

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 20241

(13) С1

(46) 2016.08.30

(51) МПК

F 23G 5/027 (2006.01)

C 10B 53/00 (2006.01)

## (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ КОНВЕРСИИ РАСТИТЕЛЬНОЙ БИОМАССЫ

(21) Номер заявки: а 20121783

(22) 2012.12.20

(43) 2014.08.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Василевич Сергей Владимирович; Малько Михаил Владимирович; Богач Владимир Николаевич; Пальченок Геннадий Иванович; Пинчуков Виталий Юрьевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ВУ 15605 С1, 2012.

RU 2182684 С2, 2002.

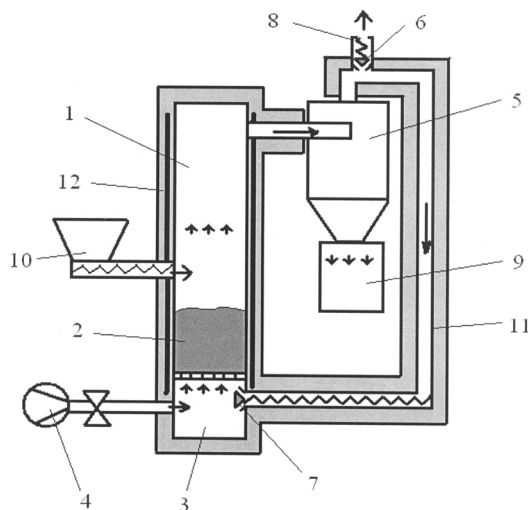
RU 2434929 С2, 2011.

RU 97727 U1, 2010.

RU 2075501 С1, 1997.

(57)

Устройство для термохимической конверсии растительной биомассы, включающее реактор конверсии, содержащий установленную в его нижней части камеру окисления, выполненную с возможностью размещения на ней кипящего слоя; питатель для подачи растительной биомассы в реактор конверсии; поверхностный нагреватель для наружного обогрева корпуса реактора конверсии; компрессор, соединенный с камерой окисления; циклон для газообразных и жидких продуктов, связанный с реактором конверсии, и бункер для жидких продуктов, расположенный под циклоном, отличающееся тем, что содержит теплоизолированную трубу, выход которой соединен с камерой окисления и оснащен клапаном, выполненным с возможностью предотвращения обратного перетекания газообразных продуктов, вход теплоизолированной трубы соединен с циклоном, и трубопровод с регулировочным клапаном, соединенный с теплоизолированной трубой с возможностью отвода части газообразных продуктов.



ВУ 20241 С1 2016.08.30

Изобретение относится к области химической технологии, в частности к устройствам для получения углеводородных топлив, и может найти применение в химической отрасли промышленности.

Известно, что в настоящее время наиболее перспективной является схема термохимической конверсии растительной биомассы с непрямым подводом тепла в сдвоенном реакторе кипящего слоя. Термохимическая конверсия растительной биомассы с непрямым подводом теплоты, описанная в [1], представляет собой процесс газификации и частичного окисления сырья в отдельных реакторах, между которыми осуществляется замкнутая циркуляция материала слоя в качестве промежуточного теплоносителя. Это обеспечивает подвод необходимого количества тепла в зону газификации.

Известно устройство для термохимической конверсии угля [2], которое включает реактор газификации, реактор разложения и реактор окисления, соединенные между собой полыми трубками. Первый реактор снабжен питателем для подачи биомассы (угля) для газификации. Во всех реакторах находятся циркулирующий кипящий слой. Этот слой непрерывно циркулирует между реакторами, перемещаясь из одного реактора в другой. Циркуляция обеспечивается тем, что в реакторы подаются газы для псевдооживления слоев (водяной пар через систему подачи пара и воздух через систему подачи воздуха). Газы подаются под различным давлением. Благодаря этому между реакторами осуществляется циркуляция газов и материала циркулирующего кипящего слоя.

Достоинством данного устройства является обеспечение непрямого подвода теплоты с внутренним источником энергии, активное перемешивание дисперсного материала.

Недостатками устройства являются достаточно большой расход воздуха в топке для поддержания циркулирующего кипящего слоя, сложность конструкции и необходимость поддерживать высокие температуры и давление.

Известно устройство термохимической конверсии растительной биомассы с непрямым подводом тепла [3] - прототип, включающее реактор газификации и соединенный с ним полыми трубами реактор разложения  $\text{CaCO}_3$ , содержащие смесь псевдооживленных водяным паром и воздухом твердых частиц  $\text{CaO}$  и  $\text{CaCO}_3$ , питатель для подачи растительной биомассы, поверхностные нагреватели реакторов, систему подачи пара и систему подачи воздуха. Реактор разложения  $\text{CaCO}_3$  снабжен питателем доломита и расположенной в реакторе секцией сжигания растительной биомассы с питателем для подачи растительной биомассы, а также циклоном, связанным с реактором газификации и реактором разложения  $\text{CaCO}_3$ , верхним сифоном кипящего слоя, связанным с циклоном и реактором разложения  $\text{CaCO}_3$ , и нижним сифоном кипящего слоя, связанным с реактором газификации и реактором разложения  $\text{CaCO}_3$ .

Достоинством данного устройства является обеспечение непрямого подвода теплоты, активное перемешивание дисперсного материала и, как следствие, постоянство температуры по объему камер.

Недостатком является необходимость сжигания части растительной биомассы в топке циркулирующего кипящего слоя, выработки пара для псевдооживления слоя в реакторе конверсии, а также достаточно большой расход воздуха в топке для поддержания циркулирующего кипящего слоя, что ведет к увеличению себестоимости получаемых продуктов.

Задачей предлагаемого изобретения является создание более эффективного и дешевого устройства для термохимической конверсии растительной биомассы.

Задача решается следующим образом.

Устройство для термохимической конверсии растительной биомассы, включающее реактор конверсии, содержащий установленную в его нижней части камеру окисления, выполненную с возможностью размещения на ней кипящего слоя; питатель для подачи растительной биомассы в реактор конверсии; поверхностный нагреватель для наружного обогрева корпуса реактора конверсии; компрессор, соединенный с камерой окисления;

циклон для газообразных и жидких продуктов, связанный с реактором конверсии, и бункер для жидких продуктов, расположенный над циклоном, содержит теплоизоляционную трубу, выход которой соединен с камерой окисления и оснащен клапаном, выполненным с возможностью предотвращения обратного перетекания газообразных продуктов, вход теплоизоляционной трубы соединен с циклоном, и трубопровод с регулировочным клапаном, соединенный с теплоизоляционной трубой с возможностью отвода части газообразных продуктов.

Таким образом, предлагаемое устройство для термохимической конверсии растительной биомассы исключает необходимость использования системы подачи инертных газов (например, азот, углекислый газ и др.) и водяного пара для псевдооживления кипящего слоя в реакторе конверсии, а также обеспечения циркуляции кипящего слоя, что решает задачу снижения себестоимости вырабатываемых продуктов термохимической конверсии растительной биомассы.

На фигуре показана схема предлагаемого устройства для осуществления способа термохимической конверсии растительной биомассы.

Устройство для термохимической конверсии растительной биомассы включает реактор 1 конверсии, внутри которого располагается кипящий слой 2 и камера 3 окисления, компрессор 4, циклон 5, клапаны 6 и 7, трубопровод 8, бункер 9, питатель 10, трубу 11 и поверхностный нагреватель 12.

Перед пуском устройства материал кипящего слоя (смесь кварцевого песка и катализатора) засыпают в реактор 1 конверсии. Газоплотный бункер питателя 9 заполняют растительной биомассой, например древесными опилками. Воздух, нагнетаемый компрессором 4, поступает в камеру 3 окисления, затем переходит в реактор 1 конверсии для псевдооживления кипящего слоя 2. Включается поверхностный нагреватель 12 для наружного обогрева корпуса реактора 1 конверсии.

Температура кипящего слоя 3 реактора 1 конверсии доводится до необходимого режима (от 400 до 1200 °С), после чего нагреватель 12 выключают. Затем в реактор 1 конверсии с помощью питателя 10 подается растительная биомасса. В реакторе 1 происходит термохимическая конверсия растительной биомассы с получением газообразных, жидких и твердых продуктов. Твердые продукты (кокс), обладающие каталитическими свойствами, составляют часть кипящего слоя. Газообразные и жидкие продукты поступают из реактора 1 конверсии в циклон 5, где жидкие продукты конденсируются и стекают в бункер 9. Часть газообразных продуктов отводится на отбор газа через трубопровод 8. Количество отводимых газообразных продуктов регулируется клапаном 6 и изменением расхода подаваемой растительной биомассы. Остальная часть газообразных продуктов переходит через теплоизолированную трубу 11 в камеру 3 окисления. При этом клапан 7 предотвращает обратное перетекание газа, обеспечивая циркуляцию генераторного газа. Одновременно в камеру 3 подается воздух из компрессора 4. В состав газообразных продуктов входят горючие компоненты ( $H_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$ ). Температура поступающего генераторного газа выше температуры самовозгорания (350 °С). В камере 3 происходит возгорание газообразных продуктов с выделением газообразных продуктов окисления ( $CO_2$ ,  $CO$ ,  $N_2$  и др.) и тепловой энергии. Газообразные продукты окисления поступают в реактор 1 конверсии, обеспечивая псевдооживление кипящего слоя 2, а тепло, выделяемое при сжигании генераторного газа, идет на разогрев кипящего слоя 2 и обеспечение необходимого температурного режима для термохимической конверсии растительной биомассы в реакторе 1.

Температура слоя в реакторе 1 конверсии регулируется путем изменения расхода подаваемого воздуха в камеру 3 окисления.

Таким образом, разработанная схема позволяет псевдооживлять кипящий слой в реакторе продуктами термохимической конверсии, минимизируя дополнительную подачу псевдооживляющих газов. К тому же поддержание необходимых температурных режимов обеспечивается внутренним источником теплоты (энергией, выделяемой при сжигании

# BY 20241 C1 2016.08.30

части газообразных продуктов конверсии). Это дает возможность проводить более экономичный процесс получения газообразных и жидких продуктов термохимической конверсии растительной биомассы.

Источники информации:

1. Stahl K., Walheid L., Morris M., Johnsson U., Gardmark L. Biomass IGCC at Varnamo, Sweden, past and future // GCEP Energy Workshop. - 2004. - P. 1-16.
2. Патент RU 2290428, МПК С 10J 3/54, 3/54, 2002.
3. Патент BY 15605, МПК С 10J 3/54, В 01J 7/00, 2011 (прототип).