



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК<sup>7</sup> C10J3/18, C10J3/20, C10G15/12

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: по данным на 27.08.2014 - действует  
Пошлина: учтена за 13 год с 18.06.2014 по 17.06.2015

(21), (22) Заявка: **2002116313/04, 17.06.2002**

(71) Заявитель(и):

**Институт теоретической и  
прикладной механики СО РАН  
(RU)**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**17.06.2002**

(45) Опубликовано: **10.10.2003**

(72) Автор(ы):

**Багрянцев Г.И. (RU),  
Ващенко С.П. (RU),  
Лукашов В.П. (RU),  
КИМ Чеол-Гью (KR),  
ПАК Хьюн Сео (KR)**

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: **RU 2099392 C1, 20.12.1997. SU 390015 A1,  
11.07.1973. RU 2041244 C1, 09.08.1995. US  
4272255 A1, 09.06.1981.**

Адрес для переписки:  
**630090, г.Новосибирск, ул. Институтская, 4/1,  
ИТПМ СО РАН, Директору Института  
В.М.Фомину**

(73) Патентообладатель(и):  
**Институт теоретической и  
прикладной механики СО РАН  
(RU)**

## (54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕЗ-ГАЗА ИЗ ОТХОДОВ ПЛАСТМАСС И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области газификации твердых углеродсодержащих материалов, в том числе отходов пластмасс, и может быть использовано на предприятиях химической промышленности, при переработке твердых бытовых отходов. Способ получения синтез-газа из отходов пластмасс включает спутную подачу дисперсного сырья, плазмы и водяного пара, их смешение, последующую плазмотермическую газификацию сырья и отвод получающихся продуктов. При этом двухфазный поток дисперсного сырья и водяной плазмы направляют на ванну расплава, образуемую за счет плавления непрореагировавшей части дисперсного сырья. Полученные продукты газификации отводят в противотоке к исходной двухфазной струе и перемешивают с последующим образованием закрученного потока. Способ реализуется в устройстве, содержащем плазмотермический реактор, двухструйный плазмотрон, узлы регулируемого ввода дисперсного сырья и водяного пара, узлы вывода синтез-газа и твердых частиц. Плазмотермический реактор состоит из связанных газоподом плазменного и циклонного реакторов. Способ позволяет повысить экономическую эффективность плазмотермического процесса получения синтез-газа высокого качества в компактном плазмотермическом реакторе за одну технологическую стадию. 2 с. и 2 з.п. ф-лы, 3 ил.

Способ получения синтез-газа и устройство для его осуществления относится к области газификации твердых углеродсодержащих материалов, в том числе отходов пластмасс, и может быть использовано на предприятиях химической промышленности, а также при переработке твердых бытовых отходов (MSW).

Отходы пластмасс в виде смесей различных полимерных материалов для промышленно развитых стран достигают 7-12% по весу (в MSW). Для отдельных стран Западной Европы общий объем смешанных отходов пластмасс (отходы, накапливаемые в MSW, вместе с отходами промышленности, далее СОП) составляет от 300 тысяч тонн в год до 1,5 млн тонн в год. Совершенствование технологий, направленных на переработку отходов пластмасс с целью получения полезных продуктов, - задача, достаточно актуальная.

Одним из направлений в переработке СОП является получение синтез-газа для производства метанола, спиртов и т.д. При этом к качеству синтез-газа предъявляются высокие требования: отношение  $H_2/CO$  должно быть близким к 2, а сумма примесей ( $CO_2$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_2H_2$ ,  $CH_4$  и т.д.) не должна превышать 1% по объему. Последнее определяет нижний температурный уровень процесса газификации - 1200°C. Перспективной технологией, которая может решить задачу получения синтез-газа, является технология с применением низкотемпературной плазмы. Высокие температуры в реакторе, возможность нагрева любых окислителей и интенсивного смешения реагентов - все это позволяет получать синтез-газ высокого качества практически в одну технологическую стадию. При этом минимальны экологические издержки.

Известен способ получения синтез-газа из отходов различных пластмасс в плазменном реакторе в среде водяного пара и двуокиси углерода, включающий регулирующую подачу гранул пластика размером 3-5 мм, его подогрев, деструкцию и газификацию с отводом получающихся газообразных продуктов в охладитель и проведением анализа химического состава продуктов (А.Г. Артамонов. Переработка различных органических отходов в плазмохимическом реакторе. В кн.: Аппараты высокотемпературной техники. М., Московский институт химического машиностроения, 1988. - С.56-75). Газификация сырья проводится в реакторе камерного типа, в котором осуществляется тепломассообмен между плазменной струей окислителя, вводимой по центру реактора и гранулами сырья, распределенными по боковой поверхности реактора.

Недостатком известного способа является высокое (5-8%) объемное содержание примесей в синтез-газе и трудности в управлении процессом.

Известен также способ плазмотермической переработки дисперсного сырья в реакторе проточного типа, включающем регулирующую подачу сырья спутно с потоком плазмы, их смешение, нагрев, деструкцию и газификацию в движущемся двухфазном высокотемпературном потоке. Устройство для осуществления известного способа содержит узлы подачи отходов и окислителя, реактор с установленным на его крышке двухструйным плазмотроном (Патент США 3472995, МКИ В 23 К 9/16, 1969).

Недостатком известного способа и устройства является то, что при крупности частиц подаваемого измельченного твердого или диспергируемого жидкого сырья более 0,2-0,3 мм габариты устройства сильно возрастают. Это вызывает большие потери энергии, высокую материалоемкость и капиталоемкость. Естественно, в данном устройстве исключена переработка гранул крупностью более 1 мм.

Для обоих указанных выше способов имеются ограничения на переработку пластмасс, в которых  $H_2/CO$  меньше 2, а также для пластмасс с неорганическими наполнителями, приводящими к образованию дисперсной твердой фазы при газификации. Для поддержания необходимой величины  $H_2/CO$  в поток реагентов можно добавлять метан; для улавливания твердой фазы можно использовать эффект их сепарации в закрученном потоке.

В основу изобретения положена задача повышения экономической эффективности плазмотермического процесса получения синтез-газа высокого качества из отходов различных пластмасс практически любой крупности.

Поставленная задача решается тем, что способ получения синтез-газа из отходов пластмасс включает спутную подачу дисперсного сырья и пароводяной плазмы, их смешение и последующую плазмотермическую газификацию сырья, отвод получающихся продуктов, при этом дисперсное сырье транспортируют потоком водяного пара и затем двухфазный поток дисперсного сырья вместе с пароводяной плазмой направляют на ванну расплава, образуемую за счет плавления непрореагировавшей части дисперсного сырья, затем отводят полученные продукты газификации в противотоке к исходному двухфазному потоку и закручивают его для улавливания и удаления твердых частиц.

Для обеспечения требуемого состава синтез-газа совместно с дисперсным сырьем подают метан.

Устройство для получения синтез-газа из отходов пластмасс содержит плазмотермический реактор, двухструйный плазмотрон, узлы регулируемого ввода дисперсного сырья и водяного пара, а также узлы вывода синтез-газа и твердых частиц, при этом плазмотермический реактор состоит из связанных газопроводом плазменного и циклонного реакторов. Плазменный реактор выполнен в форме стакана, закрытого сверху тепловым жаропрочным экраном, слоем теплоизоляции и водоохлаждаемой крышкой, через которые в плазменный реактор введены сопла электродных узлов двухструйного плазмотрона и сопла узла ввода сырья, снабженные устройством подачи водяного пара, охлаждаемые совместно с крышкой, причем отношение высоты плазменного реактора  $L$  к его диаметру  $D$  задают не менее 1,5. Нижняя часть циклонного реактора установлена ниже газохода и содержит камеру для улавливания, сбора и удаления твердых частиц. Узел ввода сырья содержит устройство для подачи метана.

Организация процесса газификации отходов пластмасс согласно предлагаемому способу обеспечивает деструкцию и газификацию сырья в потоке пароводяной плазмы и на поверхности расплава, смешение образующихся газовых компонентов с потоком пароводяной плазмы, движущихся противоточно, и эффективное перемешивание промежуточных продуктов газификации в циклонном реакторе, и возможность управления процессом за счет отдельной подачи пара в плазмотрон и узел ввода сырья, дополнительной подачи метана в узел ввода сырья.

Благодаря предлагаемому способу получения синтез-газа решается поставленная задача создания компактного и эффективного устройства, позволяющего на выходе из него получать синтез-газ

заданного состава и качества.

Указанные признаки не выявлены в других технических решениях при изучении уровня данной области техники, и, следовательно, решение является новым и имеет изобретательский уровень.

На фиг. 1 схематично показан фронтальный вид устройства для получения синтез-газа из отходов пластмасс.

На фиг. 2 - вид сверху на данное устройство в сечении А-А.

На фиг. 3 - вид на плазменный реактор в сечении В-В.

Устройство для получения синтез-газа из отходов пластмасс включает плазменный реактор 1, циклонный реактор 2, газоход 3, которые выполнены из жаропрочного материала 4, окружены теплоизолятором 5 и находятся в общем кожухе 6. Сверху реактора 1 установлены последовательно тепловой экран 7 из жаропрочного материала 4 и водоохлаждаемая крышка 8, между которыми проложен слой теплоизолятора 5. Через них внутрь реактора введены сопла электродных узлов 9, 10 двухструйного плазмотрона и одно сопло 11 или более узла ввода дисперсного сырья 12 и водяного пара в реактор 1. Устройство включает также узлы подачи метана 13, узел вывода синтез-газа 14, узел сбора твердых частиц 15, узел вывода твердых частиц 16.

При помощи двухструйного пароводяного плазмотрона производят разогрев плазменного 1 и циклонного реактора 2, газохода 3. При разогреве пар подается как через узел ввода в электродные узлы 9, 10 двухструйного плазмотрона, так и в сопло 11 узла ввода сырья 12. После нагрева плазмотермического реактора до температуры не менее 1200°C через узел ввода сырья 12 начинают подавать отходы пластмасс. При этом устанавливают соотношение мощности плазмотрона и количества вводимых сырья и пара таким, чтобы поддерживалась температура стенки реакторов 1 и 2 не менее 1200°C, а температура отходящего синтез-газа на выходе из циклонного реактора 2 также была не менее 1200°C. Соотношение между количествами подаваемых отходов пластмасс и пара выдерживают в соответствии со стехиометрией реакции газификации (например, для полиэтилена  $C_2H_2 + 2H_2O \rightarrow 2CO + 4H_2$ ) с избытком пара в 5-10%.

Двухфазная струя, образованная пароводяной плазмой и дисперсными частицами, натекает на дно плазменного реактора, где образуется ванна расплава, в которой происходит плавление, деструкция и газификация подаваемого сырья. Продукты газификации движутся по периферии плазменного реактора к отводящему газоходу 3. Двигаясь навстречу плазменной струе, газообразные продукты перемешиваются и на входе в газоход 3 представляют собой в основном синтез-газ из CO и H<sub>2</sub>, но с достаточно высоким содержанием других компонентов (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, CH<sub>4</sub> и др.). Качество синтез-газа на выходе из плазменного реактора зависит от условий смешения реагирующих компонентов и времени нахождения их в плазменном реакторе. Эти факторы в значительной мере определяются размерами реактора: оптимальное соотношение длины реактора L, отсчитываемой от точки пересечения осей электродных узлов до дна плазменного реактора, к его диаметру, не менее 1,5. При этом реализуется эффективное перемешивание реагирующих компонентов, а время нахождения составляет не менее 0,2-0,3 сек.

Из плазменного реактора 1 отходящий газ тангенциально вводится в циклонный реактор 2, в котором за счет эффективного перемешивания в закрученном потоке всех реагентов происходит газификация углеводородов, поступивших из плазменного реактора, и синтез-газ высокого качества отводится далее через узел вывода 14 к потребителю. Для закрученных потоков характерным является сепарация на стенку твердых частиц, которые могут возникать при переработке пластмасс с неорганическими наполнителями. Поэтому в нижней части циклонного реактора, ниже газохода 3 предусмотрена камера 15 для сбора твердых частиц и узел их вывода 16. Состав газифицируемых смесей пластмасс может оказаться таким, что соотношение H<sub>2</sub>/CO будет отличаться от необходимой величины, равной 2. Для

поддержания величины  $H_2/CO \approx 2$  в получаемом синтез-газе в устройстве ввода сырья через узел 13 подается метан в необходимом соотношении с подаваемыми паром и отходами пластмасс.

Предложенный способ был реализован при следующих условиях: диаметр плазменного реактора - 0,3 м, его высота - 0,45 м; диаметр циклонного реактора - 0,24 м, его высота - 0,75 м; расход полиэтилена в виде гранул диаметром 3-5 мм - 10-20 кг/час; расход пара - 15-25 кг/час; мощность плазмотрона - 50-100 кВт. При этом был получен синтез-газ с отношением H<sub>2</sub>/CO, близким к 2, и с содержанием других компонентов менее 1%.

Преимуществом предлагаемого изобретения является повышение экономической эффективности процесса получения синтез-газа высокого качества из дробленых отходов различных пластмасс крупностью в несколько миллиметров в компактном плазмотермическом реакторе за одну технологическую стадию.

#### Формула изобретения

1. Способ получения синтез-газа из отходов пластмасс, включающий спутную подачу дисперсного сырья и пароводяной плазмы, их смешение и последующую плазмотермическую газификацию сырья, отвод получающихся продуктов, отличающийся тем, что дисперсное сырье транспортируют потоком водяного пара и затем двухфазный поток дисперсного сырья вместе с пароводяной плазмой направляют на ванну расплава, образуемую за счет плавления непрореагировавшей части дисперсного

сырья, затем отводят полученные продукты газификации в противотоке к исходному двухфазному потоку и закручивают его для улавливания и удаления твердых частиц.

2. Способ получения синтез-газа по п.1, отличающийся тем, что совместно с дисперсным сырьем подают метан.

3. Устройство для получения синтез-газа из отходов пластмасс, содержащее плазмотермический реактор, двухструйный плазмотрон, узел регулируемого ввода дисперсного сырья, а также узлы вывода синтез-газа и твердых частиц, отличающееся тем, что плазмотермический реактор состоит из связанных газопроводом плазменного и циклонного реакторов, при этом плазменный реактор выполнен в форме стакана, закрытого сверху тепловым жаропрочным экраном, слоем теплоизоляции и водоохлаждаемой крышкой, через которые в плазменный реактор введены сопла электродных узлов двухструйного плазмотрона, а также сопла узла ввода сырья, снабженные устройством подачи водяного пара, причем отношение высоты плазменного реактора  $L$  к его диаметру  $D$  задают не менее 1,5, а нижняя часть циклонного реактора установлена ниже газопровода и содержит камеру для улавливания, сбора и удаления твердых частиц.

4. Устройство для получения синтез-газа по п.3, отличающееся тем, что узел ввода сырья содержит устройство для подачи метана.

## РИСУНКИ

[Рисунок 1](#), [Рисунок 2](#), [Рисунок 3](#)