



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
C10J 3/06 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2023133871, 19.12.2023
(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.12.2023
Дата регистрации:
25.10.2024
Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 19.12.2023
(45) Опубликовано: 25.10.2024 Бюл. № 30
Адрес для переписки:
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
Центр интеллектуальной собственности,
Шульгин Дмитрий Борисович

(72) Автор(ы):
Никитин Александр Дмитриевич (RU),
Масленников Георгий Евгеньевич (RU),
Мусихин Андрей Евгеньевич (RU),
Плотников Леонид Валерьевич (RU),
Богатова Татьяна Феокистовна (RU),
Рыжков Александр Филиппович (RU)
(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина" (RU)
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 1798363 A1, 28.02.1993. RU 199402
U1, 31.08.2020. SU 831087 A3, 15.05.1981. BY 9767
C1, 30.10.2007. US 4309195 A1, 05.01.1982. DE
2742222 C2, 20.08.1987.

(54) ГАЗИФИКАТОР ПОТОЧНОГО ТИПА ДЛЯ НИЗКОСОРТНОГО ТОПЛИВА

(57) Реферат:
Изобретение относится к теплоэнергетике, в частности к оборудованию для получения синтез-газа из твердого топлива с широким гранулометрическим составом и повышенной влажностью. Газификатор поточного типа для низкосортного топлива содержит корпус, верхняя часть которого имеет цилиндрическую форму, а нижняя часть которого имеет коническую форму, узел подачи топлива, расположенный в конической части корпуса газификатора, узел выхода золы и синтез-газа, размещенный в крышке корпуса газификатора, узел подачи газифицирующего агента, узел подачи топлива расположен в верхней части конической части корпуса, узел подачи первичного газифицирующего агента размещен в нижней части конического участка корпуса газификатора по его оси, узел подачи вторичного газифицирующего агента расположен в середине

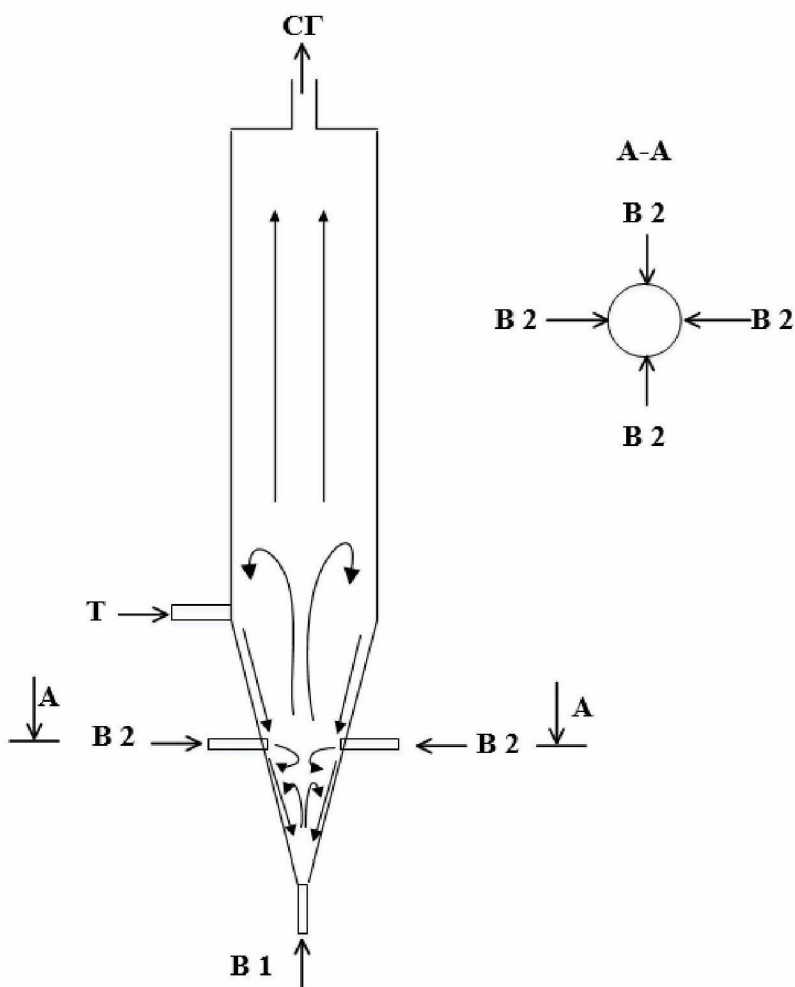
конического участка корпуса газификатора, при этом узлы подачи газифицирующего агента в нижней и средней частях конического участка корпуса газификатора выполнены с возможностью изменения соотношения расхода первичного и вторичного газифицирующего агента для обеспечения регулирования интенсивности циркуляции частиц в коническом участке корпуса газификатора при изменении характеристик перерабатываемого сырья. За счет изменения соотношения расхода первичного и вторичного воздуха осуществляется регулирование интенсивности циркуляции частиц в коническом участке при изменении влажности топлива. При работе на топливе с повышенной влажностью расход первичного воздуха увеличивается для интенсификации циркуляции частиц. При работе на топливе с низкой влажностью расход первичного воздуха

RU 2 829 149 C1

RU 2 829 149 C1

уменьшается для снижения скорости струи газа на оси реактора, за счет чего уменьшается количество частиц, уносимых из циркулирующего слоя. Техническим результатом изобретения является повышение эффективности и

производительности процесса газификации, а также повышение коэффициента использования топлива за счет возможности работы с топливом широкого фракционного состава и различной влажности. 4 з.п. ф-лы, 1 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
C10J 3/06 (2024.01)

(21)(22) Application: **2023133871, 19.12.2023**

(24) Effective date for property rights:
19.12.2023

Registration date:
25.10.2024

Priority:

(22) Date of filing: **19.12.2023**

(45) Date of publication: **25.10.2024** Bull. № 30

Mail address:

**620002, g. Ekaterinburg, ul. Mira, 19, UrFU, Tsentr
intelektualnoj sobstvennosti, Shulgin Dmitrij
Borisovich**

(72) Inventor(s):

**Nikitin Aleksandr Dmitrievich (RU),
Maslennikov Georgii Evgenevich (RU),
Musikhin Andrei Evgenevich (RU),
Plotnikov Leonid Valerevich (RU),
Bogatova Tatiana Feoktistovna (RU),
Ryzhkov Aleksandr Filippovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal State Autonomous Educational
Institution of Higher Education Ural Federal
University named after the first President of
Russia B.N.Yeltsin (RU)**

(54) **IN-LINE GASIFIER FOR LOW-GRADE FUEL**

(57) Abstract:

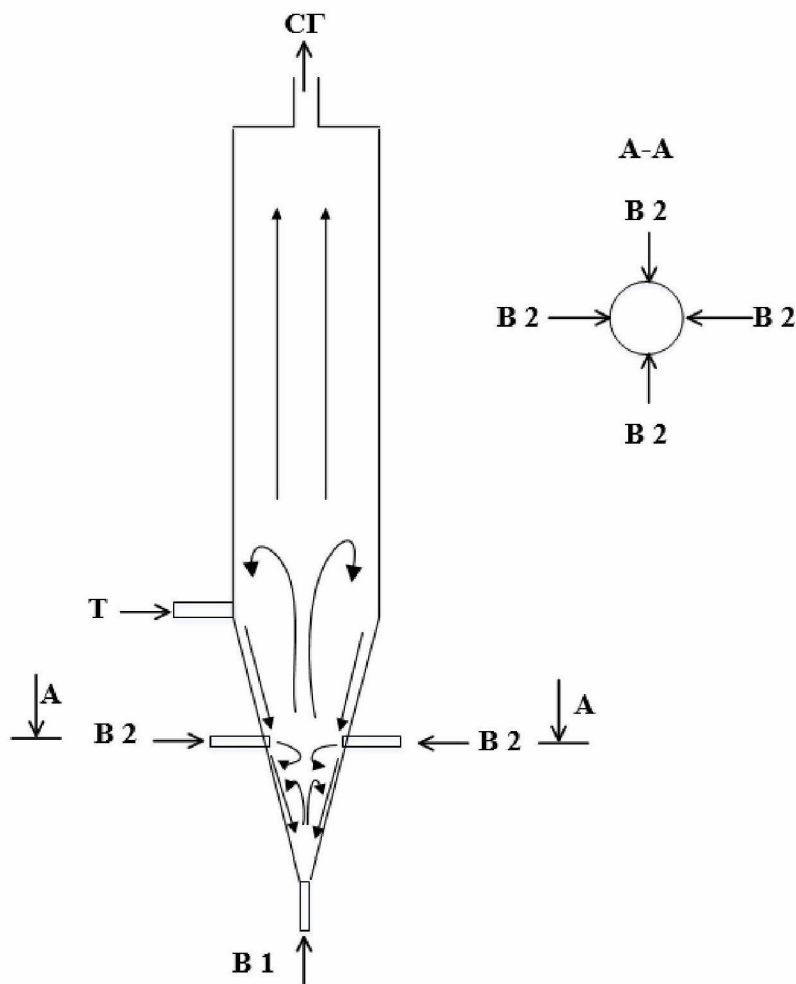
FIELD: heat power engineering.

SUBSTANCE: invention relates to equipment for producing synthesis gas from solid fuel with a wide grain size and high humidity. In-line gasifier for low-grade fuel comprises a housing, the upper part of which has a cylindrical shape, and the lower part of which has a conical shape, fuel supply unit located in the conical part of the gasifier housing, the ash and synthesis gas outlet unit located in the gasifier housing cover, the gasifying agent supply unit, fuel supply unit is located in the upper part of the conical part of the housing, the primary gasifying agent supply unit is located in the lower part of the conical section of the gasifier housing along its axis, secondary gasifying agent supply unit is located in the middle of the conical section of the gasifier housing, at that, the gasifying agent supply units in the lower and middle parts of the conical section of the gasifier housing are made with the possibility of changing the ratio of the flow rate of the primary and

a secondary gasifying agent to control the intensity of circulation of particles in the conical section of the gasifier housing when characteristics of the processed material change. Due to the change in the ratio of the primary and secondary air flow rate, the particles circulation intensity in the conical section is controlled with the fuel moisture content change. When operating on fuel with high humidity, primary air flow rate increases to intensify particle circulation. When operating on fuel with low humidity, primary air flow rate is reduced to reduce the speed of the gas jet on the axis of the reactor, due to which the number of particles carried away from the circulating layer is reduced.

EFFECT: increased efficiency and efficiency of gasification process, as well as increased coefficient of fuel utilization due to possibility of operation with fuel of wide fractional composition and different moisture content.

5 cl, 1 dwg



Фиг. 1

Область техники

Изобретение относится к теплоэнергетике, в частности к оборудованию для получения синтез-газа из твердого топлива с широким гранулометрическим составом и повышенной влажностью.

5 Уровень техники

Известно устройство для получения синтез-газа, метана, аммония, жидких моторных топлив и других ценных химических продуктов и соединений из угольной пыли [патент РФ №165512, опубликован 20.10.2016.]. Установка включает вертикальную камеру газификации, устройство для подачи угля, систему подачи окислителя, устройство для
10 отвода генераторного газа, устройство для подвода наноматериалов и устройство для впрыска воды, лопастной аппарат, камеру-дозатор с регулирующим клапаном. Задачей является повышение эффективности и производительности процесса газификации, а также повышение коэффициента использования топлива. Задача решается за счет увеличения эффективности использования наноматериалов, отсутствия агломерации
15 частиц угольной пыли и увеличения поверхности реагирования углерода с окислителем.

Недостатками данного решения являются жесткие требования к предварительной подготовке (гранулометрическому составу) исходного топлива (угольная пыль), применение наноматериалов, что повышает издержки при любой степени использования наноматериалов а также наличие устройства для разгрузки золы из нижней части
20 аппарата.

Известно устройство для газификации гранулированного твердого топлива и предназначенное для использования в энергетике, газовой и химической промышленности для получения синтез-газа и газа-сырца [патент РФ №2486228, опубликован 27.06.2013.]. Газогенератор включает закрытый реакционный сосуд,
25 содержащий псевдоожиженный слой, образуемый топливом, установленный в верхней части питающий шлюз для непрерывной загрузки топлива, установленный под воронкообразным сужением днища верхний затвор для выгрузки образующейся золы в шлюз золоудаления, вращающуюся колосниковую решетку, встроенную над воронкообразным сужением днища, с возможностью введения через нее
30 газифицирующего агента снизу в псевдоожиженный слой и выгрузки через нее образующейся золы посредством воронкообразного сужения и примыкающего к нему трубчатого участка в шлюз золоудаления. В трубчатый участок встроен шиберный затвор. Изобретение позволяет обеспечить непрерывную выгрузку золы без прерывания протекания процесса и отрицательного влияния на давление и температуру процесса,
35 а также позволяет обеспечить непрерывную работу вращающейся колосниковой решетки.

Недостатком данного решения являются невозможность обработки пылевидной фракции, что усложняет подготовку топлива (гранулирование) и сужает топливную базу, использование в качестве газифицирующего агента кислорода, что требует
40 дорогостоящей воздухо-разделительной установки, наличие сложного устройства для разгрузки золы (вращающаяся колосниковая решетка), а также высокие температуры в нижней части реактора до 1500°C, создающие риски для твердого шлакоудаления.

Наиболее близким к заявленному изобретению решением, рассмотренным в качестве прототипа, является устройство газификатора с захваченным слоем [Development of
45 Bio Jet Fuel Production System Atsushi Fujii, Kosuke Inada, Hideaki Takahashi, Katsuhiko Shinoda / Mitsubishi Heavy Industries Technical Review Vol. 58 No. 3 (September 2021)], содержащее верхний цилиндрический участок, нижний конический участок, устройство подачи топлива, расположенное в средней части конического участка, устройство для

выхода золы и синтез-газа расположенное в крышке реактора. В качестве газифицирующего агента в известном устройстве используется смесь кислорода и пара, а подача газифицирующего агента осуществляется локально через сопло, расположенное в нижней части конического участка, перпендикулярно оси реактора.

- 5 Недостатком данного решения является использование в качестве газифицирующего агента кислорода, что требует дорогостоящей установки разделения воздуха, нерентабельной для комплексов малой энергетики. Кроме того, в решении отсутствует возможность регулирования интенсивности циркуляции частиц в коническом участке при изменении характеристик перерабатываемого сырья, например, влажности
- 10 биомассы, требует дополнительной подготовки сырья, например, предварительной сушки биомассы, требующей значительных энергозатрат. Применение сопла стандартного круглого сечения не создает первичной турбулизации входного потока, что способствует образованию и оседанию кластеров из свежих частиц с протеканием их пиролиза в безокислительной среде, приводящего к интенсивному смоло- и
- 15 сажеобразованию.

Раскрытие сущности изобретения

- Предлагаемый газификатор поточного типа для низкосортного топлива содержит корпус, верхняя часть которого имеет цилиндрическую форму, а нижняя часть которого имеет коническую форму; узел подачи топлива, расположенный в верхней части
- 20 конической части корпуса; узел выхода золы и синтез-газа, расположенный в крышке корпуса, узлы подачи газифицирующего агента. Узел подачи первичного газифицирующего агента расположен в нижней части конического участка корпуса газификатора по его оси, узел подачи вторичного газифицирующего агента расположен в середине конического участка корпуса газификатора. В качестве газифицирующего
- 25 агента используется воздух.

- Узлы подачи газифицирующего агента в нижней и средней частях конического участка выполнены с возможностью изменения соотношения расхода первичного и вторичного газифицирующего агента для обеспечения регулирования интенсивности циркуляции частиц в коническом участке при изменении характеристик
- 30 перерабатываемого сырья. В частности, при работе на топливе с повышенной влажностью расход первичного газифицирующего агента увеличивается для интенсификации циркуляции частиц. При работе на топливе с низкой влажностью расход первичного газифицирующего агента уменьшается для снижения скорости струи газа на оси реактора, за счет чего уменьшается количество частиц, уносимых из
- 35 циркулирующего слоя.

- Узел подачи первичного газифицирующего агента в нижней части выполнен в виде сопла с сечением треугольной формы, что по сравнению с соплом круглой формы формирует повышенную турбулизацию входящего в установку потока первичного газифицирующего агента. Узел подачи вторичного газифицирующего агента в средней
- 40 части конического участка включает в себя по меньшей мере 4 сопла и выполнен с возможностью изменения азимутальной и вертикальной ориентации входящих в установку струй за счет перенастройки углов наклона сопла в корпусе газификатора.

- Техническим результатом заявляемого решения является повышение эффективности и производительности процесса газификации, а также повышение коэффициента
- 45 использования топлива за счет возможности работы с топливом широкого фракционного состава и различной влажности.

Данный результат достигается за счет изменения соотношения первичного и вторичного газифицирующего агента, в результате чего осуществляется регулирование

интенсивности циркуляции частиц в коническом участке при изменении влажности топлива. При работе на топливе с повышенной влажностью расход первичного газифицирующего агента увеличивается для интенсификации циркуляции частиц. При работе на топливе с низкой влажностью расход первичного газифицирующего агента уменьшается для снижения скорости струи газа на оси реактора, за счет чего уменьшается количество частиц, уносимых из циркулирующего слоя.

Кроме того, предлагаемое решение обеспечивает устойчивое воспламенение частиц и пиролизных газов при сжигании биомассы широкого фракционного состава и различной влажности. Данный результат достигается за счет определенной длины цилиндрической части и определенного соотношения между диаметром цилиндрической части и расходом топлива, что обеспечивает определенную скорость в цилиндрическом участке, при которой уносимые мелкие частицы топлива и коксового остатка полностью газифицируются за время подъема по цилиндрической части. Крупные частицы топлива циркулируют и частично газифицируются в коническом участке, пока их размер не станет достаточным для полной газификации в цилиндрическом участке. Влажные частицы топлива за счет большей массы циркулируют в нижней части конуса, пока не высохнут.

Предлагаемое решение позволяет также устранить спекание частиц между собой. Данный результат достигается за счет определенного соотношения объема конического участка и расхода топлива, в результате средняя порозность циркулирующего аэрофонтанного слоя в коническом участке составляла 0,95-0,98, что обеспечивает отсутствие спекания частиц топлива между собой.

При применении заявляемого решения отсутствует кластерообразование и снижается на 90% выход смол и сажи. Данный результат достигается за счет первичной турбулизации потока, что приводит к улучшению условий массоотдачи и массообмена с газообразным окислителем продуктов пиролиза. Это приводит к снижению выходу смол и сажи, повышению химического КПД газификации и качества производимого синтез-газа.

Краткое описание графических материалов

Сущность заявляемого изобретения поясняется графическими материалами, где на фиг. 1 приведена схема устройства реактора для газификации твердого топлива, где

V1 - подача первичного воздуха,

V2 - подача вторичного воздуха,

T - подача топлива,

СГ - выход синтез-газа и золы.

Осуществление изобретения

Реактор состоит из нижнего конического участка, верхнего цилиндрического участка и крышки с выходным отверстием. Подача первичного газифицирующего агента (воздуха) осуществляется через сопло с сечением треугольной формы снизу (по оси реактора). Подача вторичного газифицирующего агента (воздуха) осуществляется в середину конического участка перпендикулярно вертикальной оси реактора через четыре (и более) сопла. Подача топлива осуществляется в верхнюю часть конического участка. Мелкие частицы топлива уносятся восходящим потоком газа и газифицируются в цилиндрическом участке. Крупные частицы топлива опускаются вдоль стенок конического участка до сопла подачи первичного воздуха, где подхватываются восходящей струей и поднимаются вверх. По мере подъема частиц вследствие расширения поперечного сечения реактора скорость газа уменьшается, причем на оси реактора скорость газа остается выше, чем у стенок реактора. При снижении скорости

газа до критического значения, частицы начинают опускаться. В результате осуществляется циркуляция частиц с сепарацией их по размеру. В нижней части конического участка достигается повышенное содержание крупных частиц, в верхней части конического участка - мелких частиц. По мере уменьшения массы частицы за
 5 счет последовательных процессов сушки, пиролиза и газификации коксового остатка частицы поднимаются выше по конусу. Таким образом, в коническом участке последовательно (снизу вверх) формируются зоны сушки, пиролиза и газификации кокса. Синтез-газ и зола выходят сверху, через отверстие в крышке реактора.

Объем конического участка и расход топлива соотносятся таким образом, чтобы
 10 средняя порозность циркулирующего материала в коническом участке составляла 0,95-0,98. Такая высокая порозность обеспечивает отсутствие спекания частиц топлива между собой. Соотношение топлива и воздуха обеспечивает температуру на выходе из реактора 900-1000°C.

За счет определенной длины цилиндрической части и определенного соотношения
 15 между диаметром цилиндрической части и расходом топлива достигается определенная скорость в цилиндрическом участке, при которой уносимые мелкие частицы топлива и коксового остатка полностью газифицируются за время подъема по цилиндрической части. Крупные частицы топлива циркулируют и частично газифицируются в коническом участке, пока их размер не станет достаточным для полной газификации в
 20 цилиндрическом участке. Влажные частицы топлива за счет большей массы циркулируют в нижней части конуса, пока не высохнут. За счет циркуляции частиц осуществляется выравнивание температуры по высоте конического участка и достигается устойчивое воспламенение частиц и пиролизных газов.

Предлагаемое размещение узлов подачи первичного и вторичного газифицирующих
 25 агентов (первичный снизу, вторичный сбоку встречными струями) способствует формированию двух зон циркуляции по высоте конического участка и разделению зон пиролиза и газификации. Разложение и частичное окисление выделяющихся из топлива в зоне пиролиза смол протекает с высокой скоростью на поверхности частиц кокса, которые циркулируют в зоне газификации. Минимальное содержание смол в синтез-
 30 газе достигается за счет высокой температуры и низкой концентрации частиц.

За счет изменения соотношения первичного и вторичного газифицирующего агентов (воздуха) осуществляется регулирование циркуляции частиц в коническом участке при изменении влажности топлива. При работе на топливе с повышенной влажностью расход первичного газифицирующего агента увеличивается для интенсификации
 35 циркуляции частиц. При работе на топливе с низкой влажностью расход первичного газифицирующего агента уменьшается для снижения скорости струи газа на оси реактора, за счет чего уменьшается количество частиц, уносимых из циркулирующего слоя.

(57) Формула изобретения

1. Газификатор поточного типа для низкосортного топлива, содержащий корпус, верхняя часть которого имеет цилиндрическую форму, а нижняя часть которого имеет коническую форму, узел подачи топлива, расположенный в конической части корпуса газификатора, узел выхода золы и синтез-газа, размещенный в крышке корпуса
 45 газификатора, узел подачи газифицирующего агента, отличающийся тем, что узел подачи топлива расположен в верхней части конической части корпуса, узел подачи первичного газифицирующего агента размещен в нижней части конического участка корпуса газификатора по его оси, узел подачи вторичного газифицирующего агента

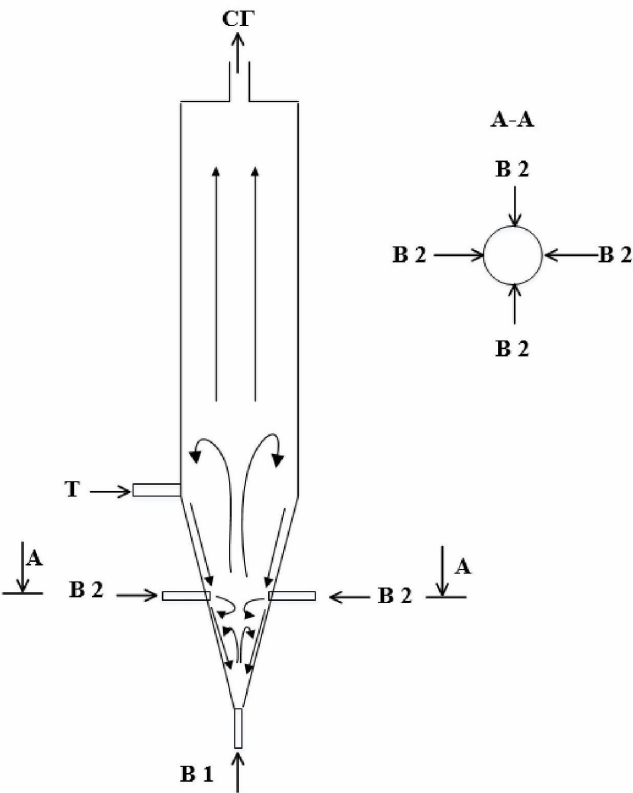
расположен в середине конического участка корпуса газификатора, при этом узлы подачи газифицирующего агента в нижней и средней частях конического участка корпуса газификатора выполнены с возможностью изменения соотношения расхода первичного и вторичного газифицирующего агента для обеспечения регулирования интенсивности циркуляции частиц в коническом участке корпуса газификатора при изменении характеристик перерабатываемого сырья.

2. Газификатор по п.1, отличающийся тем, что в качестве газифицирующего агента используют воздух.

3. Газификатор по п.1, отличающийся тем, что узел подачи первичного газифицирующего агента в нижней части выполнен в виде сопла с сечением треугольной формы.

4. Газификатор по п.1, отличающийся тем, что узел подачи вторичного газифицирующего агента в средней части конического участка включает в себя по меньшей мере 4 сопла с сечением круглой формы.

5. Газификатор по п.1, отличающийся тем, что узел подачи вторичного газифицирующего агента в средней части конического участка выполнен с возможностью изменения азимутальной и вертикальной ориентации выходящих струй за счет перенастройки углов наклона корпуса сопла в корпусе газификатора.



Фиг. 1