждения, охлаждающей колонны и электрического фильтра несут удаленную промывкой сажу. Однако эта вода непригодна для диспергирования или стабильного введения в нее больших количеств получаемой в процессе сажи. С целью избежать проблем со стоками или проблем, связанных с налипанием содержащейся в воде сажи, эту последнюю необходимо из воды удалять. По этой причине такие объемные водные стоки далее подают в декантатор для сажи. В этом декантаторе (в бассейновом декантаторе) благодаря остаточному газу, который связан с частицами сажи, эти последние всплывают. Верхний сажевый слой в зависимости от исходного материала содержит 4 - 8 вес.% углерода. Эту сажу "счерпывают" с поверхности воды и дальнейшим дегазируют в резервуарах при перемешивании, в результате чего получают сажевый шлам с содержанием воды

более 90%. Этот сажевый шлам сжигают в особых устройствах для сжигания. После этого объединенные водные стоки из бассейных декантаторов направляют в градирни, в которых их охлаждают, а затем возвращают на стадию резкого охлаждения, охлаждающую колонну и электрический фильтр.

Процесс резкого охлаждения водой приводит к значительным энергетическим потерям при охлаждении воды в градирнях и связан с проблемами выбросов и с проблемами, возникающими из-за выделений неприятного запаха. Когда содержащая сажу пена плавает в открытых бассейновых декантаторах, она является существенным источником выделения ароматических веществ, прежде всего бензола. В градирнях может также происходить выделение углеводов из воды.

Второй метод быстрого охлаждения реакционных продуктов состоит в их резком охлаждении маслами, например, остаточными маслами или высококипящими ароматическими тяжелыми маслами. При применении этих масел для резкого охлаждения или для охлаждения образовавшаяся сажа суспендируется в масле. Полученный газ выходит из блока сгорания при температуре 200 - 250°C. Тепло, поглощенное средой для резкого охлаждения, можно передать воде с получением водяного пара путем пропускания масла через котлы-утилизаторы, после чего ее возвращают на стадию резкого охлаждения. Таким образом, энергетические потери при осуществлении такого метода меньше, чем в процессе резкого охлаждения водой. Остаточное тепло полученного газа отводят в замкнутой системе холодильников. Тем самым предотвращаются выбросы. Охлажденное масло возвращают в блок сгорания.

В то время как в процессе резкого охлаждения водой следует пополнять только потери воды в декантаторе и градирне, в процессе резкого охлаждения маслом необходимо добавление существенных количеств масла. Причина этого заключается в том факте, что при резком охлаждении в контакте с реакционным газом, температура которого достигает 2000°C, часть масла крекируется. Подвергающееся, таким образом, крекингу масло разлагается и вступает в реакцию с образованием водорода, более легких ароматических веществ и сажи или кокса. Углерод или сажа, образующиеся в результате взаимодействия с газами и при крекинге масла, используемого для резкого охлаждения, суспендируется в масле. Поскольку способность масла вбирать углерод или сажу и продукты крекинга масел ограничена, часть содержащего сажу масла необходимо регенерировать, поэтому его следует отделять от сажи. Этого достигают, например, перегонкой масла, в результате чего углерод получают в форме мелких гранул. Недостаток процесса резкого охлаждения маслами состоит в технически дорогостоящей регенерации содержащих сажу масел и в необходимости добавления больших количеств тяжелых масел. Более того, при этом собирают существенные количества сажи или кокса и более легких продуктов разложения тяжелых масел, так называемых пиролизных масел. Преимущество метода резкого охлаждения маслами заключается в том, что его осуществление не сопряжено с выбросами и сопровождается лишь небольшими потерями технологического тепла (см. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, издание 5-е, том А1, стр.106 - 115).

Задача, которая лежит в основе настоящего изобретения, состоит в устранении недостатков метода резкого охлаждения водой и метода резкого охлаждения маслами.

В соответствии с настоящим изобретением эта задача решена с помощью предмета формулы изобретения.

В соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения предлагается способ получения ацетилена и синтез-газа частичным окислением углеводов кислородом, при осуществлении которого газообразные реагенты предварительно нагревают, интенсивно перемешивают в смесительной зоне, вводят во взаимодействие после пропускания через блок сгорания и быстро охлаждают водной средой после реакции и который дополнительно отличается тем, что предусмотрена рециркуляция водной среды для резкого охлаждения в замкнутой системе.

Было установлено, что количество сажи, образующейся при получении ацетилена и синтез-газа частичным окислением углеводов кислородом, может быть в значительной степени уменьшено.

Было установлено также, что с возрастанием соотношения между кислородом и углеводородом в газообразных реагентах количество сажи, образующейся в крекированном газе, может быть уменьшено в гораздо большей степени, чем количество ацетилена. Таким образом, регулирование соотношения кислород/углеводород позволяет в значительной мере подавить образование сажи при получении ацетилена, в то время как количество образующегося ацетилена уменьшается лишь незначительно.

При снижении концентрации ацетилена в крекированном газе до половины его максимального уровня, т.е. при использовании половины производительности блока сгорания по ацетилену (пример 2), количество образующейся сажи составляет всего приблизительно 7% от того количества сажи, которое образуется в случае работы блока сгорания с полной производительностью по ацетилену (сравнительный пример 1) и с достижением, таким образом, максимального выхода ацетилена.

Когда соотношение между кислородом и углеводородом возрастает до такой степени, что производительность блока сгорания по ацетилену уменьшается до одной трети от ее максимума (пример 3), образование сажи уменьшается до примерно 2% от количества сажи, которое образуется при максимальной производительности по ацетилену блока сгорания (сравнительный пример 1).

Значительное уменьшение образования сажи в сравнении с образованием ацетилена в соответствии с настоящим изобретением позволяет модифицировать вышеупомянутый метод резкого охлаждения водой таким образом, что при этом могут быть предусмотрены замкнутые системы рециркуляции воды для резкого охлаждения и охлаждающей воды. При осуществлении способа в соответствии с настоящим изобретением технологическое тепло при резком охлаждении водой можно отводить с помощью соответствующих охлаждающих систем, например, воздухоохладителей или пластинчатых охладителей, которые можно также применять в сочетании с градирнями. Таким путем можно избежать удаления сажи в открытых бассейновых

5 декантаторах и необходимости отвода тепла в градирнях. При этом можно устранить проблемы, связанные с запахом и выбросами, которые в противном случае перерастают в экологические проблемы. Сажу, образующуюся во время реакции, предпочтительно захватывать водой для резкого охлаждения или
охлаждения и оставлять в этой воде. Это позволяет, следовательно, устранить удаление и сжигание больших
количеств сажевого шлама или сажевой пены. Сажу предпочтительно удаляют из рециркулирующей воды для
резкого охлаждения и охлаждающей воды только в таких количествах, которые соответствуют количествам
технологической воды, образующейся в результате реакции, которую необходимо отводить из циркуляции.
Благодаря этому удалению относительно небольшого количества воды сажу можно отделять любыми
10 средствами.

В соответствии с другим вариантом выполнения настоящего изобретения часть водной среды для резкого
охлаждения, предпочтительно по меньшей мере в количестве, соответствующем по крайней мере количеству
технологической воды, образующейся в ходе реакции окисления, удаляют из циркуляции и необязательно
заменяют свежей водной средой. Таким образом обеспечивается возможность регулирования количества сажи,
удаляемой из циркуляции, и количества, остающегося в циркуляции.

15 Следовательно, способ в соответствии с настоящим изобретением сочетает преимущества метода резкого
охлаждения с использованием масла, прежде всего рециркуляции в замкнутой системе, с преимуществами
одного метода резкого охлаждения, в котором для резкого охлаждения используют дешевую среду, не
расходуемую при осуществлении способа, поэтому нет необходимости в ее непрерывном добавлении.
20 Недостатки обоих известных методов резкого охлаждения устраняются, прежде всего такие, как открытые
бассейновые декантаторы и градирни при осуществлении метода водного резкого охлаждения, и такие, как
технологически усложненная регенерация содержащих сажу масел и необходимость непрерывного добавления
тяжелых масел при осуществлении метода резкого охлаждения маслами.

25 Углеводороды, которые могут быть использованы в соответствии с настоящим изобретением, могут
представлять собой любые углеводороды, которые достаточно летучи. Эти углеводороды могут включать
углеводороды только одного типа, но могут также представлять собой смеси углеводородов.

В соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения в качестве углеводорода
используют природный газ. Можно применять природный газ любого состава. В соответствии с одним
вариантом выполнения настоящего изобретения такой природный газ содержит по меньшей мере 98об.%
30 метана.

В соответствии с настоящим изобретением при осуществлении предлагаемого способа могут быть
использованы все низшие углеводороды, прежде всего парафины, такие, как метан, этан, пропан и бутан, либо
индивидуально, либо в виде их смесей.

35 В соответствии с еще одним вариантом выполнения изобретения газ помимо углеводородов может
включать другие газы, например, азот, диоксид углерода, благородные газы.

В соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения используемый газ может
представлять собой чистый бутан.

40 Соотношение между атомами кислорода в кислороде и атомами углерода в углеводородах можно
регулировать в соответствии с целевым весовым соотношением между ацетиленом и сажей или с целевой
производительностью по ацетилену. Если требуется высокая производительность по ацетилену, соотношение
между кислородными атомами в кислороде и углеродными атомами в углеводороде можно уменьшать, в то
время как для уменьшенной производительности по ацетилену в сочетании с очень высоким весовым
соотношением между ацетиленом и сажей и очень небольшой производительностью по саже это соотношение
может быть более высоким. В соответствии с настоящим изобретением в зависимости от целевых реакционных
45 продуктов условия процесса можно варьировать.

При осуществлении способа в соответствии с настоящим изобретением предпочтительное атомное
соотношение между кислородными атомами в кислороде и углеродными атомами в углеводах составляют по
меньшей мере 1,05, более предпочтительно 1,15 - 1,4.

50 В соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения в качестве углеводородов
используют природный газ, а объемное соотношение в нормальных условиях между кислородом и природным
газом превышает 0,6, предпочтительно составляет 0,61 - 0,78, более предпочтительно 0,625 - 0,7.

В соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения соотношение между
газообразными реагентами выбирают таким образом, что ацетилен и сажу, образующиеся во время реакции,
получают в весовом соотношении 50 – 500, предпочтительно 50 – 150.

55 В соответствии с одним из вариантов выполнения настоящего изобретения концентрация сажи в водной
среде для резкого охлаждения не превышает 1вес.%, предпочтительно составляет 0,1 – 1вес.%, а более
предпочтительно 0,2 – 0,4вес. %. В предпочтительном варианте объемное соотношение между кислородом и
природным газом составляет примерно 0,646, соотношение между кислородными атомами в кислороде и
углеродными атомами в углеводородах составляет приблизительно 1,3, благодаря чему весовое соотношение
60 между получаемыми ацетиленом и сажей равно примерно 100.

Другие отличительные признаки и преимущества изобретения более подробно представлены в
нижеследующих примерах.

65 Эксперименты в этих примерах проводили с использованием такого же устройства, как описанное в
Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, издание 5-е, том 1, 1985г., стр.107. Газообразными реагентами
служили природный газ и кислород. Природный газ содержал по меньшей мере 98об.% метана.

Однако в соответствии с настоящим изобретением может быть использован природный газ или газовая

смесь любого состава.

Газообразные реагенты раздельно нагревали до 600°C, смешивали до гомогенности в смесительной зоне блока сгорания и вводили во взаимодействие после пропускания через диффузор и блок сгорания. По истечении нескольких миллисекунд реакционного времени содержавшие ацетилен газообразные продукты крекинга резко охлаждали водой до температуры 80°C. Получаемые ацетилен и синтез-газ выделяли как обычно путем фракционной абсорбации и последующей десорбции с использованием соответствующего растворителя.

Образовавшуюся в качестве побочного продукта сажу выделяли из воды для резкого охлаждения и охлаждающей воды, которую удаляли из замкнутой системы рециркуляции воды для резкого охлаждения или охлаждающей воды. В процессе в соответствии со сравнительными примерами сажу удаляли из воды для резкого охлаждения и охлаждающей воды по методу декантации, который описан выше.

Конкретные условия проведения экспериментов и результаты экспериментов представлены в нижеследующей таблице.

Пример	Сравн. прим.1	Сравн. прим.2	1	2	3	4	5
Исходный природный газ Нм ³ /ч	7,200	6,900	6,500	6,350	6,000	5,875	5,600
Исходный кислород, Нм ³ /ч	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200
Объемное соотношение Кислород/природный газ	0,583	0,609	0,646	0,661	0,7	0,715	0,75
Соотношение O/C*	1,166	1,218	1,292	1,322	1,4	1,43	1,5
Крекированный газ, Нм ³ /ч	13,800	13,800	13,800	13,800	13,800	13,800	13,800
Ацетилен, об. %	8,5	7,8	6,4	4,5	2,8	2,5	1,6
Производительность по ацетилену, т в день	33	30	25	17	11	10	6
Синтез-газ, Нм ³ в день	300,000	305,000	310,000	315,000	321,000	322,000	325,000
Технологическая вода, м ³ в день	86	80	67	62	58	55	50
Производительность по саже, кг/ч	75	55	10	5	1,6	1,2	0,6
Сажевый шлам (90% воды), кг в день	18,000	13,200	2,400	1,200	385	288	144
Рециркуляционная вода с сажой, вес. % сажки**	< 2,1 >	< 1,65 >	0,36	0,19	0,07	0,07	0,03
Весовое соотношение между ацетиленом и сажой	18	22	104	142	287	347	417
Результаты анализа синтез-газа, об. %							
Исходный природный газ Нм ³ /ч	7,200	6,900	6,500	6,350	6,000	5,875	5,600
Монокись углерода	28,3	28,6	30,5	32,8	33,8	34	34,2
Водород	61	61,3	61,8	62,2	62,4	62,5	62,5
Метан, двуокись углерода и прочее	10,4	9,9	7,6	4,9	3,8	3,5	3,3
Кислород	0,3	0,2	0,1	< 0,1	0,02	0,01	< 0,01
*Соотношение между кислородными атомами в кислороде и углеродными атомами в природном газе							
**В удаленной воде для резкого охлаждения							

Из вышеприведенных примеров можно видеть, что в процессе, в соответствии со сравнительным примером 1 в случае удаления сажи совместно с технологической водой достигаемая концентрация сажи в технологической воде составляет 2,1%. В этом процессе вследствие высокой концентрации сажи для ее удаления из воды для резкого охлаждения и охлаждающей воды необходимо применять неблагоприятный и экологически опасный метод декантирования. Более того, необходимо охлаждение воды в градирнях. То же самое относится к сравнительному примеру 2, где достигается концентрация сажи 1,65%. Эта концентрация сажи слишком высока для рециркуляции охлаждающей среды. В соответствии с примерами 1 и 3 концентрацию сажи снижают соответственно до 0,36 и 0,07%. В замкнутой системе сажа в таких концентрациях не создает никаких проблем для рециркуляции воды для резкого охлаждения и охлаждающей воды. Удаления сажи с отводимой технологической водой, образующейся в процессе реакции, достаточно для поддержания в воде концентрации сажи, которая не препятствует циркуляции воды для резкого охлаждения и охлаждающей воды. Таким образом, для циркуляции воды для резкого охлаждения и охлаждающей воды в примерах 1 и 3 возможно применение замкнутой системы. Необходимо удалять приблизительно 3м³ в час содержащей сажу технологической воды. Для удаления сажи эту отводимую воду можно, например, фильтровать или можно направлять в установку для очистки сточных вод. В примере 1 производительность по ацетилену составляет три четверти от этой производительности в сравнительном примере 1. Однако производительность по саже уменьшают с 75 до 10 кг/ч, т.е., следовательно, на коэффициент около 8 (производительность по саже в соответствии с примером 1 составляет приблизительно 1 / 8 от производительности по саже в соответствии со сравнительным примером 1).

В примере 2 производительность по ацетилену уменьшают до 1 / 2 этой производительности в сравнительном примере 1. Однако производительность по саже уменьшают на коэффициент 15, до 5кг/ч, по отношению к сравнительному примеру 1.

Примеры 4 и 5 демонстрируют результаты в случае еще большего соотношения между кислородом и природным газом. Концентрация сажи в рециркуляционной воде составляет соответственно 0,07 и 0,03 вес.%. Производительность по ацетилену снижают соответственно до 10 и 6 тонн в день. В то же самое время соотношение между ацетиленом и сажой возрастает соответственно до 347 и 417. Таким образом, если в соответствии с одним из вариантов выполнения изобретения допустить пониженный выход ацетилена, то

производительность по саже можно уменьшить до очень малых количеств, достигая таким путем очень высоких весовых соотношений между ацетиленом и сажей. В соответствии с одним из вариантов выполнения изобретения используемое соотношение между кислородом и природным газом может, следовательно, зависеть от целевых количеств и типов реакционных продуктов, а также от требуемого уменьшения количества сажи, образующейся во время реакции.

Состав газообразных углеводородов можно варьировать. В нижеследующем примере (в примере б) углеводородное сырье характеризовалось следующим составом: 86об.% метана, 0,5об.% этана, 2,7об.% пропана, 9,6об.% бутанов, 0,1об.% пентанов, а остальное - азот, двуокись углерода и гелий. Количество углеродных атомов в углеводородной смеси составляло $1,3428 \text{ Нм}^3 \text{ C/Нм}^3$ смеси. Получали следующие результаты.

		Таблица 1
	Газообразное сырье в примере б, $\text{Нм}^3/\text{ч}$	5,150
	Исходный кислород, $\text{Нм}^3/\text{ч}$	4,200
	Объемное соотношение кислород/углеводород	0,816
	Соотношение О/С	1,215
	Крекированный газ, $\text{Нм}^3/\text{ч}$	12400
	Ацетилен, в объемных процентах	6,79
	Производительность по ацетилену, т в день	23,5
	Синтез-газ, Нм^3 в день	276500
	Технологическая вода, Нм^3 в день	58
	Производительность по саже, кг/ч	15
	Содержащая сажу рециркуляционная вода, вес. % сажи в удаляемой воде для резкого охлаждения	0,62
	Результаты анализа синтез-газа, об. %	Монокись углерода: 34,7 Водород: 59,1 Метан, диоксид углерода и прочее: 6,1 Кислород: 0,1
	Весовое соотношение между ацетиленом и сажей	65

Данный пример показывает, что в соответствии с настоящим изобретением сослан используемых углеводородов можно варьировав. Количество образующейся сажи по-прежнему оставалось достаточно малым для применения замкнутой системы рециркуляции воды для резкого охлаждения и охлаждающей воды.

Пример 7

В этом примере использовали чистый бутан.

Исходный бутан, $\text{Нм}^3/\text{ч}$:	1930 (5000кг)
Исходный кислород, $\text{Нм}^3/\text{ч}$:	4200
Объемное соотношение кислород/бутан:	2,176
Соотношение О/С:	1,088
Ацетилен в об. %:	6,85
Производительность по ацетилену, т в день:	31,5

В примерах 3 - 6 представлены дополнительные экспериментальные результаты, показывающие, что с возрастанием соотношения между кислородом и природным газом количество образующейся сажи уменьшается намного быстрее, чем производительность по ацетилену.

Результаты экспериментов показывают, что в соответствии с настоящим изобретением количество образующейся сажи в процессе получения ацетилена и синтез-газа частичным окислением углеводородов кислородом можно уменьшать так, что возможна рециркуляция водной среды для резкого охлаждения, используемой в ходе проведения этого процесса, в замкнутой системе.

Формула винаходу

1. Способ получения ацетилена и синтез-газа частичным окислением углеводородов кислородом, характеризующийся тем, что газообразные реагенты предварительно раздельно нагревают, тщательно смешивают в смесительной зоне, вводят во взаимодействие после пропускания через блок сгорания и быстро охлаждают водной средой для резкого охлаждения после реакции, отличающийся тем, что предусмотрена рециркуляция водной среды для резкого охлаждения в замкнутой системе.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что после резкого охлаждения водную среду для резкого охлаждения подвергают непрямому охлаждению, в частности воздухоохладителями, пластинчатыми охладителями или другими охлаждающими средствами.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что после резкого охлаждения часть водной среды для резкого охлаждения, предпочтительно в количестве, соответствующем по меньшей мере количеству технологической воды, образующейся в ходе реакции окисления, удаляют из циркуляции и необязательно заменяют свежей водной средой.

4. Способ по п. 3, отличающийся тем, что сажу, образующуюся во время реакции и содержащуюся в водной

среде для резкого охлаждения, после резкого охлаждения выделяют из части водной среды для резкого охлаждения, удаленной из циркуляции.

5 5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в газообразных реагентах атомное соотношение между кислородными атомами в кислороде и углеродными атомами в углеводородах составляет по меньшей мере 1,05.

6. Способ по п. 5, отличающийся тем, что атомное соотношение составляет 1,05-1,60, предпочтительно 1,15-1,40.

10 7. Способ по п. 5, отличающийся тем, что используемые углеводороды представляют собой природный газ, а объемное соотношение в нормальных условиях между кислородом и природным газом превышает 0,6.

8. Способ по п. 7, отличающийся тем, что объемное соотношение в нормальных условиях составляет 0,61-0,78, предпочтительно 0,625-0,70.

9. Способ по п. 1, отличающийся тем, что концентрация сажи в водной среде для резкого охлаждения не превышает 1 вес. %, предпочтительно составляет 0,1-1 вес. %, более предпочтительно 0,2-0,4 вес. %.

15 10. Способ получения ацетилена и синтез-газа частичным окислением углеводородов кислородом, характеризующийся тем, что газообразные реагенты предварительно отдельно нагревают, тщательно смешивают в смесительной зоне, вводят во взаимодействие после пропускания через блок сгорания и быстро охлаждают водной средой для резкого охлаждения после реакции, отличающийся тем, что соотношение между газообразными реагентами выбирают так, что ацетилен и сажу, образующиеся во время реакции, получают в весовом соотношении 50-500.

20 11. Способ по п. 10, отличающийся тем, что ацетилен и сажу, образующиеся во время реакции, получают в весовом соотношении 50-150.

25 12. Способ по п. 10, отличающийся тем, что в газообразных реагентах атомное соотношение между кислородными атомами в кислороде и углеродными атомами в углеводородах составляет по меньшей мере 1,05.

13. Способ по п. 12, отличающийся тем, что атомное соотношение составляет 1,05-1,60, предпочтительно 1,15-1,40.

14. Способ по п. 12, отличающийся тем, что используемые углеводороды представляют собой природный газ, а объемное соотношение в нормальных условиях между кислородом и природным газом превышает 0,6.

30 15. Способ по п. 14, отличающийся тем, что объемное соотношение в нормальных условиях составляет 0,61-0,78, предпочтительно 0,625-0,70.

16. Способ по п. 10, отличающийся тем, что предусмотрена рециркуляция водной среды для резкого охлаждения в замкнутой системе.

35 17. Способ по п. 10, отличающийся тем, что среду для резкого охлаждения подвергают непрямому охлаждению, в частности воздухоохладителями, пластинчатыми охладителями или другими охлаждающими средствами.

18. Способ по п. 16, отличающийся тем, что из циркуляции удаляют воду в количестве, соответствующем количеству технологической воды, образующейся во время реакции окисления.

40 19. Способ по п. 16, отличающийся тем, что сажу, образующуюся во время реакции и содержащуюся в водной среде для резкого охлаждения, после резкого охлаждения выделяют из части водной среды для резкого охлаждения, удаленной из циркуляции.

20. Способ по п. 10, отличающийся тем, что концентрация сажи в водной среде для резкого охлаждения не превышает 1 вес. %, предпочтительно составляет 0,1-1 вес. %, более предпочтительно 0,2-0,4 вес. %.

45 Офіційний бюлетень "Промислоава власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2002, N 8, 15.08.2002. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.