

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039225**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.12.20

(21) Номер заявки
201900096

(22) Дата подачи заявки
2018.10.23

(51) Int. Cl. **F23C 15/00** (2006.01)
F23G 5/027 (2006.01)
F23B 10/00 (2006.01)

(54) **ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОМПЛЕКС РЕЦИКЛИНГА ОТХОДОВ
ОРГАНИЧЕСКОГО И НЕОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВ**

(43) **2020.08.31**

(96) **2018/ЕА/0080 (ВУ) 2018.10.23**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ВОРОТНИКОВ НИКОЛАЙ
НИКОЛАЕВИЧ (ВУ)**

(56) EA-A1-201600395
EA-A1-201500009
RU-C1-2353856
RU-U1-153890
US-B2-6619214

(72) Изобретатель:
**Воротников Николай Николаевич,
Куровский Александр Васильевич,
Дробышевский Игорь Евгеньевич,
Конюшик Олег Николаевич, Черкас
Олег Михайлович, Воротникова
Татьяна Михайловна (ВУ)**

(57) Изобретение относится к физико-химическим процессам переработки избирательных видов сырья путем рециклинга - процесса возвращения отходов, сбросов и выбросов в процессы техногенеза, преимущественно на основе способов высокотемпературного рециклинга и устройств для сжигания топлива для получения горючих газов из твердого углеродсодержащего топлива. Технической задачей является обеспечение стабильности процесса последовательности фаз волнового движения пульсаций газопламенного потока в газоходной камере струйного резонирующего аппарата и улучшение конструктивных служебных свойств струйного резонирующего аппарата. Согласно изобретению струйный резонирующий аппарат выполнен в виде трубчато-углового сортамента, конек 17 которого оснащен по меньшей мере двумя петлевыми анкерами 18, 19; посредством натяжной штанги 20, снабженной крюком 21 на одном конце и накидной проушиной 22, вертикально штыревыми зацепами 23, 24, встроенными в переднюю и заднюю стенки 25, 26 футерованного корпуса 27. В струйном резонирующем аппарате 16 в боковых стенках 29, 30 по фиг. 2 расположены строчечно прямые сквозные гнезда 31, сопряженные по плотной посадке с прямыми вставными шипами 32, расположенными в подине 28, оппозитно гнездам 31, и снаружи замкнутыми угловым сварным швом 33 в пространстве. Боковые стенки 29, 30 сопряжены с подиной 28 с возможностью образования между собой трубчато-углового сортамента, внутренняя полость которого являет собой газоходную камеру 34.

B1**039225****039225 B1**

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к физико-химическим процессам переработки избирательных видов сырья путем рециклинга - процесса возвращения отходов, сбросов и выбросов в процессы техногенеза [ГОСТ 30772 2001], преимущественно на основе способов высокотемпературного рециклинга и устройств для сжигания топлива для получения горючих газов из твердого углеродсодержащего топлива в газогенераторных отопительных резонансно-ускорительных установках и может быть использовано в отопительно-энергетическом оборудовании для обогрева промышленных объектов, административных и жилых зданий.

Предпосылки создания изобретения

Рост потребления продуктов особенно в агрокомплексах и крупных городах приводит к увеличению объемов образования в агрокомплексах отходов органического происхождения и неорганического происхождения и в городах твердых бытовых отходов - ТБО, которые негативно воздействуют на окружающую среду, грунтовые и поверхностные воды, атмосферный воздух и почву, создавая определенную угрозу здоровью и жизни населения [1, с. 16, 18].

Среди способов и оборудования для термической переработки отходов неорганического происхождения, например автомобильных шин, широко применяется их пиролиз в агрегатных реакторах пиролизатора с последующей газификацией [1, с. 16], термическая переработка отходов органического происхождения, их высокотемпературная модификация - сжигание как рециклинг [1, с. 18].

Известен способ и устройство рециклинга путем термической переработки - пиролиза изношенных шин, включающий измельчение шин, подачу их через загрузочный бункер со шнеком, предварительный нагрев измельченных шин с применением горелочных устройств, их пиролиз в агрегатном реакторе пиролизатора в среде восстановительного газа, разделение продуктов пиролиза на жидкую фракцию конденсацией и твердую фракцию, удаление из твердой фракции неорганических включений, выброс дымовых газов в атмосферу, характеризуемый тем, что перед пиролизом измельченные шины нагревают обработкой пиролизным газом, пиролиз осуществляют в горизонтальном вращающемся агрегатном реакторе пиролизатора с внутренними направляющими ребрами при температуре 380-500°C; дымовые газы перед выбросом в атмосферу очищают от органических соединений дожигом в кислородной среде печи дожига, а от кислот и ангидридов кислот - обработкой водой; углеродную часть твердой фракции отделяют от металла и минеральных включений водной флотацией, устройство содержит теплообменник, скруббер для удаления из дымовых газов летучих кислот и ангидридов кислот, сборник воды, устройство отвода дымовых газов в атмосферу. В результате чего происходит более эффективное взаимодействие восстановительного пиролизного газа с резиной и эффективность деструкции загруженной массы значительно возрастает. Как следствие, более полная переработка резинового сырья, а также снижение затрат времени и мощности на проведение процесса пиролиза [2].

Известное техническое решение может использоваться для переработки изношенных шин и других резинотехнических изделий в жидкое топливо и твердый углеродный продукт - пирокарбон.

Пиролиз заключается в необратимом химическом изменении, например, структуры автопокрышек под действием повышенной температуры (650-900°C) без доступа или с ограниченным доступом кислорода с выделением горючего пиролизного газа-пирогаза. С помощью пиролиза можно перерабатывать такие составляющие неорганических отходов, как автопокрышки, пластмассы, отработанные масла, осадки сточных вод и т.п.

На большей части современных заводов по сжиганию твердых бытовых отходов (ТБО) используется хорошо себя зарекомендовавший способ рециклинга путем сжигания отходов неорганического и органического происхождения в слоевых топках газогенераторов на колосниковых решетках в современных модификациях, поскольку он не требует предварительной подготовки отходов и отличается высокой надежностью. В общеизвестной технологии рециклинга при термической переработке происходят такие процессы, как сушка, газификация и сжигание в реакторе мусоросжигательной печи или в газогенераторе.

Преимуществами слоевой топки газогенератора с колосниковыми решетками являются ее прочность и надежность, а также то, что не требуется дорогостоящая предварительная подготовка отходов - измельчение; можно без проблем подавать на сжигание топливо линейным размером до 1 м. В топке газогенератора возможно сжигать как подготовленные (прошедшие стадии селективного сбора и сортировки), так и неподготовленные отходы органических и неорганических производств и ТБО с широким диапазоном изменения теплоты сгорания.

Термическое обезвреживание отходов на современном уровне развития науки и техники гарантирует практически полное разрушение находящихся в отходах органических вредных веществ. Это достигается с помощью высоких температур (более 1000°C). Это относится также к диоксидам и фуранам, которые разрушаются более чем на 90%. При температуре 850°C диоксины расщепляются на их составные части [3].

Недостатками известных способов и устройств рециклинга путем термической переработки и пиролиза отходов органического и неорганического происхождения являются большой объем отходящих газов (5000-6000 м³ на 1 т отходов) и образование значительных количеств шлаков (около 25% по массе

или менее 10% по объему).

Технология прямого высокотемпературного сжигания как рециклинг твердых бытовых отходов при температуре 850-1300°C на колосниковой решетке не требует предварительной подготовки мусора, отличается высокой надежностью, обеспечивает выполнение экологических требований как по твердым, так и газообразным продуктам сгорания и позволяет резко снизить потребность в полигонах для складирования остатков переработанных ТБО [3, с. 18].

Механический перенос этого процесса прямого сжигания для широкомасштабной термической переработки ТБО не может быть осуществлен: КПД газогенераторов из-за высокой температуры отводимых газов (1400-1600°C) очень низок из-за того, что в переработку поступает преимущественно органическое сырье, т.к. ТБО на 70-80% состоят из органических компонентов. При нагревании минеральные вещества переходят в жидкую фазу, а органические в газообразную [3].

Наиболее близким к заявляемому объекту высокотемпературного рециклинга неподготовленных отходов органического и неорганического производств по технической сущности является в виде прототипа конструкция газогенераторной отопительной резонансно-ускорительной установки, включающей футерованный корпус с топливной камерой, оснащенной зольником; клапаном подачи первичного воздуха; жаровой камерой с клапаном подачи вторичного воздуха; струйный резонирующий аппарат с газоходной камерой; систему для подачи топлива, теплообменник для отопления потребителя, газодинамически связанный с топливной камерой, в которой газоходная камера струйного резонирующего аппарата выполнена треугольного сортамента, а боковые стенки газоходной камеры снизу замкнуты между собой подинной [4].

Газогенераторная отопительная резонансно-ускорительная установка реализует высокотемпературный способ рециклинга отходов органического и неорганического производств, включающий приготовление компонентов топливной смеси и их сжигание в виде жидко-твердого топлива в топливной камере газогенераторной отопительной резонансно-ускорительной установки, в которой путем высокотемпературного резонанса осуществляют термическое разложение топлива на смесь высокотемпературных газов (800-1500°C) с их последующим дожигом в жаровой трубе, которые подают газодинамически в теплообменник для отопления потребителя. Дымовые газы используют для рекуперации колосниковых решеток через зольниковые камеры [4].

Известный уровень техники, как и прототип, основанные на методике сжигания отходов, требует использование сложного в обслуживании оборудования и ограничен область применения состава углеводородсодержащих отходов. При высокотемпературном рециклинге значительные колебания температур влекут за собой термические деформации и преждевременный выход из строя некоторых элементов конструкции оборудования для сжигания, в частности сварного соединения газоходной камеры треугольного сортамента, боковые стенки которой снизу замкнуты между собой подинной. Сварное соединение подины с боковыми стенками не выдерживает термодинамических нагрузок и наблюдается частичное или полное выпадение подины.

Кроме того, конструкция подвеса струйного резонирующего аппарата - резонатора, в зависимости от компонентов перерабатываемых топливных отходов и мощности высокотемпературного комплекса рециклинга отходов органического и неорганического производств, не всегда технологично обеспечивает стабильность процесса последовательности фаз волнового движения пульсаций газопламенного потока в резонаторе, что нарушает технологическое течение процессов тепло- и массообмена между горячими газами и перерабатываемыми отходами.

Основными недостатками традиционных методов рециклинга путем пиролиза и термической переработки отходов органического и неорганического происхождения являются повышенные энергозатраты путем применения специальных средств с энергоносителями электрического или газомазутного происхождения для инициирования, например, пиролиза отходов; большой объем отходящих газов (5000-6000 м³ на 1 т отходов) и образование значительных количеств шлаков (около 25% по массе или менее 10% по объему).

Краткое изложение сущности изобретения

Техническая задача, на решение которой направлено изобретение, заключается в создании объекта, характеристики которого удовлетворяют заданным требованиям к высокотемпературному технологическому комплексу рециклинга отходов и его экологии.

Техническая задача, на решение которой направлено изобретение, заключается в создании объекта, характеристики которого удовлетворяют заданным требованиям к технологическому комплексу как способу высокотемпературного рециклинга путем использования возобновляемых источников энергии. Новая технология является экономичной и может рассматриваться как создающая источник альтернативной энергетики.

В основу изобретения поставлена техническая задача обеспечения стабильности процесса последовательности фаз волнового движения пульсаций газопламенного потока в газоходной камере струйного резонирующего аппарата и улучшения конструктивных служебных свойств струйного резонирующего аппарата, в частности сварного соединения подины с боковыми стенками для исключения нарушения стабильности течения процессов тепло- и массообмена между горячими газами и перерабатываемыми

отходами.

Техническая задача реализуется техническим результатом, определяющим новое свойство, улучшающее технические характеристики, проявляющиеся при использовании изобретения в виде разработки и создания высокотемпературного комплекса рециклинга отходов органического и неорганического производств, позволяющего за счет утилизации различных категорий отходов расширить технологические возможности высокотемпературного рециклинга для выработки новых источников энергии, что обеспечит энергетическую независимость предприятий от дорогостоящих энергоносителей, а при массовом использовании энергетическую безопасность государства в целом путем материализации технологического комплекса большой агрегатной производительности по перерабатываемым отходам.

Сущность изобретения выражается новой совокупностью признаков, необходимых и достаточных для осуществления изобретения с достижением указанного технического результата, и реализована тем, что в высокотемпературном комплексе рециклинга отходов органического и неорганического производств, включающем газогенераторную резонансно-ускорительную установку, футерованный корпус котловой с топливной камерой оснащенной струйным резонирующим аппаратом треугольного сортамента в сечении с газоходной камерой, зольником, клапаном подачи первичного воздуха, жаровой камерой с клапаном подачи вторичного воздуха, системами для подачи топлива и воды, и теплообменный аппарат для отопления потребителя, газодинамически связанный с топливной камерой согласно изобретению, струйный резонирующий аппарат выполнен в виде конструкции трубчато-треугольного сортамента, в боковых стенках которого выполнены расположенные строчечно прямые сквозные гнезда, сопряженные по плотной посадке с расположенными в подине прямыми вставными шипами, оппозитно гнездам, и снаружи замкнутыми угловым сварным швом, причем конек треугольного сортамента оснащен по меньшей мере двумя петлевыми анкерами, каждый из которых посредством натяжной штанги с крюком на одном конце и накидной проушиной на другом конце, соответственно, сцеплены с петлевыми анкерами струйного резонирующего аппарата и с вертикально штыревыми зацепами, встроенными в переднюю и заднюю стенки футерованного корпуса, причем между газогенераторной отопительной резонансно-ускорительной установкой и теплообменным аппаратом дополнительно встроена пиролизная камера для получения смеси горючих газов и тяжелых углеводородных соединений, вход которой газодинамически связан с жаровой трубой дожига топливных высокотемпературных газов, один из выходов пиролизной камеры газодинамически через вторичную камеру дожига избытка высокотемпературных газов связан с теплообменным аппаратом для отопления потребителя, а другой выход газодинамически через холодильную установку углеводородных соединений, соответственно тремя потоками, через выход А связан с накопителем смеси газов и кислотных соединений, через выход В с накопителем горючих углеводородов, через выход С с установкой для сжигания вторичных углеводородов в качестве печного топлива газоходом Д из накопителя горючих углеводородов, один из выходов Е установки, соответственно, связан с камерой кислотного воздействия горячими газами на зольный остаток, а другой выход F установки связан с паровым теплообменным аппаратом выработки и подачи пара в паровую турбину, соединенную с парозлектрогенератором для подачи электроэнергии через стабилизатор напряжения потребителю.

В высокотемпературном комплексе рециклинга петлевые анкера могут быть расположены в узле напряжений пульсаций горения пламени звуковой частоты в газоходной камере струйного резонирующего аппарата.

В высокотемпературном комплексе рециклинга петлевые анкера могут быть расположены в пучностях напряжений акустических пульсаций горения пламени звуковой частоты в газоходной камере струйного резонирующего аппарата.

В высокотемпературном комплексе рециклинга конек струйного резонирующего аппарата может быть оснащен по меньшей мере двумя парами петлевых анкеров: одна пара расположена в узле напряжений акустических пульсаций горения пламени звуковой частоты в газоходной камере струйного резонирующего аппарата, другая пара расположена в пучностях напряжений акустических пульсаций горения пламени звуковой частоты в газоходной камере струйного резонирующего аппарата.

В высокотемпературном комплексе рециклинга конек струйного резонирующего аппарата углового профиля может быть образован двумя цилиндрическими элементами арматурного и/или трубчатого сортамента.

В высокотемпературном комплексе рециклинга плоскость крюка натяжной штанги и плоскость накидной проушины могут быть расположены в взаимно пересекающихся плоскостях под прямым углом.

Установлено, что заявленное техническое решение не следует явным образом из известного уровня техники. Следовательно, заявленное изобретение соответствует критерию "изобретательский уровень".

Подробное описание предпочтительного примера осуществления изобретения

Для лучшего понимания изобретения оно поясняется чертежами, где

фиг. 1 представляет общий вид высокотемпературного комплекса рециклинга отходов органического и неорганического производств;

фиг. 2 - общий вид струйного резонирующего аппарата трубчато-углового сортамента, оснащенного двумя петлевыми анкерами;

фиг. 3, 4 - фрагмент струйного резонирующего аппарата, в котором соединение подин с боковыми

стенками выполнено по преднапряженной плотной комбинированной механико-сварной посадке по типу: в боковых стенках выполнены расположенные строчечно прямые сквозные гнезда, сопряженные по плотной посадке, оппозитно гнездам, с прямыми вставными шипами, расположенными в подине и снаружи замкнутыми угловым сварным швом в пространстве;

фиг. 5 - фрагмент газоходной камеры струйного резонирующего аппарата, в которой показан волновой характер резонанса напряжений в пучностях и узлах акустических пульсаций горения пламени звуковой частоты для обеспечения стабильности течения процессов тепло- и массообмена между горячими газами и перерабатываемыми отходами;

фиг. 6 - общий вид высокотемпературной газогенераторной резонансно-ускорительной установки.

Перечень позиций на фиг. 1-6 и общепринятых условных обозначений узлов и агрегатов лучшего примера высокотемпературного комплекса рециклинга отходов органического и неорганического производств.

1 - Газогенераторная отопительная резонансно-ускорительная установка, в дальнейшем Резуст (резонансное ускорение сжигания топлива, свидетельство TZ № 58111-РЕЗУСТ), например, мощностью 250 кВт.

2 - Жаровая труба с камерой первоначального дожига топливных высокотемпературных газов.

3 - Агрегатный реактор пиролизатора.

4 - Жаровая труба с вторичной камерой вторичного избытка топливных высокотемпературных газов.

5 - Теплообменный аппарат.

6 - Холодильная установка.

7 - Накопитель смеси газов, в т.ч. кислотные соединения.

8 - Накопитель горючих углеводородов.

9 - Установка по сжиганию вторичных углеводородов (печное топливо).

10 - Шаровой теплообменный аппарат.

11 - Паровая турбина.

12 - Пароэлектрогенератор, или двигатель, или генератор тока, асинхронный либо последовательный.

13 - Стабилизатор напряжения.

14 - Потребитель электроэнергии.

15 - Камера кислотного воздействия горячими газами на зольный остаток для выработки тяжелых металлов.

16 - Общий вид струйного резонирующего аппарата трубчато-углового сортамента.

17 - Конек трубчато-углового сортамента.

18, 19 - Два петлевых анкера, по меньшей мере.

20 - Натяжные штанги.

21 - Крюки.

22 - Накладные проушины.

23, 24 - Вертикально штыревые зацепы.

25, 26 - Передняя и задняя стенки.

27 - Футерованный корпус.

28 - Подина трубчатого углового сортамента.

29, 30. - Боковые стенки трубчатого углового сортамента.

31 - Прямые сквозные гнезда в боковых стенках 29, 30.

32 - Шипы прямые вставные.

33 - Сварной шов угловой.

34 - Газоходная камера.

35, 36 - Цилиндрические элементы арматурного и/или трубчатого сортамента.

37 - Топливная камера.

38 - Зольник.

39 - Клапан подачи первичного воздуха.

40 - Система для подачи топлива и воды и теплообменный аппарат.

Высокотемпературный комплекс рециклинга отходов органического и неорганического производств по фиг. 1 включает газогенераторную отопительную резонансно-ускорительную установку 1, футерованный корпус которой с топливной камерой оснащен струйным резонирующим аппаратом треугольного сортамента в сечении с газоходной камерой, зольником, клапаном подачи первичного воздуха, жаровой трубой 2 с камерой первоначального дожига топливных высокотемпературных газов с клапаном подачи вторичного воздуха, системами для подачи топлива и воды, и теплообменный аппарат 5 для отопления потребителя, газодинамически связанный с топливной камерой, характеризуемый тем, что в высокотемпературном комплексе рециклинга между газогенераторной отопительной резонансно-ускорительной установкой 1 и теплообменным аппаратом 5 дополнительно встроены агрегатный реактор пиролизатора 3 для переработки используемых, например, автопокрышек путем их термического бески-

слородного разложения с получением смеси горючих газов и тяжелых углеводородных соединений, вход которого газодинамически связан с жаровой трубой 2 с камерой первоначального дожига топливных высокотемпературных газов, один из выходов агрегатного реактора пиролизатора 3 газодинамически через жаровую трубу 4 с камерой вторичного дожига избытка высокотемпературных газов связан с теплообменным аппаратом 5 для отопления потребителя, а другой выход агрегатного реактора пиролизатора 3 газодинамически через холодильную установку 6 углеводородных соединений, соответственно тремя потоками, через выход А связан с накопителем 7 смеси газов, в т.ч. кислотные соединения, через выход В с накопителем 8 горючих углеводородов, через выход С с установкой 9 для сжигания вторичных углеводородов в качестве печного или ракетного топлива, газоходом D из накопителя 8 горючих углеводородов, один из выходов F установки 9 связан с паровым теплообменным аппаратом 10 выработки и подачи пара в паровую турбину 11, соединенную с парогенератором 12 для подачи электроэнергии через стабилизатор напряжения 13 потребителю 14, другой выход Е установки 9, соответственно, связан с камерой 15 кислотного воздействия горячими газами на зольный остаток.

Для увеличения производительности и компактности высокотемпературный комплекс рециклинга может быть оснащен, по меньшей мере, парой параллельных газогенераторных отопительных резонансно-ускорительных установок 1 - Резуст.

Согласно изобретению по фиг. 2 струйный резонирующий аппарат 16, далее резонатор 16, выполнен в виде конструкции трубчато-треугольного сортамента, конек 17 которого оснащен по меньшей мере двумя петлевыми анкерами 18, 19, которые могут быть расположены в узле напряжений акустических пульсаций горения пламени в струйном резонирующем аппарате 16 или расположены в пучностях и/или узле напряжений акустических пульсаций горения пламени звуковой частоты в газоходной камере струйного резонирующего аппарата 16 для соблюдения резонанса в зависимости от природы компонентов топлива. Каждый петлевой анкер 18, 19 посредством натяжной штанги 20, снабженной крючком 21 на одном конце и накидной проушиной 22 на другом конце, соответственно, сцеплены с петлевыми анкерами 18, 19 резонатора 16 и с вертикально-штыревыми зацепами 23, 24, встроенными в переднюю и заднюю стенки 25, 26 футерованного корпуса 27.

В высокотемпературном комплексе рециклинга плоскость крюка 21 натяжной штанги 20 и плоскость накидной проушины 22 могут быть расположены в взаимно пересекающихся плоскостях под прямым углом для соблюдения резонанса.

В струйном резонирующем аппарате 16 соединение подины 28 с боковыми стенками 29, 30 выполнено по преднапряженной плотной комбинированной механико-сварной посадке по следующему типу. В боковых стенках 29, 30 по фиг. 3, 4 резонатора 16 выполнены расположенные строчно прямые сквозные гнезда 31, сопряженные по плотной посадке с прямыми вставными шипами 32, оппозитно гнездам 31, расположенными в подине 28 и снаружи замкнутыми угловым сварным швом 33 в пространстве. Боковые стенки 29, 30 сопряжены с подиной 28 с возможностью образовывать между собой трубчатый сортамент треугольной трубы, внутренняя полость которого являет собой газоходную камеру 34.

В высокотемпературном комплексе рециклинга конек 17 струйного резонирующего аппарата 16 трубчато-углового профиля для увеличения конструктивной прочности может быть образован двумя цилиндрическими элементами 35, 36 арматурного и/или трубчатого сортамента.

Описанный выше конструктив струйного резонирующего аппарата, как показали испытания, гарантирует конструктивную прочность на надежность работы струйного резонирующего аппарата при воздействии циклических термодинамических нагрузок и исключает частичное или полное выпадение подины вне зависимости от природы и теплотворной способности топливных компонентов.

Горизонтальные торцевые соединения между собой боковых стенок 29, 30 с подиной 28, выполненные по преднапряженной плотной комбинированной механико-сварной посадке типа "«шип 32-гнездо 31"», выдерживают комплексные термомеханические нагрузки на сжатие, растяжение и на изгиб.

Конструкция подвеса в совокупности с конструктивом углового сортамента струйного резонирующего аппарата прототипа воспринимает комплексные термомеханические нагрузки только на растяжение, что не обеспечивает надежность работы при увеличении мощности комплекса свыше 200 кВт.

Конструкция подвеса в совокупности с конструктивом трубчато-углового сортамента струйного резонирующего аппарата 16 гарантирует стабильность процесса последовательности фаз волнового движения пульсаций газопламенного потока в газоходной камере 34 в независимости от применения в отдельности или в совокупности различной природы компонентов перерабатываемых топливных отходов и, таким образом, обеспечивает заданную энергетику течения процессов тепло- и массообмена между горячими газами и перерабатываемыми отходами.

В высокотемпературном комплексе рециклинга конек 17 струйного резонирующего аппарата 16 трубчато-углового сортамента оснащен двумя петлевыми анкерами 18, 19, расположенными по фиг. 5 в узле напряжений акустических пульсаций горения пламени звуковой частоты в газоходной камере 34 струйного резонирующего аппарата 16.

На фиг. 5 представлен фрагмент газоходной камеры 34 струйного резонирующего аппарата 16, в которой показан волновой характер резонанса напряжений в пучностях и узлах акустических пульсаций пламени для обеспечения стабильности течения процессов тепло- и массообмена между горячими газами

и перерабатываемыми отходами.

В высокотемпературном комплексе рециклинга конек 17 струйного резонирующего аппарата 16 трубчато-углового сортамента оснащен двумя петлевыми анкерами 18, 19, расположенными по фиг. 5 в пучностях напряжений акустических пульсаций горения пламени звуковой частоты в газоходной камере 34 струйного резонирующего аппарата 16.

В высокотемпературном комплексе рециклинга конек 17 струйного резонирующего аппарата 16 трубчато-углового сортамента оснащен по меньшей мере двумя парами петлевых анкеров 18, 19, по фиг. 5 одна пара расположена в узле напряжений акустических колебаний пульсаций горения пламени звуковой частоты в газоходной камере 34 в струйном резонирующем аппарате 16, другая пара расположена в пучностях напряжений акустических колебаний пульсаций горения пламени в газоходной камере 34 струйного резонирующего аппарата 16.

В высокотемпературном комплексе рециклинга конек 17 струйного резонирующего аппарата 16 углового профиля оснащен по меньшей мере двумя гнездами для петлевых анкеров 18, 19.

Высокотемпературный комплекс рециклинга отходов органического и неорганического производств по фиг. 1, 2, 6 включает газогенераторную отопительную резонансно-ускорительную установку 1, футерованный корпус 27 которой с топливной камерой 37 оснащен струйным резонирующим аппаратом 16 трубчато-треугольного сортамента в сечении с газоходной камерой 34, зольником 38, клапаном 39 подачи первичного воздуха, жаровой трубой 2 с камерой первоначального дожига топливных высокотемпературных газов с клапаном подачи вторичного воздуха, системами 40 для подачи топлива и воды, и теплообменный аппарат 5 для отопления потребителя, газодинамически связанный с топливной камерой 39.

В высокотемпературном комплексе рециклинга конструкция трубчато-треугольного сортамента струйного резонирующего аппарата 16 может быть изготовлена соединением элементов на основе штрипсовых стенок-полос.

Краткое описание работы высокотемпературного комплекса рециклинга отходов органического и неорганического производств.

В высокотемпературном комплексе рециклинга для изготовления конструкции трубчато-треугольного сортамента струйного резонирующего аппарата 16 применяют высоко технологичное соединение элементов боковых сторон и подины на основе штрипсовых стенок-полос. Соединения элементов штрипсовых стенок конструкций сварных труб называют посадками. Части конструкций в местах соединения деталей конструкций сварных труб треугольного сортамента называют - трубные узлы.

Для точности и высокой прочности комбинированного механико-сварного стального соединения трубчато-треугольного сортамента резонатора газоходной камеры с повышенными требованиями к восприимчивости циклических термодинамических рабочих нагрузок сначала, в обеих боковых стенках - сторонах трубчато-треугольного сортамента, например, фрезеруют или вырезают лазером гнезда или иным известным способом для оппозитных вставных гнездам шипов в обеих боковых сторонах подины. При соединении деталей на "ус" (под равнобедренный угол боковых сторон 30-60°) угловую вязку следят, чтобы одна сторона подины входила в одну боковую сторону трубчато-треугольного сортамента, а другая сторона подины - в другую боковую сторону трубчато-треугольного сортамента [5]. Таким образом гарантирован предел прочности на разрыв по меньшей мере 760 МПа.

Согласно изобретению по фиг. 2 струйный резонирующий аппарат 16 выполнен в виде конструкции трубчато-треугольного сортамента, конек 17 которого оснащен по меньшей мере двумя петлевыми анкерами 18, 19, которые могут быть расположены в узле напряжений пульсаций горения пламени в струйном резонирующем аппарате или расположены в пучностях и/или узле напряжений акустических колебаний газопламенного потока для стабилизации волнового характера резонанса последовательности фаз распределения напряжений акустических пульсаций пламени в различные моменты времени.

В высокотемпературном комплексе рециклинга плоскость крюка 21 натяжной штанги 20 и плоскость накидной проушины 22 расположены в пересекающихся плоскостях под прямым углом для стабилизации воздействия внешних силовых нагрузок от массы топлива на струйный резонирующий аппарат 16.

В высокотемпературном комплексе рециклинга конек струйного резонирующего аппарата 16 может быть образован двумя стержневыми элементами арматурного и/или трубчатого сортамента параллельный оси которых лежат в вертикальной плоскости в зависимости от термоциклических нагрузок и мощности комплекса.

Согласно изобретению на фиг. 5 представлен фрагмент газоходной камеры струйного резонирующего аппарата, в которой показан волновой характер резонанса последовательности фаз распределения напряжений в пучностях и/или узлах акустических пульсаций пламени для нескольких различных моментов времени на протяжении одного полупериода, отвечающий за стабильность течения процессов тепло- и массообмена между горячими газами и перерабатываемыми отходами.

Зоны У1 и У2 на фиг. 5, в которых суммарное напряжение всегда равно нулю, называются узлами напряжения акустических пульсаций пламени, а зоны наибольшей амплитуды напряжений П1 и П2 называются пучностями.

Узлы и пучности напряжений остаются в одних и тех же зонах волновой природы резонанса акустических пульсаций горения пламени. При резонансе частота пульсаций пламени, образующегося в камере горения, равна или кратна частоте пульсаций пламени инициируемой струйным резонирующим аппаратом. В связи с этим наблюдаемое увеличение амплитуды пульсации пламени инициирует возмущенное горение и средняя скорость горения возрастает максимально в 2-4 раза [6].

Возбуждение резонансных акустических колебаний в пламени является одним из факторов, сопровождающих развитие горения. Акустические колебания в пламени являются типичным примером тепловых автоколебаний, возникающих в системе с тепловым источником и резонатором, в котором возможно осуществление обратной связи между колебаниями давления, колебаниями скорости теплоотдачи и периодическим изменением скорости химической реакции. Акустические колебания оказывают различное воздействие как на процесс в газодной камере, так и на процесс горения в целом. Положительной стороной этого явления может являться увеличение полноты сгорания при уменьшении скорости горения.

В зависимости от природы используемых органических отходов в качестве топлива, нагрузки от его веса и от мощности высокотемпературного комплекса в процессе высокотемпературного рециклинга в разные технологические периоды времени изменяется только величина напряжения в каждой зоне пульсаций горения пламени. Поэтому для обеспечения резонанса напряжений петлевые анкеры 18, 19 располагают в пучностях и/или узлах напряжений акустических пульсаций горения пламени в струйном резонирующем аппарате.

Конструктив парных идентичных натяжных поддерживающих штанг 20, снабженных крюком 21 на одном конце и снабженных накидной проушиной 22 на другом конце, в совокупности с парными по меньшей мере двумя петлевыми анкерами 18, 19 предназначен для фиксации или для осцилляционного перемещения струйного резонирующего аппарата 16.

В связи с тем, что высокотемпературный комплекс рециклинга производит тепловую энергию из низкокалорийных отходов различных предприятий (аспирационная пыль, лигнин, куриный помет, опилки и т.д.) с влажностью 70%, это позволяет в полной мере обеспечить стабильность производства комплексом дополнительных источников энергии путем утилизации различных типов отходов.

Высокотемпературный комплекс рециклинга отходов органического и неорганического производств реализует способ рециклинга отходов, включающий приготовление компонентов топливной смеси и ее сжигание в виде жидко-твердого топлива в топливной камере газогенераторной отопительной резонансно-ускорительной установки путем высокотемпературного резонанса осуществляют термическое разложение на смесь высокотемпературных газов (800-2200°C) с их последующим дожитом в жаровой трубе 2 с камерой первоначального дожига топливных высокотемпературных газов, которые подают газодинамически в теплообменник 5 для отопления потребителя. При этом после дожига в жаровой трубе 1 с камерой первоначального дожига топливных высокотемпературных газов смесь высокотемпературных газов в качестве топлива подают в агрегатный реактор пиролизатора 3, например, для переработки автопокрышек с находящимися в ней неорганическими отходами (или медицинскими или бытовыми или сельскохозяйственными или военно-промышленными или пластиками и др.), в которой подвергает термическому бескислородному разложению, образуя смесь горючих газов и тяжелых углеводородных соединений, избыток которых в виде высокотемпературных газов направляет через жаровую трубу 4 с камерой вторичного дожига газов в теплообменный аппарат 5, а полученные пиролизом углеводородные соединения в агрегатном реакторе пиролизатора 3 (через холодильную установку 6 направляют тремя потоками, соответственно, в накопитель 7 смеси газов, в т.ч. кислотные соединения, в накопитель 8 горючих углеводородов, при этом тяжелые углеводородные соединения направляют в качестве печного топлива в установку 9 для сжигания вторичных углеводородов, горячие газы из которой подают, соответственно, в камеру 15 кислотного воздействия на зольный остаток и в паровой теплообменный аппарат 10, используя для выработки пара в теплообменнике 10, с последующим направлением в паровую турбину 11, запуская парогенератор 12, вырабатывая электроэнергию через стабилизатор напряжения 13. Зольный остаток образованный в топливной камере высокотемпературного комплекса рециклинга 1 и в пиролизной камере агрегатного реактора пиролизатора 3 подвергают кислотному воздействию в камере 15 кислотного воздействия, разлагая его на разные виды металлов.

Применяемые отходы. В топливную камеру комплекса рециклинга загружают различные отходы комбикормовых, рапсовых заводов, в том числе отходы зерноприёмных портовых элеваторов. Данные отходы в комплексе за счет высокотемпературного резонанса разлагают на смесь высокотемпературных газов (900-2200°C) и дожигают в жаровой трубе 2 с камерой первоначального дожига топливных высокотемпературных газов, образуя значительную суммарную энергию, которая, проходя через агрегатный реактор пиролизатора 3, может подвергаться термическому разложению и находящиеся в ней иные отходы (медицинские, бытовые, сельскохозяйственные, военнопромышленные и др.), в том числе пластик и автопокрышки.

Избыток образованной энергии направляется через жаровую трубу 4 с камерой вторичного дожига топливных высокотемпературных газов в теплообменный аппарат 5, обеспечивая горячим водоснабжением потребителя.

В агрегатном реакторе пиролизатора 3 за счет термического бескислородного разложения образует-

ся смесь горючих газов и тяжелых углеводородных соединений, которые в дальнейшем служат в качестве печного топлива в установке 9.

Вся зола, образованная в газогенераторе 1 и гидролизной камере 3, подвергается кислотному воздействию в камере 15, разлагая ее на разные виды металлов.

Аэродинамический тракт резонансной системы технологического комплекса рециклинга отходов органического и неорганического производств работает по следующей схеме.

Горючий газ из топливной камеры газогенератора 1 через струйный резонирующий аппарат 16 подают в жаровую трубу 2. Явление резонанса наблюдается в том случае, когда по жаровой трубе 2 подается предварительно подготовленная смесь высокотемпературного горючего пламенного газа с воздухом через соответствующий клапанный смеситель.

Высокотемпературная струя смеси горючего пламенного газа, разогнанная в газоходной камере 16 с резким увеличением давления на выходе, врезается в исходные материалы, например автопокрышки, в зоне пиролиза, где в агрегатном реакторе 3 пиролизатора за счет разницы давлений исходный материал вскипает и образует псевдокипящий слой с продуктами переработки. Тепловая энергия переходит в кинетическую, что приводит к разрыву молекул полимера с образованием конденсата и ускорению процесса деполимеризации, происходит "термодинамический" крекинг. Крекинг инициирован не только при наличии высокой температуры, но и кинетической энергии струи потока горючего пламенного газа, что еще более ускоряет процесс пиролиза. При этом продукты крекинга в виде конденсата направляются на холодильную установку 6 для разгона тремя потоками по фракциям, а очищенный с помощью фильтра 8 воздух выбрасывается в атмосферу.

Промышленное использование высокотемпературного технологического комплекса рециклинга по настоящему изобретению приводит к снижению энергоемкости, себестоимости и универсализации технологии рециклинга, переводя ее в класс возобновляемых источников электроэнергии.

Генерируемые акустические низкочастотные колебания резонатором газоходной камеры инициируют явление резонанса в решетках компонентов сырья газозооной топливной смеси, особенно в решетках тяжелых углеводородных компонентов сырья, активируя тем самым в них выделения тепловых энергий.

Применение изобретения позволяет за счет утилизации различных категорий отходов расширить технологические возможности рециклинга для выработки новых источников энергии, что обеспечит энергетическую независимость предприятий от дорогостоящих энергоносителей, а при массовом использовании энергетическую безопасность государства в целом.

Получаемые в газогенераторной установке газы называются генераторными, а в пиролизном реакторе - пирогазами. Горение твердого топлива в газогенераторной установке в отличие от любой топки осуществляется в большом слое и характеризуется поступлением количества воздуха, недостаточного для полного сжигания топлива, например, при работе на паровоздушном дутье в газогенератор подается 33-35% воздуха от теоретически необходимого. Образующиеся в газогенераторной установке газы содержат продукты полного горения топлива: углекислый газ, воду, продукты их восстановления и продукты неполного горения и продукт пирогенетического разложения топлива - угарный газ, водород, метан, углерод. В генераторные газы переходит также азот воздуха. Процесс, происходящий в газогенераторной установке, характеризует газификацию топлива.

Высокотемпературный комплекс рециклинга отходов органического и неорганического производств работает на примере опытно-промышленной установки типа "РЕЗУСТ". Для нормальной работы газогенераторной отопительной резонансно-ускорительной установки Резуст-1 устанавливают требуемое разрежение в топливной камере. Для увеличения теплоты сгорания газа в газогенераторной отопительной резонансно-ускорительной установке система подачи топлива снабжена синхронизированной системой подачи воды на топливную массу в зону загрузки топлива топливной камеры над рабочей поверхностью струйного резонирующего аппарата 16. При работе газогенератора на воздухе с умеренной добавкой к нему водяных паров получается смешанный газ, теплота сгорания которого (в зависимости от исходного топлива) колеблется от 5 до 6,7 Мдж/м³ (1200-1600 ккал/м³). При подаче в раскаленный слой топлива газогенератора водяного пара получают водяной газ с теплотой сгорания от 10 до 13,4 Мдж/м³ (2400-3200 ккал/м³).

Применение высокотемпературного комплекса рециклинга позволяет за счет утилизации различных категорий отходов расширить технологические возможности рециклинга для выработки новых источников энергии, что обеспечит энергетическую независимость предприятий от дорогостоящих энергоносителей, а при массовом использовании энергетическую безопасность государства в целом.

Промышленное использование объекта промышленной собственности запланировано на территории Беларуси и стран СНГ.

Источники информации.

1. Евростат. Данные о материальном рециклинге ТБО за 15 лет European Statistical System [Электронный ресурс] URL: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/refreshTableAction> [с. 16, 18].

2. Патент РФ 2391359, опубл. 10.05.2010, В21В 17/00.

3. Способ использования возобновляемых источников энергии, сжигание отходов

gu-ecology.info>term/10920/ из Интернета 05092017.

4. Газогенераторная отопительная резонансно-ускорительная установка, заявка № 201600395 Бюллетень 01'2018: Евразийская патентная организация eapo.org>ru/publications/bulletin... 1600395.html.

5. Сварные трубы треугольного сортамента ru.czweiheng.com или freepatent.ru>patents/2312724 треугольная сварная труба из полосовых элементов.

6. Пульсация пламени. Справочник химика 21, chem21.info>info/647373/.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Высокотемпературный комплекс рециклинга отходов органического и неорганического производств, включающий газогенераторную резонансно-ускорительную установку, футерованный корпус которой с топливной камерой оснащен струйным резонирующим аппаратом треугольного сортамента в сечении с газоходной камерой, зольником, клапаном подачи первичного воздуха, жаровой камерой с клапаном подачи вторичного воздуха, системами для подачи топлива и воды, и теплообменный аппарат для отопления потребителя, газодинамически связанный с топливной камерой, отличающийся тем, что струйный резонирующий аппарат выполнен в виде трубчатой конструкции треугольного сортамента, в боковых стенках которого выполнены расположенные строчечно прямые сквозные гнезда, сопряженные по плотной посадке с расположенными в подине прямыми вставными шипами, оппозитно гнездам, и снаружи замкнутыми угловым сварным швом, причем конек треугольного сортамента оснащен по меньшей мере двумя петлевыми анкерами, каждый из которых посредством натяжной штанги с крюком на одном конце и накидной проушиной на другом конце, соответственно, сцеплены с петлевыми анкерами струйного резонирующего аппарата и с вертикально штыревыми зацепами, встроенными в переднюю и заднюю стенки футерованного корпуса, причем между газогенераторной резонансно-ускорительной установкой и теплообменным аппаратом дополнительно встроена пиролизная камера для получения смеси горючих газов и тяжелых углеводородных соединений, вход которой газодинамически связан с жаровой трубой дожига топливных высокотемпературных газов, один из выходов пиролизной камеры газодинамически через вторичную камеру дожига избытка высокотемпературных газов связан с теплообменным аппаратом для отопления потребителя, а другой выход газодинамически через холодильную установку углеводородных соединений, соответственно тремя потоками, через выход А связан с накопителем смеси газов и кислотных соединений, через выход В с накопителем горючих углеводородов, через выход С с установкой для сжигания вторичных углеводородов в качестве печного топлива газоходом D из накопителя горючих углеводородов, один из выходов Е установки, соответственно, связан с камерой кислотного воздействия горячими газами на зольный остаток, а другой выход F установки связан с паровым теплообменным аппаратом выработки и подачи пара в паровую турбину, соединенную с парогенератором для подачи электроэнергии через стабилизатор напряжения потребителю.

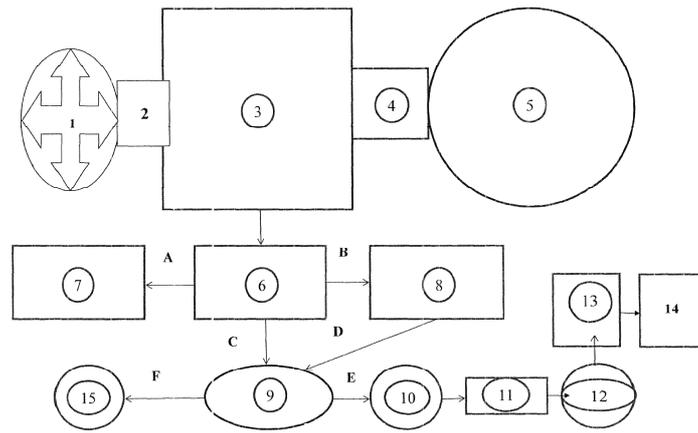
2. Высокотемпературный комплекс рециклинга по п.1, отличающийся тем, что петлевые анкера расположены в узле напряжений пульсаций горения пламени звуковой частоты в газоходной камере струйного резонирующего аппарата.

3. Высокотемпературный комплекс рециклинга по п.1, отличающийся тем, что петлевые анкера расположены в пучностях напряжений акустических пульсаций горения пламени звуковой частоты в газоходной камере струйного резонирующего аппарата.

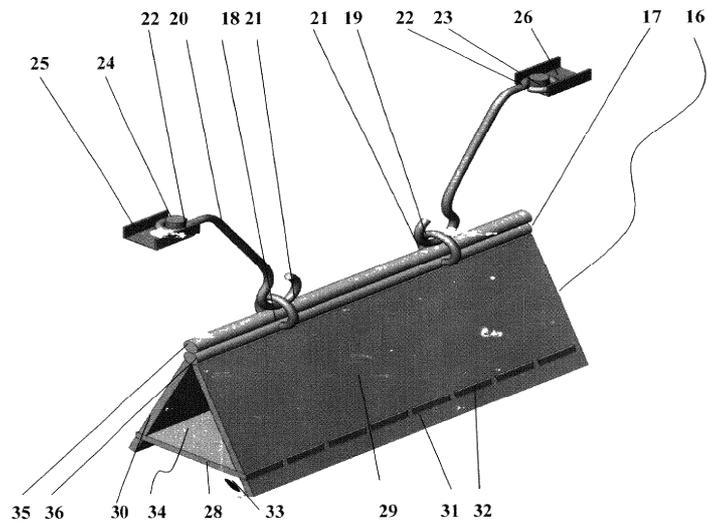
4. Высокотемпературный комплекс рециклинга по п.1, отличающийся тем, что конек струйного резонирующего аппарата оснащен по меньшей мере двумя парами петлевых анкеров: одна пара расположена в узле напряжений пульсаций горения пламени звуковой частоты в газоходной камере струйного резонирующего аппарата, другая пара расположена в пучностях напряжений акустических колебаний в газоходной камере струйного резонирующего аппарата.

5. Высокотемпературный комплекс рециклинга по п.1, отличающийся тем, что конек струйного резонирующего аппарата углового профиля образован двумя цилиндрическими элементами арматурного и/или трубчатого сортамента.

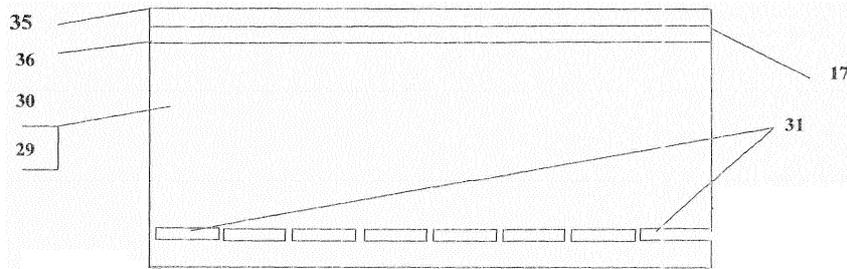
6. Высокотемпературный комплекс рециклинга по п.1, отличающийся тем, что плоскость крюка натяжной штанги и плоскость накидной проушины расположены в взаимно пересекающихся плоскостях под прямым углом.



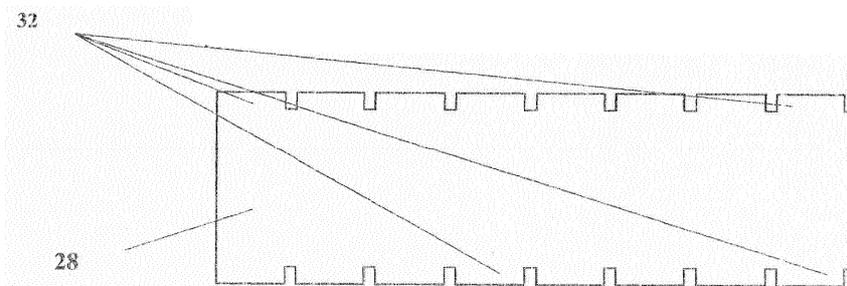
Фиг. 1



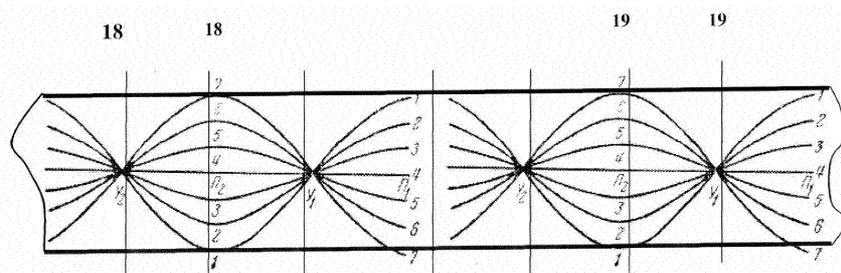
Фиг. 2



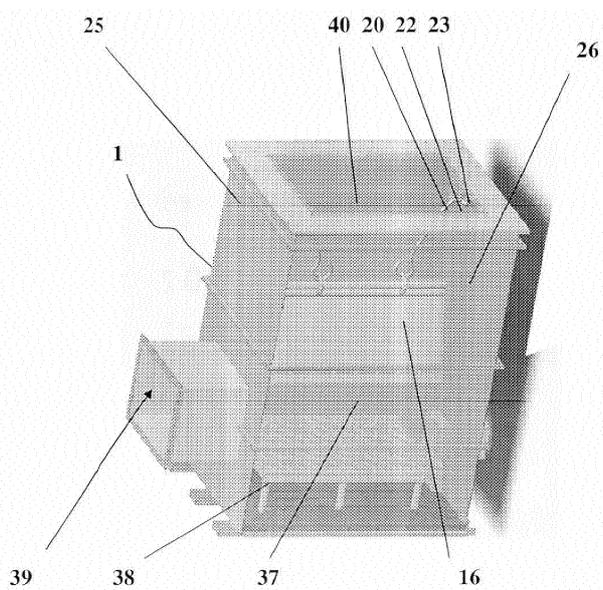
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6