

### **Описание изобретения**

Данное изобретение относится к способу и аппарату для увеличения энергоемкости органического материала путем переработки материала в углеводороды и полученному таким путем продукту.

#### **Предпосылки изобретения**

Мировое потребление энергии увеличивается, а источники ископаемого топлива исчерпаны, что приводит к усилению конкуренции за доступные источники энергии, и, таким образом, сдерживает экономический рост путем высокой стоимости энергии. Для преодоления этой ситуации должны быть запущены в эксплуатацию возобновляемые источники энергии. Единственным возобновляемым источником энергии с достаточной возможностью покрывать значительные части потребления энергии является преобразование биомассы. Биомасса эффективно преобразуется в теплоту и электричество существующими технологиями, однако транспортное топливо, которое составляет одну треть потребления всей энергии, должно представлять собой жидкость с высокой плотностью энергии, предпочтительно совместимую с ископаемым топливом, типа дизельного масла и газолина. Таким образом, необходимы технологии для преобразования и увеличения содержания энергии биомассы.

В то же время во всем мире все виды отходов производятся фабриками, домашними хозяйствами и т.д., и в результате в последние десятилетия сброс отходов повысился до непреодолимого количества. Возрастает проблема сбрасывания отходов и, таким образом, дешевое эффективное уничтожение отходов становиться все более важным.

Известный способ уничтожения отходов - это сжигание мусора. Но многочисленные отходы из-за высокого содержания воды не пригодны для сжигания, например, осадок сточных вод и остатки обработки промышленных сточных вод. Сжигание таких отходов требует дополнительного потребления энергии, т.е. общая энергия процесса отрицательная.

Поэтому были разработаны новые способы обработки таких отходов. Тем не менее, эти известные способы все еще очень ограничены относительно вида отходов, которые могут обрабатываться в том же аппарате, и относительно количества преобразованных отходов, которые превращаются в продукты, пригодные для повторного применения. Кроме того, энергия органического материала, преобразованного в продукты, пригодные для повторного применения, все еще очень низкая по сравнению с количеством энергии, затраченной на этот способ. Таким образом, для того чтобы осуществить превращение органического материала коммерческого интереса, нужен энергетически более эффективный процесс.

Кроме того, известные способы показали, что уголь и сажа выделяются внутри аппарата в таком количестве, что необходима регулярная чистка аппарата. Такие очищающие операции являются трудоемкими и поэтому дорогостоящими.

Коррозия материалов, используемых в аппарате для переработки органического материала, в известных способах была такой проблемой, что материалы для этих компонентов выбирались из более дорогостоящей группы материалов. Эта проблема коррозии повышает стоимость аппарата для переработки и, таким образом, снижает интенсивность применения переработки отходов против сжигания мусора.

#### **Краткое описание изобретения**

Целью данного изобретения является разработка улучшенного способа и улучшенного аппарата для переработки органического материала, такого как отходы, осадок, биомасса и др., в продукты, пригодные для повторного применения, такие как углеводородное топливо, причем способ, по меньшей мере, частично преодолевает или, по меньшей мере, снижает вышеупомянутые проблемы и недостатки.

Другой целью данного изобретения является разработка улучшенного продукта, пригодного для повторного применения, от переработки органического материала, причем этот улучшенный продукт является повторно используемым как некоторый вид энергии. Эти цели и некоторые другие цели, которые станут очевидными ниже, получены первым аспектом данного изобретения путем разработки способа переработки органического материала в углеводородное топливо, включающего этапы, на которых

прессуют указанный органический материал в жидкости до давления выше 225 бар, и

нагревают указанный органический материал в указанной жидкости до температуры выше 200С в присутствии гомогенного катализатора, который включает соединение по меньшей мере одного элемента группы IA Периодической таблицы элементов,

где способ дополнительно включает этапы, на которых

указанный органический материал в указанной жидкости подвергают контакту с гетерогенным катализатором, который включает соединение, по меньшей мере, одного элемента группы IVB Периодической таблицы и/или альфа-алюминия

устанавливают в указанной жидкости значение pH выше 7.

Получен тем самым улучшенный способ переработки органического материала в продукты, пригодные для повторного применения. При контакте органического материала с гетерогенным катализатором, который включает соединение, по меньшей мере, одного элемента группы IVB Периодической таблицы и/или альфа-алюминия, катализатор может применяться повторно, и возможно непрерывное преобразование органического материала. Таким образом, снижено количество катализатора, израсходованного для переработки определенного количества органического материала, в результате чего стоимость переработки материала значительно уменьшилась. Кроме того, время процесса существенно сократили

вследствие того, что разделение каталитического процесса на два отделенных процесса увеличивает обрачиваемость переработки.

Более того, при установлении pH жидкости выше 7, коррозия материалов, используемых для включенных в аппарат компонентов, значительно понизилась. Коррозия этих материалов понизилась до такой степени, что для конструкции аппарата могут применяться дешевые стандартные материалы.

Согласно другому аспекту данного изобретения способ может включать этап поддержания значения pH указанной жидкости, содержащей указанный органический материал, в диапазоне 7-14, например, 7-12 и предпочтительно в диапазоне 7-10, например, в диапазоне 7-9,5. Таким образом, когда преобразуют органический материал в углеводородное топливо, коррозия материалов, применяемых для включенных в аппарат компонентов, существенно снижается, по меньшей мере, до незначительного проявления.

Более того, согласно аспекту данного изобретения способ может включать этап предварительной обработки органического материала при давлении 4-15 бар при температуре 100-170°C в течение 0,5-2 ч. Предварительной обработкой органического материала при таком давлении, органический материал предварительно преобразовали, из-за чего следующее преобразование может быть выполнено быстрее, чем без предварительной обработки.

Впоследствии этап предварительной обработки может согласно другому аспекту изобретения включать этап уменьшения размера материала, например, разрезание, дробление, измельчение или этап просеивания или их комбинацию. Таким уменьшением размера процесс переработки органического материала выполняется еще быстрее, чем без уменьшения размера.

Кроме того, этап предварительной обработки может включать этап добавления добавок к жидкости согласно данному изобретению, таким образом, процесс переработки улучшен, по отношению к скорости переработки и по отношению к продукту, получающемуся от переработки органического материала в углеводородное топливо. Продукт, полученный от переработки органического материала, можно регулировать, добавляя добавки, так, что полученный продукт может иметь различную композицию нефти, метанола, воды, растворимого в воде органического материала, растворимых в воде солей, и др. Затем возможно отрегулировать продукт, пригодный для повторного применения, по требованиям последующего применения продуктов.

В одном аспекте данного изобретения этап предварительной обработки может включать этап регулирования pH указанной жидкости, включающей указанный органический материал, выше 7. Таким образом, установлено, что регулировка значения pH в жидкости, которая включает органический материал, в ранней стадии процесса переработки сокращает время переработки.

Благодаря этапу предварительной обработки жидкости, которая включает органический материал, можно повысить количество твердотельного материала в жидкости, что снова ведет к более высокой скорости переработки и, таким образом, к более высокой производительности. Это приводит к более эффективному и требующему меньше издержек преобразованию органического материала.

В другом аспекте данного изобретения способ может дополнительно включать этап отделения частиц от жидкости, которая включает органический материал. Отделяя частицы перед контактом с жидкостью, включающей органический материал, с гетерогенным катализатором продукт, полученный от процесса переработки, например, нефть, является тогда главным образом свободным от этих частиц, и поэтому многое более приемлемый для повторного использования после этого процесса переработки. Второй процесс, такой как очистка, таким образом, не обязателен.

По другому аспекту данного изобретения способ может дополнительно включать второй этап нагревания жидкости. Температура жидкости, включающей органический материал, устанавливается как раз перед контактом с гетерогенным катализатором, поэтому способ является оптимизированным, что приводит к сокращению времени процесса. Более того, отделяя частицы от жидкости на таком раннем этапе, сохраняется существенное количество энергии для транспортировки отделенных частиц, что снова понижает общее количество энергии, затраченной в процессе переработки.

Кроме того, способ может согласно изобретению включать второе отделение частиц, причем этот этап включается из соображений безопасности по отношению к первому этапу отделения частиц. Этот этап снижает по тем же причинам, что и первый этап отделения частиц, общее количество энергии, расходуемой в процессе переработки.

Далее способ по данному изобретению может включать этап охлаждения жидкости. Путем охлаждения жидкости продукт, полученный от переработки органического материала, может быть оптимизирован в зависимости от композиции продукта.

Преимущественно, этап охлаждения может согласно данному изобретению быть выполнен путем теплообмена с первым этапом нагревания и/или этапом предварительного нагревания жидкости на этапе предварительной обработки. Таким образом, повторно использовали тепло от жидкости, которую нужно охладить, перед второй частью переработки в продукты, пригодные для повторного применения, для жидкости из первой части процесса переработки перед контактом жидкости с гетерогенным катализатором. Общее количество энергии для переработки органического материала, таким образом, сведено к минимуму.

Указанный способ согласно одному аспекту данного изобретения может дополнительно включать этап отделения газа от жидкости, например, топливного газа. Отделением этого газа получен продукт, пригодный для повторного применения, одного вида, который является объектом данного изобретения.

Способ может, согласно одному аспекту данного изобретения дополнительно включать этап, где топливный газ применяется для нагревания жидкости во втором этапе нагревания. Применяя отделенный газ, он повторно применяется в преобразовании органического материала и, таким образом, повторно применим.

Более того, способ по данному изобретению может дополнительно включать этап фильтрования воды, растворимого в воде органического материала из нефти и растворимых в воде солей на первом мембранным фильтре. Этим отделением получены продукты, пригодные для повторного применения, и возможно дополнительное преобразование в продукты, пригодные для повторного применения.

В аспекте данного изобретения вода и растворимый в воде органический материал преобразован в электричество в прямом метанольном топливном элементе. Это один способ применения одного из продуктов, пригодных для повторного применения, по данному изобретению. Его также можно рассматривать как последовательный этап переработки повторно используемых продуктов в продукт, пригодный в виде электричества.

Также способ согласно другому аспекту данного изобретения может включать второй этап фильтрования растворимого в воде органического материала из воды, такой как очистка метанола на втором мембранным фильтре. Этим этапом переработки получен повторно используемый продукт.

Следовательно, указанный один или более мембранный фильтр может быть выбраны из группы мембранных процессов, включающих ультра-фильтрование, нано-фильтрование, обратный осмос или первапорацию или их комбинацию. Этими процессами получены различные виды повторно используемых продуктов.

Согласно одному аспекту данного изобретения вода и растворимый в воде органический материал после второго этапа фильтрования может быть преобразован в питьевую воду путем обратного осмоса. Способом, который включает процесс обратного осмоса, получен один из самых используемых продуктов, пригодный для повторного применения.

Согласно одному аспекту данного изобретения растворимый в воде органический материал, который может включать сверхконцентрированный метанол, может быть рециркулирован на этапе предварительной обработки. Таким образом, получена дополнительная оптимизация способа переработки, а продукт переработки сверхконцентрированного метанола использован повторно.

Кроме того, способ, согласно одному аспекту изобретения, может включать фазоразделитель, таким образом, получают отделение нефти как продукта.

Согласно одному аспекту данного изобретения этап контакта органического материала в жидкости с гетерогенным катализатором может быть выполнен при сохранении температуры главным образом постоянной. При поддерживании температуры постоянной на этапе контакта контакт жидкости с гетерогенным катализатором выдерживался при том же условии, и поэтому преобразование было постоянным на протяжении этапа контакта. Дополнительным преимуществом является то, что равновесия и скорости химических реакций, которые включены в преобразование, сохраняются постоянными на протяжении этапа контакта, что, таким образом, гарантирует однотипность продуктов, полученных преобразованием.

В другом аспекте данного изобретения температура на этапе контакта может находиться в диапазоне 200-650°C, например, в диапазоне 200-450°C, и предпочтительно в диапазоне 200-374°C, и еще более предпочтительно в диапазоне 250-374°C, например, в диапазоне 275-350°C. Выделяя эти низкие температуры, в процессе переработки затрачивается меньше энергии при преобразовании того же количества органического материала, чем при более высоких температурах. Низкая температура вместе со значением pH выше 7 понижает коррозию материалов, применяемых в аппарате, в котором выполнен данный способ.

Низкая температура на этапе контакта повышает фракцию органического материала, преобразованного в углеводородное топливо, и, таким образом, нефтеймкость продукции этапа контакта. При таких низких температурах растворимость солей является высокой по сравнению с более высокими температурами, в силу чего процесс переработки имеет дополнительное преимущество из-за почти полного отсутствия солей, откладываемых внутри аппарата. Более того, при таких низких температурах органический материал менее преобразовывается в сажу и смолу, продукты, которые не очень способны к рециклированию. Наконец, такая низкая температура позволяет конструкции аппарата из материалов, менее устойчивых к действию коррозии, дополнительно улучшать их конкурентоспособность.

Согласно другому аспекту данного изобретения давление указанной переработки может находиться в диапазоне 225-600 бар, например, в диапазоне 225-400 бар и предпочтительно в диапазоне 225-350 бар, например, в диапазоне 240-300 бар. Путем использования давления этих диапазонов выяснили, что могут применяться стандартные компоненты и оборудование для данного способа, из-за чего стоимость процесса переработки и аппарата значительно снизилась по сравнению с таковыми при более высоком давлении.

Более того, способ согласно изобретению может дополнительно включать этап контакта, выпол-

ненный менее чем за 30 мин, например, менее чем за 20 мин, предпочтительно менее, чем за 10 мин, например, менее чем за 7,5 мин, и еще более предпочтительно в диапазоне 0,5-6 мин, например, в диапазоне 1-5 мин. Коротким периодом времени контакта жидкости время процесса переработки снижено без существенного ухудшения технологии переработки органического материала.

К тому же, соединение по меньшей мере одного элемента группы IVB Периодической таблицы может включать цирконий и/или титан согласно другому аспекту данного изобретения. Используя цирконий и/или титан как гетерогенный катализатор время процесса переработки снижается без ухудшения технологии переработки органического материала.

В другом аспекте данного изобретения соединение по меньшей мере одного элемента группы IVB Периодической таблицы может находиться в форме оксида и/или гидроксида или их комбинации. Путем применения гетерогенного катализатора в форме оксида и/или гидроксида время процесса переработки снижается без ухудшения технологии переработки органического материала.

Преимущественно, соединение, по меньшей мере, одного элемента группы IVB Периодической таблицы находится, по меньшей мере, частично, в форме сульфата или сульфида согласно другому аспекту данного изобретения. Путем применения гетерогенного катализатора в форме сульфата или сульфида времени процесса переработки снижается без ухудшения технологии переработки органического материала.

Согласно одному аспекту данного изобретения гетерогенный катализатор может дополнительно включать по меньшей мере один элемент, выбранный из группы, состоящей из Fe, Ni, Co, Cu, Cr, W, Mn, Mo, V, Sn, Zn, Si в количестве до 20 вес.%, например, в количестве до 10 вес.%, предпочтительно в количестве до 5 вес.%, например до 2,5 вес.%. Путем применения вышеупомянутого гетерогенного катализатора вместе с одним или более элементом этой группы время процесса переработки снижено без ухудшения технологии переработки органического материала.

Более того, эти элементы могут находиться в форме оксида и/или гидроксида согласно другому аспекту данного изобретения, посредством чего время процесса переработки дополнительно снижается без ухудшения технологии переработки органического материала.

В другом аспекте данного изобретения указанный гетерогенный катализатор может находиться в форме суспендированных частиц, таблеток, гранул, колец, цилиндров, сотовообразной структуры, волокнистой структуры и/или их комбинации. Преимуществом структур указанного гетерогенного катализатора является регулирование распределения потока органического материала, который контактирует с катализатором, поскольку обеспечивается умеренное падение давления и контакт со всеми из поверхностей катализатора.

Кроме того, согласно другому аспекту данного изобретения указанный гетерогенный катализатор, по меньшей мере, частично содержится в реакторе. Тем самым возможно повторно использовать ту часть катализатора, которая внутри реактора.

Преимущественно, согласно другому аспекту данного изобретения указанный реактор является реактором с неподвижным слоем. Используя реактор с неподвижным слоем, возможно еще более простое повторное применение той части катализатора, которая внутри реактора.

Согласно одному аспекту данного изобретения указанный гетерогенный катализатор может иметь площадь поверхности, определяемую по БЭТ, по меньшей мере  $10 \text{ m}^2/\text{г}$ , например  $25 \text{ m}^2/\text{г}$  и предпочтительно по меньшей мере  $50 \text{ m}^2/\text{г}$ , например  $100 \text{ m}^2/\text{г}$ , и еще более предпочтительно по меньшей мере  $150 \text{ m}^2/\text{г}$ , например по меньшей мере  $200 \text{ m}^2/\text{г}$ . С такой площадью поверхности, определяемой по БЭТ, время процесса переработки дополнительно снижается без снижения качества процесса переработки, поскольку гарантирована достаточная активная площадь поверхности катализатора.

Согласно другому аспекту данного изобретения указанный гетерогенный катализатор может включать, по меньшей мере, один стабилизатор площади поверхности, выбранный из группы, состоящей из Si, La, Y или Ce или их комбинации. Со стабилизатором поверхности время продолжительности службы катализатора дополнительно увеличивается без понижения качества процесса переработки.

Преимущественно, согласно одному аспекту данного изобретения указанный гетерогенный катализатор может включать указанный по меньшей мере один стабилизатор площади поверхности в эффективном количестве до 20 вес.%, например в эффективном количестве до 10 вес.%, предпочтительно указанные стабилизаторы площади поверхности в эффективном количестве до 7,5 вес.%, например, стабилизаторы поверхности в эффективном количестве до 5 вес.%, и более предпочтительно указанные стабилизаторы поверхности присутствуют в эффективном количестве от 0,5-5 вес.%, например 1-3 вес.%. С таким стабилизатором поверхности, составляющим до 20 вес.%, продолжительность службы катализатора дополнительно увеличивается без понижения качества процесса переработки.

В еще одном аспекте данного изобретения указанный гетерогенный катализатор может иметь площадь поверхности, определенную по БЭТ, по меньшей мере  $10 \text{ m}^2/\text{г}$  после 1000 ч применения, например, площадь поверхности, определенную по БЭТ, по меньшей мере  $25 \text{ m}^2/\text{г}$  после 1000 ч применения, и предпочтительно площадь поверхности, определенную по БЭТ, по меньшей мере  $50 \text{ m}^2/\text{г}$  после 1000 ч применения, например площадь поверхности, определенную по БЭТ, около  $100 \text{ m}^2/\text{г}$  после 1000 ч применения, и еще более предпочтительно площадь поверхности, определенную по БЭТ, по меньшей мере  $150 \text{ m}^2/\text{г}$

после 1000 ч применения, например площадь поверхности, определенную по БЭТ, по меньшей мере 200 м<sup>2</sup>/г после 1000 ч применения. С такой площадью поверхности, определенной по БЭТ, по меньшей мере 10 м<sup>2</sup>/г после 1000 ч применения, время процесса переработки дополнительно снижается без понижения качества процесса переработки, поскольку обеспечена достаточная активная поверхность катализатора.

Более того, согласно другому аспекту данного изобретения указанный гетерогенный катализатор получен из красного шлама. Его, таким образом, получили для использования продукта отходов в преобразовании органического материала, который также является продуктом отходов.

Дополнительно способ по данному изобретению может дополнительно включать этап рециркуляции карбонатов и/или гидрокарбонатов. С помощью рециркуляции карбонатов и/или гидрокарбонатов в способе повторно используются продукты, полученные способом переработки, и тем самым достигается оптимизация способа.

Концентрация указанных карбонатов и/или гидрокарбонатов согласно аспекту данного изобретения может составлять по меньшей мере 0,5 вес.%, например по меньшей мере 1 вес.% и предпочтительно по меньшей мере 2 вес.%, например по меньшей мере 3 вес.%, и более предпочтительно по меньшей мере 4 вес.%, например по меньшей мере 5 вес.%. Карбонаты и бикарбонаты являются важными активаторами в каталитическом преобразовании, выполненнном гомогенным катализатором.

Более того, способ по данному изобретению может дополнительно включать этап рециркуляции по меньшей мере одного спирта. С помощью рециркуляции по меньшей мере одного спирта в способе повторно используются продукты, полученные от способа переработки, и тем самым достигается оптимизация способа.

Согласно одному аспекту данного изобретения указанный по меньшей мере один спирт может являться метанолом, часто используемый продукт, пригодный для повторного применения, повторно используется при оптимизации способа.

Согласно другому аспекту данного изобретения содержание метанола в указанной жидкости может быть по меньшей мере 0,05 вес.%, например по меньшей мере 0,1 вес.%, и предпочтительно по меньшей мере 0,2 вес.%, например по меньшей мере 0,3% весу и еще более предпочтительно по меньшей мере 0,5 вес.%, например по меньшей мере 1 вес.%. Метанол включен в химические реакции, которыми получают нефтепродукт, и в химические реакции, разрушающие радикалы, другими словами, отвечает за образование сажи и смолы в течение расщепления органического материала.

Преимущественно, согласно другому аспекту данного изобретения способ может включать этап рециркуляции жидкости, содержащей водород. С помощью рециркуляции жидкости, содержащей водород, в способе повторно используются продукты, полученные способом переработки, и тем самым достигается оптимизация способа.

В еще одном аспекте данного изобретения содержание водорода в указанной жидкости соответствует по меньшей мере 0,001 вес.% количества указанного органического материала, который будет обработан, например, по меньшей мере 0,01 вес.% количества указанного органического материала, который будет обработан, и предпочтительно 0,1 вес.% количества указанного органического материала, который будет обработан, например 0,2 вес.% количества указанного органического материала, который будет обработан, и еще более предпочтительно содержание водорода в жидкости по меньшей мере 0,5 вес.% количества указанного органического материала, который будет обработан, например, по меньшей мере 1 вес.% количества указанного органического материала, который будет обработан. Водород включен в химические реакции, образующие насыщенные нефтяные соединения, и в реакции, разрушающие свободные радикалы, другими словами, приводящие к образованию сажи и смолы во время термического расщепления органического материала во время переработки.

Более того, согласно данному изобретению способ может дополнительно включать этап рециркуляции, по меньшей мере, одной карбоновой кислоты. С помощью рециркуляции, по меньшей мере, одной карбоновой кислоты в способе повторно используются продукты, полученные в результате способа переработки, и тем самым достигается оптимизация способа.

Дополнительно, согласно другому аспекту данного изобретения указанная по меньшей мере одна карбоновая кислота может включать по меньшей мере одну карбоновую кислоту, имеющую длину цепи, которая составляет 1-4 атома углерода. Указанная по меньшей мере одна карбоновая кислота с длиной цепи 1-4 атома углерода, включена в химические реакции образования цепи, дающие нефтепродукт.

Более того, указанная по меньшей мере одна карбоновая кислота может включать формиатную кислоту и/или уксусную кислоту согласно другому аспекту данного изобретения. Указанная по меньшей мере одна карбоновая кислота, с длиной цепи 1-4 атома углерода включается в химические реакции образования цепи, дающие нефтепродукт.

Преимущественно, концентрация указанной карбоновой кислоты (кислот) в указанной жидкости может согласно данному изобретению составлять по меньшей мере 100 частей на миллион по весу, например по меньшей мере 250 частей на миллион по весу и предпочтительно по меньшей мере 400 частей на миллион по весу, например, по меньшей мере 500 частей на миллион по весу. При этом уровне концентрации скорости химических реакций, дающих нефтепродукт, достаточны для гарантирования переработки органического материала в указанный нефтепродукт.

В одном аспекте данного изобретения способ может включать этап рециркуляции по меньшей мере одного альдегида и/или по меньшей мере одного кетона. С помощью рециркуляции по меньшей мере одного альдегида и/или по меньшей мере одного кетона в способе повторно используются продукты, которые являются результатом способа переработки, и тем самым достигается оптимизация способа.

В другом аспекте данного изобретения указанный по меньшей мере один альдегид и/или по меньшей мере один кетон включает по меньшей мере один альдегид и/или по меньшей мере один кетон, имеющий длину цепи 1-4 атома углерода. Указанный по меньшей мере один альдегид или кетон с длиной цепи 1-4 атома углерода, включен в химические реакции образования цепи, дающие нефтепродукт.

В следующем аспекте данного изобретения указанный по меньшей мере один альдегид и/или по меньшей мере один кетон включает формальдегид и/или ацетальдегид. Указанный по меньшей мере один альдегид или кетон с длиной цепи 1-4 атома углерода включен в химические реакции образования цепи, дающие нефтепродукт.

Согласно данному изобретению концентрация указанного по меньшей мере одного альдегида и/или по меньшей мере одного кетона в указанной жидкости может составлять по меньшей мере 100 частей на миллион по весу, например по меньшей мере 250 частей на миллион по весу и предпочтительно по меньшей мере 400 частей на миллион по весу, например по меньшей мере 500 частей на миллион по весу. При этом уровне концентрации скорости химических реакций, которые дают нефтепродукт, достаточны для гарантирования переработки органического материала в указанный нефтепродукт.

Согласно одному аспекту данного изобретения, преимущественно, гомогенный катализатор включает калий и/или натрий. С применением калия и/или натрия в качестве гомогенного катализатора время процесса переработки снижается без ухудшения технологии переработки органического материала, а скорости химических реакций, включенных в образование нефтепродукта, возрастают для облегчения получения указанного нефтепродукта.

Более того, согласно другому аспекту данного изобретения гомогенный катализатор может включать одну или более растворимых в воде солей, выбранных из группы, состоящей из KOH, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, KHSO<sub>3</sub>, NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> или Na<sub>2</sub>HCO<sub>3</sub> или их комбинации. В комбинации с диоксидом углерода, образованного как часть переработки органического материала, указанные соли преобразованы в карбонат, который включается в химические реакции как активатор.

В другом аспекте данного изобретения концентрация гомогенного катализатора может составлять по меньшей мере 0,5 вес.%, например по меньшей мере 1 вес.% и предпочтительно по меньшей мере 1,5 вес.%, например вес.%. При этом уровне концентрации скорости химических реакций, которые дают нефтепродукт, достаточны для гарантирования переработки органического материала в указанный нефтепродукт.

Согласно другому аспекту данного изобретения дополнительна указанная жидкость включает воду. Вода является дешевой и распространенной жидкостью, и, таким образом, с применением воды стоимость способа переработки органического материала сводится к минимуму, и способ может применяться во всем мире.

Согласно одному аспекту данного изобретения указанная вода может иметь концентрацию по меньшей мере 5 вес.%, например по меньшей мере 10 вес.%, и предпочтительно по меньшей мере 20 вес.%, например по меньшей мере 30 вес.% и еще более предпочтительно по меньшей мере 40 вес.%. Органический материал, который будет преобразован, необходимо перекачивать.

Концентрация указанной воды в указанной жидкости может, согласно другому аспекту данного изобретения, составлять до 99,5 вес.%, например до 98 вес.% и предпочтительно до 95 вес.%, например до 90 вес.%, и еще более предпочтительно до 85 вес.%, например до 80 вес.%. Уменьшавшее содержание воды, значение температуры сырья увеличено, приводя к увеличенной емкости нефтедобычи при постоянной стоимости обработки, без потери способности к перекачиванию органического материала, который будет преобразован.

В одном аспекте данного изобретения указанный по меньшей мере один карбонат, и/или по меньшей мере один гидрокарбонат, и/или по меньшей мере один спирт, и/или по меньшей мере одна карбоновая кислота, и/или по меньшей мере один альдегид, и/или по меньшей мере один кетон может, по меньшей мере, частично быть полученным преобразованием указанного органического материала. Повторным применением продукта, который является результатом процесса переработки, время процесса переработки снижается без ухудшения технологии переработки органического материала. Более того, сохранены расходы для обработки вытекающего потока.

В другом аспекте данного изобретения указанный по меньшей мере один карбонат и/или по меньшей мере один гидрокарбонат, и/или по меньшей мере один спирт, и/или по меньшей мере одна карбоновая кислота, и/или по меньшей мере один альдегид, и/или по меньшей мере один кетон может быть рециркулирован после этапа контакта. Тем самым получено, что некоторые из продуктов, которые являются результатом процесса переработки, повторно применены, и что время процесса переработки снижается без ухудшения технологии переработки органического материала.

Более того, по меньшей мере, часть потока указанной рециркуляции может согласно другому аспекту данного изобретения быть смешана в соотношении с сырьевым потоком указанной жидкости, ко-

торая включает указанный гомогенный катализатор, и органический материал, который будет преобразован до входа в каталитический реактор. Тем самым получено, что некоторые из продуктов, которые являются результатом процесса переработки, повторно применены, и что время процесса переработки снижается без ухудшения технологии переработки органического материала.

Дополнительно, отношение рециркулирующего потока с сырьевым потоком указанной жидкости может, согласно другому аспекту данного изобретения, быть в диапазоне 1-20, например, 1-10, и предпочтительно в пределах диапазона 1,5-7,5, например, в диапазоне 2-6, и, более предпочтительно, в диапазоне 2,5-5. Тем самым получено, что некоторые из продуктов, которые являются результатом процесса переработки, повторно применены, и что время процесса переработки снижается без ухудшения технологии переработки органического материала.

Преимущественно, преобразование указанного органического материала может быть согласно другому аспекту данного изобретения, быть по меньшей мере 90%, например, по меньшей мере 95%, и предпочтительно выше 97,5%, например, выше 99% и еще более предпочтительно выше 99,5%, например, выше 99,9%. Высокое преобразование приводит к максимизации объема нефтедобычи, и минимизации или избавлению содержания не преобразованного органического материала в нефтепродукт и полезное ископаемое, таким образом устранивая потребность в этапе очистки.

Согласно одному аспекту данного изобретения, указанный реактор с гетерогенным катализатором может быть подвергнут обработке горячей водой под давлением в предварительно выбранных интервалах.

Согласно другому аспекту данного изобретения, указанная обработка горячей водой под давлением может иметь продолжительность менее чем 12 ч, например, продолжительность менее чем 6 ч, предпочтительно продолжительность менее чем 3 ч, например, продолжительность менее чем 1 ч.

В другом аспекте данного изобретения интервал между такой обработкой горячей водой под давлением может быть по меньшей мере 6 ч, например по меньшей мере 12 ч, предпочтительно указанный интервал между такой обработкой горячей водой по давлению по меньшей мере 24 ч, например по меньшей мере одна неделя.

Обработкой или промыванием реактора горячей водой под давлением повышают срок работы реактора, и стоимость способа, таким образом, значительно снизилась.

В еще другом аспекте данного изобретения указанный органический материал может быть выбран из группы, состоящей из осадка, например, осадка сточных вод, жидкого навоза, кукурузного сilosа, осадка очистителя, черного щелока, остатков процессов брожения, остатков выработки соков, остатков продукции пищевого масла, остатков обработки фруктов и овощей, остатков продукции пищи и напитков, лизиметрической или фильтрационной воды их комбинации.

Согласно одному аспекту данного изобретения указанный органический материал может включать лигноцеллюлозные материалы, выбранные из группы, состоящей из биомассы, соломы, трав, стеблей, древесины, жмыхи, винных отходов, опилок, древесных стружек или теплолюбивых зерновых культур или комбинацию этого.

Согласно другому аспекту данного изобретения указанный органический материал может включать отходы, например, отходы домашнего хозяйства, твердые бытовые отходы, бумажные отходы, отходы автоматического измельчителя бумаги, пластики, полимеры, резиновые изделия, покрышки, отходы кабеля, древесина, обработанная ССА (хромированный арсенат меди), галогенированные органические соединения, содержащие ПХБ (полихлорбифенилы) трансформаторные масла, электролитические конденсаторы, талоны, медицинские отходы, материал риска от переработки мяса, мясо и костяная мука, жидкие потоки, например, процесс или потоки сточных вод, содержащих растворенный и/или суспендированный органический материал.

Преимущественно, указанный осадок может, согласно другому аспекту данного изобретения, быть осадком биологического процесса обработки.

Согласно одному аспекту данного изобретения указанный органический материал может быть осадком процесса обработки сточных вод.

В другом аспекте данного изобретения указанный процесс биологической обработки может быть частью процесса обработки сточных вод.

Более того, указанный процесс биологической обработки воды может согласно другому аспекту данного изобретения быть аэробным процессом.

Дополнительно, указанный процесс биологической обработки воды может быть анаэробным процессом согласно другому аспекту данного изобретения.

Способом можно преобразовать много видов органического материала, как упоминалось выше. Даже при том, что способ выполнен при относительно низкой температуре и относительно низком давлении температура и давление все еще достаточны, чтобы дезинфицировать получающийся продукт. Это означает независимо, какой органический материал получающихся продуктов применим без риска инфекции, например, остатки из отходов пищевой продукции, например, мясо коровы или телятины не будет приводить к распространению заболевания BSE (губчатая энцефалопатия крупного рогатого скота). Аналогично не будут распространены вирус, бактерия и т.д. из органического материала в последующем

применении получающихся продуктов.

Преимущественно указанный органический материал, возможно, был подвергнут механическому обезвоживанию согласно другому аспекту данного изобретения. Обезвоживанием органического материала значение температуры исходного продукта повысилось, приводя к повышению объема нефедобычи при постоянной стоимости обработки, без потери способности к перекачиванию органического материала, который будет преобразован.

Более того, у указанного механически обезвоженного органического материала может согласно другому аспекту данного изобретения быть содержание сухого твердого вещества по меньшей мере 10 вес.%, предпочтительно по меньшей мере 15 вес.%, более предпочтительно по меньшей мере 20 вес.%, наиболее предпочтительно 25 вес.%.

Это получено этапом способа предварительной обработки для повышения содержания сухого твердого вещества, которое снова понижает время процесса переработки.

Дополнительно, указанный органический материал может согласно другому аспекту данного изобретения включать смесь осадка, лигноцеллюлозных материалов или отходов.

В другом аспекте данного изобретения концентрация указанного органического материала в указанной жидкости может быть по меньшей мере 5 вес.%, например по меньшей мере 10 вес.%, предпочтительно концентрация указанного органического материала по меньшей мере 15 вес.%, например по меньшей мере 20 вес.% и более предпочтительно концентрация указанного органического материала по меньшей мере 30 вес.%, например по меньшей мере 50 вес.%.

Преимущественно элементы группы IA периодической таблицы могут быть золой, полученной из сгорания биомассы или золы из жженого угля, согласно другому аспекту данного изобретения.

Смешиванием различных органических материалов получено, что меньше катализатора должно применяться в дополнительной обработке и/или что скорость времени обработки повышена.

Данное изобретение дополнительно относится к продукту, полученному вышеупомянутым способом. Указанный продукт может, согласно данному изобретению, включать углеводород в форме нефти. Получен таким образом продукт, который очень годен к применению, так как нефть в настоящее время очень востребованный продукт во всем мире. Продукт, например, нефть можно получить, когда способ выполнен при очень низких температурах.

В другом аспекте данного изобретения у указанной жидкости может быть исходное содержание углерода и исходное содержание углеводорода, где углеводородный нефтепродукт включает по меньшей мере 20% исходного содержания углерода, например по меньшей мере 35% исходного содержания углеводорода, предпочтительно включает указанный углеводородный нефтепродукт по меньшей мере 50% исходного содержания углерода, например, по меньшей мере 65% исходного содержания углерода и более предпочтительно указанный углеводородный нефтепродукт включает по меньшей мере 80% исходного содержания углерода.

В другом аспекте данного изобретения по меньшей мере 20% содержания энергии в потоке исходного материала может быть восстановлено в указанном углеводородном нефтепродукте, например по меньшей мере 35% содержания энергии, предпочтительно по меньшей мере 50% содержания энергии в исходном материале восстановлено в указанном углеводородном нефтепродукте, например по меньшей мере 65% содержания энергии в исходном материале и еще более предпочтительно по меньшей мере 80% содержания энергии в указанном исходном материале восстановлено в указанном углеводородном нефтепродукте.

Более того, указанный углеводородный нефтепродукт включает углеводороды с 12-16 атомами углерода согласно другому аспекту данного изобретения.

Преимущественно указанный углеводородный нефтепродукт может быть существенно свободным от серы согласно другому аспекту данного изобретения.

Дополнительно, указанный углеводородный нефтепродукт может быть существенно свободным от галогенов, согласно другому аспекту данного изобретения.

Согласно способу данного изобретения получен таким образом углеводородный нефтепродукт, свободный от серы и/или галогенов. Такая нефть, свободная от серы и/или галогенов, очень пригодна для повторного использования в новых формах энергии, не загрязняя окружающую среду реакциями, вызванные серой и/или галогенами.

Указанный углеводородный нефтепродукт может согласно одному аспекту данного изобретения включать сложные эфиры жирной кислоты и/или сложные метиловые эфиры жирной кислоты. Известно содержание кислорода в сложных эфирах жирной кислоты и сложных метиловых эфирах для улучшения свойств углеводородной нефти как транспортного топлива, из-за уменьшенной эмиссии частицы из сгорания топлива.

Углеводородный нефтепродукт может иметь свойства, подобные дизельному, согласно другому аспекту данного изобретения. Подобное дизельному углеводородное топливо может быть смешано непосредственно в обычное дизельное масло, таким образом сохраняя стоимость очистки нефтепродукта.

Более того, углеводородный нефтепродукт может содержать кислород в диапазоне 0,1-30% согласно другому аспекту данного изобретения. Известно, что содержание кислорода улучшает свойства угле-

водородного топлива как транспортного топлива, из-за уменьшенной эмиссии частицы из сгорания топлива.

Дополнительно углеводородный продукт может быть адсорбирован на поверхности полезного ископаемого согласно другому аспекту данного изобретения. Это содержащее нефть полезное ископаемое является улучшенным исходным материалом для процесса обработки расплавленного минерала.

Углеводородный продукт может также включать метанол согласно другому аспекту данного изобретения. Дополнительной очисткой может быть получен продукт очищенного метанола, который является предпочтительным топливом для топливных элементов или добавкой к газолину для производства устойчивого транспортного топлива.

В другом аспекте данного изобретения указанный углеводородный продукт, включающий метанол, может включать по меньшей мере 20% содержания исходного углерода, например по меньшей мере 35% содержания исходного углерода предпочтительно включает указанный продукт метанола, по меньшей мере 50% содержания исходного углерода, например по меньшей мере 65% содержания исходного углерода и более предпочтительно включает указанный продукт метанола, по меньшей мере 80% содержания исходного углерода. Дополнительной очисткой может быть получен продукт очищенного метанола, который является предпочтительным топливом для топливных элементов или добавкой к газолину для производства устойчивого транспортного топлива.

Еще в другом аспекте данного изобретения по меньшей мере 20% содержания энергии в исходном материале может быть восстановлено в указанном углеводородном продукте, включающем метанол, например по меньшей мере 35% содержания энергии в исходном материале восстановлено в указанном углеводородном продукте, включающем метанол, предпочтительно по меньшей мере 50% содержания энергии в исходном материале восстановлено в указанном углеводородном продукте, включающем метанол, например по меньшей мере 65% содержания энергии в исходном материале восстановлено в указанном углеводородном продукте, включающем метанол, и более предпочтительно по меньшей мере 80% указанного содержания энергии в исходном материале восстановлено в указанном углеводородном продукте, включающем метанол. Дополнительной очисткой может быть получен продукт очищенного метанола, который является предпочтительным топливом для топливных элементов или добавкой к газолину для производства устойчивого транспортного топлива.

Данное изобретение дополнительно относится к применению вышеупомянутого продукта для запуска двигателя или генератора, для производства электроэнергии в работающей на жидким топливом энергоустановке, для процесса нагревания или внутреннего нагревания. Это все средства для производства энергии из устойчивого источника, все еще без необходимости замещать или восстанавливать установку оборудования или инфраструктуры, установленной для выработки энергии из ископаемого топлива.

Более того, данное изобретение относится к применению вышеупомянутого продукта как компонента смешивания в петродизеле или газолине, или в суспензии воспламеняемой системы, или в процессе обработки расплавленного минерала. Это все средства для производства энергии из устойчивого источника, все еще без необходимости замещать или восстанавливать установку оборудования или инфраструктуры, установленной для выработки энергии из ископаемого топлива.

Дополнительно данное изобретение относится к применению вышеупомянутого для выработки продукта удобрения или для выработки потока чистой воды. Указанный поток чистой воды, более того, может иметь качество питьевой воды.

Данное изобретение дополнительно относится к аппарату для переработки органического материала в углеводороды, который включает систему предварительного переработки и систему восстановления продукта, указанная система предварительной переработки включает первый нагревательный элемент для нагревания исходного материала жидкости, включающей органический материал, каталитический реактор для контакта исходного материала жидкости, включающей органический материал, регулирующий элемент для регулировки жидкости, у которой значение pH выше 7, и указанная система восстановления продукта включает мембранный фильтр для отделения первого потока масел и растворимых в воде солей от второго потока воды и растворимого в воде органического материала.

Согласно одному аспекту данного изобретения система предварительной переработки может дополнительно включать хранение для подачи органического материала в жидкость в направлении подачи.

Более того, система предварительной переработки может дополнительно включать элемент предварительной обработки, расположенный после исходного материала и до первого нагревающего элемента в направлении подачи, согласно другому аспекту данного изобретения. Предварительной обработкой жидкости, включающей органический материал, можно повысить количество материала твердого состояния в жидкости, который снова приводит к более высокой скорости переработки и, таким образом, к более высокой производительности.

Это приводит к более эффективному и экономному в расходах преобразованию органического материала.

Дополнительно система предварительной переработки может согласно данному изобретению дополнительно включать первый элемент, отделяющий частицу, расположенный после первого нагревающего элемента в направлении подачи. Отделением частиц до контакта жидкости, включающей органиче-

ский материал, с гетерогенным катализатором, продукт, полученный из процесса переработки, такой, как нефть, затем является существенно свободным от связывания с этими частицами, и, таким образом, намного больше подлежит к повторному использованию прямо после этого процесса переработки. Второй процесс, например, переработка, таким образом, не обязателен.

Указанная система предварительной переработки может согласно изобретению дополнительно включать второй нагревательный элемент, расположенный после первого элемента, отделяющего частицу, и до каталитического реактора в направлении подачи. Таким образом, можно оптимизировать температуру до входа жидкости в реактор и, таким образом, оптимизировать процесс переработки.

В другом аспекте данного изобретения, система предварительной переработки может дополнительно включать второй элемент, отделяющий частицу, после каталитического реактора в направлении подачи. Этот элемент, отделяющий частицу, выгоден по той же причине, как описано выше.

В еще другом аспекте данного изобретения система предварительной переработки может дополнительно включать средства для рециркуляции части сырья жидкости после каталитического реактора в сырье жидкости до второго элемента нагревания в направлении подачи. Таким образом получено, что некоторые полученные продукты из процесса переработки повторно используются и что время процесса переработки снижается без ухудшения технологии переработки органического материала.

Более того, первый нагревающий элемент может, согласно данному изобретению, включать первый теплообменник, который помимо нагревания охлаждает жидкость из системы предварительного переработки до входа в систему восстановления продукта. Тем самым получено, чтобы повторно использовать энергию в аппарате, и, таким образом, эта же энергия в полном количестве энергии применяется в преобразовании органического материала.

Дополнительно элемент предварительной обработки может согласно изобретению дополнительно включать теплообменник, который помимо нагревания жидкости в системе предварительной обработки охлаждает жидкость из системы предварительного переработки до входа в систему восстановления продукта. Этот теплообменник выгоден по той же причине, как описано выше.

Элемент предварительной обработки может дополнительно включать первый элемент расширения, который расположен между первым теплообменником и вторым теплообменником, согласно аспекту данного изобретения. Таким образом, это получено для получения газа, например, топливного газа.

В одном аспекте данного изобретения система восстановления продукта может дополнительно включать элемент, отделяющий газ, для отделения газа, например, топливного газа, элемент отделения газа расположен после второго теплообменника и до первого мембранных фильтра в направлении подачи. Таки образом, это получено, чтобы отделить вышеупомянутый газ, например, топливный газ, от остатка жидкости.

В другом аспекте данного изобретения система восстановления продукта может дополнительно включать средства для рециркуляции указанного газа, например, топливный газ для нагревания жидкости во втором нагревающем элементе. Таким образом получено, что некоторые полученные продукты из процесса переработки повторно используются и что время процесса переработки снижается без ухудшения технологии переработки органического материала.

Еще в другом аспекте данного изобретения система восстановления продукта может дополнительно включать второй элемент расширения, расположенный после первого мембранных фильтра в направлении подачи. Это получено таким образом, чтобы вырабатывать нефть из жидкости.

Более того, система восстановления продукта может, согласно одному аспекту данного изобретения, дополнительно включать элемент фазоразделителя для отделения нефти от первого потока, указанный элемент фазоразделителя расположен после мембранных фильтра в направлении подачи. Это получено таким образом, чтобы отделять нефть от жидкости.

Дополнительно, система восстановления продукта может, согласно другому аспекту данного изобретения, дополнительно включать средства для рециркуляции части первого потока в элемент предварительной обработки системы предварительного переработки. Таким образом получено, что некоторые из полученных продуктов из процесса переработки повторно используются и что время процесса переработки снижается без ухудшения технологии переработки органического материала.

Преимущественно, система восстановления продукта может согласно другому аспекту данного изобретения дополнительно включать прямой метанольный топливный элемент для генерирования электричества из второго потока.

Согласно еще другому аспекту данного изобретения система восстановления продукта дополнительно включает один или более мембранных фильтров, что могут быть выбраны из группы мембранных процессов, включающих ультрафильтрование, нано-фильтрование, обратный осмос или первапорацию или их комбинацию.

Более того, система восстановления продукта может согласно аспекту изобретения дополнительно включать второй мембранный фильтр для отделения очищенного соединения метанола от второго потока.

В другом аспекте данного изобретения система восстановления продукта может дополнительно включать средства для рециркуляции очищенного соединения метанола от второго потока до элемента

предварительной обработки системы предварительного переработки. Таким образом получено, что некоторые из полученных продуктов из процесса переработки повторно используются и что время процесса переработки снижается без ухудшения технологии переработки органического материала.

Данное изобретение дополнительно относится к установке, включающей вышеупомянутый аппарат, для получения вышеупомянутого продукта, применяя вышеупомянутый способ.

В одном аспекте данного изобретения установка может включать средства для поставки органического материала в аппарат и средства для перемещения продуктов из аппарата.

В другом аспекте данного изобретения установка может дополнительно включать нефтепереработку.

Данное изобретение дополнительно относится к гетерогенному катализатору для применения в способе переработки органического материала в углеводороды, включающее соединение по меньшей мере одного элемента группы IVB Периодической таблицы и/или альфа-алюминий.

Дополнительно соединение по меньшей мере одного элемента группы IVB Периодической таблицы может включать цирконий и/или титан согласно аспекту данного изобретения.

Более того, соединение по меньшей мере одного элемента группы IVB Периодической таблицы может быть в форме оксида и/или гидроксида или их комбинации согласно аспекту данного изобретения.

Преимущественно, соединение по меньшей мере одного элемента группы IVB Периодической таблицы может быть, по меньшей мере, частично в форме сульфата или сульфида согласно аспекту данного изобретения.

В другом аспекте данного изобретения гетерогенный катализатор может дополнительно включать по меньшей мере один элемент, выбранный из группы Fe, Ni, Co, Cu, Cr, W, Mn, Mo, V, Sn, Zn, Si в количестве до 20 вес.%, например, в количестве до 10 вес.%, предпочтительно в количестве 5 вес.%, например до 2,5 вес.%.

Более того, эти элементы находятся в форме оксида и/или гидроксида согласно другому аспекту данного изобретения.

Дополнительно гетерогенный катализатор находится в форме супензированных частиц, таблеток, гранул, колец, цилиндров, сотовообразной структуры и/или комбинации этого согласно еще другому аспекту данного изобретения.

Еще в другом аспекте данного изобретения у гетерогенного катализатора может быть площадь поверхности, определенную по БЭТ по меньшей мере  $10 \text{ м}^2/\text{г}$ , например  $25 \text{ м}^2/\text{г}$ , и предпочтительно по меньшей мере  $50 \text{ м}^2/\text{г}$ , например  $100 \text{ м}^2/\text{г}$ , и еще более предпочтительно по меньшей мере  $150 \text{ м}^2/\text{г}$ , например по меньшей мере  $200 \text{ м}^2/\text{г}$ .

Преимущественно, гетерогенный катализатор дополнительно включает по меньшей мере один стабилизатор площади поверхности, выбранный из группы Si, La, Y и/или Ce согласно аспекту данного изобретения.

Следовательно, гетерогенный катализатор может, согласно аспекту данного изобретения, включать указанный, по меньшей мере, один стабилизатор площади поверхности в эффективном количестве до 20 вес.%, например, в эффективном количестве до 10 вес.%, предпочтительно указанные стабилизаторы площади поверхности в эффективном количестве до 7,5 вес.%, например стабилизаторы поверхности в эффективном количестве до 5 вес.% и более предпочтительно указанные стабилизаторы поверхности находятся в эффективном количестве от 0,5-5 вес.%, например 1-3 вес.%.

В другом аспекте данного изобретения у гетерогенного катализатора может быть площадь поверхности, определенная по БЭТ по меньшей мере  $10 \text{ м}^2/\text{г}$  после 1000 ч применения, например площадь поверхности, определенную по БЭТ по меньшей мере  $25 \text{ м}^2/\text{г}$  после 1000 ч применения и предпочтительно площадь поверхности, определенную по БЭТ по меньшей мере  $50 \text{ м}^2/\text{г}$  после 1000 ч применения, например площадь поверхности, определенную по БЭТ приблизительно  $100 \text{ м}^2/\text{г}$  после 1000 ч применения и еще более предпочтительно площадь поверхности, определенную по БЭТ по меньшей мере  $150 \text{ м}^2/\text{г}$  после 1000 ч применения, например площадь поверхности, определенную по БЭТ меньше  $200 \text{ м}^2/\text{г}$  после 1000 ч применения.

В заключение, гетерогенный катализатор может быть получен из красного шлама согласно аспекту данного изобретения.

#### **Детальное описание изобретения**

Данное изобретение дополнительно будет описано ссылками на сопровождающие рисунки, на которых

фиг. 1 показывает схематический рисунок установки лабораторного масштаба;

фиг. 2 - общую технологическую схему процесса;

фиг. 3 - один аспект восстановления продукта согласно данному изобретению;

фиг. 4 - другой аспект восстановления продукта согласно данному изобретению;

фиг. 5 - еще другой аспект восстановления продукта согласно данному изобретению и

фиг. 6 - еще другой аспект восстановления продукта согласно данному изобретению.

Чертежи являются схематическими и показаны для иллюстрации.

Фиг. 1 является схематическим рисунком лабораторной установки, которая применяется для тестов, которые даны в примерах. Предварительно обработанная жидкость, содержащая гомогенные катализато-

ры и органический материал, который будет преобразован, поставляется системе в положении А. Жидкость подавали под давлением при помощи насоса 1 и нагревали приблизительно до 230°C в нагревательной установке 2, включающей теплообменник и температурный регулятор ТIC (контроллер измерителя температуры). Вторая жидкость поставляется в систему в положении В. Этот поток подавали под давлением при помощи насоса 3 и нагревали в нагревательной установке 4 до температуры, необходимой для получения желательной температуры переработки смешанных потоков жидкости в положении 4, включающей теплообменник и температурный регулятор ТIC. Гетерогенный катализатор расположен в трубчатом каталитическом реакторе 5. После контакта с гетерогенным катализатором жидкость, содержащая преобразованный органический материал, охладили до комнатной температуры в холодильнике 6, и отфильтровали в фильтре 7 для отделения и собрания суспендированных частиц. Далее жидкость дросселировали до давления окружающей среды на клапане 8. Системное давление поддерживалось контролированием потока через 8, используя регулятор давления РIC (контроллер индикатора давления). Температура дросселированной жидкости измерялась термопарой 9. Жидкую фракцию потока собирали в отдельитель жидкости 10, и газ выпустили из ловушки в положении G. Скорость потока произведенного газа непрерывно измерялась газометром, помещенном в Н (не показано). Композиция газа анализировалась газовой хроматографией (не показано) маленького образца, взятого от I, при контролируемом давлении, которое установлено клапаном контроля потока и регулятором давления (PIC) 11.

Фиг. 2 показывает схематический рисунок предпочтительного аспекта способа согласно данному изобретению. Органический материал для переработки получен из хранилища исходного материала (не показано на фигуре). Указанный органический материал может включать широкий диапазон биомассы и отходов, и может также включать ископаемое топливо типа угля, глины, битумной эмульсии, тяжелых фракций неочищенной нефти, др. Много аспектов согласно данному изобретению включают обработку органического материала из смеси различных источников материала, как только что упоминалось.

У емкости для хранения исходного материала типично будет вместимость, соответствующая трехдневной работе установки. Емкость для хранения исходного материала предпочтительно может быть крытой и имеющей перемешивающий механизм бункер, например имеющей перемешивающий механизм бетонный бункер. Жидкость, содержащая органический материал, перекачана в этап предварительной обработки 1 в положении А.

Первая часть предварительной обработки включает в данном аспекте измельчение подаваемого материала, например, резание, дробление, помол и/или просеивание материала. Элемент для измельчения подаваемого материала может быть неотъемлемой частью подающего насоса (не показано). В течение операции подачи до предварительной обработки давление жидкости, содержащей органический материал, который будет обрабатываться, понижено до давления в диапазоне 4-15 бар. Во второй части предварительной обработки жидкость, содержащая указанный органический материал, типично поддерживается в сосуде предварительной обработки в течение 0,5-2 ч. Сосудом предварительной обработки предпочтительно является сосуд, имеющий перемешивающий механизм, который поддерживается при температуре 100-170°C, и предпочтительно в диапазоне 110-140°C. Энергия для этого предварительного нагревания указанной жидкости, включающей указанный органический материал, который будет преобразован, предпочтительно восполняется возвращением тепла одного из потоков процесса, который будет охлажден. В фигуре это иллюстрировано интеграцией теплообменника 2 в сосуде для возвращения тепла из потока продукта D.

pH в сосуде предварительной обработки отрегулировано до значения выше 7, и предпочтительно, в диапазоне 8-10. Эта регулировка pH во многих аспектах, согласно данному изобретению, выполнена добавлением добавок в сосуд, либо непосредственно в сосуд предварительной обработки и/или через ее впускное отверстие, например, добавлением основания, которое может также включать элемент группы IA Периодической таблицы. Неограничивающими примерами таких добавок являются KOH, NaOH, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, зола из биомассы или сжигания угля. Такие добавки могут быть добавлены к сосуду через поток S, либо протекая в поток А или непосредственно протекая в сосуд 1. Исходный материал потока S может быть предоставлен подающим насосом (не показано).

Во время пребывания в сосуде предварительной обработки молекулы большего размера, например, целлюлоза, гемицеллюлоза и лигнин гидролизированы, и клетки из добавленной биомассы открываются, способствуя высвобождению клеточных компонентов, например солей. Для некоторых потенциальных исходных материалов такое открытие клеток сопровождается высвобождением из исходных материалов катализаторов, таких как калий, тем самым улучшается эффективность процесса. Множество других добавок могут также усилить предварительное преобразование органического материала и являются дополнительно выгодными для последующей обработки. Так, другие добавки включают спирты, например, метанол, карбоновые кислоты, альдегиды и/или кетоны. В предпочтительном аспекте изобретения множество таких добавок, что используются в предварительной обработке, произведены непосредственно в процессе и рециркулированы в этап предварительной обработки, как показано потоками E и F. Типичные композиции этих потоков рециркуляции дополнительно описаны относительно фиг. 3-5.

Поток жидкости, содержащей предварительно преобразованный органический материал, вывели из

сосуда предварительной обработки подающим насосом 3 и подвергли действию рабочего давления, например 250 бар. Подающий насос может включать плунжерный насос.

После повышения давления жидкость, содержащую предварительно преобразованный органический материал, гомогенный катализатор и другие добавки, нагревали в первом этапе нагревания теплообменником 4 с горячим преобразованным потоком продукта из каталитического реактора. Температура жидкости, содержащей предварительно преобразованный органический материал, будет во многих заявках, согласно данному изобретению, на 20-30°C ниже рабочей температуры каталитического реактора. В течение этого первого этапа нагревания органический материал в исходном материале дополнительно термически расщеплен. Множество нежелательных побочных реакций могут продолжаться в течение этого термального расщепления, например, образование сажи и угля. Помимо сокращения полной эффективности процесса, это может приводить к эксплуатационным проблемам, например, закупоривание или снижение эффективности теплообменника, и смещение оборудования по переработке. Вышеупомянутые добавки понижают эти нежелательные побочные реакции и усиливают дополнительное преобразование органического материала в желаемые продукты.

Из теплообменника 4, жидкость, содержащая указанный предварительно переработанный органический материал, должна пройти первый аппарат отделения частицы 5 для сбора суспендированных частиц, которые могут быть образованы в течение указанной предварительной переработки в течение нагревания. Этот аппарат отделения частиц 5 может включать любые обычные средства для отделения частиц, например, циклон, фильтр, гравиметрическую осадочную камеру и др. Собранные частицы извлекли из процесса, показанного потоком В.

После первого устройства отделения частицы 5 жидкость, содержащая указанный предварительно преобразованный органический материал, смешивается с рециркулирующим потоком из каталитического реактора. Это смешивание будет типично повышать температуру смешанной жидкости на 10-20°C, и рециркуляция будет дополнительно вводить желаемые соединения для дополнительного переработки в исходный материал.

После смешивания с потоком рециркуляции смешанная жидкость переходит к добавочному нагревателю (второй нагревающий элемент) 6, где температура поднимается до рабочей температуры каталитического реактора 7. Добавочный нагреватель 6 может во многих аспектах согласно данному изобретению быть нагревателем работающим на газе или нефти, и предпочтительно, по меньшей мере, частично может снабжаться топливом рециркуляции газа и/или продуктов топлива, которые получены в процессе. В предпочтительном аспекте, этот добавочный нагреватель снабжен рециркуляцией произведенного газа, обозначенного I в фиг. 3. Рециркуляция указанного произведенного газа I может включать этап очистки.

В каталитическом реакторе 7 жидкость, содержащая гомогенный катализатор, добавки и предварительно преобразованный органический материал, контактирует с гетерогенным катализатором. Гетерогенный катализатор типично будет содержаться в трубчатом неподвижном слое, и каталитический реактор может включать множество трубчатых неподвижных слоев. Во время преобразования органического материала главным образом получают растворенное газообразное топливо, растворимый в воде органический материал и нефть. Распределение продукта регулируется в пределах широкого диапазона концентрации полученных продуктов, как показано в примерах ниже, и может контролироваться выбором подходящей комбинации времени удержания, скорости потока рециркуляции, температуры реакции и концентрации гомогенного катализатора и добавок.

Часть потока продукта из каталитического реактора рециркулирует с помощью насоса 8 и смешивают с жидкостью, содержащей предварительно преобразованный органический материал, как описано выше.

Оставшаяся часть соответствует массовому потоку жидкости, содержащей предварительно преобразованный органический материал до смешивания с рециркулирующим потоком, извлекается во второй аппарат отделения частицы 9. Что касается первого устройства отделения частицы, это второе устройство отделения частиц может включать любые обычные средства для отделения частицы, например циклон, фильтр, гравиметрическую осадочную камеру и др. Главной особенностью является произвести горячее отделение потенциально суспендированных частиц произведенной нефти до охлаждения и расширения, чтобы избежать адсорбции нефти суспендированными частицами. Однако в некоторых вариантах применения данного изобретения, например, для исходного материала с низким содержанием пепла, этот аппарат отделения частицы может быть необязательным. Частицы, собранные во втором аппарате отделения частиц, извлечены из процесса, показанного потоком С.

После прохождения второго аппарата отделения частицы поток жидкости охлаждается в теплообменнике потоком жидкости в теплообменнике 4, и в теплообменнике 2 расширяется давлением в диапазоне 75-225 бар по клапану расширения 10, и отделяется в системе восстановления продукта 11. Часть отдельенного потока жидкости из системы восстановления продукта 11, например потоки F и/или E, могут рециркулировать в этапе предварительной обработки, как описано выше. Система восстановления продукта 11 дополнительно иллюстрирована и описана ниже в фиг. 3-6.

Система разделения иллюстрирована в фиг. 3, включает разделитель газа и жидкости 12, разделяет продукты газа в потоке I и продукты жидкости в потоке J. В аспекте продукт газа используется внутрен-

не для обеспечения топливом добавочного нагревателя 6. Жидкие продукты дополнительно отделены в первом мембранным фильтре 13. Разделение мембранный фильтрацией является разделением под давлением, и во многих вариантах исполнения применяется мембрана нано- или ультрафильтрования. Фильтрование ретентата в потоке L включает части питательной воды, нефтяной продукт и растворенные неорганические соединения, например соли из исходного сырья и гомогенный катализатор. Нефтяной продукт отделен из потока L в разделителе нефти (элемент фазоразделителя) 14, действуя при атмосферных условиях, и образуя поток нефтяного продукта H. Остающаяся вода и растворенные неорганические соединения образуют поток O. Основная часть потока O рециклирована к предварительному преобразованию 1, 2 в потоке E, таким образом рециклируя гомогенный катализатор, в то время как поток продувки P выпущен для балансировки ввода неорганического материала из исходного материала.

Дальнейшая обработка растворенного вещества мембранный фильтрации, обозначенная как поток K, иллюстрирована на фиг. 4-6. Поток K содержит меньший в размерах растворимый в воде органический материал, типа С 1-4 спирты карбоновые кислоты.

В одном аспекте, иллюстрированном в фиг. 4, поток K загружен в элемент разделения (мембранный фильтр) 15, вырабатывая чистую воду, качества питьевой воды, в потоке G и поток растворимого в воде органического материала в потоке F. Элемент разделения 15 находится в аспекте изобретения как мембранный элемент обратного осмоса, включающий множество мембранных модулей. Удержаный растворимый в воде органический материал в потоке F рециклирован в этап предварительной переработки 1, 2.

В дополнительном аспекте, иллюстрированном на фиг. 5, поток K разделяется на концентрированный поток растворимого в воде органического материала F и поток воды с обедненным органическим материалом Q. Элемент разделения 16 вовлечен во многие варианты исполнения мембранныго разделения, приводимый в движение температурным и концентрационным градиентами, как мембранный дистилляция или первапорация.

Поток воды Q дополнительно очищен в доочищающем этапе 17, вырабатывая поток чистой воды G. Доочищающий этап 17 предпочтительно является фильтром с активированным углем или как средство для абсорбции примесей очень низких концентраций из потока воды.

В аспекте, иллюстрированном в фиг. 6, поток растворимого в воде органического материала K подведен к прямому метанольному топливному элементу 18, вырабатывая электричество и процесс потока воды R. Прямой метанольный топливный элемент 18 может включать поток сырьевого материала и этапы кондиционирования сточных вод.

### Примеры

Иллюстративный пример 1. Преобразование осадка сточных вод

Анаэробно переработанный осадок сточных вод ниже был преобразован согласно способу данного изобретения в установке лабораторного масштаба, показанной в фиг. 1.

Содержание сухой массы осадка сточных вод было 5%. Главными компонентами сухой массы в мас.% были:

$$C = 28,3\%$$

$$H = 4,33\%$$

$$N = 3,55\%$$

$$O = 28,4\%$$

$$P = 4,49\%$$

$$Al = 7,77\%$$

$$Si = 7,44\%$$

$$Ca = 6,95\%$$

$$Fe = 3,17\%$$

$$K = 1,62\%.$$

Элементный анализ осадка сточных вод: сухая масса была дополнительно анализирована с помощью индуцируемой плазмы (ICP), раскрывая следующую композицию:

C [%]	O [%]	Al [%]	H [%]	Ca [%]	Si [%]	N [%]	P [%]	K [%]
30,9	30,5	6,15	5,2	5,03	4,98	4,66	4,62	2,36
Cl [%]	S [%]	Fe [%]	Na [%]	Mg [%]	Zn [%]	Ti [%]	Ba [%]	Mn [%]
1,13	1,09	1,04	0,938	0,875	0,226	0,195	0,0652	0,0375

Количество легковоспламеняющейся фракции осадка сточных вод до 58% содержания сухой массы, с теплотой сгорания 22,2 МДж/кг, с пересчетом в удельную теплоту сгорания 476 кДж/кг, как получено.

До теста осадок сточных вод был предварительно обработан изменением размера до менее, чем 1 мм резанием более длинных частиц измельчителем Seepex (тип 25/15-I-I-F12-2) и измельчением коллоидной мельницей (Probst und Class, тип N100/E), и отфильтровали через фильтр с сетчатым экраном (ширина ячейки 1 мм).

Впоследствии 1,5% по весу калия в форме карбоната калия добавили к полученной взвеси. Значение pH взвеси было 9,0.

125 мл ZrO<sub>2</sub> гетерогенного катализатора стабилизировали 2,2 атомных моль % Si. Добавили катализатор в форме цилиндрических гранул 3 мм длины и диаметром 3 мм в трубчатый реактор.

63 г/ч предварительно обработанного осадка сточных вод подвергали давлению 250 бар и нагревали до 230°C в этапе предварительного нагревания. Этот поток был смешан с 393 г/ч водой под действием давления, нагретой до температуры, чтобы получить существенно постоянную температуру 360 ± 5°C после смешивания.

Смешанный поток впоследствии контактировал с гетерогенным катализатором в реакторе. Соотношение исходного материала к воде переводится в соотношение воды к исходному материалу 6:1, и полный поток 456 г/ч переводится во время контакта приблизительно 4 мин.

После контакта с гетерогенным катализатором жидкость, содержащую преобразованный органический материал, охладили до комнатной температуры, отфильтровали через фракционный фильтр, чтобы собрать суспендированные частицы, и расширили до давления окружающей среды. Жидкую фракцию в потоке собирали в отделитель жидкости и газ выпустили.

Эксперимент привел к трем потокам продукта, газ, водный продукт и твердый осадок. Образцы для анализа собрали в течение 15,5 ч.

#### Анализ газа

Скорость потока и композиция выпущенного газа измерялась непрерывно газометром с образцом. Композиция измерялась газовой хроматографией.

Анализ газовой фазы показал следующие результаты:

Анализ газа	
Водород [объемн. %]	55,13
Диоксид углерода [объемн. %]	31,92
Монооксид углерода [объемн. %]	0,00
Метан [объемн. %]	12,87
Этен [объемн. %]	0,00
Этан [объемн. %]	0,00
Пропен [объемн. %]	0,00
Пропан [объемн. %]	0,00
C4-соединения [объемн. %]	0,00
Всего [объемн. %]:	99,92
Полное количество углерода, г	0,91

#### Анализ жидкости

Жидкий продукт содержал суспендированные частицы. Отфильтрованная жидкость анализировалась ионной хроматографией, индуцированной эмиссией плазмы (ICP) и высокотемпературными анализаторами всего углерода и масс-спектрометрией.

Анализ жидкой фазы показывает следующие результаты:

Анализ жидкости	
pH	8,32
Весь органический углерод (ВОУ), [ppm по весу]	726,8
Весь неорганический углерод (ВНУ), [ppm по весу]	361,5
Весь углерод, [ppm по весу]	1088,3
Метанол [ppm по весу]	600
Этанол [ppm по весу]	300
Уксусная кислота [ppm по весу]	332,7
Формиатная кислота [ppm по весу]	10,3
Ацетальдегид [ppm по весу]	104,9
Общее количество углерода в жидкости	9,30 г

Содержание неорганического углерода в жидкости первоначально было обнаружено из-за присутствия карбоната.

#### Анализ твердого вещества

Фракции твердого вещества анализировались средствами анализатора всего углерода и элементным анализом анализатора индуктивно связанный плазмой (ICP). Органическая фаза была получена абсорбированием на неорганических частицах при экспериментальных условиях.

Эту органическую фазу экстрагировали до анализа твердого вещества, применяя  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ . Экстрагируемая фракция органического углерода была обнаружена, чтобы быть нефтяной фазой, первоначально состоящей из насыщенных углеводородов с длиной цепи 12-16 атомов углерода, и для сравнения с топливом или дизельным маслом. Нефть содержала в себе 2-гексадеканон, гептадекан, 6,10-диметил-2-ундеканон, гексадекан, 3-метил-индол, 2-тридеканон и другие соединения. Анализ серы и галогена выполнен при экстрагированной нефти, показал, что нефть была в основном свободна от соединений серы и галогена. Полное количество нефти, экстрагированной из твердых веществ, было 3,86 г и полное количество углерода, обнаруженное в фазе нефти, было эквивалентно 3,28 г.

Углерод не был обнаружен в продукте твердого вещества после экстракции адсорбированной нефти, показывая 100% переработки органического материала в исходном материале. Такой же результат может быть выведен из нижеописанного углеродного баланса:

Углеродный баланс

Ввод С:	Выход С:	
Осадок сточных вод: 13,81г	0,91 г газа С ⇒	4,97%
$\text{K}_2\text{CO}_3$ : 4,51 г	4,34 г ВНУ жидкость ⇒	23,68%
	9,3 г ВОУ жидкость ⇒	50,74%
	0,0 ВОУ твердый ⇒	0,00%
	3,28 г С в нефти ⇒	17,9%
$\Sigma 18,33$ г	$\Sigma 17,83$ г преобразование	97,3%

Энергетический баланс

Компонент	Теплота сгорания [кДж/кг]	Количество [г]	Фракция энергии [% введенной энергии с исходным материалом]
Осадок исходного материала	476	976,5	
Метан	50,400	0,25	2,71
Водород	240,103	0,21	10,8
Метанол	19,918	13,67	58,6
Нефть	41,900	3,86	34,8
<b>Сумма</b>			<b>107,0</b>

Иллюстративный пример 2. Преобразование осадка сточных вод

Анаэробно переработанный осадок сточных вод с характеристиками, как показано выше в примере, был предварительно нагрет и преобразован, применяя тот же катализатор и экспериментальное устройство.

140 г/ч предварительно обработанного осадка сточных вод подвергали давлению 250 бар и нагревали до 230°C в этапе предварительного нагревания. Этот поток смешали с 414 г/ч водой под действием давления, нагретой до температуры, чтобы получить существенно постоянную температуру  $300 \pm 5^\circ\text{C}$  после смешивания.

Смешанный поток впоследствии контактирует с гетерогенным катализатором в реакторе. Соотношение исходного материала к воде переводится в соотношение воды к исходному материалу 3:1, и полный поток 545 г/ч переводится во время контакта 3,3 мин.

После контакта с гетерогенным катализатором жидкость, содержащую преобразованный органический материал, охладили до комнатной температуры, отфильтровали через фракционный фильтр, чтобы собрать суспендированные частицы, и расширили до давления окружающей среды. Жидкую фракцию в потоке собирали в отделитель жидкости и газ выпустили.

Эксперимент привел к трем потокам продукта, газ, водный продукт и твердый осадок. Образцы для анализа собирали в течение 10,5 ч.

#### Анализ газа

Анализ газовой фазы показывает следующие результаты:

Анализ газа	
Водород [объемн.%]	31,36
Диоксид углерода [объемн.%]	41,17
Монооксид углерода [объемн.%]	2,25
Метан [объемн.%]	24,22
Этан [объемн.%]	0,00
Этил [объемн.%]	0,00
Пропен [объемн.%]	0,00
Пропан [объемн.%]	0,00
С4-соединения [объемн.%]	0,00
Всего [объемн.%]:	99,00
Полное количество углерода, г	0,54

**Анализ жидкости**

Анализ жидкой фазы показывает следующие результаты:

<b>Анализ жидкости</b>	
pH	7,42
Весь органический углерод (ВОУ), [ppm по весу]	985,1
Весь неорганический углерод (ВНУ), [ppm по весу]	439,3
Весь углерод, [ppm по весу]	1424,4
Метанол [ppm по весу]	800
Этанол [ppm по весу]	0
Уксусная кислота [ppm по весу]	347,2
Формиатная кислота [ppm по весу]	43,2
Ацетальдегид [ppm по весу]	156,5
<b>Все количество углерода в жидкости</b>	<b>13,33 г</b>

Содержание неорганического углерода в жидкости первоначально было обнаружено из-за присутствия карбоната.

**Анализ твердого вещества**

Фракции твердого вещества анализировались средствами анализатора всего углерода. Органическая фаза была получена адсорбированием на неорганических частицах при экспериментальных условиях.

Эту органическую фазу экстрагировали до анализа твердого вещества, применяя  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ . Экстрагируемая фракция органического углерода была обнаружена, чтобы быть нефтяной фазой, первоначально состоящей из насыщенных углеводородов с длиной цепи 12-16 атомов углерода, и для сравнения с топливом или дизельным маслом. Нефть содержала в себе 2-гексадеканон, гептадекан, 6,10-диметил-2-ундеканон, гексадекан, 3-метил-индол, 2-тридеканон и другие соединения. Полное количество нефти, экстрагированной из твердых веществ, было 12,73 г и полное количество углерода, обнаруженное в фазе нефти, было эквивалентно 10,83 г.

Углерод не был обнаружен в продукте твердого вещества после экстракции адсорбированной нефти, показывая 100% переработки органического материала в исходном материале.

Углеродный баланс:

Ввод С:	Выход С:	
Осадок сточных вод: 20.58g	0,54 г газ С $\Rightarrow$	1,97%
$\text{K}_2\text{CO}_3$ : 6,78 г	6,43 г ВНУ жидкость $\Rightarrow$	23,5%
	6,3 г ВОУ жидкость $\Rightarrow$	23,02%
	0,0 ВОУ твердый $\Rightarrow$	0,00%
	10,83 г С в нефти $\Rightarrow$	39,58%
$\Sigma 27.36$ g	<b><math>\Sigma 24,1</math> г преобразование</b>	<b>88,1%</b>

Энергетический баланс:

Компонент	Теплота сгорания [кДж/кг]	Количество [г]	Фракция энергии [% введенной энергии с исходным материалом]
Осадок исходного материала	476	1470	
Метан	50,400	0,28	2,01
Водород	240,103	0,07	2,40
Эквиваленты метанола	19,918	9,30	26,37
Нефть	41,900	12,73	76,2
<b>Сумма</b>			<b>107,0</b>

Иллюстративный пример 3. Преобразование кукурузного силоса

Кукурузный силос предварительно обработали и преобразовали, применяя тот же катализатор и экспериментальную установку, как описано выше в примере 1 и 2.

До теста осадок сточных вод был предварительно обработан изменением размера до менее, чем 1 мм резанием более длинных частиц измельчителем Seepex (тип 25/15-I-I-F12-2) и измельчением коллоидной мельницей (Probst und Class, тип N100/E), и отфильтровали через фильтр с сетчатым экраном (ширина ячейки 1 мм).

Впоследствии 1,5 вес.% калия в форме карбоната калия добавили к полученной взвеси. Значение pH взвеси было 9,6.

Характеристиками кукурузного силоса после предварительной обработки было следующее:

<b>Исходное сырье кукурузного силоса</b>	
Содержание сухой массы [% вес.]	11,29
Неорганическая фракция сухой массы [% вес.]	29,4
Плотность [кг/м <sup>3</sup> ]	1,0099
pH	9,6
Теплота сгорания <sup>1</sup> [кДж/кг]	1435

Неорганической содержание сухой массы преимущественно было добавленным карбонатом калия, что рассчитан для приблизительно  $\frac{3}{4}$  сухой массы неорганических соединений.

GC-MS анализ исходного сырья кукурузного силоса раскрывает множество соединений, но все они находились в слишком низких концентрациях для идентификации. В отдельности ароматические соединения, такие как фенолы, не были обнаружены в значительном количестве.

Анализировали содержание сухой массы исходного сырья кукурузного силоса, раскрывая следующую композицию:

Сухая масса кукурузного силюса			
ВУ (весь углерод) [мг/кг]	325000	Mo [мг/кг]	7,82
TOC [мг/кг]	315000	N [мг/кг]	6960
Al [мг/кг]	233	Na [мг/кг]	825
Ca [мг/кг]	2023	Ni [мг/кг]	11,1
Cl [мг/кг]	1682	S [мг/кг]	<0,1
Cr [мг/кг]	28	Si [мг/кг]	2090
Fe [мг/кг]	4571	Zr [мг/кг]	2,24
K [мг/кг]	112350		

140 г/ч предварительно обработанного осадка сточных вод подвергали давлению 250 бар и нагревали до 230 С в этапе предварительного нагревания. Этот поток смешали с 377 г/ч водой под действием давления, нагретой до температуры, чтобы получить существенно постоянную температуру  $350 \pm 5^{\circ}\text{C}$  после смешивания.

Смешанный поток впоследствии контактировал с гетерогенным катализатором в реакторе. Соотношение исходного материала к воде переводится в соотношение воды к исходному материалу 3,75:1, и полный поток 517 г/ч переводится во время контакта 3,3 мин.

После контакта с гетерогенным катализатором жидкость, содержащую преобразованный органический материал, охладили до комнатной температуры, отфильтровали через фракционный фильтр, чтобы собрать суспендированные частицы, и расширили до давления окружающей среды. Жидкую фракцию в потоке собирали в отделитель жидкости, и газ выпустили.

Эксперимент привел к трем потокам продукта, газ, водный продукт и твердый осадок. Образцы для анализа собирали в течение 16 ч.

#### Анализ газа

Анализ газовой фазы показывает следующие результаты:

Анализ газа	
Водород [объемн.%]	7,5
Диоксид углерода [объемн.%]	88,74
Монооксид углерода [объемн.%]	0,00
Метан [объемн.%]	0,33
Этен [объемн.%]	0,6
Этан [объемн.%]	0,06
Пропен [объемн.%]	0,25
Пропан [объемн.%]	0,05
C4-соединения [объемн.%]	0,00
Всего [объемн.%]:	
Полное количество углерода, г	15,2

**Анализ жидкости**

Анализ жидкой фазы показывает следующие результаты:

<b>Анализ жидкости</b>	
pH	8,30
Весь органический углерод (ВОУ), [ppm по весу]	2105
Весь неорганический углерод (ВНУ), [ppm по весу]	201
Весь органический углерод (ВОУ), [ppm по весу]	2305
Метанол [объемн.%]	1,64
Этанол [объемн.%]	0,27
Уксусная кислота [ppm по весу]	5185
Формиатная кислота [ppm по весу]	2206
Гликолевая кислота	10470
Ацетальдегид [ppm по весу]	115,0
<b>Все количество углерода в жидкости</b>	<b>40,1 г</b>

Содержание неорганического углерода в жидкости первоначально было обнаружено из-за присутствия карбоната.

**Анализ твердого вещества**

Фракции твердого вещества анализировались средствами анализатора всего углерода. Органическая фаза была получена абсорбированием на неорганических частицах при экспериментальных условиях.

Эту органическую фазу экстрагировали до анализа твердого вещества, применяя  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ . Экстрагируемая фракция органического углерода была обнаружена, чтобы быть нефтяной фазой, первоначально состоящая из насыщенных углеводородов с длиной цепи 12-16 атомов углерода, и для сравнения с топливом или дизельным маслом. Нефть содержала в себе фенол, толуол, 4-этилфенол, 4-этил-3-метилфенол, циклопент-2-ен-1-он 2,3,4 триметил, 2-метил-1-пентен-3-ин и другие соединения. Анализ нефти на серу показал, что фаза нефти была, в основном, свободна от серы. Подобный анализ для соединений галогена показал, что фаза нефти была, в основном, свободна от галогена. Полное количество нефти, экстрагированной из твердых веществ, было 14,76 г и полное количество углерода, обнаруженное в фазе нефти, было эквивалентно 12.55 г.

Углерод не был обнаружен в продукте твердого вещества после экстракции адсорбированной нефти, показывая 100% переработки органического материала в исходном материале. Такой же результат может быть выведен из нижеописанного углеродного баланса:

Углеродный баланс:

Ввод С:	Выход С:	
Исходный материал кукурузного силюса: 82,19 г	15,2 г газ С ⇒	18,5%
	40,1 г ВОУ жидкость ⇒	48,8%
	0,0 ВОУ жидкость ⇒	0,0%
	28,35 г С в нефти ⇒	34,5%
<b>Σ 82,19 г</b>	<b>Σ 83,62 г преобразование</b>	<b>101,8%</b>

## Энергетический баланс:

Компонент	Теплота сгорания [кДж/кг]	Количество [г]	Фракция энергии [% введенной энергии с исходным материалом]
Осадок исходного материала	476	2240	
Водород	240,103	0,07	1,6
Метанол	19,918	28,9	17,9
Этанол	28,200	4.20	4,2
Гликолевая кислота	14,400	0,41	10,4
Уксусная кислота	18,200	1,23	6,5
Нефть	41,900	14,76	45,1
<b>Сумма</b>			<b>85,7</b>

Кроме того, следующее является определениями, что применяются в описании данного изобретения.

Термин углеводородное топливо в данном изобретении направлено определять все топливо, основанное на углеводороде, которое, кроме углерода и водорода, может включать или не включать другие элементы, например, некоторые из указанных углеводородов могут включать кислород и другие элементы, например, в форме групп спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот, эфиров, сложных эфиров и т.д., и продукты их реакций.

Мембранный процесс данного изобретения хорошо известен из уровня техники (e.g. W.S. HO et al, "Membrane Handbook", Van Nordstrand Reinhold, p. 103-132, p.263-446, 1992, ISBN 0-442-23747-2, K. Scott, "Handbook of Industrial Membranes" Elsevier Science Publishers, 1995, p. 3-163, p. 331-355, p.575-630, ISBN 1 85617 233 3)

Площади поверхности относятся во всех отношениях к данной спецификации и формулой изобретения является площадь поверхности азота по БЭТ, исследуемая способом, описанным в статье Brunauer, P. Emmett and E. Teller, J. Am. Chem. Soc, Vol. 60, p. 309 (1938). Этот способ зависит от конденсации азота в порах, и эффективен для измерения пор с диаметром в диапазоне 10-600 Å. Объем абсорбированного азота связан с площадью поверхности на единицу веса опоры.

Из уровня техники хорошо известно, что активность катализатора пропорциональна площади поверхности (БЭТ) и что катализаторы могут проявлять существенное снижение активности в течение времени, когда подвергнуты, например, гидротермальным условиям, как использовалось в отношении данного изобретения. Для того чтобы минимизировать такую потерю потенциальной активности, стабилизатор площади поверхности включен в гетерогенный катализатор.

Красный шлам является продуктом отходов боксита, который обрабатывается процессом Байера. Он включает оксиды и гидроксиды, главным образом, алюминия, железа, титана, кремния и натрия.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ переработки органического материала, выбранного из группы, состоящей из осадка, лигноцеллюлозного материала и отходов, в углеводородное топливо, включающий этапы, на которых создаются давление в указанном органическом материале, находящемся в жидкости, выше 225 бар,

нагревают указанный органический материал в указанной жидкости до температуры выше 200°C в присутствии гомогенного катализатора, который включает соединение по меньшей мере одного элемента группы IA Периодической таблицы элементов,

где способ дополнительно включает этапы, на которых

после этапов нагревания и содания давления указанный органический материал в указанной жидкости подвергают контакту с гетерогенным катализатором, который включает соединение по меньшей мере одного элемента группы IVB Периодической таблицы и/или альфа-алюминия,

обеспечивают, чтобы первоначальное значение pH указанной жидкости было выше 7, и поддерживают значение pH указанной жидкости, содержащей указанный органический материал, в диапазоне 7-14, как, например, в диапазоне 7-12.

2. Способ по п.1, где по меньшей мере 50% содержания энергии в сырье восстановлено в указанном углеводородном нефтепродукте.

3. Способ по п.1 или 2, дополнительно включающий этап предварительной обработки органического материала под давлением 4-15 бар при температуре 100-170°C в течение 0,5-2 ч, и где этап предварительной обработки включает этап добавления добавок к жидкости, и где этап предварительной их обработки включает этап регулировки pH указанной жидкости, включающей указанный органический материал, до значения выше 7.

4. Способ по любому из предыдущих пунктов, дополнительно включающий второй этап нагревания жидкости.

5. Способ по любому из предыдущих пунктов, дополнительно включающий отделение частиц.

6. Способ по любому из предыдущих пунктов, дополнительно включающий первый этап охлаждения жидкости.

7. Способ по п.6, где первый этап охлаждения осуществляют путем обмена тепла с первым этапом нагревания и/или этапом предварительного нагревания жидкости на этапе предварительной обработки.

8. Способ по любому из предыдущих пунктов, дополнительно включающий этап отделения газа от жидкости, например топливного газа, и где топливный газ применяется для нагревания жидкости на втором этапе нагревания.

9. Способ по любому из предыдущих пунктов, дополнительно включающий этап фильтрования жидкости в воде, и растворимого в воде органического материала из нефти, и растворимых в воде солей на первом мембранным фильтре.

10. Способ по п.9, дополнительно включающий второй этап фильтрования растворимого в воде органического материала из воды, такой как очистка метанола на втором мембранным фильтре.

11. Способ по п.9 или 10, где указанный один или более мембранных фильтров выбран/выбраны из группы мембранных процессов, включающих ультрафильтрование, нанофильтрование, обратный осмос, первапорацию или их комбинацию.

12. Способ по п.10, где воду и растворимый в воде органический материал после второго этапа фильтрования преобразуют в питьевую воду процессом обратного осмоса.

13. Способ по п.9, где растворимый в воде органический материал, включающий сверхконцентрированный метанол, рециркулируют на этап предварительной обработки.

14. Способ по любому из предыдущих пунктов, где выполняют этап контакта органического материала в жидкости с гетерогенным катализатором при поддержании температуры, главным образом, постоянной и где температура на этапе контакта находится в диапазоне 250-374°C, а давление находится в диапазоне 225-350 бар.

15. Способ по любому из предыдущих пунктов, где этап контакта выполняют менее чем за 10 мин.

16. Способ по любому из предыдущих пунктов, где соединение по меньшей мере одного элемента группы IVB Периодической таблицы включает цирконий и/или титан в форме оксида и/или гидроксида или их комбинацию.

17. Способ по п.16, где по меньшей мере часть соединения по меньшей мере одного элемента группы IVB Периодической таблицы находится в форме сульфата или сульфида.

18. Способ по любому из предыдущих пунктов, где гетерогенный катализатор дополнительно включает по меньшей мере один элемент, выбранный из группы, состоящей из Fe, Ni, Co, Cu, Cr, W, Mn, Mo, V, Sn, Zn, Si в количестве до 20 вес.%, например в количестве до 10 вес.%, предпочтительно в количестве до 5 вес.%, например до 2,5 вес.%, и где эти элементы находятся в форме оксида и/или гидроксида.

19. Способ по любому из предыдущих пунктов, где указанный гетерогенный катализатор, по меньшей мере, частично содержится в реакторе, причем указанным реактором является реактор с неподвижным слоем.

20. Способ по любому из предыдущих пунктов, где указанный гетерогенный катализатор включает по меньшей мере один стабилизатор площади поверхности, выбранный из группы, состоящей из Si, La, Y или Ce или их комбинации, причем указанный стабилизатор площади поверхности находится в эффективном количестве до 20 вес.%, например в эффективном количестве до 10 вес.%, предпочтительно указанные стабилизаторы площади поверхности находятся в эффективном количестве до 7,5 вес.%, напри-

мер стабилизаторы поверхности находятся в эффективном количестве до 5 вес.%, более предпочтительно указанные стабилизаторы поверхности присутствуют в эффективном количестве 0,5-5 вес.%, например 1-3 вес.%.

21. Способ по любому из предыдущих пунктов, где у указанного гетерогенного катализатора площадь поверхности, определенная методом БЭТ (Брунауэра, Эммета, Тейлора), составляет по меньшей мере 10 м<sup>2</sup>/г после 1000 ч применения, например площадь поверхности, определенная методом БЭТ, составляет по меньшей мере 25 м<sup>2</sup>/г после 1000 ч применения, предпочтительно площадь поверхности, определенная методом БЭТ, составляет по меньшей мере 50 м<sup>2</sup>/г после 1000 ч применения, например площадь поверхности, определенная методом БЭТ, составляет по меньшей мере 100 м<sup>2</sup>/г после 1000 ч применения, и еще более предпочтительно площадь поверхности, определенная методом БЭТ, составляет по меньшей мере 150 м<sup>2</sup>/г после 1000 ч применения, например площадь поверхности, определенная методом БЭТ, составляет по меньшей мере 200 м<sup>2</sup>/г после 1000 ч применения.

22. Способ по любому из предыдущих пунктов, включающий этап рециркуляции карбонатов и/или гидрокарбонатов, где концентрация указанных карбонатов и/или гидрокарбонатов составляет по меньшей мере 0,5 вес.%, например по меньшей мере 1 вес.%, предпочтительно по меньшей мере 2 вес.%, например по меньшей мере 3 вес.%, и более предпочтительно по меньшей мере 4 вес.%, например по меньшей мере 5 вес.%.

23. Способ по любому из предыдущих пунктов, включающий этап рециркуляции по меньшей мере одного спирта, где указанный по меньшей мере один спирт является метанолом.

24. Способ по п.23, где содержание метанола в указанной жидкости по меньшей мере 0,05 вес.%, например по меньшей мере 0,1 вес.%, предпочтительно по меньшей мере 0,2 вес.%, например по меньшей мере 0,3 вес.%, и еще более предпочтительно по меньшей мере 0,5 вес.% метанола, например по меньшей мере 1 вес.%.

25. Способ по любому из предыдущих пунктов, включающий этап рециркуляции жидкости, содержащей водород, где содержание водорода в указанной жидкости соответствует по меньшей мере 0,001 вес.% количества указанного органического материала, который обрабатывается, например по меньшей мере 0,01 вес.% количества указанного органического материала, который обрабатывается, и предпочтительно 0,1 вес.% количества указанного органического материала, который обрабатывается, например 0,2 вес.% количества указанного органического материала, который обрабатывается, и еще более предпочтительно содержание водорода жидкости составляет по меньшей мере 0,5 вес.% количества указанного органического материала, который обрабатывается, например по меньшей мере 1 вес.% количества указанного органического материала, который обрабатывается.

26. Способ по любому из предыдущих пунктов, включающий этап рециркуляции по меньшей мере одной карбоновой кислоты, причем указанная по меньшей мере одна карбоновая кислота включает по меньшей мере одну карбоновую кислоту, у которой длина цепи составляет 1-4 атома углерода, и указанная по меньшей мере одна карбоновая кислота является формиатной кислотой и/или уксусной кислотой; и/или

по меньшей мере одного альдегида и/или по меньшей мере одного кетона, причем указанный по меньшей мере один альдегид и/или по меньшей мере один кетон включает по меньшей мере один альдегид и/или по меньшей мере один кетон, имеющий длину цепи 1-4 атома углерода, причем указанный по меньшей мере один альдегид и/или по меньшей мере один кетон является формальдегидом и/или ацетальдегидом на этап повторной обработки.

27. Способ по любому из предыдущих пунктов, где гомогенный катализатор включает калий и/или натрий и где гомогенный катализатор включает одну или более растворимых в воде солей, выбранных из группы, состоящей из KOH, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, KHCO<sub>3</sub>, NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaHCO<sub>3</sub> или их комбинации, причем концентрация гомогенного катализатора составляет по меньшей мере 0,5 вес.%, например 1 вес.%, предпочтительно по меньшей мере 1,5 вес.%, например по меньшей мере 2 вес.%, еще более предпочтительно более 2,5 вес.%, например по меньшей мере 4 вес.%.

28. Способ по любому из предыдущих пунктов, где указанная жидкость включает воду при концентрации по меньшей мере 30 вес.%.

29. Способ по любому из пп.22-26, где указанный по меньшей мере один карбонат, и/или по меньшей мере один гидрокарбонат, и/или по меньшей мере один спирт, и/или по меньшей мере одну карбоновую кислоту, и/или по меньшей мере один альдегид, и/или по меньшей мере один кетон, по меньшей мере, частично получают преобразованием указанного органического материала, причем указанный по меньшей мере один карбонат, и/или по меньшей мере один гидрокарбонат, и/или по меньшей мере один спирт, и/или по меньшей мере одну карбоновую кислоту, и/или по меньшей мере один альдегид, и/или по меньшей мере один кетон рециркулируют после этапа контакта.

30. Способ по п.29, где по меньшей мере часть потока указанной рециркуляции смешивают в соотношении с сырьевым потоком указанной жидкости, включающей указанный гомогенный катализатор и органический материал, для преобразования до попадания в каталитический реактор.

31. Способ по п.30, где соотношение потока рециркуляции к сырьевому потоку указанной жидкости находится в диапазоне 1-20, например 1-10, и предпочтительно в пределах диапазона 1,5-7,5, например в

диапазоне 2-6, и более предпочтительно в диапазоне 2,5-5 по объему.

32. Способ по любому из пп.19, 29 или 30, где указанный реактор с гетерогенным катализатором подвергают обработке горячей водой под давлением при предварительно выбранных интервалах.

33. Способ по п.32, где указанная обработка горячей водой под давлением продолжается менее чем 12 ч, например продолжается менее чем 6 ч, предпочтительно продолжается менее чем 3 ч, например продолжается менее чем 1 ч, причем интервал между такой обработкой горячей водой под давлением составляет по меньшей мере 6 ч, например по меньшей мере 12 ч, предпочтительно указанный интервал между такой обработкой горячей водой под давлением составляет по меньшей мере 24 ч, например по меньшей мере одну неделю.

34. Способ по любому из предыдущих пунктов, где указанный органический материал выбирают из группы, состоящей из осадка, например осадка сточных вод, жидкого навоза, кукурузного силоса, осадка очистителя, черного щелока, остатков ферментации, остатков при получении соков, остатков при получении пищевого масла, остатков переработки фруктов и овощей, остатков получения пищевых продуктов и напитков, лизиметрической или фильтрационной воды или их комбинации, причем указанным осадком является осадок от процесса биологической обработки.

35. Способ по любому из пп.1-33, где указанный органический материал является осадком процесса обработки сточных вод.

36. Способ по п.34, где указанный процесс биологической обработки является частью процесса обработки сточных вод.

37. Способ по любому из предыдущих пунктов, где указанный органический материал включает смесь осадка, лигноцеллюлозных материалов или отходов.

38. Аппарат для переработки органического материала в гидрокарбонаты, включающий систему предварительной переработки и систему восстановления продукта (11), причем указанная система предварительной переработки включает

первый нагревательный элемент (4) для нагревания сырьевого материала жидкости, включающей органический материал,

каталитический реактор (7) для контакта сырьевого материала жидкости, включающей органический материал, и

регулирующий элемент для регулирования значения pH жидкости выше 7,

причем указанная система восстановления продукта (11) включает мембранный фильтр (13) для отделения первого потока (L, H, O, P, E) нефти и растворимых в воде солей от второго потока (K, F, Q, G, R) воды и растворимого в воде органического материала.

39. Аппарат по п.38, где система предварительной переработки дополнительно включает емкость для хранения для подачи органического материала в жидкость в направлении подачи, причем система предварительной переработки дополнительно включает элемент предварительной обработки (1), расположенный после сырьевого материала и перед первым нагревательным элементом (4) в направлении подачи, причем система предварительной переработки дополнительно включает второй нагревательный элемент (6), расположенный после первого элемента, отделяющего частицы, (5) и до каталитического реактора (7) в направлении подачи, причем система предварительной переработки дополнительно включает средство для рециркуляции (8) части сырьевого материала жидкости после каталитического реактора (7) в сырьевой материал жидкости до второго нагревательного элемента (6) в направлении подачи, причем первый нагревательный элемент (4) является теплообменником, который помимо нагревания охлаждает жидкость из системы предварительной переработки перед входом в систему восстановления продукта.

40. Аппарат по п.38 или 39, где элемент предварительной обработки дополнительно включает теплообменник, который помимо нагревания жидкости в системе предварительной обработки охлаждает жидкость из системы предварительной переработки перед попаданием в систему восстановления продукта, причем элемент предварительной обработки дополнительно включает первый элемент расширения (10), который расположен между первым теплообменником (4) и вторым теплообменником (1).

41. Аппарат по любому из пп.38-40, где система восстановления продукта дополнительно включает элемент разделения газа (12) для разделения газа (I), например газообразного топлива, элемент разделения газа (12) расположен после второго теплообменника (4) и до первого мембранных фильтра (13) в направлении подачи, причем система восстановления продукта дополнительно включает средство для рециркуляции указанного газа (I), например газообразного топлива, для нагревания жидкости во втором нагревательном элементе, причем система восстановления продукта дополнительно включает второй элемент расширения, расположенный после первого мембранных фильтра (13) в направлении подачи.

42. Аппарат по любому из пп.38-41, где система восстановления продукта дополнительно включает элемент фазоразделителя (14) для отделения нефти (H) от первого потока (L), указанный элемент фазоразделителя (14) расположен после мембранных фильтра (13) в направлении подачи, причем система восстановления продукта дополнительно включает средство для рециркуляции части (E) первого потока в элемент предварительной обработки (1) системы предварительной переработки.

43. Аппарат по любому из пп.38-42, где система восстановления продукта дополнительно включает

прямой метанольный топливный элемент (18) для генерирования электричества от второго потока.

44. Аппарат по любому из пп.38-42, где система восстановления продукта дополнительно включает один или более мембранных фильтров (15, 16, 17), выбранный/выбранных из группы, состоящей из мембранных процессов, включающих ультрафильтрование, нанофильтрование, обратный осмос или первапорацию или их комбинацию.

45. Аппарат по п.44, где система восстановления продукта дополнительно включает второй мембранный фильтр для отделения очищенного метанольного соединения (F) от второго потока (K), причем система восстановления продукта дополнительно включает средства для рециркуляции очищенного метанольного соединения (F) из второго потока к элементу предварительной обработки (1) системы предварительной переработки.

46. Установка, включающая аппарат по пп.38-45, для получения продукта с помощью применения способа по пп.1-37.

47. Установка по п.46, дополнительно включающая средство для снабжения органическим материалом аппарата и средство для удаления продуктов из аппарата.

48. Аппарат для переработки органического материала в углеводороды, например нефть, включающий систему предварительной переработки и систему восстановления продукта (11), причем указанная система предварительной переработки включает

средство для снабжения органическим материалом элемента предварительной обработки (1);

элемент предварительной обработки, работающий при давлении 4-15 бар при температуре 100-170°C в течение 0,5-2 ч, указанный элемент предварительной обработки (1) включает

средство для повышения давления в указанном элементе предварительной обработки до давления 4-15 бар;

средство для нагревания жидкости в элементе предварительной обработки (1) до температуры 100-170°C теплообменником с жидкостью из системы предварительной переработки до попадания в систему восстановления продукта;

средство для перемешивания и/или уменьшения размера органического материала, например резание, дробление, измельчение или этап просеивания или комбинация;

средство для добавления добавок;

средство для измерения и регулирования значения pH до более 7;

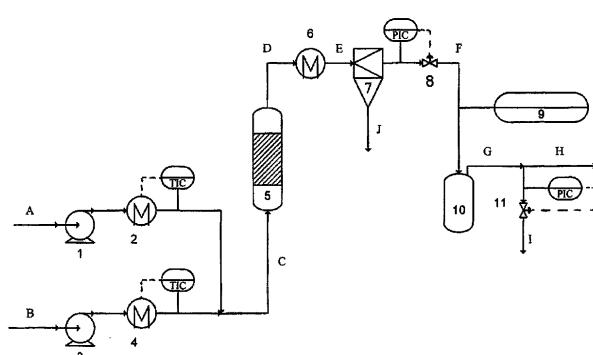
средство для получения потока рециркуляции, включающего растворимые в воде органические соединения, например спирты, альдегиды, кетоны, и/или карбоновые кислоты, и/или карбонаты, и/или гидрокарбонаты, и/или по меньшей мере один элемент группы IA Периодической таблицы элементов из указанной системы восстановления продукта (11);

подающий насос для повышения давления указанной жидкости, содержащий указанную жидкость, которая включает указанный органический материал, в элементе предварительной обработки (1) до давления выше 225 бар;

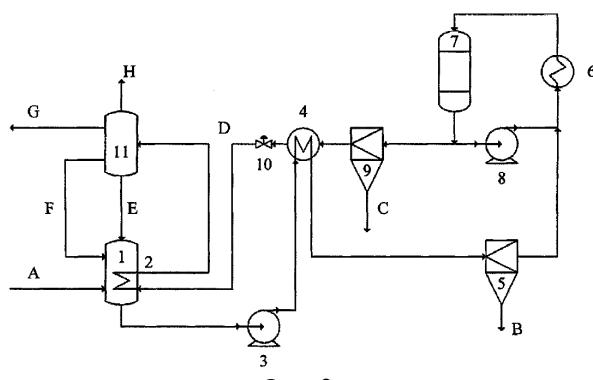
первый нагревательный элемент (4) для нагревания указанной жидкости, содержащий указанную жидкость, которая включает указанный органический материал, теплообменником с жидкостью из элемента восстановления продукта до его поступления в теплообменник в указанном элементе предварительной обработки (1) и до его поступления в систему восстановления продукта (11);

второй нагревательный элемент (6), расположенный после указанного первого нагревательного элемента (4) и до указанного каталитического реактора (7) в направлении подачи;

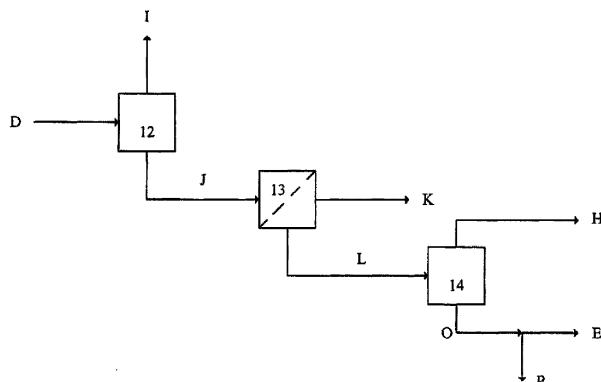
участок смешивания, расположенный до указанного второго нагревательного элемента (6), где жидкость из указанного первого нагревательного элемента (4) смешивается с потоком рециркуляции части жидкости из указанного каталитического реактора (7).



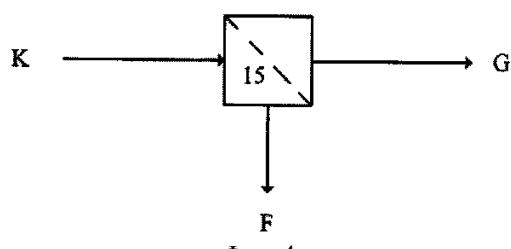
Фиг. 1



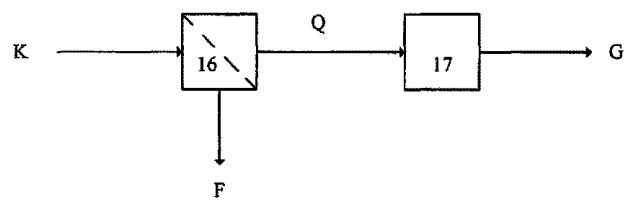
Фиг. 2



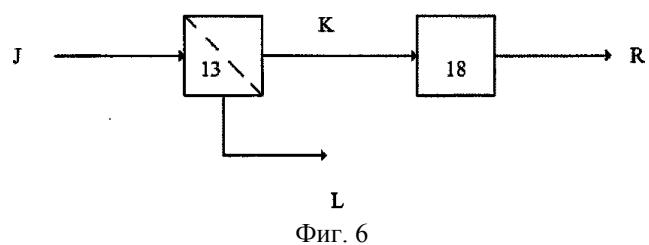
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

