

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202490143** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2024.09.30

(51) Int. Cl. **C10G 1/10** (2006.01)
C10B 53/07 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2024.02.01

(54) **СИСТЕМА И СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ ПЛАСТМАССОВЫХ ОТХОДОВ**

(31) **202310256279.9**

(72) Изобретатель:

(32) **2023.03.16**

**Синь Бенен, Мэн Цзянь, Сюэ Тао, Ли
Цзиньчэн (CN)**

(33) **CN**

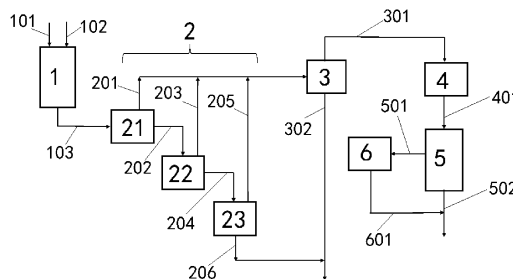
(71) Заявитель:

(74) Представитель:

**ЧЖЭЦЗЯН КОМИ
ИНВАЙРОНМЕНТ ТЕКНОЛОДЖИ
КО., ЛТД. (CN)**

Нилова М.И. (RU)

(57) Изобретение относится к способу получения жидких углеводородов из пластмассовых отходов, включающему следующие стадии: S1: смешивание пластмассовых отходов и катализатора пиролиза с получением первой смеси; S2: выполнение многостадийной реакции пиролиза первой смеси с получением первого смешанного нефтегазового компонента и первого твердого продукта; S3: разделение первого смешанного нефтегазового компонента и первого твердого продукта; S4: выполнение каталитической рекомбинации первого смешанного нефтегазового компонента с получением второго смешанного нефтегазового компонента; и S5: выполнение фракционной перегонки и рафинирования второго смешанного нефтегазового компонента с получением газообразных углеводородов и жидких углеводородов. Изобретение также относится к системе для получения жидких углеводородов из пластмассовых отходов. Изобретение решает сложные проблемы в процессе химической рециркуляции пластмассовых отходов, позволяет пластмассовым отходам генерировать больше промышленного сырья посредством реакции каталитической конверсии, решает проблему сжигания пластмассовых отходов на рынке с загрязнением окружающей среды, повышает утилизационную ценность катализатора крекинга пластмассовых отходов и, таким образом, приносит большие экономические и социальные выгоды нефтехимической промышленности.



A1

202490143

202490143

A1

СИСТЕМА И СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ ПЛАСТМАССОВЫХ ОТХОДОВ

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

5 Настоящая заявка относится к области техники переработки мусора и химической переработки пластмассовых отходов, и, в частности, к системе и способу получения жидких углеводородов из пластмассовых отходов.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

10 Рыночный спрос на пластмассу в Китае растет с каждым годом, и ежегодно производится около 40 миллионов тонн пластмассовых отходов. Скорость переработки пластмассовых отходов низкая. В настоящее время способы утилизации пластмассовых отходов постепенно переходят от захоронения и сжигания к использованию ресурсов, главным образом, на
15 основе физической переработки и химической переработки.

Однако из-за сложного состава и источников пластмассовых отходов пластмассовые отходы будут серьезно разъедать оборудование в способе пиролиза, а затем вызывать серьезное загрязнение окружающей среды; кроме того, пластмассовое масло, полученное пиролизом, имеет сильно
20 колеблющийся выход и нестабильные свойства, а содержание примесей, таких как низкомолекулярные хлорорганические соединения и кремнийорганические соединения, в масляных продуктах в тысячи раз выше, чем у нефтепродуктов. Поэтому пластмассовое масло нельзя непосредственно применять в качестве нефтехимического продукта и оно
25 нуждается в дальнейшей обработке.

С этой целью в данной области техники существует потребность в системе и способе получения жидких углеводородов из пластмассовых отходов.

30 **РАСКРЫТИЕ СУЩНОСТИ**

Задачей настоящей заявки является обеспечение способа получения жидких углеводородов из пластмассовых отходов. В частности, способ, описанный в данном документе, включает: выполнение многостадийного пиролиза пластмассовых отходов с получением первого смешанного нефтегазового компонента, выполнение каталитической рекомбинации первого смешанного нефтегазового компонента с получением второго смешанного нефтегазового компонента и выполнение фракционной перегонки и рафинирования с получением C1-C4 газообразных углеводородов и C5+ жидких углеводородов. Предпочтительно, газообразные углеводороды C1-C4 могут быть подвергнуты олигомеризации с получением дополнительных жидких углеводородов C5+, тем самым максимизируя выход жидких углеводородов.

Другой задачей настоящей заявки является создание системы для получения жидких углеводородов из пластмассовых отходов.

Для решения описанных выше технических проблем в настоящей заявке представлены следующие технические решения.

Согласно первому аспекту в настоящей заявке предложен способ получения жидких углеводородов из пластмассовых отходов, который включает следующие стадии:

S1: смешивание пластмассовых отходов и катализатора пиролиза для получения первой смеси;

S2: проведение многостадийной реакции пиролиза первой смеси с получением первого смешанного нефтегазового компонента и первого твердого продукта;

S3: разделение первого смешанного нефтегазового компонента и первого твердого продукта;

S4: выполнение каталитической рекомбинации первого смешанного нефтегазового компонента с получением второго смешанного нефтегазового компонента; и

S5: проведение фракционной перегонки и рафинирования второго

смешанного нефтегазового компонента с получением газообразных углеводородов с числом атомов углерода, меньшим или равным 4, и первой части жидких углеводородов, причем число атомов углерода в первой части жидких углеводородов больше или равно 5.

5 Согласно второму аспекту в настоящей заявке предложена система для получения жидких углеводородов из пластмассовых отходов, содержащая: смесительное устройство, выполненное с возможностью смешивания пластмассовых отходов и катализатора пиролиза для получения первой смеси; первое реакционное устройство, выполненное с возможностью
10 пиролиза первой смеси для получения первого смешанного нефтегазового компонента и первого твердого продукта; первое разделительное устройство, выполненное с возможностью разделения первого смешанного нефтегазового компонента и первого твердого продукта; второе реакционное устройство, выполненное с возможностью выполнения каталитической
15 рекомбинации первого смешанного нефтегазового компонента для получения второго смешанного нефтегазового компонента; и второе разделительное устройство, выполненное с возможностью выполнения фракционной перегонки и рафинирования второго смешанного нефтегазового компонента для получения газообразных углеводородов с
20 числом атомов углерода, меньшим или равным 4, и первой части жидких углеводородов, причем число атомов углерода в первой части жидких углеводородов больше или равно 5.

По сравнению с обычной технологией настоящее изобретение имеет преимущества, заключающиеся в том, что пластмассовые отходы могут быть
25 эффективно преобразованы в нефтегазовые компоненты посредством многостадийной реакции пиролиза, а газообразные углеводороды и жидкие углеводороды могут быть получены после реакции каталитической рекомбинации. Кроме того, газообразные углеводороды подвергаются олигомеризации с получением дополнительных жидких углеводородов, тем
30 самым максимизируя выход жидких углеводородов. Настоящая заявка

решает способ химической рециркуляции пластмассовых отходов, позволяет генерировать из пластмассовых отходов больше промышленного сырья посредством реакции каталитической конверсии, решает проблему сжигания пластмассовых отходов на рынке с загрязнением окружающей среды, повышает утилизационную ценность катализатора крекинга пластмассовых отходов и, таким образом, приносит большие экономические и социальные выгоды нефтехимической промышленности.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

10 На фиг. 1 показана система для получения легкого низкоолефинового пластмассового масла, полученного пиролизом из пластмассовых отходов в соответствии с одним вариантом реализации изобретения.

На чертежах номера позиций имеют следующие значения:

1: смесительное устройство; 2: первое реакционное устройство; 21: 15 пиролизное устройство первой стадии; 22. пиролизное устройство второй стадии; 23. пиролизное устройство третьей стадии; 3. первое разделительное устройство; 4. второе реакционное устройство; 5. второе разделительное устройство; и 6. третье реакционное устройство.

20 ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Там, где это применимо, содержание любых патентов, патентных заявок или публикаций, упомянутых в настоящей заявке, полностью включено в настоящий документ посредством ссылки, и их эквивалентные патенты-аналоги также включены посредством ссылки, особенно 25 определения, касающиеся катализаторов, пластмассовых отходов, крекинга и тому подобного, раскрытые в этих документах в данной области техники. В той степени, в которой определение конкретного термина, раскрытого в предшествующем уровне техники, не соответствует любому определению, представленному в настоящем документе, определение конкретного термина 30 должно соответствовать определению этого термина, представленному в

настоящем документе.

Термины «содержит», «включает», «имеет» и их производные не исключают наличия любого другого компонента, стадии или способа и не зависят от того, раскрыты ли эти другие компоненты, стадии или способы в
5 настоящей заявке. Во избежание каких-либо сомнений, все композиции в настоящем документе с использованием терминов «содержит», «включает» или «имеет» могут включать любую дополнительную добавку, адъювант или соединение, если явно не указано иное. Скорее, термин «состоящий по
10 существу из ...» исключает любые другие компоненты, стадии или способы из объема любого из терминов, приведенных ниже, за исключением тех, которые необходимы для эксплуатационных характеристик. Термин «состоящий из ...» не включает какие-либо компоненты, стадии или способы, конкретно не описанные или не перечисленные. Если явно не
15 указано иное, термин «или» относится к перечисленным отдельным членам или любой их комбинации.

Определение термина

В настоящем документе термин «пластмассовое масло, полученное пиролизом» относится к жидкофазному продукту (при нормальной температуре и давлении), полученному термическим или каталитическим
20 крекингом пластмассовых отходов.

Согласно первому аспекту, настоящая заявка относится к способу получения жидких углеводородов из пластмассовых отходов. В конкретном варианте реализации способ, описанный в настоящем документе, может включать следующие стадии: S1: смешивание пластмассовых отходов и
25 катализатора пиролиза с получением первой смеси; S2: выполнение многостадийной реакции пиролиза первой смеси с получением первого смешанного нефтегазового компонента и первого твердого продукта; S3: разделение первого смешанного нефтегазового компонента и первого твердого продукта; S4: выполнение каталитической рекомбинации первого
30 смешанного нефтегазового компонента с получением второго смешанного

нефтегазового компонента; и S5: выполнение фракционной перегонки и рафинирования второго смешанного нефтегазового компонента с получением газообразных углеводородов с числом атомов углерода, меньшим или равным 4, и первой части жидких углеводородов, причем
5 число атомов углерода в первой части жидких углеводородов больше или равно 5. При этом жидкие углеводороды могут быть дополнительно подвергнуты фракционной перегонке на различные легкие и тяжелые компоненты или могут быть использованы непосредственно в качестве продуктов без фракционной перегонки с образованием смешанных жидких
10 углеводородов.

Далее конкретные стадии будут подробно описаны со ссылкой на фиг. 1.

В конкретном варианте реализации, как показано на фиг. 1, стадия S1 смешивания пластмассовых отходов и катализатора пиролиза может быть выполнена в смесительном устройстве 1. В одном из вариантов реализации
15 пластмассовые отходы и катализатор пиролиза можно смешивать без нагревания с получением первой смеси, в то время как пластмассовые отходы остаются в твердом состоянии. В другом варианте реализации пластмассовые отходы и катализатор пиролиза могут быть смешаны в условиях нагревания для расплавления пластмасс, а затем поданы в первое
20 реакционное устройство 2 через разгрузочное устройство. В одном варианте реализации пластмассовые отходы могут быть предварительно обработаны перед смешиванием пластмассовых отходов и катализатора пиролиза на стадии S1 таким образом, что размер пластмассовых отходов после предварительной обработки составляет от примерно 0,1 до 20 см.
25 Пластмассовые отходы могут содержать различные компоненты, такие как ПП, ПЭ, ПЭТ, ПВХ, ПС и нейлон. Смешивание пластмассовых отходов и катализатора пиролиза также может быть технически выполнено с использованием другого оборудования, известного в данной области техники. Первая смесь может быть транспортирована в первый реактор 2
30 ниже по потоку через разгрузочный узел. В конкретном варианте реализации

изобретения разгрузочный узел может представлять собой экструдер расплава или экструзионную фрикционную машину.

В одном варианте реализации стадия S2 может быть реализована первым реакционным устройством 2 для получения первого смешанного нефтегазового компонента и первого твердого продукта. Первый твердый продукт может представлять собой кокс. В конкретном варианте реализации на стадии S2 проведение реакции многостадийного пиролиза первой смеси включает последовательное проведение реакции пиролиза второй стадии первой смеси, при этом реакцию пиролиза первой стадии проводят при температуре 350-450 °С, а реакцию пиролиза второй стадии проводят при температуре 450-550 °С. В конкретном варианте реализации на стадии S2 проведение реакции многостадийного пиролиза первой смеси включает последовательное проведение реакции пиролиза третьей стадии первой смеси, при этом реакцию пиролиза первой стадии проводят при температуре 350-400 °С, реакцию пиролиза второй стадии проводят при температуре 400-450 °С, а реакцию пиролиза третьей стадии проводят при температуре 450-550 °С. Следует отметить, что для дальнейшего повышения эффективности пиролиза пластмассовых отходов первая смесь может быть подвергнута четырем или более стадиям реакций пиролиза, и температура последующей реакции пиролиза может быть выше, чем температура предыдущей реакции пиролиза.

В предпочтительном варианте реализации, как показано на фиг. 1, проведение многостадийной реакции пиролиза первой смеси включает последовательное проведение реакции пиролиза третьей стадии первой смеси в пиролизном устройстве 21 первой стадии, пиролизном устройстве 22 второй стадии и пиролизном устройстве 23 третьей стадии. Температура пиролизного устройства 21 первой стадии, пиролизного устройства 22 второй стадии и пиролизного устройства 23 третьей стадии постепенно повышается, и нагрев может быть выполнен путем электрического нагрева, внешнего нагрева расплавленной солью, парового нагрева или нагрева

инертным маслом. В конкретном варианте реализации изобретения первый реактор 2 может быть нагрет путем циркуляции расплавленной соли через рубашку вокруг пиролизного устройства. В этом случае вход расплавленной соли может быть обеспечен на периферии устройства 23 для пиролиза 5 третьей стадии, а выход расплавленной соли может быть обеспечен на периферии устройства 21 для пиролиза первой стадии, так что расплавленная соль последовательно течет по периферии устройства 23 для пиролиза третьей стадии, устройства 22 для пиролиза второй стадии и устройства 21 для пиролиза первой стадии. В предпочтительном варианте 10 реализации пиролизное устройство 23 третьей стадии также может быть нагрето с использованием электрического нагревательного устройства для обеспечения более высокой температуры реакции, так что реакция в пиролизном устройстве 23 третьей стадии может быть выполнена более 15 тщательно. Все нефтегазовые компоненты, образованные в пиролизном устройстве 21 первой стадии, пиролизном устройстве 22 второй стадии и пиролизном устройстве 23 третьей стадии, подаются в первое сепарационное устройство 3, и образуют первый смешанный нефтегазовый компонент. Затем кокс может быть выгружен из системы через пиролизное устройство 23 третьей стадии. Следует отметить, что нефтегазовые 20 компоненты, образованные в пиролизном устройстве 21 первой стадии, пиролизном устройстве 22 второй стадии и пиролизном устройстве 23 третьей стадии, могут быть смешаны с некоторым количеством кокса во время транспортировки, так что первые смешанные нефтегазовые компоненты и кокс необходимо отделить на последующей стадии.

25 В одном варианте реализации стадия S3 может быть реализована в первом разделительном устройстве 3. В конкретном варианте реализации первое разделительное устройство 3 может представлять собой емкость, в которой первый смешанный нефтегазовый компонент и первый твердый продукт могут быть охлаждены. Затем селективно исследуют первый 30 смешанный нефтегазовый компонент сверху первого сепарационного

устройства 3 и отделяют первый твердый продукт снизу первого сепарационного устройства 3. Первый твердый продукт, то есть кокс, отделенный из первого сепарационного устройства 3, может быть объединен с коксом, выгруженным через пиролизное устройство 23 третьей стадии, а затем транспортирован в устройство сбора или устройство обработки ниже по потоку.

В одном из вариантов реализации стадия S4 может быть выполнена во втором реакционном устройстве 4. Стадия S4 включает выполнение каталитической рекомбинации первого смешанного нефтегазового компонента для получения второго смешанного нефтегазового компонента. В конкретном варианте реализации на стадии S4 выполнение каталитической рекомбинации первого смешанного нефтегазового компонента включает выполнение рекомбинации олефинов и диолефинов в первом смешанном нефтегазовом компоненте с образованием парафинов и ароматических соединений и/или выполнение конденсации короткоцепочечных олефинов с образованием длинноцепочечных олефинов. Основной целью стадии S4 является увеличение выхода жидких углеводородов.

В одном варианте реализации стадия S5 может быть реализована во втором разделительном устройстве 5. В частности, второй смешанный нефтегазовый компонент может быть охлажден во втором разделительном устройстве 5 для получения газообразных углеводородов с числом атомов углерода, меньшим или равным 4, и первой части жидких углеводородов, причем число атомов углерода в первой части жидких углеводородов больше или равно 5. В предпочтительном варианте реализации изобретения температура второго разделительного устройства 5 составляет 30-50 °С. При этой температуре углеводороды C1-C4 остаются газообразными, в то время как углеводороды C5 плюс становятся жидкими.

Предпочтительно, способ, описанный в настоящем документе, дополнительно включает следующую стадию: S7: после стадии S3 и перед

стадией S4, удаление пыли и примесей в первом смешанном нефтегазовом компоненте. В конкретном варианте реализации стадии S7 и S4 выполняют в одном и том же устройстве. Другими словами, устройство для удаления пыли и примесей (не показано), выполненное с возможностью удаления 5 пыли и примесей из первого смешанного нефтегазового компонента, и второе реакционное устройство 4 могут представлять собой интегрированное устройство.

В настоящем описании примеси в первом смешанном нефтегазовом компоненте могут содержать S, N, Si, галогены, соли аммония и тому 10 подобное. Неорганические примеси могут быть удалены с помощью адсорбента, дехлорирующего агента или деминерализованной воды, а органические примеси могут быть удалены путем гидрирования или адсорбции.

В другом варианте реализации для дополнительного увеличения выхода 15 жидких углеводородов способ, описанный в настоящем документе, может дополнительно включать: S6: проведение олигомеризации газообразных углеводородов с получением второй части жидких углеводородов, причем количество атомов углерода во второй части жидких углеводородов больше или равно 5. В частности, как показано на фиг. 1, газообразные 20 углеводороды, отделенные из второго разделительного устройства 5, могут поступать в третье реакционное устройство 6 для проведения олигомеризации, тем самым получают дополнительные жидкие углеводороды и максимизируют выход жидких углеводородов. В конкретном варианте реализации вторая часть жидких углеводородов, образованных в 25 третьем реакционном устройстве 6, может быть смешана с первой частью жидких углеводородов, отделенных во втором разделительном устройстве 5, а затем транспортирована в устройство сбора или устройство обработки ниже по потоку.

Согласно второму аспекту в настоящей заявке предложена система для 30 получения жидких углеводородов из пластмассовых отходов, содержащая

смесительное устройство 1, первое реакционное устройство 2, первое разделительное устройство 3, второе реакционное устройство 4 и второе разделительное устройство 5, которые соединены последовательно. Смесительное устройство 1 выполнено с возможностью смешивания пластмассовых отходов и катализатора пиролиза для получения первой смеси. Первое реакционное устройство 2 выполнено с возможностью осуществления реакции пиролиза первой смеси с получением первого смешанного нефтегазового компонента и первого твердого продукта. Первое разделительное устройство 3 выполнено с возможностью разделения первого смешанного нефтегазового компонента и первого твердого продукта. Второе реакционное устройство 4 выполнено с возможностью выполнения каталитической рекомбинации первого смешанного нефтегазового компонента для получения второго смешанного нефтегазового компонента. Второе разделительное устройство выполнено с возможностью выполнения фракционной перегонки и рафинирования второго смешанного нефтегазового компонента с получением газообразных углеводородов с числом атомов углерода меньше или равным 4 и первой части жидких углеводородов, при этом число атомов углерода в первой части жидких углеводородов больше или равно 5. В конкретном варианте реализации второе реакционное устройство 2 может содержать многостадийное пиролизное устройство. Например, второе разделительное устройство 2 может содержать пиролизное устройство 21 первой стадии, пиролизное устройство 22 второй стадии и пиролизное устройство 23 третьей стадии.

В одном варианте реализации система, описанная в настоящем документе, дополнительно содержит устройство для удаления пыли и примесей, выполненное с возможностью удаления пыли и примесей из первого смешанного нефтегазового компонента. Устройство для удаления пыли и примесей расположено ниже по потоку от первого разделительного устройства 3 и выше по потоку от второго реакционного устройства 4. В конкретном варианте реализации устройство для удаления пыли и примесей

и второе реакционное устройство 4 представляют собой интегрированное устройство.

В других вариантах реализации система, описанная в настоящем документе, дополнительно содержит третье реакционное устройство 6, причем третье реакционное устройство 6 выполнено с возможностью осуществления олигомеризации газообразных углеводородов с получением второй части жидких углеводородов, при этом количество атомов углерода во второй части жидких углеводородов больше или равно 5.

На фиг. 1 показан конкретный вариант реализации системы для получения жидких углеводородов из пластмассовых отходов, описанной в настоящем документе, а конкретный способ работы системы для получения жидких углеводородов из пластмассовых отходов будет подробно описан ниже со ссылкой на фиг. 1. Как показано на фиг. 1, во-первых, пластмассовые отходы и катализатор пиролиза можно подавать в смесительное устройство 1 через трубопровод 101 подачи пластмассовых отходов и трубопровод 102 подачи катализатора пиролиза, соответственно. Пластмассовые отходы и катализатор пиролиза смешивают в смесительном устройстве 1 с нагреванием или без него с получением первой смеси. Затем первую смесь подают в пиролизное устройство 21 первой стадии через выходной трубопровод 103 смесительного устройства, первую смесь подвергают каталитической реакции пиролиза в пиролизном устройстве 21 первой стадии, первую часть образовавшихся масла и газа подают в первое разделительное устройство 3 через первый выходной трубопровод 201, а образовавшийся твердый продукт и непрореагировавшие пластмассовые отходы подают в пиролизное устройство 22 второй стадии через второй выходной трубопровод 202. Непрореагировавшие пластмассовые отходы продолжают реагировать в пиролизном устройстве 22 второй стадии при более высокой температуре, вторую часть образовавшихся масла и газа подают в первое разделительное устройство 3 через третий выходной трубопровод 203, а образовавшийся твердый продукт и непрореагировавшие

пластмассовые отходы подают в пиролизное устройство 23 третьей стадии через четвертый выходной трубопровод 204. Непрореагировавшие пластмассовые отходы продолжают реагировать в пиролизном устройстве 23 третьей стадии при более высокой температуре, третью часть образовавшихся масла и газа подают в первое разделительное устройство 3 через пятый выходной трубопровод 205, а образовавшийся твердый продукт и непрореагировавшие пластмассовые отходы выгружают из системы через шестой выходной трубопровод 206.

После смешивания масла и газа, образованных в каждом пиролизном устройстве второго реакционного устройства 2, получают первый смешанный нефтегазовый компонент, масло и газ могут быть разделены в первом разделительном устройстве 3, и полученный газообразный нефтегазовый компонент может быть передан во второе реакционное устройство 4 через выходной трубопровод 301 первого смешанного нефтегазового компонента после удаления пыли и примесей. Затем кокс, отделенный в первом разделительном устройстве 3, может быть выгружен из системы через первый трубопровод 302 для вывода твердого продукта.

Первый смешанный нефтегазовый компонент подвергают каталитической реакции рекомбинации во втором реакционном устройстве 4 с получением второго смешанного нефтегазового компонента, а второй смешанный нефтегазовый компонент подают во второе разделительное устройство 5 через выходной трубопровод 401 второго смешанного нефтегазового компонента. Второй смешанный нефтегазовый компонент разделяют во втором разделительном устройстве с получением газообразных углеводородов и первой части жидких углеводородов. Газообразные углеводороды могут быть поданы в устройство для обработки или устройство для сбора ниже по потоку через выходной трубопровод 501 газообразных углеводородов. Жидкие углеводороды могут подаваться в устройство обработки или устройство сбора ниже по потоку через первый выходной трубопровод 502 жидких углеводородов.

В предпочтительном варианте реализации газообразные углеводороды могут быть транспортированы к третьему реакционному устройству 6 и подвергнуты олигомеризации в третьем реакционном устройстве с получением второй части жидких углеводородов. Вторая часть жидких углеводородов может быть подана в устройство для обработки или устройство для сбора ниже по потоку через второй трубопровод 601 для вывода жидких углеводородов. В конкретном варианте реализации изобретения первый выходной трубопровод 502 жидких углеводородов может быть объединен со вторым выходным трубопроводом 601 жидких углеводородов, а затем их транспортируют в устройство обработки или устройство сбора ниже по потоку.

Примеры

Технические решения настоящей заявки будут четко и полностью описаны ниже вместе с конкретными примерами. Если не указано иное, все используемые реагенты и сырье могут быть коммерчески доступны. Экспериментальные способы без указанных условий в следующих примерах проводили в соответствии с общепринятыми способами и условиями или в соответствии с руководством производителя.

Примеры 1-5

Примеры 1-5 относятся к получению жидких углеводородов с использованием пластмассовых отходов.

Конкретные стадии Примеров 1-5 являются следующими.

Пластмассовые отходы и катализатор пиролиза добавляли в смесительное устройство 1, и после смешивания получали первую смесь. Затем первую смесь последовательно подавали в пиролизное устройство 21 первой стадии, пиролизное устройство 22 второй стадии и пиролизное устройство 23 третьей стадии, образовавшийся кокс собирали из пиролизного устройства 23 третьей стадии, а масло и газ, образовавшиеся в трех пиролизных устройствах, подавали в первое разделительное устройство

3 для получения первого смешанного нефтегазового компонента. После отделения первого смешанного нефтегазового компонента от кокса первый смешанный нефтегазовый компонент подвергали удалению пыли и примесей, а затем транспортировали во второе реакционное устройство 4 для реакции каталитической рекомбинации с получением второго смешанного нефтегазового компонента. Второй смешанный нефтегазовый компонент подавали во второе разделительное устройство 5, а затем разделяли с получением газообразных углеводородов и жидких углеводородов после охлаждения. Полученные газообразные углеводороды дополнительно транспортировали в третий реактор для олигомеризации с получением дополнительных жидких углеводородов.

Компоненты сырья пластмассовых отходов, добавленные в Примеры 1-5, показаны в таблице 1.

15 Таблица 1. Компоненты и содержимое пластмассовых отходов, добавленных в Примеры 1-5

Пример №	ПП/ (масс./м асс.)%	ПВХ/ (масс./м асс.)%	ПЭ/ (масс./м асс.)%	ПЭТ/ (масс./м асс.)%	ПС/ (масс./м асс.)%	Нейлон (масс./м асс.)%
Пример 1	55	2	28	6	7	2
Пример 2	35	1	40	5	15	4
Пример 3	27	3	45	6	18	1
Пример 4	10	1	60	2	25	2
Пример 5	33	2	25	5	27	8

Условия реакции для каждого оборудования в этом примере показаны в таблице 2.

20 Таблица 2. Температура реакции и давление для каждого оборудования

	Температура/°С	Давление/МПа
Смесительное	Комнатная	Атмосферное

устройство	температура	давление
Первое реакционное устройство	350-550	0-0,1
Первое разделительное устройство	450-550	0-0,1
Второе реакционное устройство	400±10	0-0,1
Второе разделительное устройство	400±10	0-0,1
Третье реакционное устройство	50-550	0-0,1

Вид и выход продукта в этом примере показаны в таблице 3.

Таблица 3. Вид и выход продуктов ((масс./масс.)%)

Пример №	C1-C4 газообразные углеводороды	Первая часть жидких углеводородов	Вторая часть жидких углеводородов	Кокс
Пример 1	5	82	7	6
Пример 2	3	85	8	4
Пример 3	6	81	5	8
Пример 4	4	89	4	3
Пример 5	8	83	5	4

- 5 В таблице 3 выход относится к массовой доле каждого продукта в общем продукте. Из таблицы 3 видно, что чем выше содержание ПП, ПЭ и ПС в пластмассовых отходах, тем выше выход жидкого продукта в продукте, и чем выше соответствующее содержание ПС, тем выше выход газообразного продукта. Содержание ПЭТ прямо пропорционально выходу
- 10 кокса.

Вышеприведенное описание вариантов реализации изобретения

предназначено для облегчения понимания и применения настоящей заявки специалистами в данной области техники. Специалистам в данной области техники будет очевидно, что в эти варианты реализации могут быть внесены различные модификации, и общие принципы, определенные в настоящем документе, могут быть применены к другим вариантам реализации без изобретательских усилий. Поэтому настоящая заявка не ограничена вариантами реализации, описанными в настоящем документе. Усовершенствования и модификации, выполненные специалистами в данной области техники на основании содержания, раскрытого в настоящей заявке, без отступления от объема и сущности настоящей заявки, все находятся в пределах объема настоящей заявки.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения жидких углеводородов из пластмассовых отходов, включающий следующие стадии:

S1: смешивание пластмассовых отходов и катализатора пиролиза с получением первой смеси;

S2: проведение многостадийной реакции пиролиза первой смеси с получением первого смешанного нефтегазового компонента и первого твердого продукта;

S3: разделение первого смешанного нефтегазового компонента и первого твердого продукта;

S4: выполнение каталитической рекомбинации первого смешанного нефтегазового компонента с получением второго смешанного нефтегазового компонента; и

S5: проведение фракционной перегонки и рафинирования второго смешанного нефтегазового компонента с получением газообразных углеводородов с числом атомов углерода, меньшим или равным 4, и первой части жидких углеводородов, причем число атомов углерода в первой части жидких углеводородов больше или равно 5.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что способ дополнительно включает:

S6: проведение олигомеризации газообразных углеводородов с получением второй части жидких углеводородов, причем число атомов углерода во второй части жидких углеводородов больше или равно 5.

3. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что способ дополнительно включает следующие стадии:

S7: после стадии S3 и перед стадией S4 выполняют удаление пыли и примесей из первого смешанного нефтегазового компонента, причем стадию

S7 и стадию S4 предпочтительно выполняют в одном и том же устройстве.

4. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что на стадии S1 смешивание пластмассовых отходов и катализатора пиролиза включает
5 смешивание пластмассовых отходов и катализатора пиролиза в условиях нагревания с расплавлением пластмассовых отходов.

5. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что на стадии S2 проведение реакции многостадийного пиролиза первой смеси включает
10 последовательное проведение реакции пиролиза второй стадии первой смеси, при этом реакцию пиролиза первой стадии проводят при температуре 350-450 °С, а реакцию пиролиза второй стадии проводят при температуре 450-550 °С.

15 6. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что на стадии S2 проведение реакции многостадийного пиролиза первой смеси включает последовательное проведение реакции пиролиза третьей стадии первой смеси, при этом реакцию пиролиза первой стадии проводят при температуре 350-400 °С, реакцию пиролиза второй стадии проводят при температуре
20 400-450 °С, а реакцию пиролиза третьей стадии проводят при температуре 450-550 °С.

7. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что на стадии S4 выполнение каталитической рекомбинации первого смешанного
25 нефтегазового компонента включает выполнение рекомбинации олефинов и диолефинов в первом смешанном нефтегазовом компоненте с образованием парафинов и ароматических соединений и/или выполнение конденсации короткоцепочечных олефинов с образованием длинноцепочечных олефинов.

30 8. Система для получения жидких углеводородов из пластмассовых

отходов, содержащая:

смесительное устройство, выполненное с возможностью смешивания пластмассовых отходов и катализатора пиролиза для получения первой смеси;

5 первое реакционное устройство, выполненное с возможностью пиролиза первой смеси с получением первого смешанного нефтегазового компонента и первого твердого продукта;

первое разделительное устройство, выполненное с возможностью разделения первого смешанного нефтегазового компонента и первого
10 твердого продукта;

второе реакционное устройство, выполненное с возможностью выполнения каталитической рекомбинации первого смешанного нефтегазового компонента для получения второго смешанного нефтегазового компонента; и

15 второе разделительное устройство, выполненное с возможностью выполнения фракционной перегонки и рафинирования второго смешанного нефтегазового компонента с получением газообразных углеводородов с числом атомов углерода, меньшим или равным 4, и первой части жидких углеводородов, причем число атомов углерода в первой части жидких
20 углеводородов больше или равно 5.

9. Система по п. 8, отличающаяся тем, что система дополнительно содержит:

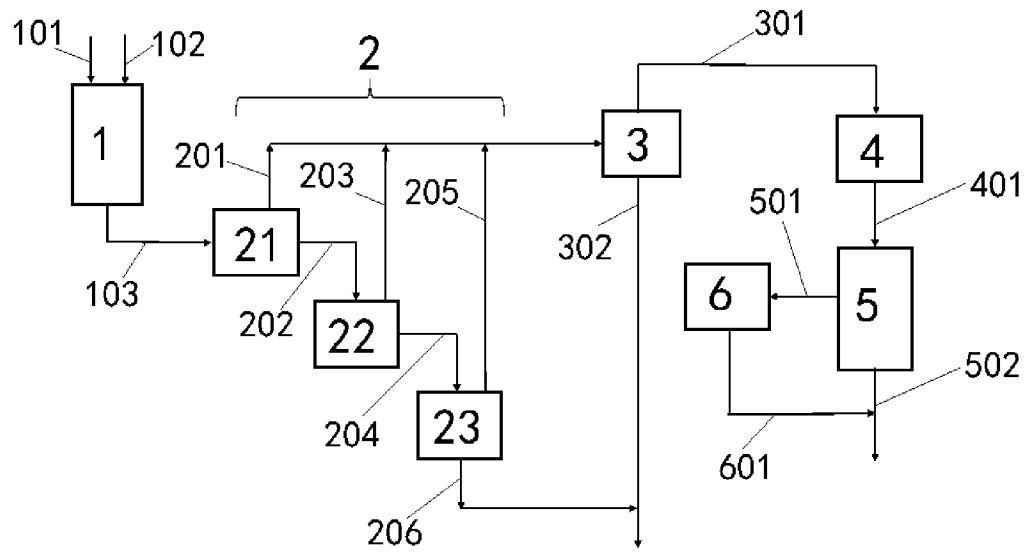
устройство для удаления пыли и примесей, выполненное с
25 возможностью удаления пыли и примесей из первого смешанного нефтегазового компонента, при этом устройство для удаления пыли и примесей расположено ниже по потоку от первого разделительного устройства и выше по потоку от второго реакционного устройства.

30 10. Система по п. 9, отличающаяся тем, что устройство для удаления

пыли и примесей и второе реакционное устройство представляют собой интегрированное устройство.

11. Система по любому из пп. 8-10, отличающаяся тем, что система
5 дополнительно содержит:

третье реакционное устройство, выполненное с возможностью выполнения олигомеризации газообразных углеводородов с получением второй части жидких углеводородов, при этом число атомов углерода во второй части жидких углеводородов больше или равно 5.



Фиг. 1