



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2008152111/05, 29.12.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
29.12.2008

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 29.12.2008

(43) Дата публикации заявки: 10.07.2010 Бюл. № 19

(45) Опубликовано: 10.01.2011 Бюл. № 1

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2275416 C1, 27.04.2006. RU 2260615 C1, 20.09.2005. JP 2007-298225 A, 15.11.2007. JP 2002-155286 A, 28.05.2002.

Адрес для переписки:  
125057, Москва, ул. Песчаная, 13, кв.4, С.В. Пашкину

(72) Автор(ы):  
Пашкин Сергей Васильевич (RU)

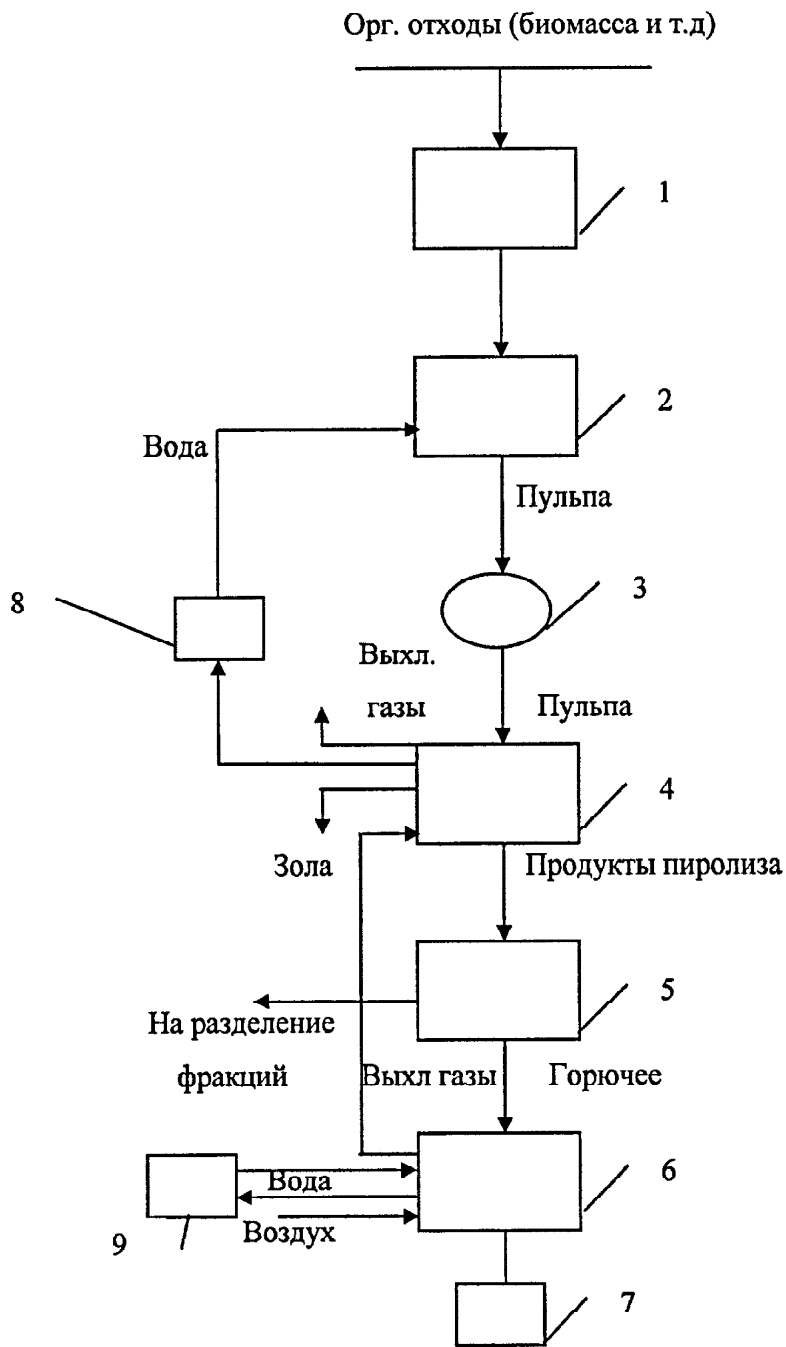
(73) Патентообладатель(и):  
Пашкин Сергей Васильевич (RU)

## (54) СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:  
Изобретение может быть использовано в энергетике. Органические отходы размельчают, после чего в размельченную массу отходов добавляют воду и перемешивают эту смесь так, чтобы концентрация воды в образовавшейся пульпе находилась в пределах 30-99%. Затем образовавшуюся пульпу подают насосом высокого давления 3 или поршнем в термохимический реактор 4, обеспечивая давление пульпы выше давления насыщенных паров воды во всем диапазоне рабочих температур термохимического реактора 4. Пульпу нагревают в термохимическом реакторе 4 до температур, при которых

происходит пиролиз органических отходов с образованием твердой фракции продуктов пиролиза, воды и газовой фракции. Газовую фракцию, содержащую горючие газы и пары летучих жидкостей, отделяют от жидкой фазы. Газовую фракцию направляют в камеру сгорания либо на химическую переработку в синтетическое топливо, а из жидкой фазы извлекают полезные продукты и затем возвращают ее в технологический цикл, добавляя в размельченные отходы. Изобретение позволяет повысить экономические и экологические показатели пиролизной технологии при переработке влажных и жидких органических отходов. 2 н. и 7 з.п. ф-лы, 2 ил.

Упрощенная технологическая схема получения из органических отходов тепловой и электрической энергии, жидких и газообразных топлив, минеральных удобрений (зола).



Фиг.1

RU 2408649 C2

RU 2408649 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
**C10B 53/00** (2006.01)  
**F23G 5/027** (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2008152111/05, 29.12.2008**

(24) Effective date for property rights:  
**29.12.2008**

Priority:

(22) Date of filing: **29.12.2008**

(43) Application published: **10.07.2010 Bull. 19**

(45) Date of publication: **10.01.2011 Bull. 1**

Mail address:

**125057, Moskva, ul. Peschanaja, 13, kv.4, S.V.  
Pashkinu**

(72) Inventor(s):

**Pashkin Sergej Vasil'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Pashkin Sergej Vasil'evich (RU)**

**(54) PROCESSING METHOD OF ORGANIC WASTES AND DEVICE FOR ITS IMPLEMENTATION**

(57) Abstract:

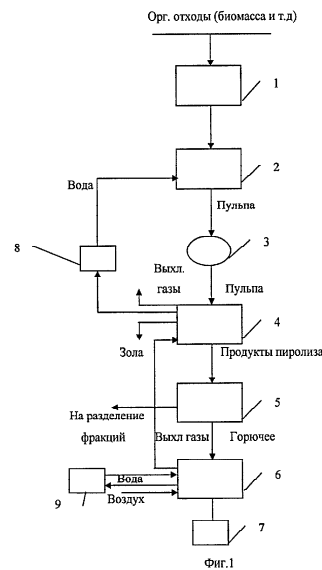
FIELD: power industry.

SUBSTANCE: organic wastes are crushed; after that, water is added to crushed mass of wastes, and that mixture is mixed so that water concentration in the formed pulp can be within 30-99%. Then the above pulp is supplied with high pressure pump 3 or with piston to thermochemical reactor 4, thus providing the pulp pressure above the pressure of saturated water vapours within the whole range of working temperatures of thermochemical reactor 4. Pulp is heated in thermochemical reactor 4 to the temperatures at which pyrolysis of organic wastes is performed so that solid fraction of pyrolysis products, water and gas fraction is formed. Gas fraction containing combustion gases and vapours of volatile fluids is separated from liquid phase. Gas fraction is supplied to combustion chamber or to chemical processing to synthetic fuel, and useful products are extracted from liquid phase, and then it is returned to process cycle and added to crushed wastes.

EFFECT: increasing economic and ecological parameters of pyrolysis technology at processing of wet and liquid organic wastes.

9 cl, 2 ex, 2 dwg

Упрощенная технологическая схема получения из органических отходов тепловой и электрической энергии, жидких и газообразных топлив, минеральных удобрений (зола).



RU 2 4 0 8 6 4 9 C 2

RU 2 4 0 8 6 4 9 C 2

Изобретение относится к области энергетики, а более конкретно к альтернативным независимым источникам получения тепловой и электрической энергии, жидких, твердых и газообразных энергоносителей, а также полезных химических продуктов при пиролизной переработке бытовых, сельскохозяйственных и промышленных органических отходов, в частности древесины, листвы, навоза и навозных стоков, птичьего помета, торфа, гнили, соломы, резиновой и пластиковой крошки, черного щелока, осадка сточных вод, жидких отходов пищевой, пивоваренной и спиртовой промышленности и других типов жидких и твердых органических отходов.

Широко известны способы получения тепловой и электрической энергии, энергоносителей и химических продуктов при термической переработке органических отходов. Простейшим способом получения энергии из отходов является их сжигание в печах, топках и других устройствах с получением тепла и водяного пара, где пар может затем использоваться в паровых машинах для получения электроэнергии.

Другим способом получения энергии, а также энергоносителей является газификация органических отходов, в частности древесных чурок в газогенераторных установках, представляющая собой процесс термического разложения этих отходов под действием высоких температур (до 1100°C) в процессе горения этих же отходов при ограниченном доступе воздуха. Получаемый в таких установках генераторный газ может использоваться уже не только в качестве котельного топлива, но и как горючее для двигателей внутреннего сгорания и являться сырьем для производства синтетических жидких и газообразных моторных топлив (см, например, RU 2303192 С1, МКП F22В 33/18, С10J 3/86 от 29.06.2006, публ. 20.07.2007, Бюл. №20 «Комплекс газотеплоэлектрогенераторный»). Из-за наличия в самом генераторном газе продуктов сгорания и азота воздуха генераторный газ обладает низкой теплотворной способностью и ограниченными возможностями для применения в синтезе моторных топлив.

И без того низкие энергетические показатели газогенераторных установок усугубляются большими габаритами оборудования для обеспечения сушки кускового сырья. Это является следствием низкой эффективности передачи тепловой энергии от горячего газа к перерабатываемому сырью из-за низких коэффициентов теплопроводности газа и сырья, невозможности быстро поднять температуру до 330°C и более градусов Цельсия внутри кускового сырья для его газификации, пока не испарится вода, содержащаяся в этом сырье. Из-за неоднородности сырья по составу, влажности, по размерам кусков, а также большой продолжительности выхода установок на рабочий режим, эта технология с трудом поддается автоматизации.

Указанные недостатки устраняются в пиролизной технологии переработки отходов, проводимой при температурах 400-900°C без доступа воздуха. Продукты пиролиза имеют высокую теплотворную способность, широкий спектр по составу получаемых углеводородов и представляют наибольший интерес для применения как непосредственно в энергетических установках, так и для дальнейшей химической переработки в моторное топливо.

Известный способ переработки органосодержащего сырья путем пиролиза, защищенный патентом (RU 2260615 С1, МКП С10В 49/00, 47/16, 7/02 от 21.04.2004, публ. 20.09.2005, Бюл. №26), предполагает скоростной пиролиз в потоке предварительно подготовленного сырья (измельченного до размеров около долей мм и подсушенного) при температурах 450-800°C в зависимости от выбранной технологии получения итоговых продуктов. Тепловая энергия передается сырью контактным путем через его соприкосновения с предварительно нагретыми, имеющими высокую

теплопроводность, катящимися рабочими телами - билами. Эффективная теплопередача при контакте от твердых нагретых биллов высушенному измельченному сырью обеспечивает быстрый нагрев и газификацию всей массы перерабатываемого сырья. Возможность непрерывной работы установки придает ей хорошую  
5 производительность, экономичность и надежность. Высокая степень автоматизации позволяет надежно контролировать заданные параметры технологического процесса. Продукты пиролиза используются непосредственно для выработки тепловой и электрической энергии и для переработки в жидкое, твердое и газообразное топливо с  
10 заданными свойствами.

Однако данная пиролизная технология, также как и упомянутые выше газогенераторные технологии и технологии прямого сжигания отходов, требует предварительной сушки этих отходов (для пиролиза влажность отходов не должна превышать, как правило, 10%, а для газогенераторных установок и установок  
15 прямого сжигания - 30-50%), на которую тратится значительное количество энергии, требуются специальные сушильные устройства. Выделяемые при сушке пары и газы могут создавать экологические проблемы по выбросам, особенно, если отходы содержат ртуть, свинец, цинк, серу, диоксины, бензопирены и др. примеси (листва в  
20 городе, промышленные отходы и т.п.). Пиролиз по вышеприведенной технологии таких отходов, как жидкие стоки животноводческих комплексов, свежий птичий помет, отходы пищевых производств, осадки сточных вод, черный щелок и т.п., имеющие влажность до 90-99%, оказывается слишком затратным, экологически и экономически нецелесообразным (подробнее об экономических и технических  
25 сторонах вопроса см, например: «Биомасса древесины и биоэнергетика. Монография» / Д.А.Занегин, И.В.Воскобойников, В.А.Кондратюк, В.М.Щелоков. - М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. - Т.1 - 428 с.; - Т.2 - 456 с.).

Целью настоящего изобретения является устранение указанного недостатка, повышение экономических и экологических показателей пиролизной технологии при  
30 переработке влажных и жидких органических отходов.

Указанная цель достигается тем, что в известном способе переработки органических отходов, включающем размельчение этих отходов, их газификацию в термохимическом реакторе путем пиролиза и подачу газообразных продуктов  
35 пиролиза в камеру сгорания энергетической установки либо на химическую переработку в синтетическое топливо, в размельченную массу отходов добавляют воду и перемешивают эту смесь так, чтобы концентрация воды в образовавшейся пульпе находилась в пределах 30-99%, затем образовавшуюся пульпу подают насосом  
40 высокого давления или поршнем в термохимический реактор, обеспечивая давление пульпы выше давления насыщенных паров воды во всем диапазоне рабочих температур термохимического реактора, нагревают пульпу в термохимическом реакторе до температур, при которых происходит пиролиз органических отходов с образованием низкомолекулярных соединений (СО, СО<sub>2</sub>, Н<sub>2</sub>, СН<sub>4</sub>, метанол,  
45 диметиловый эфир и др.), выделяют твердую фракцию продуктов пиролиза, воду с продуктами пиролиза охлаждают, понижают их давление, в том числе и путем совершения полезной работы, отделяют газовую фракцию, содержащую горючие газы и пары летучих жидкостей, от жидкой фазы, газовую фракцию направляют в камеру  
50 сгорания либо на химическую переработку в синтетическое топливо, из жидкой фазы, состоящей в основном из воды, извлекают полезные продукты (например, уксусную кислоту, соли и др.) и затем возвращают ее в технологический цикл, добавляя в размельченные отходы.

Другое отличие способа состоит в том, что давление пульпы в термохимическом реакторе создают в пределах 22,0-40,0 МПа, максимальную температуру в указанном термохимическом реакторе доводят до 350-900°C и обеспечивают выдержку пульпы при этих параметрах в пределах 0,1-10 минут.

Третье отличие состоит в том, что нагрев пульпы и охлаждение воды с продуктами пиролиза производят путем теплообмена между ними в рекуперативном теплообменнике, где поток воды с продуктами пиролиза и исходная пульпа движутся в противоположных направлениях, а тепловую энергию для компенсации тепловых потерь подводят к потоку пульпы в дополнительном теплообменнике, подсоединенному к горячей части рекуперативного теплообменника, например, забирая тепло от выхлопных газов после камеры сгорания энергетической установки.

Четвертое отличие состоит в том, что выделение неконденсируемых газов ( $H_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$ ) из продуктов пиролиза производят из потока пульпы при температурах ниже 370°C вне зависимости от давления, а летучих жидкостей (этанол, метанол, диметиловый эфир и др.) при температурах ниже 240°C и давлениях ниже 10 МПа в условиях, когда основная часть воды находится в конденсированном состоянии, при этом снижение давления газообразных продуктов пиролиза производят дросселированием или совершением работы в детандере. Повышенные по сравнению с нормальными давление и температура горючих компонентов позволяют проводить в оптимальных условиях реакции синтеза углеводородов на катализаторах, а также без дожимного компрессора направлять горючее непосредственно из термохимического реактора в камеры сгорания газотурбинных или дизельных установок.

Пятое отличие состоит в том, что при создании пульпы в воду добавляют присадки, например, едкий натр или сульфат натрия. Присадки ускоряют процесс пиролиза как за счет снижения энергии активации химических реакций, так и за счет растворения и гомогенизации отдельных видов твердых отходов. Присадки данного типа широко используют, в частности, в целлюлозно-бумажной промышленности при варке целлюлозы.

В устройстве для реализации предлагаемого способа поставленная цель достигается тем, что в известном устройстве для переработки органических отходов, содержащем измельчитель отходов, термохимический реактор для пиролиза этих отходов, энергетическую установку, реактор синтеза энергоносителей из пиролизных газов и ректификационную колонну для разделения энергоносителей, устройство снабжают: бункером с мешалкой для приготовления пульпы из смеси измельченных органических отходов с водой; насосом или поршнем для создания высокого давления в потоке проходящей через термохимический реактор пульпы; золосборником для приема и удаления твердой фракции продуктов пиролиза; газоотделителем для выделения пиролизных газов от жидкой фракции.

Другое отличие в устройстве согласно предлагаемому способу состоит в том, что для нагрева пульпы до рабочих температур в термохимическом реакторе используют рекуперативный теплообменник спирального типа и дополнительный теплообменник с нагревом пульпы от внешнего источника тепла, при этом к дополнительному теплообменнику со стороны выхода пульпы устанавливают золосборник.

Третье отличие состоит в том, что в термохимическом реакторе на выходе продуктов термохимической реакции из зоны пиролиза устанавливают детандер для утилизации потенциальной энергии сжатия продуктов пиролиза.

Четвертое отличие состоит в том, что в качестве энергетической установки

используют без дожимного компрессора двигатель внутреннего сгорания, дизельный двигатель, газотурбинный двигатель, паровой двигатель, двигатель Стирлинга и др. с электрогенератором и утилизатором тепловой энергии выхлопных газов.

Сущность предлагаемого изобретения поясняется чертежами.

5 На Фиг.1 представлена упрощенная технологическая схема переработки органических отходов согласно предлагаемому способу.

На Фиг.2 представлена упрощенная схема термохимического реактора.

Технологическая схема переработки органических отходов, представленная на Фиг.1,

10 содержит измельчитель 1 органических отходов; бункер 2 с мешалкой (не показана) для приготовления пульпы; насос высокого давления 3 для создания потока

приготовленной пульпы через термохимический реактор 4, где происходит пиролиз

15 отходов и отделение золы из потока; реактор синтеза углеводов 5 с выводом их на разделитель фракций (реактор синтеза может и отсутствовать, если в нем нет

необходимости); двигатель 6 вместе с электрогенератором 7 для выработки

электрической энергии; утилизатор 8 тепловой энергии воды, выходящей из

20 термохимического реактора, и растворенных в воде остаточных продуктов пиролиза; утилизатор 9 тепловой энергии от системы охлаждения двигателя. На чертеже не

указаны устройство для утилизации тепловой энергии выхлопных газов двигателя и детандер для утилизации энергии сжатия продуктов пиролиза.

Термохимический реактор 4 (см. Фиг.2) содержит рекуперативный

теплообменник 10 для предварительного нагрева пульпы и охлаждения продуктов

25 пиролиза и дополнительный теплообменник 11 для разогрева пульпы и получения в термохимическом реакторе заданной температуры пиролитического процесса.

Термохимический реактор 4 снабжен золоуловителем 12, газоотделителем легких газов 13, устройством для понижения давления 14 и газоотделителем паров летучих жидкостей 15.

30 Предлагаемая технологическая схема переработки органических отходов функционирует следующим образом.

Органические отходы типа древесных опилок, опавшей листвы, торфа, жидких навозных стоков, птичьего помета, спиртовой барды и т.п. поступают в измельчитель

35 отходов 1, где размеры твердой фракции (если она имеется) доводятся до таких, чтобы они не застревали в насосе высокого давления и гидродинамическом тракте. Реально их размер не должен превышать нескольких миллиметров. Ограничения по размерам

частиц, связанные с обычным пиролитическим процессом, здесь гораздо менее

40 существенны, поскольку в предлагаемой технологии нет процесса испарения воды из отходов, которое отбирает тепловую энергию от энергоносителя, и, во-вторых,

теплопередача отходам от нагретой воды гораздо эффективнее теплопередачи от нагретого газа (примерно на два порядка).

Измельченные и отсепарированные по размеру отходы поступают в бункер для

45 приготовления пульпы 2. Сюда же поступает вода, которую лучше получать из термохимического реактора 4. Большинство отходов биологического происхождения

имеют влажность более 50% (влажность древесины около 50%, влажность помета и навозных стоков - 80-95%). Избыток воды, поступающей в бункер для приготовления

50 пульпы 2 из термохимического реактора 4, сливается в канализацию или используется в других целях.

Минимальная влажность приготовленной пульпы определяется возможностями насоса и гидродинамического тракта к ее прокачке. Для некоторых типов отходов

(каменный уголь, резиновая крошка и т.п.) минимальная влажность может доходить

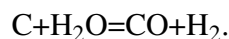
до 30-40%, для большинства отходов биологического происхождения минимальная влажность составляет 80-90%.

Однородность пульпы обеспечивается механической мешалкой (не показана). Мешалка позволяет также «отмывать» отходы от налипшей грязи, песка и т.п., которые в силу большей плотности опускаются на дно бункера и периодически удаляются.

Посредством насоса высокого давления 3, обычно это насос мембранного типа, подготовленная пульпа подается в термохимический реактор 4. Вместо насоса высокого давления может быть использован, в частности, гидропресс.

В термохимическом реакторе 4 (см. Фиг.2) пульпа попадает в рекуперативный теплообменник 10, где, двигаясь в прямом направлении, ее температура неуклонно растет за счет теплообмена с движущимися в противоположном направлении продуктами пиролиза. Температура продуктов пиролиза может достигать 350-900 С. Поэтому важно, чтобы давление пульпы было бы таким, чтобы давление водяного пара было всегда его меньше. В этом случае мы избегаем кризиса теплообмена, возникающего из-за паровых подушек, который резко уменьшает эффективность теплообмена и в ряде случаев может приводить к разрушению теплообменного аппарата. С другой стороны, мы таким образом избегаем отложений накипи на стенках, что также сказывается на эффективности теплообмена и ресурсе работы теплообменника. Из-за отсутствия паровых подушек, то есть отсутствия испарения воды, требующий больших затрат энергии, фазовый переход воды из жидкого состояния в газообразное в предлагаемой технологии не происходит.

Процесс пиролиза некоторых отходов (торфа, древесины и т.п.) сопровождается при определенных температурах экзотермическими процессами, т.е. происходит с выделением энергии, но, как правило, этого недостаточно, чтобы вывести технологический процесс пиролиза на заданный температурный режим. Поэтому на горячем конце рекуперативного теплообменника 10 устанавливают дополнительный высокотемпературный теплообменник 11, в котором за счет энергии, получаемой при сжигании части пиролизных газов, либо энергии выхлопных газов энергетической установки 4, либо электроэнергии, получаемой от этой установки, или другим образом достигают заданной температуры пиролиза. Объем вторичного контура теплообменника 11, скорость потока перерабатываемых в нем отходов рассчитывают такими, чтобы обеспечить достаточно большое (обычно 0,1-10 мин) время нахождения отходов при высоких температурах, поскольку скорость некоторых термохимических процессов идет по мономолекулярному механизму и практически зависит только от температуры реагентов. Если не требуется получать твердые продукты типа угольного порошка, температура в теплообменнике 11, как правило, должна превышать 650°C. В этих условиях вода сама становится активным окислителем органических веществ и эффективно идет реакция твердого углерода с водой:



Таким образом удается перевести всю горючую конденсированную фазу органических отходов в газовую фазу. Негорючие окислы и минералы выпадают в осадок и собираются в золоуловителе 12.

После проведения пиролиза продукты пиролиза в сопровождении воды поступают в обратную петлю рекуперативного теплообменника 10. При температурах продуктов пиролиза менее 370°C, когда сформируется жидкая фаза воды, можно выделять из жидкости легкие газы ( $H_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$ ) с помощью газоотделителя 13 и направлять их в



реактор синтеза углеводородов 5 для получения метилового и этилового спиртов или 92 бензина, или сразу на энергетическую установку 6. Но возможно их отделять вместе с летучими жидкостями (этиловый и метиловый спирты, ДМЭ и др.) с помощью газоотделителя 15 после снижения давления до 10 МПа и ниже с помощью устройства 14 и снижения температур до 240°C и ниже. В этом случае также обеспечиваются условия для ректификационного способа выделения и разделения летучих жидкостей.

Вода после прохождения термохимического реактора 4 поступает через утилизатор тепловой энергии в бункер 2, углеводороды - на переработку в реактор синтеза 5 или в энергетическую установку 6, зола, которая может содержать полезные вещества, - из золосборника 12 на утилизацию или захоронение.

Рассмотрим некоторые примеры конкретного использования изобретения.

Пример 1. Пусть отходами являются древесные опилки влажностью 50%. И пусть нам надо перерабатывать 0,1 кг опилок в секунду (или 6 кг опилок в минуту или 360 кг опилок в час или 8,64 тонн опилок в сутки). Будем предполагать влажность пульпы 90%.

Тогда получаем:

1. С учетом теплотворной способности горючей массы древесины около 20 МДж/кг полная тепловая мощность установки при условии, что вся энергия древесины уйдет в тепловую энергию, составит:

$$W_T = 0,1 \text{ (кг/с)} \times 0,5 \times 20 \text{ (МДж/кг)} = 1 \text{ МВт тепловой мощности.}$$

2. Тепловая энергия горючей массы в значительной степени будет реализована в виде энергии сгорания получаемых в результате пиролиза горючих газов с предположением эффективного к.п.д. преобразования тепловой энергии в электрическую 0,2, получаем вырабатываемую электрическую мощность:

$$W_{\text{э}} = 0,2 \times W_T = 0,2 \text{ МВт.}$$

3. При зольности древесины 0,5% от горючей массы образование золы будет происходить со скоростью:

$$Z = 0,1 \text{ (кг/с)} \times 0,5 \times 0,005 = 0,00025 \text{ (кг/с)} \text{ или } 21,6 \text{ кг/сутки.}$$

Оценим энергетические затраты на создание потока пульпы с давлением  $P=30$  МПа:

Итак, нужно прокачивать объем пульпы:

$$Q_{\text{п}} = 0,1 \text{ (кг/с)} \times (0,5 + 4,5) = 0,5 \text{ (кг/с)} = 0,5 \text{ (л/с)} = 0,0005 \text{ (м}^3\text{/с).}$$

Мощность, которую нужно прикладывать для прокачки, составит:

$$W_{\text{п}} = Q_{\text{п}} \times P = 30 \times 1000000 \times 0,0005 \text{ (Вт)} = 15 \text{ кВт.}$$

С учетом к.п.д. насоса 0,5 (обычно он выше) затраты на прокачку составят:

$$15 / 0,5 = 30 \text{ кВт.}$$

Если в поток продуктов пиролиза поставить детандер, то, учитывая, что объемный расход продуктов пиролиза за счет газов заметно больше объемного расхода пульпы, затраты на прокачку пульпы будут заметно меньше.

Таким образом, энергетические затраты на пиролиз при высоком давлении в потоке воды составляют не более 15% от вырабатываемой электроэнергии или не более 3% от тепловой энергии, получаемой от древесных отходов.

Что же касается эффективности получения летучих горючих газов при данной технологической схеме пиролиза, хорошо известно из многочисленных экспериментов (см. также приведенную выше ссылку - Биомасса древесины и биоэнергетика. Монография), что повышенные давления и повышенная концентрация паров воды приводят к улучшению показателей выработки полезных продуктов пиролиза.

Пример 2. Переработка 100 тонн птичьего помета в сутки с влажностью 95%  
 Делая расчеты аналогично Примеру 1 при теплотворной способности горючей  
 массы помета 20 МДж/кг, принимая количество минералов в помете 5% от сухой  
 массы, получаем:

5 Тепловая мощность:

$$W_T = 100000 \times 20 \times 0,05 / (24 \times 3600) = 1,16 \text{ МВт};$$

Электроэнергия (при к.п.д.=0,2):

$$W_{\text{э}} = 0,2 \times W_T = 232 \text{ кВт};$$

10 Затраты на прокачку помета при давлении 30 МПа:

$$W_{\text{пэ}} = 0,5 \times 30 \text{ (МПа)} \times 100 \text{ (м}^3\text{/сутки)} / (24 \times 3600) = 17,4 \text{ кВт};$$

Производство минералов - золы (минеральных удобрений):

$$Z = 100000 \text{ (кг/сутки)} \times 0,05 \times 0,05 = 250 \text{ кг/сутки.}$$

15 Пример 2 показывает эффективность получения энергии, горючего и минеральных  
 удобрений из помета при его влажности 95%.

Приведенные примеры показывают эффективность предлагаемого способа  
 переработки органических отходов для получения тепловой и электрической энергии,  
 а также полезных химических продуктов.

### 20 Формула изобретения

1. Способ переработки органических отходов, включающий газификацию отходов в  
 термохимическом реакторе путем пиролиза и подачу газообразных продуктов  
 пиролиза в камеру сгорания энергетической установки либо на химическую  
 25 переработку в синтетическое топливо, отличающийся тем, что органические отходы  
 предварительно размельчают, в размельченную массу отходов добавляют воду и  
 перемешивают эту смесь так, чтобы концентрация воды в образовавшейся пульпе  
 находилась в пределах 30-99%, затем образовавшуюся пульпу подают насосом  
 30 высокого давления или поршнем в термохимический реактор, обеспечивая давление  
 пульпы выше давления насыщенных паров воды во всем диапазоне рабочих  
 температур термохимического реактора, нагревают пульпу в термохимическом  
 реакторе до температур, при которых происходит пиролиз органических отходов с  
 образованием низкомолекулярных соединений, выделяют твердую фракцию  
 35 продуктов пиролиза, воду с продуктами пиролиза охлаждают, понижают их давление  
 в том числе и путем совершения полезной работы, отделяют газовую фракцию,  
 содержащую горючие газы и пары летучих жидкостей, от жидкой фазы, газовую  
 фракцию направляют в камеру сгорания либо на химическую переработку в  
 40 синтетическое топливо, из жидкой фазы извлекают полезные продукты и затем  
 возвращают ее в технологический цикл, добавляя в размельченные отходы.

2. Способ переработки по п.1, отличающийся тем, что давление пульпы в  
 термохимическом реакторе создают в пределах 22,0-40,0 МПа, максимальную  
 температуру в указанном термохимическом реакторе доводят до 350-900°C и  
 45 обеспечивают выдержку пульпы при этих параметрах в пределах 0,1-10 мин.

3. Способ переработки по п.1, отличающийся тем, что нагрев пульпы и охлаждение  
 воды с продуктами пиролиза производят путем теплообмена между ними в  
 рекуперативном теплообменнике, где поток воды с продуктами пиролиза и исходная  
 50 пульпа движутся в противоположных направлениях, а тепловую энергию для  
 компенсации тепловых потерь подводят к потоку пульпы в дополнительном  
 теплообменнике, подсоединенном к горячей части рекуперативного теплообменника,  
 например, забирая тепло от выхлопных газов после камеры сгорания энергетической

установки.

4. Способ переработки по п.1, отличающийся тем, что неконденсируемые газы  $H_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$  из продуктов пиролиза выделяют из потока пульпы при температурах ниже  $370^\circ C$  вне зависимости от давления, а пары летучих жидкостей - при температурах ниже  $240^\circ C$  и давлениях ниже 10 МПа в условиях, когда основная часть воды находится в конденсированном состоянии, при этом снижение давления газообразных продуктов пиролиза производят дросселированием или совершением работы в детандере.

5. Способ переработки по п.1, отличающийся тем, что при создании пульпы в воду добавляют присадки, например, едкий натр и сульфат натрия.

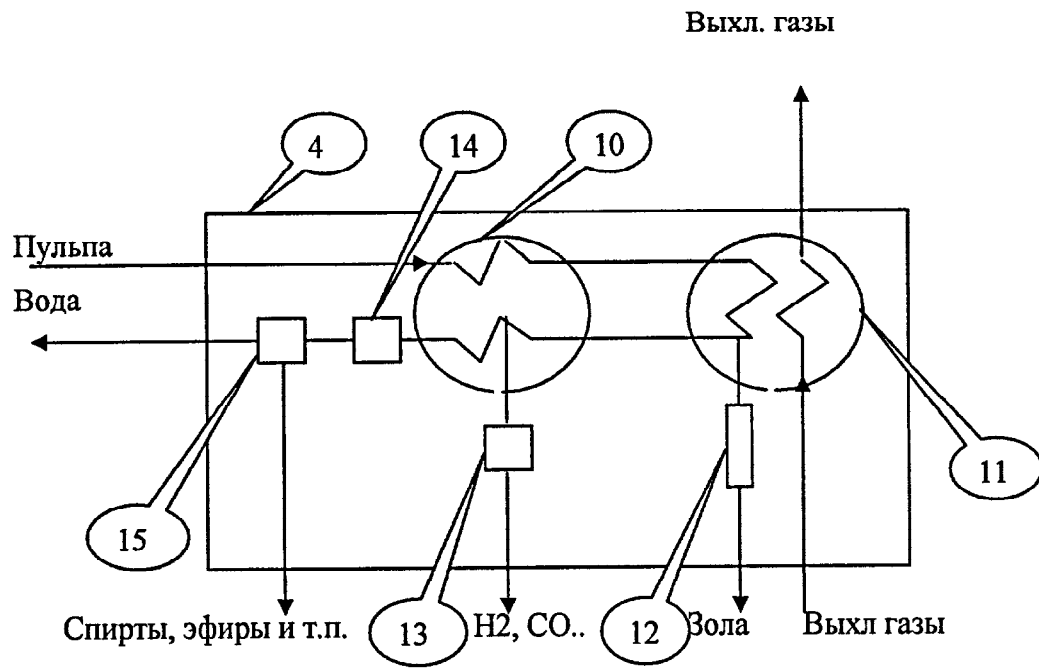
6. Устройство для переработки влажных и жидких органических отходов согласно способу по п.1, содержащее термохимический реактор для пиролиза этих отходов, энергетическую установку и газоотделитель для отделения пиролизных газов от жидкой фракции, отличающееся тем, что устройство дополнительно содержит размельчитель отходов, бункер с мешалкой для приготовления пульпы из смеси размельченных органических отходов с водой, насос или поршень для создания высокого давления в потоке проходящей через термохимический реактор пульпы, реактор синтеза энергоносителей из пиролизных газов, ректификационную колонну для разделения энергоносителей и золосборник для приема и удаления твердой фракции продуктов пиролиза.

7. Устройство по п.6, отличающееся тем, что для нагрева пульпы до рабочих температур используют рекуперативный теплообменник спирального типа и дополнительный теплообменник с нагревом пульпы от внешнего источника тепла, при этом к дополнительному теплообменнику со стороны выхода из него пульпы подсоединен золосборник.

8. Устройство по п.6, отличающееся тем, что термохимический реактор на выходе продуктов термохимической реакции из зоны пиролиза соединен с детандером для утилизации потенциальной энергии сжатия продуктов пиролиза.

9. Устройство по п.6, отличающееся тем, что в качестве энергетической установки используют двигатель внутреннего сгорания, дизельный двигатель, газотурбинный двигатель, паровой двигатель или двигатель Стирлинга с электрогенератором и с утилизатором тепловой энергии выхлопных газов.

Упрощенная схема термохимического реактора



Фиг.2