

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038366**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.08.16

(21) Номер заявки
201990965

(22) Дата подачи заявки
2017.10.12

(51) Int. Cl. *F23G 5/40* (2006.01)
F23G 5/027 (2006.01)
F23G 7/10 (2006.01)

(54) **ТЕПЛОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА, РАБОТАЮЩАЯ НА ДРЕВЕСНОЙ
БИОМАССЕ, ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛА И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

(31) **102016000111822**

(32) **2016.11.07**

(33) **IT**

(43) **2019.11.29**

(86) **PCT/IB2017/056301**

(87) **WO 2018/083554 2018.05.11**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
РЕЗЕТ С.Р.Л. (IT)

(72) Изобретатель:
**Ди Феличе Лучиано, Манелфи
Стефано, Манелфи Валерио,
Мелкьорри Эмануэле (IT)**

(74) Представитель:
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнагьев
А.В. (RU)**

(56) US-A1-2009090282
EP-A1-3029372
WO-A1-2015105732
EP-A1-1354646
WO-A1-2007037768

(57) Теплоэлектрическая установка (100) для непрерывного производства электрической и тепловой энергии из твердой древесной биомассы, при этом последняя выбирается из древесины в форме древесной щепы, виноградной лозы, кустарников и подлеска, зерна, сена, подстилок для животных, обработанных соответствующим образом глино-волокнистых масс, скорлупы и косточек, соответствующим образом обработанной шелухи, волокнистых культур и их сочетаний, причем указанная установка (100) содержит по меньшей мере один первый контейнер (1') и по меньшей мере один второй контейнер (1''), соединенные по меньшей мере одним соединительным каналом (1'''), при этом указанный первый контейнер (1') содержит компоненты, подходящие для обеспечения преобразования указанной биомассы в синтетический газ, содержащий H₂ и CO; при этом указанная установка (100) обеспечивает конкретный этап сортирования, сушки и изготовления брикетов на борту машины из твердой древесной исходной биомассы.

038366
B1

038366
B1

Область техники

Настоящее изобретение относится к области систем для рекуперации и экономии энергии. Более конкретно, настоящее описание относится к области теплоэлектрических систем для непрерывного производства электрической и тепловой энергии, и в частности к системам микротеплоэлектрических установок, которые используют твердые биомассы в качестве исходного топлива. Еще более подробно, настоящее изобретение относится к конкретной микротеплоэлектрической установке, в которую подается твердая биомасса, характеризующейся тем, что она содержит конкретные компоненты, которые позволяют оптимизировать характеристики биомассы для улучшения ее производительности и для оптимизации работы всей установки.

Уровень техники

До настоящего времени большая часть электроэнергии, вырабатываемой во всем мире, поступает от установок на основе тепловых двигателей. В этих установках произведенное тепло сначала преобразуется в механическую энергию и затем в электрическую энергию посредством использования электрических генераторов. Используемое тепло может поступать от установок различных типов. В качестве неограничивающего примера, от атомных электростанций, а значит от реакций деления или, более просто, от теплоэлектростанций и, в частности, от сжигания внесенного топлива, обычно состоящего из углеродсодержащих веществ различного типа, таких как фракции нефти, биомассы, уголь и т.д.

Известно, что процесс преобразования тепла в механическую энергию происходит, по существу, сложными термодинамическими циклами. Во всяком случае, независимо от инициированного цикла, второй закон термодинамики препятствует полному преобразованию; действительно, в одной из самых известных формулировок указанный закон утверждает, что "невозможно создать тепловую машину со 100% коэффициентом полезного действия". Теорема Карно согласуется с этим, поскольку она демонстрирует, что термический коэффициент полезного действия двигателя и, следовательно, его производительность или количество энергии, которое преобразуется в работу при преобразовании тепловой энергии в механическую энергию, принимает ограниченное значение. Это условие требует, чтобы не все предоставленное тепло фактически превращалось в работу. В любом случае ясно, что избыток энергии не "теряется", как это хорошо известно из первого закона термодинамики. Более конкретно, количество энергии, не используемое для преобразования, выделяется в термодинамическом цикле в виде тепла, которое обычно рассеивается в окружающую среду. В большинстве случаев такое количество энергии не пренебрежимо мало, а достигает довольно значительных процентных долей. Это условие привело к технологическому развитию области настоящего изобретения, проектированию и разработке новых и все более инновационных установок с целью оптимизации рекуперации энергии и, следовательно, сокращения потерь.

Комбинированное производство тепловой и электрической энергии фактически возникло с целью рекуперации и использования большей части тепла, неиспользованного в цикле преобразования тепловой энергии в механическую энергию. Не случайно, действительно, указанное количество можно использовать для отопления зданий или в промышленном применении в виде пара, или более просто для различных вариантов гражданского применения. Диапазон производительности зависит от мощности теплоэлектрических установок, которая к настоящему времени варьируется от нескольких киловатт до нескольких сотен киловатт.

Недавним технологическим развитием является область комбинированного производства тепловой и электрической, в котором используется источник энергии, получаемый из биомассы растений. Например, в документе EP 2843031 A1 описан процесс и система комбинированного производства тепловой и электрической энергии, основанные на газификации и метанизации биомасс, таких как рис, шелуха, сено и опилки. Более конкретно, система согласно вышеупомянутому документу содержит блок газификации, блок сдвига, блок очистки и блок концентрации метана.

Хотя и можно найти теплоэлектрические установки разных типов, работающие на биомассе, фактически не существует интегрированных и модульных решений, которые бы обеспечивали подготовку биомассы *in situ*, придавая ей оптимальные характеристики для одинаково оптимального преобразования, а также для воспроизводимости выработки. Например, если биомасса представлена древесной щепой, существующие системы не предусматривают сортирование, сушку, хранение и подготовку древесной щепы на борту машины. Обычно блоки сортирования и сушки топлива относятся к специализированным внешним установкам, которые не имеют фактической целостности с действующей установкой газификации.

Также следует учитывать, что существующие установки для газификации (этап процесса комбинированного производства тепловой и электрической энергии из биомассы) обычно производят значительное количество смолы (до 5-6%), которую необходимо периодически утилизировать. Это связано со значительными экологическими и управленческими трудностями, которые фактически препятствуют развитию технологии, связанной с установками такого типа и, прежде всего, с их использованием. Поэтому характеристики используемого исходного продукта и, в частности, древесной щепы, имеют первостепенное значение для эффективности всего процесса. В настоящее время еще не существует рынка, достаточно специализированного, чтобы иметь возможность поставлять топливо, которое требуют сегодня на

рынке строители установок. Этот аспект, резко контрастирующий с запросами строителей установок такого типа, связан с отсутствием древесной щепы с равномерно распределенными и определяемыми структурными характеристиками. По этой причине существует значительный недостаток установок, которые используют древесную щепу для производства синтетического газа, содержащего H_2 и CO . Древесный исходный продукт, независимо от вида, к которому он относится, почти никогда не соответствует требуемым техническим условиям ни в отношении размера, ни в отношении уровня влажности, и, таким образом, создает значительные проблемы в работе установки.

По этой причине целью настоящей заявки на выдачу патента на промышленное изобретение является предложение конкретной теплоэлектрической установки, которая в качестве исходного топлива использует древесную щепу и которая снабжена специальной секцией для сортирования, сушки и формирования древесного исходного продукта, выполненной с возможностью обеспечения получения древесной щепы с оптимальными характеристиками для высокой производительности установки. Указанная установка дополнительно содержит конкретные компоненты, которые при соответствующей сборке вместе с другими имеющимися структурами способствуют синергетическому повышению их функциональности и эффективности. Далее будут подробно описаны указанная установка, относительный процесс работы, конкретные компоненты и в равной степени их конкретное пространственное расположение.

Описание изобретения

Настоящее описание относится к теплоэлектрической установке для непрерывного производства электрической и тепловой энергии, имеющей номинальную мощность, которая может варьироваться до сотен кВт. Тем не менее, в данном документе приведено описание установки номинальной мощностью приблизительно 50 кВт, в качестве неограничивающего примера - 49,8 кВт. Указанная установка обладает интегрированными конструктивными характеристиками, которые позволяют преодолевать все текущие критические проблемы и недостатки, возникающие в ходе процессов комбинированного производства тепловой и электрической энергии, связанных с установками, которые используют древесные биомассы в качестве исходного топливного материала.

Указанная теплоэлектрическая установка представляет собой компактную конструкцию, позволяющую размещать некоторые из ее конструктивных компонентов в океаническом контейнере размером 6 м в длину и 2,5 м в ширину. Более подробно, указанная установка содержит по меньшей мере два контейнера, и в частности по меньшей мере один первый контейнер и по меньшей мере один второй контейнер, в котором можно идентифицировать, по меньшей мере, следующие секции: по меньшей мере одну секцию хранения на борту машины с конкретными и важными функциями сортирования, сушки, формирования брикетов и хранения топлива; по меньшей мере одну секцию для производства и очистки синтетического газа; по меньшей мере одну секцию для комбинированного производства тепловой и электрической энергии и рекуперации тепла, по меньшей мере одну секцию для аварийного факела, по меньшей мере один соединительный щиток, предпочтительно расположенный в указанном первом контейнере и выполненный с возможностью вмещать кабели для всех сигналов контрольно-измерительной аппаратуры установки. Соединение с главным щитом, размещенным во втором контейнере, осуществляется через промышленные разъемы быстрого подключения для монтажа по принципу "подключай и работай".

В стандартной конфигурации предусмотрен главный электрический щит внутри второго контейнера (имеет длину три метра и предпочтительно, но не исключительно, размещается на расстоянии 1,5 м от первого контейнера, предназначенного для размещения некоторых из вышеупомянутых секций, как будет более четко описано далее), также приспособленного вмещать рабочую станцию оператора и являющегося таким, что также может быть расположен внутри находящегося поблизости здания, предпочтительно расположенного на расстоянии менее десяти метров от указанной теплоэлектрической установки. Настоящая теплоэлектрическая установка может быть поставлена пользователям полностью собранной, подключенной и протестированной, готовой к подключению к энергосистеме и к оконечным элементам (фланцам) клиентских систем теплоснабжения, то есть по принципу "подключай и работай".

Преимущественно монтаж указанной установки не требует ни строительных работ, ни защитного укрытия от атмосферных воздействий. Она полностью автоматизирована и поэтому не требует вмешательства персонала. Догрузка топлива может происходить один раз в два дня, как вручную, так и автоматически в соответствии с выбором пользователей.

Времени догрузки вполне достаточно для сушки топлива.

Преимущественно, что касается существующих теплоэлектрических установок сравнимой номинальной мощности, которые используют древесину в качестве топливного материала, настоящая теплоэлектрическая установка не производит отходов, которые требуют утилизации на свалке или с помощью других систем, которые иногда также могут быть дорогостоящими: все материалы, произведенные во время работы, повторно используются в процессе.

Преимущественно сушка загрузки, выполняемая в линии, в хранилище топлива позволяет снизить конденсат, вырабатываемый установкой, до нуля.

Преимущественно подача топливного материала в установку предоставляет по меньшей мере двойную возможность выбора в отношении формата исходного продукта для синтетического газа, производимого указанной установкой: в качестве неограничивающего примера топливная древесина может быть

как в форме древесной щепы из первичной древесины G30-G50, так и в форме брикетов диаметром от 2 до 6 см, предпочтительно 4 см, и толщиной от 0,5 до 4,5 см, предпочтительно толщиной от 1 до 3 см. Как древесная щепа, так и брикеты производятся из первичного древесного материала, который берется из части древесной щепы, просеянной через сито, или из обрезков, а также из более тонко измельченного материала, что позволяет использовать отходы, произведенные в ходе основного этапа сортирования, что делает теплоэлектрическую установку особенно универсальной и, как уже упоминалось, позволяет решить все вышестоящие проблемы, возникающие с теплоэлектрическими установками, которые используют древесный исходный материал: отсутствие структурного единообразия и однотипности химико-физических свойств, встречающихся на микроструктурном уровне между его различными компонентами, с последующей изменчивостью выработки и недостаточной воспроизводимостью производственных циклов.

Преимущественно древесная щепа может быть загружена как есть, поскольку сортировка на борту машины нормализует ее размер, и через несколько часов сушка возвращает уровень влажности обратно к тому уровню, который является оптимальным для установки.

Преимущественно геометрические параметры реакторов газификации и характеристики секции обработки таковы, что количество смолы, производимой при нормальных рабочих условиях, практически равно нулю в связи с конкретными условиями процесса. Кроме того, часть, которая должна быть отделена на начальном этапе, даже если она минимальна, в любом случае возвращается по замкнутому контуру в загрузку древесины, где она поглощается и вновь газифицируется.

Преимущественно биоуголь, произведенный и извлеченный на установке, подлежит повторному использованию в качестве улучшителя почвы.

Преимущественно возможно произведенная жидкость также может повторно использоваться внутри реактора для регулирования температуры зоны восстановления, максимизируя производство молекулярного водорода.

Преимущественно материал, поглощенный на фильтре синтетического газа, древесная щепа, может быть возвращен в загрузочный резервуар для последующей газификации.

Преимущественно реактор предусматривает автоматическое присоединение для подачи брикетов непосредственно из машины для подготовки брикетов с помощью специальной системы подачи, которая предотвращает всасывание воздуха.

Следует также указать, что конкретная пространственная конфигурация компонентов установки позволяет добиться высокой рекуперации тепла, в пользу секции сушки древесной щепы. Более конкретно, тепло, излучаемое эндотермическим двигателем и генератором, также рекуперировано с целью сушки древесной щепы, поскольку объем воздуха, нагретого таким сбросом тепла, подается вентилятором в секцию сушки.

Все функции названных в данном документе компонентов управляются программируемым логическим контроллером (PLC), который контролируется распределенной системой управления (I/O-link), которая обеспечивает диагностику и калибровку каждого из установленных инструментов, таких как манометры, термостаты и т.д.

Описание предпочтительных вариантов осуществления

Далее настоящее изобретение будет подробно описано в одном из его предпочтительных вариантов осуществления и со ссылкой на прилагаемые фигуры, на которых:

на фиг. 1 показан вид в перспективе теплоэлектрической установки, работающей на твердой биомассе (такой биомассе, которая представлена древесным материалом) и являющейся предметом промышленного изобретения настоящей заявки на патент. Более подробно, данная фигура показывает, что указанная установка 100 содержит по меньшей мере два контейнера, и в частности первый контейнер 1' и второй контейнер 1". Указанные контейнеры могут соединяться по меньшей мере одним соединительным каналом 1''';

на фиг. 2 показан вид в перспективе океанского контейнера с отверстиями для обслуживания и конструктивными креплениями для устройств;

на фиг. 3 показан вид в перспективе первой секции для хранения, сушки, сортирования и загрузки твердой биомассы из древесной щепы в реакторы 7 газификации. Можно наблюдать следующее: сушилка 3, вентилируемая горячим воздухом от горячей воды, трехходовое вибрационное сито 4, выполненное с возможностью обеспечения автоматической отгрузки части мелкого материала, прошедшей через сито, то есть просеянного материала, в расположенный ниже измельчитель 5, который подготавливает материал для последующего этапа изготовления брикетов. Указанный этап изготовления брикетов происходит благодаря подходящей интегрированной брикетировочной машине 6, также содержащейся в указанной первой секции хранения;

на фиг. 4 показано устройство для рекуперации тепла от двигателей 14 и радиаторов для сушки древесной щепы;

на фиг. 5 показан вид в перспективе системы реакторов 7 для газификации и извлечения биоугля;

на фиг. 6 показана линия производства синтетического газа от реакторов 7 газификации до системы 11 конденсации и системы 12 фильтрации;

на фиг. 7 и 8 показан подробный вид в перспективе пространственной конфигурации некоторых компонентов настоящей теплоэлектрической установки. Можно наблюдать следующее: факел 17, систему 11 конденсации, систему 12 фильтрации, герметизированную систему 10 извлечения для биоугля и камеру 13 рекуперации для смолы;

на фиг. 9 показан вид в перспективе технологической линии рекуперации тепла горячей воды от выхлопных газов двигателей через теплообменники и трубки и рекуперации горячего воздуха в пользу сушилки для древесной щепы;

на фиг. 10 показан вид в перспективе линии синтетического газа от групп системы конденсации 11 и фильтрации 12 до воздуходувок и аварийного факела 17;

на фиг. 11 показан вид в перспективе линии синтетического газа от групп конденсации и фильтрации до двигателей 14. Также показано наличие трехходовых клапанов 16 для обеспечения возможности выбора режима факела или двигателя для пути синтетического газа, производимого установкой 100;

на фиг. 12 показан увеличенный и подробный вид в перспективе интегрированных групп конденсации и фильтрации;

на фиг. 13 показан подробный вид в перспективе замкнутой системы регазификации конденсата;

на фиг. 14 показан вид в перспективе гидравлического контура охлаждения синтетического газа от теплообменников групп конденсации и фильтрации до циркулятора и радиатора;

на фиг. 15 показана инструментальная схема процесса для взаимного соединения устройств согласно способу.

В своем предпочтительном варианте осуществления теплоэлектрическая установка 100 содержит по меньшей мере два контейнера и, в частности, по меньшей мере один первый контейнер 1', приспособленный для содержания компонентов, которые обеспечивают производство синтетического газа, необходимого для преобразования механической энергии в электрическую энергию, и по меньшей мере один второй контейнер 1'', соединенный с указанным первым контейнером 1' и предназначенный для размещения генераторов электрического тока, электрического щита, а также для вмещения необязательной рабочей станции оператора.

Более подробно, первый контейнер 1' содержит необходимые компоненты для обеспечения эндотермического преобразования древесного исходного продукта для получения представляющих интерес химических веществ, таких как H_2 и CO , применяемых в процессе выработки электрического тока, начиная от механической энергии, генерируемой специальными эндотермическим двигателем или двигателями, содержащимися в указанной установке 100 и выполненными с возможностью использования в качестве топлива указанных газообразных веществ.

Прежде чем приступить к подробному описанию настоящего изобретения, следует указать, что оно прежде всего характеризуется спецификой предоставления исходного субстрата, то есть биомассы древесного материала, с оптимальными характеристиками для обеспечения преобразования, при отсутствии всех недостатков, существующих в настоящее время в теплоэлектрических установках, которые используют древесину в качестве твердой исходной биомассы. Более конкретно, указанная установка 100 характеризуется тем, что содержит *in situ* конкретную секцию для сортирования, сушки и для формирования древесного материала в специальные древесные брикеты, подходящие по форме для оптимизации процесса производства представляющего интерес синтетического газа, т.е. производства H_2 и CO . Указанная установка также обеспечивает то, что надлежащим образом отсортированный и сформированный материал также получает превосходное качество для его преобразования вследствие очень низкого содержания влаги; как известно, содержание влаги является одной из основных причин неправильной работы установок такого типа, использующих древесную биомассу и, как следствие, их коммерческой неэффективности.

Также следует указать, что компоненты, которые позволяют формировать древесный исходный продукт в брикеты и минимизировать содержание воды, синергетически взаимодействуют: внесение отсортированного и "высушенного" материала в машину для брикетирования компонентов, интегрированную с указанной установкой 100, позволяет ей изготавливать брикеты, масса которых не изменяется во времени, что позволяет не только правильно оценивать количество фактически используемой твердой биомассы, применяемой для преобразования, но и предотвращать возможное самопроизвольное удаление воды из биомассы, имеющей форму брикетов, при отсутствии предварительной сушки, приводящее к структурной неустойчивости самого брикета, который может даже разрушиться под воздействием какого-либо одного слабого механического усилия. Наличие воды в твердой биомассе во время этапа формирования в брикеты, кроме того, приводит к неправильной оценке давления, которое необходимо приложить для получения брикета заданного размера, поскольку известно, что вода в жидком состоянии является несжимаемой. Следовательно, будет получен брикет, который макроскопически имеет желаемый размер, но микроструктурно может содержать объемы воды. Спонтанное удаление воды, например вызванное повышением температуры, таким образом будет определять структуру, имеющую полости (которые будут образованы после удаления воды из корпуса брикета), что, как указано выше, может поставить под угрозу структурную устойчивость брикета, а также привести к потере эффективных параметров, таких как вес, размер и т.д., ранее установленных для конкретного цикла установки.

По существу, теплоэлектрическая установка 100, являющаяся объектом настоящего изобретения, отличается от известных тем, что она содержит *in situ* интегрированную систему для сортирования, сушки и формования твердой биомассы в брикеты, используемые в качестве топлива. Исходный продукт брикетов, предназначенных для производства синтетического газа, то есть для производства топлива, образованного H_2 и CO , применяемого в последующих этапах процесса, может представлять собой биомассы, такие как: древесина в форме древесной щепы, виноградная лоза, кустарники и подлесок, зерно, сено, подстилки для животных, обработанные соответствующим образом глино-волоконистые массы, скорлупа и косточки, обработанная соответствующим образом шелуха, волоконистые культуры и другие материалы с подобными свойствами.

Таким образом, настоящая теплоэлектрическая установка 100 приспособлена для непрерывного производства тепловой и электрической энергии за счет использования синтетического газа, произведенного в подходящих реакторах газификации с неподвижным слоем и с нисходящим потоком воздуха, интегрированных и загруженных твердой биомассой, которая была предварительно обработана и сформирована для их оптимальной производительности. Такая оптимальная производительность может быть получена за счет отдельных компонентов системы, которые, как уже несколько раз упоминалось выше, характеризуют объект изобретения.

Как упоминалось выше, указанная теплоэлектрическая установка 100 содержит по меньшей мере один первый контейнер 1' и по меньшей мере один второй контейнер 1'', соединенный с указанным первым контейнером 1' посредством соединительного канала 1'''.

Указанный первый контейнер 1' содержит по меньшей мере одну первую секцию для хранения, в которой также происходит сушка, сортирование и формование в брикеты представленной древесной щепой твердой биомассы; по меньшей мере одну вторую секцию для производства синтетического газа посредством подходящих реакторов газификации; по меньшей мере одну третью секцию эндотермических двигателей, на которые подается топливо, предварительно синтезированное в указанной секции газификации; и по меньшей мере одну четвертую секцию для общей рекуперации тепла.

Более конкретно, указанная первая секция для сортирования и компоновки биомассы для ее преобразования содержит по меньшей мере один подобный баку резервуар 2, куда загружается древесная щепа, которая благодаря особой интеграции системы для сушки с помощью предварительно нагретого нагнетаемого воздуха, нормализуется до значения влажности, меньшего или максимально равного 10% по весу. Еще более конкретно, указанная сушка осуществляется посредством сушилки 3, термовентиляция которой осуществляется горячим воздухом от горячей воды. Указанная первая секция дополнительно содержит трехходовое вибрационное сито 4, выполненное с возможностью обеспечения автоматической отгрузки части мелкого материала, прошедшей через сито, то есть просеянного материала, в расположенный ниже измельчитель 5, который подготавливает материал для последующего этапа изготовления брикетов. Указанный этап изготовления брикетов происходит благодаря подходящей интегрированной брикетировочной машине 6, также содержащейся в указанной первой секции.

Указанная вторая секция для газификации биомассы содержит по меньшей мере один реактор 7, предпочтительно по меньшей мере два реактора 7, еще более предпочтительно три реактора 7 газификации с неподвижным слоем и с нисходящим потоком воздуха с геометрическими параметрами и процессами, оптимизированными для ограничения образования конденсатов. Во второй секции газификации также используются герметизированная система 8 загрузки, представленная, в качестве неограничивающего примера, поворотным клапаном; циклонная система 9 извлечения для синтетического газа; и герметизированная система 10 извлечения для биоугля, который получают в качестве дополнительного продукта газификации исходной биомассы. Следует указать, что произведенное количество биодегтя может быть извлечено для последующего использования в иных целях. Например, как улучшитель почвы, поскольку его преимущества для такого применения хорошо известны.

Вторая секция газификации установки 100 дополнительно содержит систему 11 конденсации для охлаждения веществ, произведенных на этапе газификации, и систему 12 фильтрации для очистки синтетического газа. Следует указать, что главная камера 13 рекуперации интегрирована с указанной системой конденсации 11 и фильтрации 12. Такая главная камера 13 рекуперации выполнена с возможностью сбора веществ с наивысшей температурой кипения, которые образуются в реакторе газификации и соответствующим образом охлаждаются в указанной системе конденсации с целью последующего осаждения внутри указанной камеры 13 рекуперации. В противном случае газообразные вещества и, в частности, синтетический газ из H_2 и CO , продолжают свое движение через указанную систему 12 фильтрации.

Третья секция эндотермических двигателей содержит по меньшей мере один двигатель 14, работающий на синтетическом газе, с соответствующим образом модифицированным циклом с воспламенением от сжатия, откалиброванный с помощью известных вспомогательных средств для конкретного топлива - синтетического биогаза из биомассы.

Четвертая секция рекуперации тепла содержит множество компонентов и каналов, которые - когда они надлежащим образом пространственно расположены и сконфигурированы с помощью известных вспомогательных средств - позволяют рекуперировать тепло, выделяемое посредством процесса производства синтетического газа и посредством сжигания синтетического газа вышеуказанными двигателями

14. Более подробно, в указанной четвертой секции предусмотрено, что источники производства тепла, которые генерируются во время работы установки 100, извлекаются и используются. Еще более подробно, в указанной четвертой секции предусмотрено, что: при генерировании тепло синтетического газа в первую очередь передается в зону пиролиза реактора 7 газификации; впоследствии конденсатор системы 11 конденсации, связанный с указанной системой фильтров 12, рекуперировывает другое поступающее тепло, чтобы облучать близлежащее хранилище с целью высушивания твердой биомассы древесной щепы, вместе с облучающим теплом секции газификации, реакторов и моторов. В указанной четвертой секции дополнительно предусмотрено, что тепло охлаждающей жидкости двигателей и выхлопных газов, в качестве неограничивающего примера, рекуперировывает с помощью двух теплообменников вода-вода и вода-пар, и такое тепло подается на фланцы (оконечные элементы) с целью предоставления пользователям.

Следовательно, производственный процесс установки 100, также являющийся объектом формулы настоящей заявки на выдачу патента на промышленное изобретение, включает по меньшей мере следующие этапы:

а) внесение сырья, а значит твердой древесной биомассы, в первую секцию для хранения, сортирования, сушки и изготовления брикетов из биомассы внутри резервуара 2 первого контейнера 1;

б) перемещение указанной надлежащим образом обработанной биомассы внутрь по меньшей мере одного загрузочного бункера 15 (например, с помощью винтовой системы) и перемещение биомассы из указанного бункера 15 в реактор 7 газификации посредством указанной герметизированной системы 8 загрузки, представленной, в качестве неограничивающего примера, повторным клапаном;

в) газификацию твердой биомассы (посредством каналов пиролиза сгорания и восстановления самого процесса газификации) внутри реактора 7;

г) отток газа, произведенного посредством газификации, из указанного реактора 7, и его прохождение через циклонную систему 9 извлечения, приспособленную для осуществления отделения газообразной части биогаза (в нижней части реактора 7), которая вводится повторно в указанный реактор 7, от побочного продукта, представленного биоуглем (от 2 до 5% по весу от исходной биомассы). Последний соответствующим образом извлекается и сохраняется для других целей, например, в качестве улучшителя почвы; указанное извлечение происходит с помощью герметизированной системы 10 извлечения;

д) отток газообразных веществ из реактора 7 и их прохождение как в систему 11 конденсации для охлаждения веществ, полученных на этапе газификации, так и в систему 12 фильтрации для очистки синтетического газа. Прохождение через указанную систему 11 конденсации обеспечивает осаждение веществ с более высокой молекулярной массой, которые будут извлечены в подходящей камере 13 рекуперации. Извлеченный материал содержит сложные смеси веществ, таких как фенолы, ароматические полициклические углеводороды и различные гетероциклические соединения. Указанная смесь веществ с высокой молекулярной массой, которые обычно образуют "каменноугольную смолу", извлекается с целью перемещения затем в первую секцию первого контейнера 1' установки 100 и "подмешивания" к биомассе. Как будет объяснено в ходе настоящего описания, этот аспект предлагает дополнительный синергетический вклад в некоторые этапы процесса установки 100, который оптимизирует ее эффективность и работу;

е) отток синтетического газа, содержащего H_2 и CO , из системы 12 фильтрации и прохождение указанного синтетического газа в трехходовой клапан 16, который позволяет управлять установкой 100 в двух режимах: факела или двигателя. Более конкретно, указанный синтетический газ посредством указанного трехходового клапана 16 может быть подан на факел 17 или продолжать свое перемещение с целью достижения двигателя (двигателей) 14;

ж) преобразование механической энергии, вырабатываемой указанным двигателем 14, в электрическую энергию посредством подходящих электрических генераторов предпочтительно внутри указанного второго контейнера 1", соединенного с первым контейнером 1' посредством соединительного канала 13, который также обеспечивает возможность соединения указанных двигателей 14 с генераторами электрической энергии.

Как описано выше, все тепло, выделяемое компонентами системы, рекуперировывает с целью последующей передачи к твердой исходной биомассе для ее сушки и с целью подачи пользователям.

Как и в случае теплоэлектрической установки 100, процесс получения тепловой и электрической энергии с использованием синтетического газа H_2 и CO , начиная с твердой биомассы древесного материала, характеризуется тем, что он включает конкретный этап сортирования, сушки и формования древесной щепы в брикеты, благодаря конкретным компонентам, интегрированным с системой в первой секции первого контейнера 1' установки 100. Как описано выше, указанные компоненты синергетически взаимодействуют, поскольку предыдущий этап для сортирования и сушки древесной щепы "на борту машины" перед тем, как указанная биомасса вносится в машину 6 для брикетирования, позволяет получать брикеты, имеющие оптимальные характеристики - как в отношении структурной стабильности брикета, так в отношении содержания воды, которое меньше или равно 10% по весу. Таким образом, можно избежать всех проблем, связанных с присутствием воды в подлежащем преобразованию субстрате, как это происходит в настоящее время для теплоэлектрических установок, которые используют твердую биомассу из древесного материала.

Более конкретно, в верхней части секции загрузки древесной щепы установлено трехходовое вибрационное сито 4: часть мелкого материала, прошедшая через сита (просеянный материал), автоматически отгружается в расположенный ниже измельчитель 5, который подготавливает материал для последующего этапа изготовления брикетов. Часть сырья подходящего размера (непросеянный материал) подается в резервуар с целью сушки на борту. Сортирование также предусматривает систему "улавливания" и выгрузки более крупных кусков древесины (обычно в небольшом количестве), которые могут привести к заторам на транспортировочных элементах, в то время как дополнительное наличие машины для удаления железа препятствует попаданию "незваных" металлических частей. Разделенный материал затем переходит на этап сушки внутри измельчителя 5 посредством горячего воздуха, производимого самой машиной, и, когда соответствующий датчик влажности дает разрешение, такой материал подается на этап изготовления брикетов. Отсюда изготовленные брикеты заранее установленного размера подаются непосредственно в реакторы газификации. Таким образом используется 99% древесной биомассы, и существенные отходы отсутствуют.

По существу, установка 100 объединяет в подобном баку резервуаре 2 функции сушки, сортирования и изготовления брикетов из древесины неподходящего размера для подачи в секцию газификации. Результатом этого является секция преобразования на борту машины, замечательно интегрированная в указанный первый контейнер 1' и управляемая в автоматическом режиме.

В ходе эксперимента, относящегося к настоящему изобретению, также было неожиданно обнаружено, что утилизация смолы на этапе конденсации и фильтрации синтетического газа, выходящего из реактора газификации, и в частности ее транспортировка внутри каналов установки с целью попадания в подобный баку резервуар 2, содержащий древесную щепу, стабильно улучшает характеристики брикета для его последующего преобразования в синтетический газ. Более конкретно, было замечено, что наличие вязкой жидкости на основе высокомолекулярных углеводородов не только улучшает компактность брикета, что является интуитивно понятным, поскольку "связующие" свойства таких смесей известны, но, прежде всего, оптимизирует преобразование биомассы в синтетический газ, увеличивая выработку представляющих интерес газообразных продуктов, таким образом оказывая синергетическое воздействие на этапе формирования брикета, который становится более компактным, и на этапе газификации, включая большую выработку представляющих интерес продуктов.

Одно возможное объяснение может быть связано с тем фактом, что указанная углеродсодержащая жидкость, будучи смешанной с древесной щепой, может быть адсорбирована или связана различными способами с поверхностью твердой биомассы с эффектом образования некоторых химических соединений и групп (присутствующих в их молекулярных структурах), более доступных (в их "связанной" форме) для их удаления из их молекулярных структур, тем самым способствуя вероятному увеличению выработки CO и H₂ и общему увеличению выработки синтетического газа в процессе производства.

Таким образом, указанный процесс, и в частности указанный этап е) процесса, связанного с установкой 100, позволяет получать брикеты, которые при смешивании со смолой, произведенной и повторно используемой в установке, имеют улучшенные характеристики в плане производительности для их преобразования во время последующего этапа газификации.

Этапы процесса работы установки также предусматривают множество вспомогательных средств в соответствии с тем, что требуется для газификации, и в частности: непрерывный контроль влажности древесины перед изготовлением брикета; вакуумную систему по всей линии измельчения и изготовления брикетов, чтобы облегчать удаление влаги и обеспечивать подачу брикета в линию без изменения работы реакторов 7; систему труб для подачи брикета непосредственно в реакторы; функции регулирования и управления подачей (соотношение щепа/брикет) на основе критериев выбора, которые должны быть установлены на основе наличия материала, или на основе предварительно определенных критериев; датчики для обнаружения возможных заторов и системы для их автоматического устранения.

Таким образом, первая секция настоящей теплоэлектрической установки 100 предусматривает: оптимизацию выбора древесной щепы и автоматическую загрузку древесины с размерами, превосходно подходящими для теплоэлектрической установки; циклы отбора, измельчения и изготовления брикетов, синхронизированные между собой и регулируемые в зависимости от непрерывного производства машины; отдельную и регулируемую подачу древесной щепы в форме брикетов в соответствии с различными режимами (автоматический, ручной и совмещенный); интеграцию всех частей внутри контейнера с обеспечением решения по принципу "подключай и работай".

Также весь процесс может быть управляемым и автоматизированным в целом.

Как упоминалось выше, установка 100 содержит факел 17, который в случае аварийной или технической остановки двигателей обеспечивает возможность направления производимого синтетического газа в указанный факел с целью его сжигания. Факел 17 снабжен гидравлическим защитным устройством для предотвращения случайных возвратов пламени и пилотной горелкой для поджигания синтетического газа на конечном этапе на высоте.

Установка 100 дополнительно содержит систему для отвода паров и выбросов. Более подробно, выбросы происходят только через глушитель с каталитическим дожиганием двигателя и находятся в допустимых пределах, предусмотренных мировым законодательством.

Как уже несколько раз упоминалось выше, установка 100 и соответствующий рабочий процесс характеризуются конкретной интеграцией синергетически взаимодействующих компонентов для сушки, сортирования и изготовления брикетов на борту машины, предназначенных для топлива из биомассы, и для дальнейшего синергетического вклада, обеспечиваемого повторным использованием смолы, получаемой после этапа конденсации и фильтрации синтетического газа реактором, с целью подмешивания к исходной биомассе, что неожиданно улучшает ее свойства для ее преобразования в синтетический газ.

В ходе настоящего описания акцент был сделан на вышеуказанные аспекты, характеризующие изобретение, при этом были опущены все известные конструктивные характеристики и вспомогательные средства, такие как датчики, клапаны, маностаты, редукторы давления и т.д., и различные рычажные системы, которые еще входят в состав установки 100. Таким образом, считается само собой разумеющимся, что специалисту в данной области техники понятно наличие этих средств; поясняется, что сущность настоящего изобретения и его изобретательский характер заключаются в аспектах, которые были изложены выше.

Тем не менее, с целью предоставления более подробного описания конструктивных характеристик теплоэлектрической установки 100 согласно настоящему изобретению далее предоставлен неограничивающий список некоторых компонентов, используемых для осуществления установки в одном из ее предпочтительных вариантов осуществления.

Указанная установка дополнительно содержит по меньшей мере следующие компоненты:

синхронный низковольтный самовозбуждающийся бесщеточный четырехполюсный генератор переменного тока, 400 В, 50 Гц, трехфазный с нейтралью; автоматический регулятор напряжения, автоматический регулятор коэффициента мощности;

стальное основание, антивибрационные опоры, аккумуляторы для запуска;

рампу подачи газа на первичный двигатель с электромагнитными клапанами, регулятором давления, фильтром, защитными маностатами;

модуль рекуперации тепла для получения горячей воды в комплекте с пластинчатым теплообменником водно-гликолевая смесь-вода, пароводяным трубчатый теплообменником, двухпозиционным обводным каналом для пара, первичным водяным насосом, клапанами, изолированными трубками, датчиками давления, датчиками температуры, средствами защиты в соответствии с законодательством;

глушитель выхлопных газов бытового типа 45 дБ (А);

электрический щит, работающий параллельно с национальной энергосистемой;

контейнер размером 6,0 м в длину, 2,4 м в ширину и 2,6 м в высоту;

вентиляционные отверстия с антипылевыми фильтрами, сеткой против проникновения и звукоизоляционными лабиринтами;

световые маяки.

Как уже описано, теплоэлектрическая установка 100 может содержать один или несколько реакторов газификации. Как правило, но не исключительно, два реактора газификации или три реактора газификации согласно различным вариантам осуществления установки 100. Следовательно, этот аспект связан с наличием по меньшей мере двух линий производства газа и по меньшей мере двух групп комбинированного производства тепловой и электрической энергии. Преимущественно такой отличительный признак позволяет не полностью останавливать установку во время необходимых этапов технического обслуживания. Более подробно, применительно к машине мощностью 50 кВт, это выполняется двумя одинаковыми линиями, так что можно отключить одну из двух без необходимости отключения другой. Когда мощность составляет 100 кВт, установка, как правило, содержит три реактора и два двигателя, таким образом предпочтительно позволяя независимое чередование операций по техническому обслуживанию на каждом из компонентов.

Эти характерные признаки настоящей установки влияют прежде всего на выработку тепловой энергии установки: таким образом, пользователи имеют непрерывность подачи тепловой энергии, пусть и с пониженной мощностью, в течение периодов технического обслуживания. Для некоторых установок этот аспект может обладать большими преимуществами (например, для спортивных сооружений). Общее производство электроэнергии немного увеличивается, поскольку в периоды работы только с одной линией можно использовать запас по мощности, производя до 65% от номинальной мощности. Кроме того, по-прежнему сохраняется бесперебойность подачи электроэнергии, что может быть важно для использования в качестве автономного источника электроснабжения.

Следует также указать, что для всех вариантов осуществления согласно настоящему изобретению конструктивные и крепежные вспомогательные средства для различных элементов, содержащихся в установке и установленных в контейнере, позволяют транспортировать установку на обычных средствах для перевозки контейнеров. В дополнение, установка 100 прошла испытания для использования в сейсмической зоне категории 1.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Теплоэлектрическая установка (100) для непрерывного производства электрической и тепловой энергии из твердой древесной биомассы, причем последняя выбирается из древесины в форме древесной щепы, виноградной лозы, кустарников и подлеска, зерна, сена, подстилок для животных, соответствующим образом обработанных глино-волоконистых масс, скорлупы и косточек, соответствующим образом обработанной шелухи, волоконистых культур и их сочетаний, при этом указанная установка (100) содержит по меньшей мере один первый контейнер (1') и по меньшей мере один второй контейнер (1''), соединенные по меньшей мере одним соединительным каналом (1'''), при этом указанный первый контейнер (1') содержит элементы, выполненные с возможностью обеспечения преобразования указанной биомассы в синтетический газ, содержащий H_2 и CO , предназначенный для подачи в качестве топлива в по меньшей мере один эндотермический двигатель (14), содержащийся в указанной установке (100) и выполненный с возможностью производства механической энергии, преобразуемой в электрическую энергию, причем указанный второй контейнер (1'') содержит, по меньшей мере, генераторы электрического тока и по меньшей мере один электрический щит, при этом указанный первый контейнер (1') содержит: по меньшей мере одну первую секцию для хранения твердой древесной биомассы, причем указанная первая секция хранения содержит подобный баку резервуар (2); по меньшей мере одну вторую секцию для производства синтетического газа посредством по меньшей мере одного подходящего реактора (7) газификации; по меньшей мере одну третью секцию эндотермического двигателя (двигателей) (14), на которые подается топливо, предварительно синтезированное в указанной второй секции газификации; и по меньшей мере одну четвертую секцию для общей рекуперации тепла, при этом указанная теплоэлектрическая установка (100) имеет номинальную мощность до сотен кВт, отличающаяся тем, что содержит в указанной первой секции хранения систему, интегрированную на борту машины, для сушки, сортирования и формирования твердой древесной исходной биомассы в брикеты, причем указанная первая секция содержит сушилку (3); трехкоординатное вибрационное сито (4); измельчитель (5) и интегрированную машину (6) для брикетирования, при этом указанное вибрационное сито (4), указанная сушилка (3) и указанная интегрированная машина (6) для брикетирования синергетически взаимодействуют, при этом указанная вторая секция для производства синтетического газа дополнительно содержит: по меньшей мере два реактора (7) газификации с неподвижным слоем и с нисходящим потоком воздуха; по меньшей мере одну герметизированную систему загрузки (8) для предварительно высушенной и сформированной биомассы, представленную поворотным клапаном; по меньшей мере одну циклонную систему (9) извлечения для синтетического газа; и по меньшей мере одну герметизированную систему (10) извлечения для биоугля, получаемого посредством газификации указанной твердой исходной биомассы; по меньшей мере одну систему (11) конденсации для охлаждения веществ, полученных на этапе газификации; по меньшей мере одну систему (12) фильтрации для очистки синтетического газа; по меньшей мере одну камеру (13) рекуперации, выполненную с возможностью извлечения веществ с наивысшей температурой кипения, полученных в указанном реакторе (7) газификации, причем указанные вещества представляют собой смолу, при этом установка содержит средства передачи указанной смолы к твердой исходной биомассе.

2. Теплоэлектрическая установка (100) для непрерывного производства электрической и тепловой энергии из твердой древесной биомассы по п.1, отличающаяся тем, что третья секция эндотермических двигателей содержит по меньшей мере один двигатель (14) с модифицированным циклом с воспламенением от сжатия и откалиброванный для указанного синтетического газа.

3. Теплоэлектрическая установка (100) для непрерывного производства электрической и тепловой энергии из твердой древесной биомассы по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что четвертая секция рекуперации тепла содержит множество каналов, подходящим образом пространственно сконфигурированных для рекуперации тепла, выделенного на этапе производства синтетического газа посредством его сжигания указанными двигателями (14) и посредством системы (11) конденсации, связанной с системой (12) фильтрации, при этом указанное рекуперированное тепло направляется на облучение хранилища с целью содействия сушке твердой биомассы, при этом в указанной четвертой секции предусмотрено, что рекуперация тепла, поступающего от охлаждающей жидкости для двигателей и выхлопных газов, рекуперирована с помощью двух теплообменников типа вода-вода и вода-пар и подается на оконечные элементы с целью подачи пользователям.

4. Теплоэлектрическая установка (100) по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что содержит две линии производства синтетического газа и две группы комбинированного производства электрической и тепловой энергии, при этом указанная теплоэлектрическая установка (100) имеет номинальную мощность 50 кВт.

5. Теплоэлектрическая установка (100) по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что содержит три реактора (7) газификации и два эндотермических двигателя (14), при этом указанная установка (100) имеет номинальную мощность 100 кВт.

6. Способ непрерывного производства электрической и тепловой энергии, начиная от твердой био-

массы, представленной древесной щепой, причем в указанном способе используется теплоэлектрическая установка (100) по любому из предыдущих пунктов, при этом указанный способ предусматривает:

а) внесение древесной щепы в первую секцию хранения, сортирования, сушки и изготовления брикетов из биомассы внутри подобного баку резервуара (2) первого контейнера (1');

б) перемещение указанной надлежащим образом обработанной биомассы внутрь по меньшей мере одного загрузочного бункера (15) и перемещение древесной щепы из указанного бункера (15) в по меньшей мере один реактор (7) газификации посредством указанной герметизированной системы (8) загрузки, представленной поворотным клапаном;

с) газификацию твердой биомассы внутри реактора (реакторов) (7);

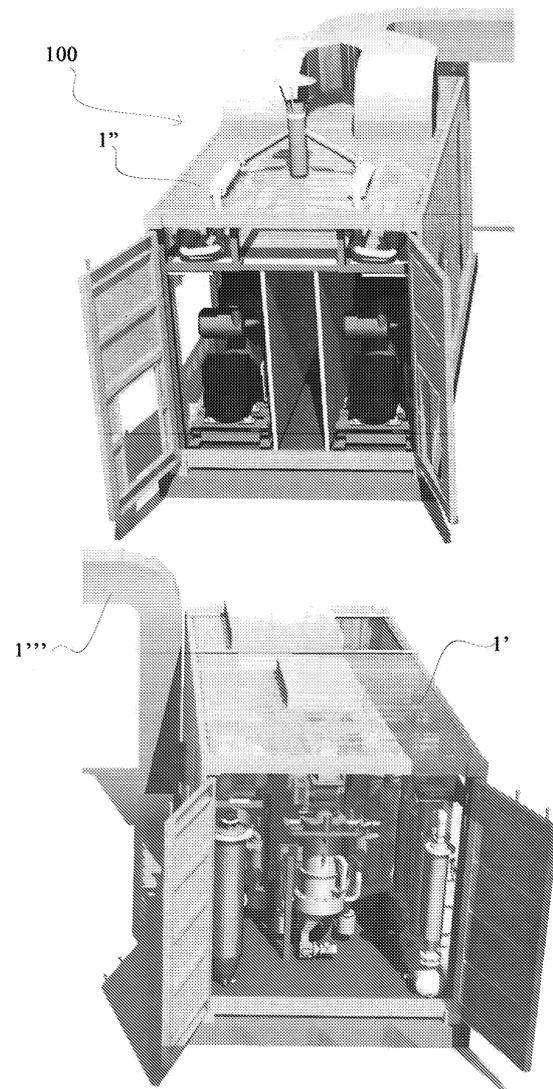
д) отвод газа, полученного посредством газификации, из указанного реактора (реакторов) (7) и его подачу в циклонную систему (9) извлечения, выполненную с возможностью отделения газообразной части биогаза от побочного продукта, представленного биоуглем; при этом указанное отделение происходит с помощью герметизированной системы (10) извлечения;

е) отвод газообразных веществ из реактора (7) и их прохождение внутрь как системы (11) конденсации для охлаждения веществ, произведенных на этапе газификации, так и системы (12) фильтрации для очистки синтетического газа, при этом указанное прохождение обеспечивает возможность осаждения веществ с более высокой молекулярной массой, которые будут извлечены в подходящей камере (13) рекуперации, причем указанные вещества с более высокой молекулярной массой извлекают для того, чтобы затем подавать в первую секцию первого контейнера (1') установки (100) и подмешивать к биомассе;

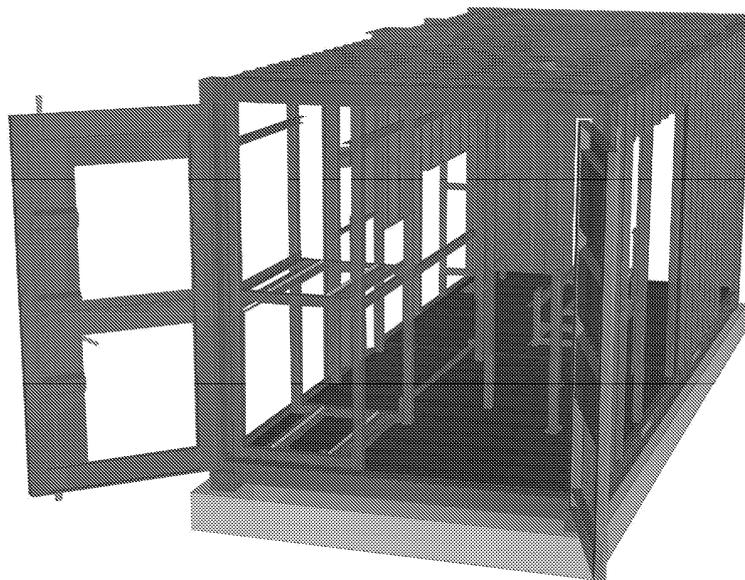
ф) отвод синтетического газа, содержащего H_2 и CO , из системы (12) фильтрации и прохождение указанного синтетического газа в трехходовой клапан (16), который позволяет управлять упомянутой теплоэлектрической установкой (100) в двух режимах: факела или двигателя, при этом указанный трехходовой клапан (16) обеспечивает возможность подачи синтетического газа на факел (17) или продолжения его перемещения с целью достижения двигателя (двигателей) (14);

г) преобразование механической энергии, производимой указанным двигателем (двигателями) (14), в электрическую энергию посредством подходящих электрических генераторов, размещенных внутри указанного второго контейнера (1''), соединенного с первым контейнером (1') посредством соединительного канала (13), который также обеспечивает соединение указанных двигателей (14) с генераторами электроэнергии,

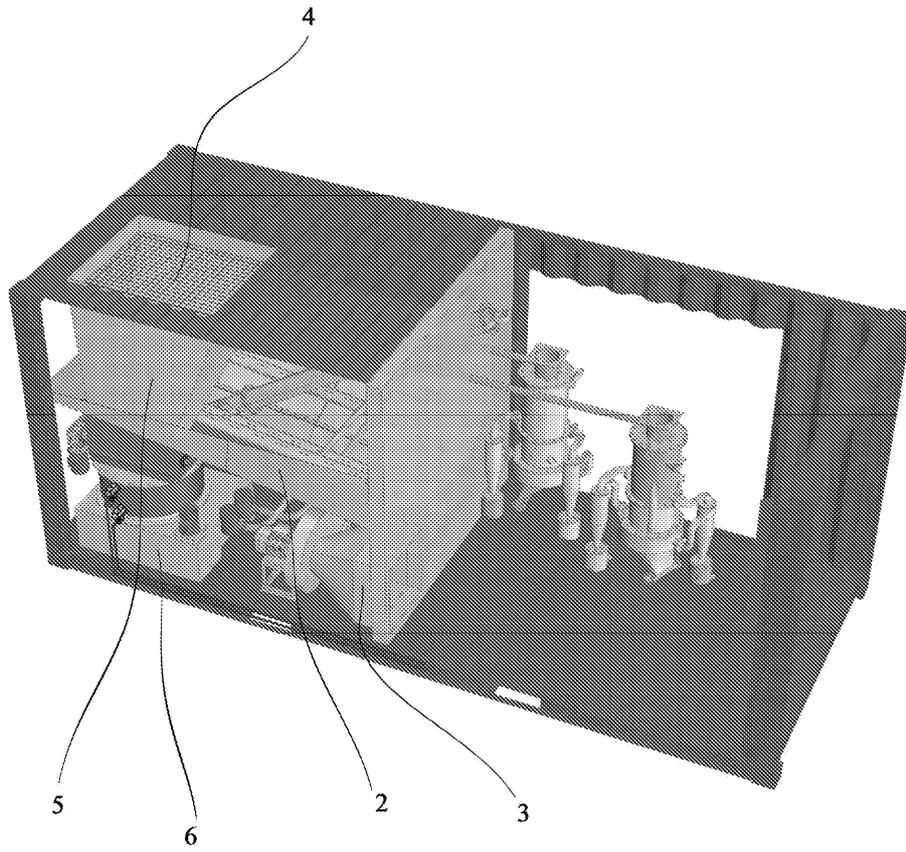
при этом указанный способ отличается тем, что на указанном этапе а) часть мелкого материала, прошедшая через сита вибрирующего сита (4), непосредственно отгружается в расположенный ниже измельчитель (5), который подготавливает материал для последующего изготовления брикетов с помощью машины (6) для брикетирования; при этом часть сырья, представляющая непросеянный материал, подается в бак с целью сушки на борту; брикеты, изготовленные с заранее установленными размерами, подаются непосредственно в реакторы (7) газификации.



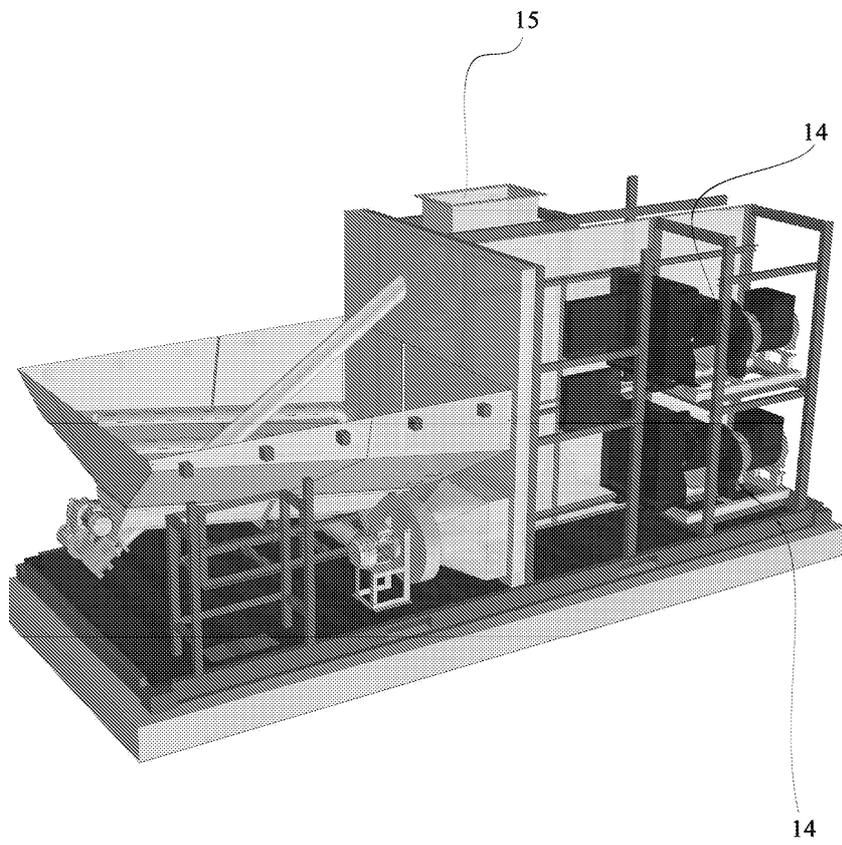
Фиг. 1



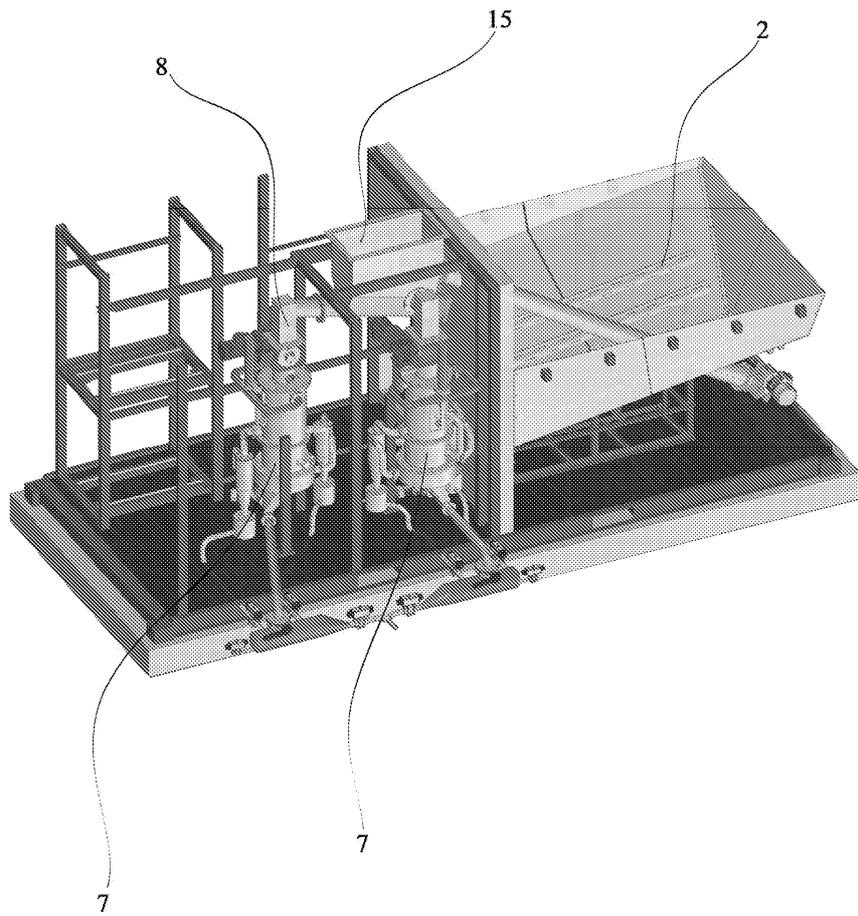
Фиг. 2



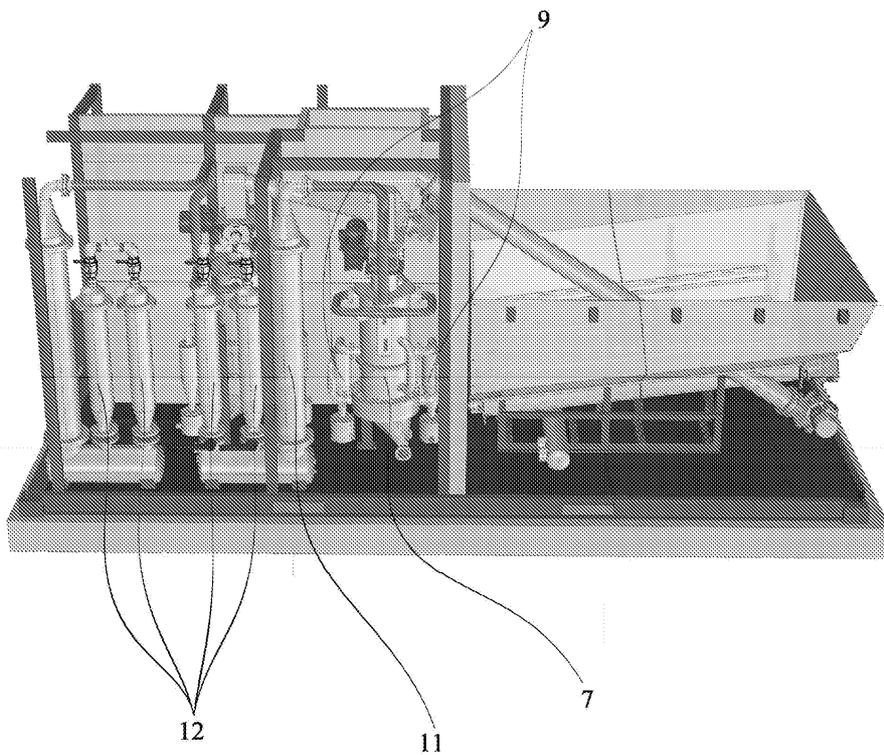
Фиг. 3



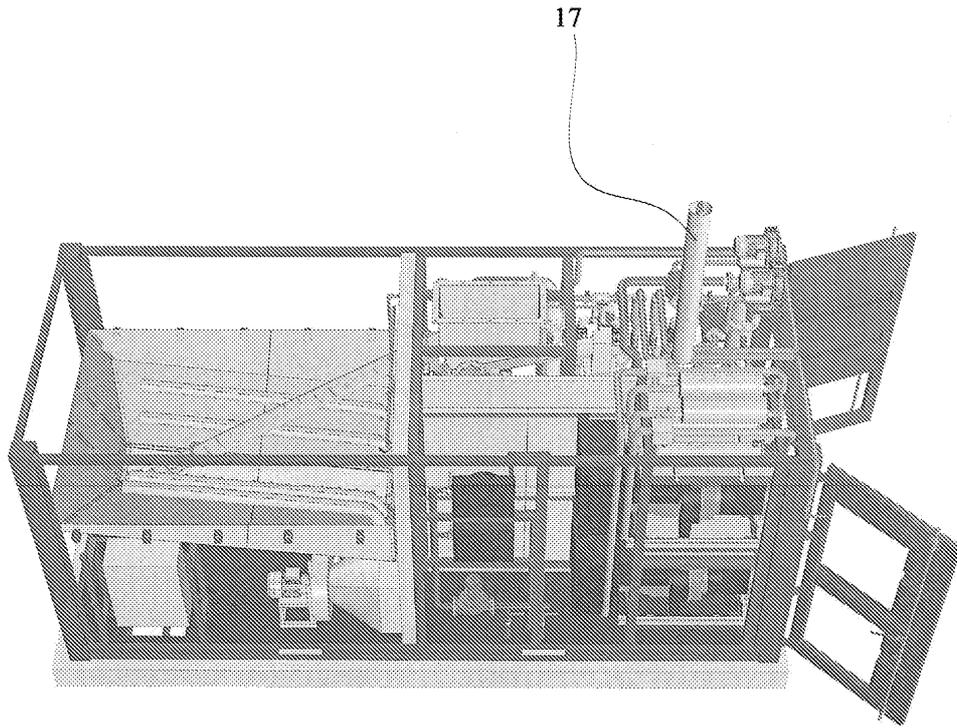
Фиг. 4



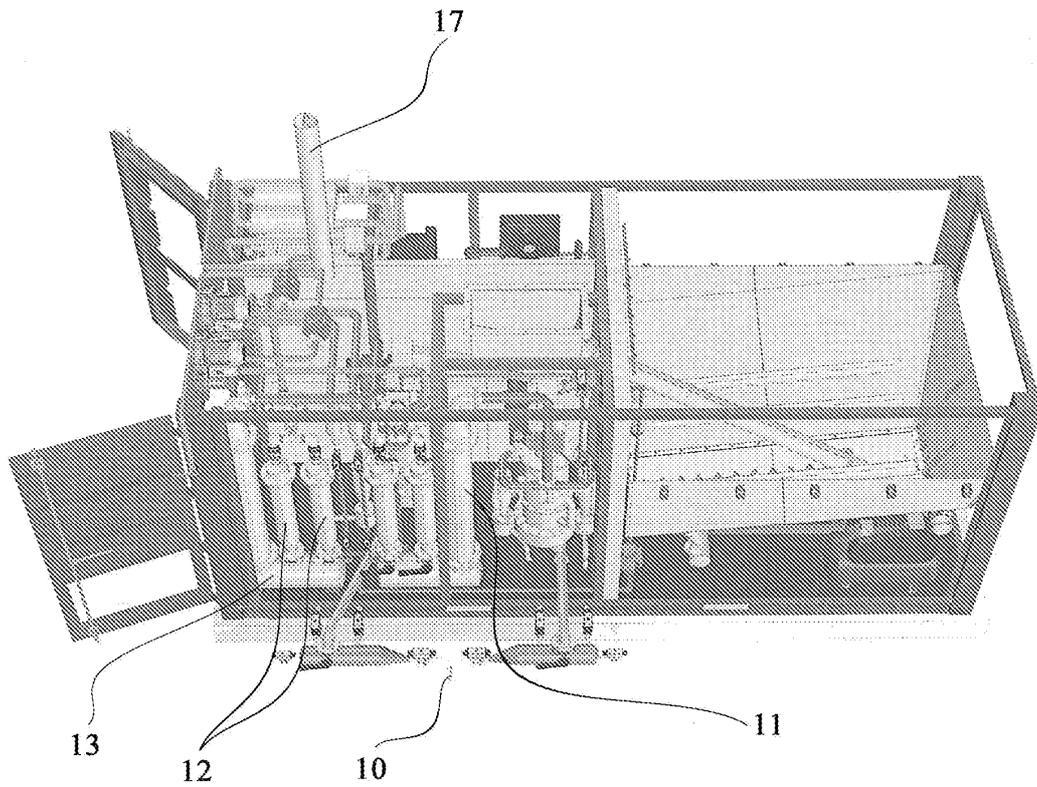
Фиг. 5



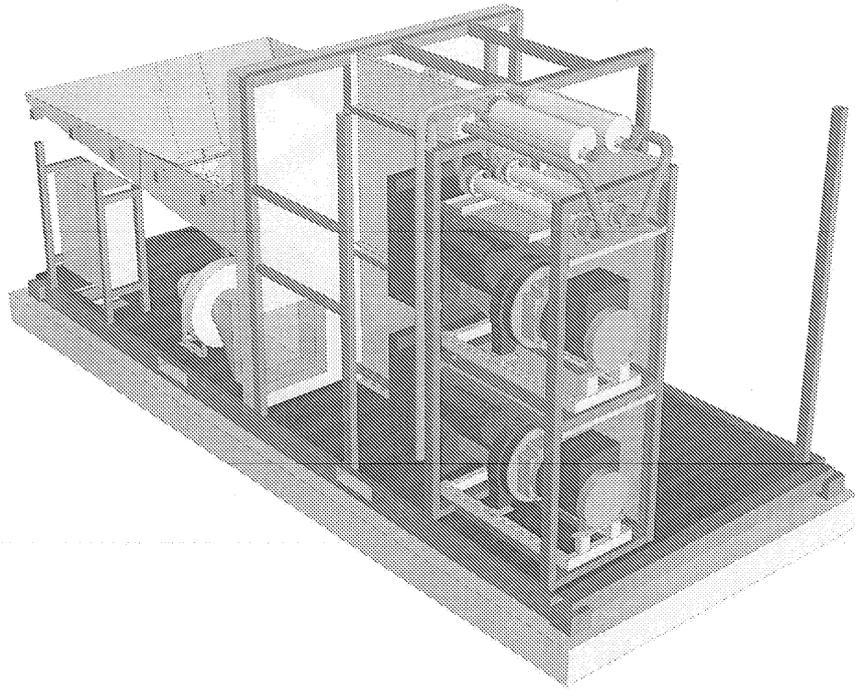
Фиг. 6



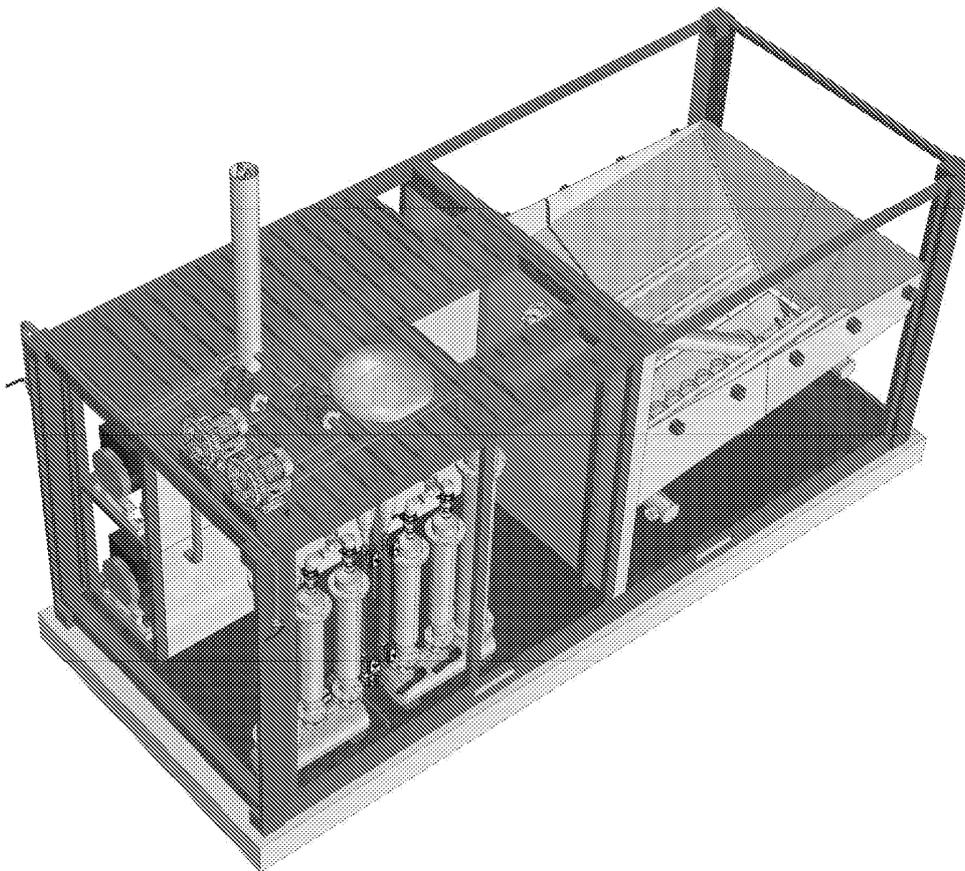
Фиг. 7



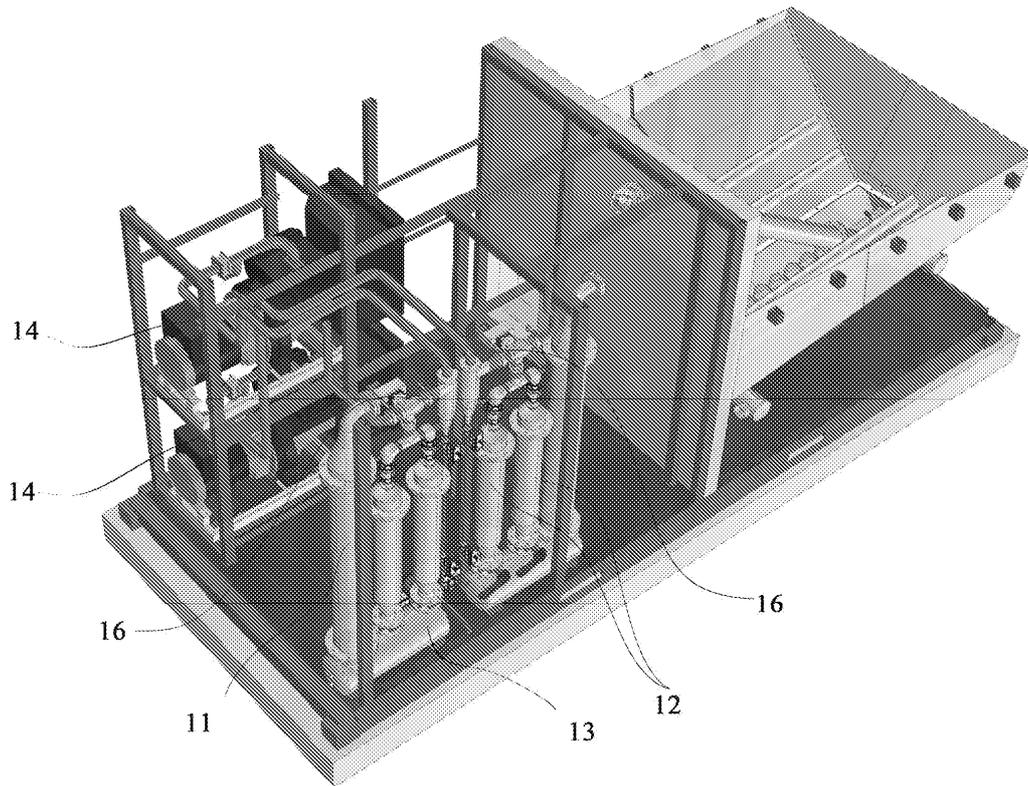
Фиг. 8



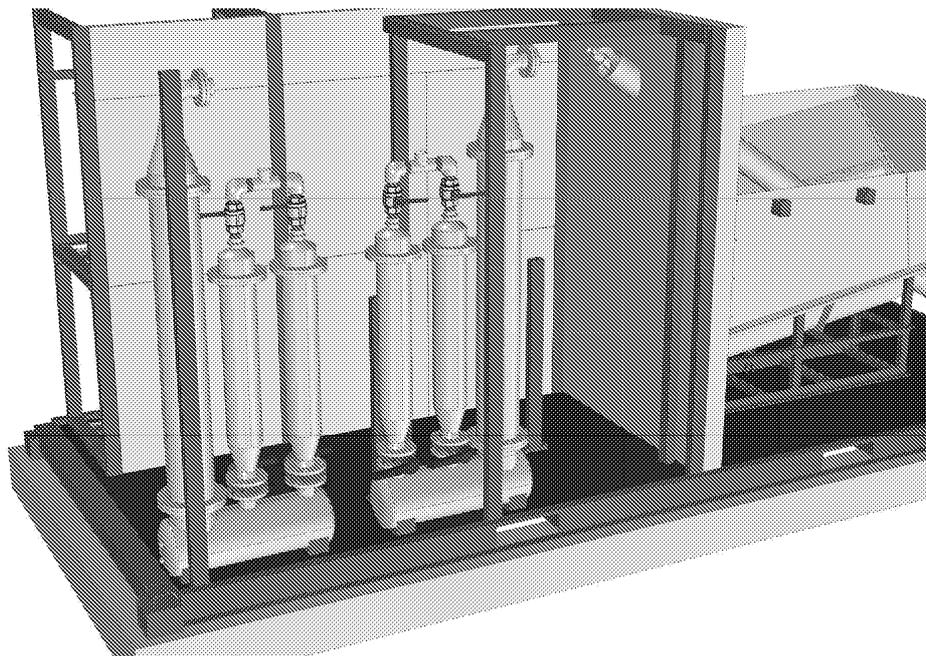
Фиг. 9



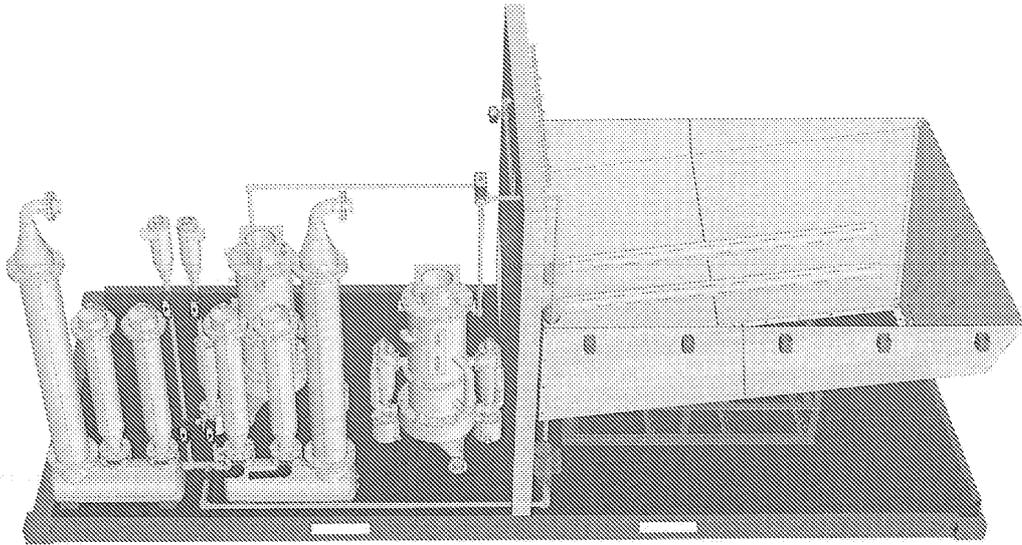
Фиг. 10



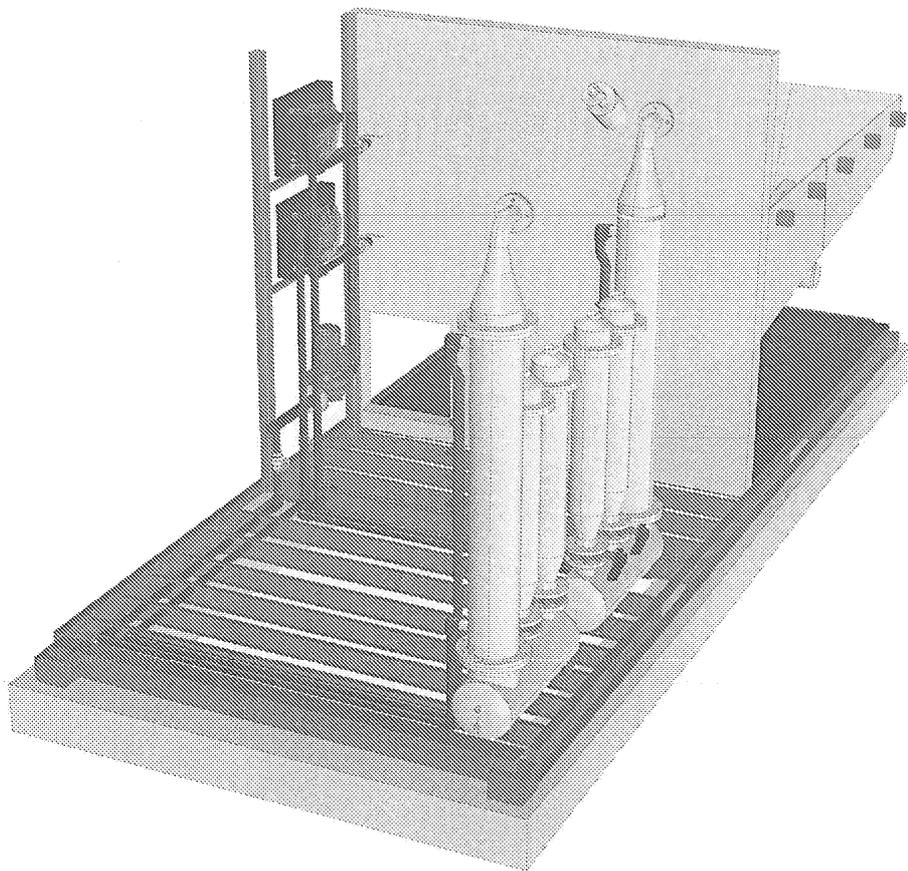
Фиг. 11



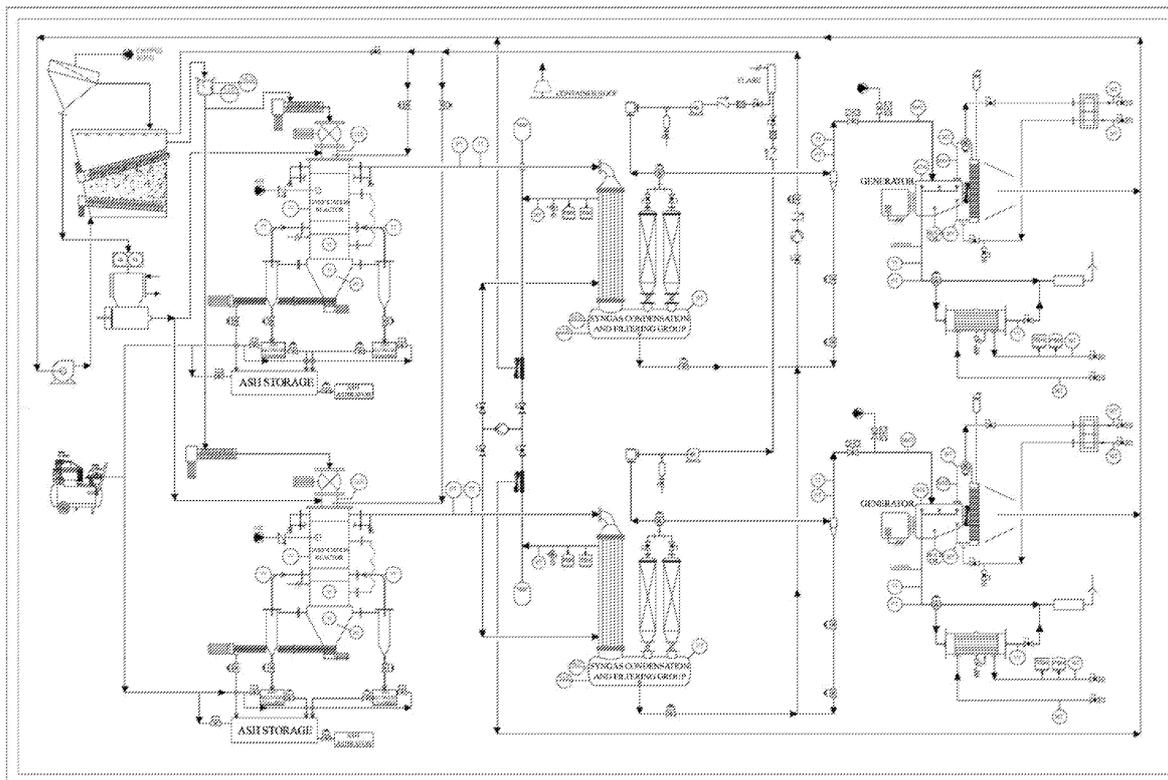
Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15

