

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **036565**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2020.11.24**

(51) Int. Cl. **F23G 5/027 (2006.01)**  
**C10B 53/07 (2006.01)**

(21) Номер заявки  
**201900154**

(22) Дата подачи заявки  
**2018.12.25**

---

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ИЗ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ И ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

---

(31) **2018145504**

(56) **RU-U1-4121**

(32) **2018.12.21**

**RU-U1-164535**

(33) **RU**

**RU-C1-2672295**

(43) **2020.06.30**

**RU-U1-159025**

(96) **2018000164 (RU) 2018.12.25**

**RU-C1-2361731**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**RU-C1-2459843**

**US-B2-9446376**

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
"ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ - ФИЗИКО-  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ИМЕНИ А.И. ЛЕЙПУНСКОГО" (АО  
"ГНЦ РФ - ФЭИ") (RU)**

(72) Изобретатель:  
**Ульянов Владимир Владимирович,  
Кошелев Михаил Михайлович,  
Асхадуллин Радомир Шамильевич  
(RU)**

---

(57) Изобретение относится к устройствам для переработки отходов из резинотехнических и полимерных материалов. Устройство снабжено двумя баками-реакторами (1) и двумя выемными кассетами (4), верхним (3), нижним (15), отводящим (17) и газовым (6) трубопроводами, с запорной арматурой (11), конденсатором (12), сепаратором (18), линией сброса неконденсирующихся газообразных продуктов (13), нагревателями (14) и теплоизоляцией (20). Баки-реакторы (1) выполнены с возможностью размещения в их внутренних объемах жидкометаллического теплоносителя (10) и снабжены съемными крышками (19). Выемные кассеты (4) проницаемы для жидкометаллического теплоносителя (10) и парогазовых продуктов переработки. Внутренние объемы баков-реакторов (1) в верхних и нижних частях обечаек (16) сообщены соответственно верхним (3) и нижним (15) трубопроводами. Внутренние объемы баков-реакторов (1) в верхних частях обечаек (16) сообщены с газовым трубопроводом (6). Отводящий трубопровод (17) проходит через конденсатор (12) и соединяет между собой верхний трубопровод (3) и полость сепаратора (18). Полость сепаратора (18) соединена с линией сброса неконденсирующихся газообразных продуктов (13). Газовый трубопровод подключен к баллону со сжатым газом (2) через газовый редуктор (5). Днища (9), обечайки (16) и нижний (15) трубопровод снабжены нагревателями (14) и теплоизоляцией (20), расположенной поверх них. Даны пять частных случаев реализации устройства. Техническим результатом является снижение времени процесса переработки отходов из резинотехнических и полимерных материалов.

---

**B1**

**036565**

**036565**

**B1**

Изобретение относится к технологии переработки отходов из резинотехнических и полимерных материалов в ценные жидкие, газообразные и твердые продукты и может быть использовано в химической, резинотехнической, нефтехимической и других отраслях промышленности.

Известно устройство для пиролиза с использованием жидкого металла [патент US № 9446376, Apparatus for pyrolysis using molten metal, CPC B01J 19/26; B01J 19/0006; C01B 49/14; C10B 53/00, опубл. 20.09.2016]. Устройство включает в себя реактор с расплавленным металлом, циркуляционный насос, соединенный с реактором, буферный резервуар, расположенный на верхней части реактора, сопло, обеспечивающее разбрызгивание жидкого металла во внутренней полости реактора, подключенное к циркуляционному насосу, узел для разделения продуктов пиролиза (полукокса и шлака), а также огневую печь, соединенную с реактором для сжигания полукокса, поступающего из реактора, внутри печи расположен теплообменник, соединенный с внутренним объемом реактора для нагрева жидкого металла за счет тепла, образующегося в результате сжигания полукокса. В известном устройстве в качестве жидкого металла используют олово, висмут или их сплавы. Известное устройство позволяет перерабатывать отходы биомассы, угля, пластмасс и резин.

Недостатками известного устройства являются сложность конструкции, невозможность перерабатывать полимерные материалы с армирующим каркасом, неподвергающемуся пиролизу (такие как автомобильные шины), образование токсичных соединений в результате попадания олова, висмута или их сплава в огневую печь вместе с полукоксом в процессе работы.

Известно устройство для получения пироуглерода из углеродсодержащего сырья, в том числе твердого, в которой осуществляют пиролитический процесс [патент РФ на полезную модель № 90779, МПК C01B 31/02, Установка для получения пироуглерода, опубл. 20.01.2010, бюл. № 2]. Устройство содержит муфельную печь, внутри которой частично размещен металлический контейнер со съемной крышкой. Во внутреннем пространстве контейнера расположен керамический стакан, заполненный расплавом свинца или висмута или их сплава. В расплав помещен конец керамической трубки, проходящей через уплотнительную систему и крышку контейнера. Внутреннее пространство контейнера соединено трубопроводом через накопитель продуктов реакции и фильтр с хроматографом, а внутреннее пространство накопителя продуктов реакции соединено с окружающей средой через гидрозатвор. Для получения пироуглерода из различных углеродосодержащих твердых тел используют сетчатый контейнер, закрепленный на керамической трубке.

Недостатками известного устройства являются необходимость использования измельченных материалов и относительно низкая производительность, связанная с необходимостью прерывания цикла переработки для осуществления операций по загрузке и выгрузке.

Наиболее близким к заявляемому изобретению является патент РФ на полезную модель [№ 4121, МПК C10B 1/04, Печь для пиролиза отработавших автомобильных шин, опубл. 16.05.1997]. Устройство представляет собой цилиндрическую пиролизную камеру, образованную верхней и нижней частями, которые соединены между собой с помощью конического разъемного соединения. Загрузка перерабатываемого сырья (автомобильных шин) осуществляется в печь в съемной кольцевой корзине. К нижней части печи подключены все основные коммуникации, верхняя часть - выемная. Нагрев шин происходит за счет подачи в пиролизную камеру греющего газа. Цикл работы известной печи состоит из сборки печи, запуска и переработки, продувки пиролизной камеры инертным газом или паром, разборку печи, выгрузку корзины с твердыми продуктами переработки, загрузку новой корзины с шинами.

Недостатком известного устройства является относительно низкая производительность, связанная с необходимостью прерывания процесса переработки после истечения времени, необходимого для полного пиролиза одной загрузки шин, с целью извлечения продуктов и загрузки новой партии шин и невозможности совмещения во времени процессов переработки и загрузки/выгрузки материалов.

Задача, решаемая предложенным техническим решением, состоит в исключении указанного недостатка известного устройства, а именно в обеспечении непрерывного процесса переработки материалов и совмещение во времени процессов переработки и загрузки/выгрузки материалов.

Технический результат - снижение времени процесса переработки из резинотехнических и полимерных материалов.

Для исключения указанного недостатка в устройстве для переработки отходов из резинотехнических и полимерных материалов предлагается

устройство дополнительно снабдить по меньшей мере одним баком-реактором и по меньшей мере одной выемной кассетой, верхним, нижним, отводящим и газовым трубопроводами с располагаемой на них запорной арматурой, конденсатором, сепаратором, линией сброса неконденсирующихся газообразных продуктов, нагревателями и теплоизоляцией;

баки-реакторы выполнить с возможностью размещения в их внутренних объемах жидкометаллического теплоносителя и снабдить съемными крышками;

выемные кассеты выполнить проницаемыми для жидкометаллического теплоносителя и парогазовых продуктов переработки;

внутренние объемы баков-реакторов в верхних частях обечеек над уровнем жидкометаллического теплоносителя и в нижних частях обечеек под уровнем жидкометаллического теплоносителя сообщить

соответственно верхним трубопроводом с двумя элементами запорной арматуры и нижним трубопроводом с элементом запорной арматуры;

внутренние объемы баков-реакторов в верхних частях обечаек над уровнем жидкометаллического теплоносителя сообщить с газовым трубопроводом с двумя элементами запорной арматуры;

отводящий трубопровод провести через конденсатор и соединить между собой верхний трубопровод на участке между элементами запорной арматуры и полость сепаратора;

полость сепаратора соединить с линией сброса неконденсирующихся газообразных продуктов;

газовый трубопровод на участке между элементами запорной арматуры подключить к баллону со сжатым газом через газовый редуктор;

днища, обечайки и нижний трубопровод снабдить нагревателями и теплоизоляцией, расположенной поверх них.

В частных случаях реализации устройства для переработки отходов из резинотехнических и полимерных материалов предлагается

во-первых, в качестве жидкометаллического теплоносителя использовать свинец или эвтектический сплав свинец-висмут;

во-вторых, между съемной крышкой и горловиной бака-реактора использовать уплотнение шип-паз с высокотемпературной набивкой, например, из углеродистого графита или асбеста;

в-третьих, в качестве нагревателей использовать электрические нагреватели, выполненные в виде нихромовой проволоки с керамическими изоляторами;

в-четвертых, в качестве сжатого газа использовать инертный газ, например аргон;

в-пятых, верхний трубопровод и отводящий трубопровод на участке от верхнего трубопровода до конденсатора снабдить электрическими нагревателями и установленной поверх нагревателей теплоизоляцией.

Сущность устройства для переработки отходов из резинотехнических и полимерных материалов состоит в следующем.

На чертеже представлена схема одного из возможных вариантов исполнения устройства (двух баковая компоновка). На чертеже приняты следующие позиционные обозначения: 1 - бак-реактор; 2 - баллон со сжатым газом, 3 - верхний трубопровод; 4 - выемная кассета; 5 - газовый редуктор; 6 - газовый трубопровод; 7 - горловина; 8 - деталь фиксации положения выемной кассеты; 9 - днище; 10 - жидкометаллический теплоноситель; 11 - запорная арматура; 12 - конденсатор; 13 - линия сброса неконденсирующихся газообразных продуктов; 14 - нагреватель; 15 - нижний трубопровод; 16 - обечайка; 17 - отводящий трубопровод; 18 - сепаратор; 19 - съемная крышка; 20 - теплоизоляция.

Устройство снабжено по меньшей мере двумя баками-реакторами 1 и по меньшей мере двумя выемными кассетами 4, верхним 3, нижним 15, отводящим 17 и газовым 6 трубопроводами с располагаемой на них запорной арматурой 11, конденсатором 12, сепаратором 18, линией сброса неконденсирующихся газообразных продуктов 13, нагревателями 14 и теплоизоляцией 20.

Выемные кассеты 4 расположены во внутренних объемах баков-реакторов 1 с возможностью фиксации их положения и предназначены для размещения в ней отходов из резинотехнических и полимерных материалов. Выемные кассеты 4 выполнены проницаемыми для жидкометаллического теплоносителя 10 для обеспечения контакта жидкометаллического теплоносителя 10 с перерабатываемыми отходами и, как следствие, их эффективного нагрева, а также для отвода из внутреннего пространства выемных кассет 4 парогазовых продуктов переработки. Фиксация положений выемных кассет 4 во внутреннем объеме баков-реакторов 1 предотвращает их всплытие в процессе размещения во внутренних объемах баков-реакторов 1 жидкометаллического теплоносителя 10.

Для обеспечения высокой скорости нагрева отходов из резинотехнических и полимерных материалов баки-реакторы 1 выполнены с возможностью размещения в их внутренних объемах жидкометаллического теплоносителя 10 и снабжены съемными крышками 19, устанавливаемыми на горловины 7.

Съемные крышки 19 предназначены для герметизации внутренних объемов баков-реакторов 1 и исключения неконтролируемых выбросов парогазовых продуктов переработки.

Внутренние объемы баков-реакторов 1 в верхних частях обечаек 16 над уровнем жидкометаллического теплоносителя 10 и в нижних частях обечаек 16 под уровнем жидкометаллического теплоносителя 10 сообщены соответственно верхним трубопроводом 3 с двумя элементами запорной арматуры 11 и нижним трубопроводом 15 с элементом запорной арматуры 11.

Верхний трубопровод 3 с двумя элементами запорной арматуры 11 предназначен для удаления из полостей баков-реакторов 1 парогазовых продуктов в процессе переработки и сбрасывания избыточного давления в процессе перемещения жидкометаллического теплоносителя 10 из одного бака-реактора 1 в другой.

Нижний трубопровод 14 с элементом запорной арматуры 11 используют для перемещения жидкометаллического теплоносителя 10 из одного бака-реактора 1 в другой бак-реактор 1.

Внутренние объемы баков-реакторов 1 в верхних частях обечаек 16 над уровнем жидкометаллического теплоносителя 10 сообщены с газовым трубопроводом 6 с двумя элементами запорной арматуры 11.

Отводящий трубопровод 17 проходит через конденсатор 12 и соединяет между собой верхний трубопровод 3 на участке между элементами запорной арматуры 11 и полостью сепаратора 18.

Прохождение парогазовых продуктов переработки через конденсатор 12 обеспечивает конденсацию жидких продуктов переработки, находящихся в паровой фазе.

Для исключения конденсации продуктов, находящихся в паровой фазе до их попадания в конденсатор 12, верхний 3 и отводящий 17 трубопроводы оснащены нагревателями 14 и расположенной поверх них теплоизоляцией 20.

Назначение сепаратора 18 состоит в разделении жидких и газообразных продуктов переработки накопления жидких продуктов переработки.

Полость сепаратора 18 соединена с линией сброса 13 неконденсирующихся газообразных продуктов для удаления неконденсирующихся газообразных продуктов.

Газовый трубопровод 6 на участке между двумя элементами запорной арматуры 11 подключен к баллону со сжатым газом 2 через газовый редуктор 5.

Это необходимо для перемещения жидкометаллического теплоносителя 10 из одного бака-реактора 1 в другой, в одном из них необходимо создать избыточное давление.

Днища 9, обечайки 16 и нижний трубопровод 15 снабжены нагревателями 14 для достижения необходимой в процессе переработки температуры жидкометаллического теплоносителя 10.

Поверх нагревателей 14 расположена теплоизоляция 20 для уменьшения потерь тепла.

В частных случаях реализации устройства выполняют следующее.

Во-первых, в качестве жидкометаллического теплоносителя 10 используют свинец или эвтектический сплав свинец-висмут.

Во-вторых, между горловинами 7 и съемными крышками 19 используют уплотнение шип-паз с высокотемпературной набивкой, например, из углеродистого графита или асбеста.

В-третьих, в качестве нагревателей 14 используют электрические нагреватели, выполненные в виде нихромовой проволоки с керамическими изоляторами.

В-четвертых, в качестве сжатого газа используют инертный газ, например аргон.

В-пятых, верхний трубопровод и отводящий трубопровод на участке от верхнего трубопровода до конденсатора снабжают электрическими нагревателями и установленной поверх нагревателей теплоизоляцией.

Устройство работает следующим образом.

В одном из баков-реакторов 1 располагают жидкометаллический теплоноситель 10. В другом баке-реакторе 1 располагают съемную кассету 4 с предварительно загруженными в нее отходами из резинотехнических или полимерных материалов. На горловины 7 устанавливают съемные крышки 19 и герметизируют внутренние объемы баков-реакторов 1.

Включают нагреватели 14, доводят температуру бака-реактора 1 с жидкометаллическим теплоносителем до 450°C.

Открывают запорную арматуру 11, размещенную на нижнем трубопроводе 15, и через нижний трубопровод 15 сообщают внутренние объемы баков-реакторов 1. За счет создания с помощью баллона 2 избыточного давления газа в баке-реакторе 1 перемещают жидкометаллический теплоноситель 10 в бак-реактор 1 без жидкометаллического теплоносителя 10, в котором расположена съемная кассета 4 с отходами из резинотехнических и полимерных материалов. При этом начинается процесс переработки отходов.

Запорную арматуру 11 на нижнем трубопроводе 15 закрывают и сбрасывают избыточное давление в бак-реакторе 1, из которого был перемещен жидкометаллический теплоноситель 10, до атмосферного.

Продукты переработки, находящиеся в парогазовой фазе, по верхнему трубопроводу 3 поступают в отводящий трубопровод 17 и далее в конденсатор 12, где охлаждают и конденсируют.

Далее продукты переработки поступают в сепаратор 18, где происходит разделение жидких и неконденсирующихся газообразных продуктов.

Жидкие продукты переработки накапливаются в сепараторе 18, а неконденсирующиеся газообразные продукты поступают в линию сброса неконденсирующихся газообразных продуктов 13.

В то время, пока в одном из баков-реакторов 1 протекает процесс переработки, с другого бака-реактора 1 снимают съемную крышку 19 и в него устанавливают съемную кассету 4, с заранее расположенными в ней отходами из резинотехнических или полимерных материалов. Далее на горловину 7 этого бака-реактора 1 устанавливают съемную крышку 19 и бак-реактор 1 герметизируют.

По окончании процесса переработки в бак-реакторе 1 с расположенным в нем теплоносителем 10 запорную арматуру 11 на нижнем трубопроводе 15 открывают. За счет избыточного давления газа в баллоне 2 перемещают жидкометаллический теплоноситель 10 в другой бак-реактор 1. После чего запорную арматуру 11 на нижнем трубопроводе 15 закрывают. С бака-реактора 1, из которого был перемещен жидкометаллический теплоноситель 10, снимают съемную крышку 19 и извлекают съемную кассету 4 с твердыми продуктами переработки.

Твердые продукты переработки извлекают из съемной кассеты 4 и загружают в нее отходы из резинотехнических или полимерных материалов.

Далее выемную кассету 4 с отходами из резинотехнических или полимерных материалов помещают обратно в бак-реактор 1, на его горловину 7 устанавливают съемную крышку 19 и бак-реактор 1 герметизируют.

Далее цикл повторяется.

Пример конкретного исполнения устройства.

Устройство состоит из двух баков-реакторов 1. Внутренний диаметр обечайки 16 бака-реактора 1 составляет 820 мм, толщина - 4 мм, высота - 560 мм. Толщина днища 9 бака-реактора 1 составляет 10 мм. Горловина 7 выполнена в виде фланца Ду800, исполнение паз.

Съемная крышка 19 выполнена в виде заглушки фланцевой Ду800 исполнение шип. К съемной крышке 19 приварены проушины для закрепления подъемного механизма.

В качестве высокотемпературной набивки между съемной крышкой 19 и горловиной 7 использован углеграфитовый шнур размером 5×5 мм.

Выемные кассеты 4 выполнены в виде каркаса из кругляка диаметром 8 мм, обтянутого сеткой с размером ячейки 5×5 мм и толщиной проволоки 1,2 мм. Внешний диаметр выемной кассеты 4 составляет 810 мм, высота - 385 мм.

В качестве жидкометаллического теплоносителя 10 использован свинец марки С2 (ГОСТ 3778-98). Объем используемого жидкометаллического теплоносителя 10 составил 350 л.

Верхний 3 и отводящий 17 трубопроводы изготовлены из трубы размером 32×2 мм. Верхний трубопровод 3 вварен в обечайку 4 на 50 мм ниже верхней плоскости горловины 7. Нижний трубопровод 15 изготовлен из трубы размером 68×4 мм и вварен в днище 9. Газовый трубопровод 6 изготовлен из трубы размером 16×2 мм и вварен в обечайку 16 на 50 мм ниже верхней плоскости горловины 7.

Конденсатор 12 изготовлен в виде кожухотрубного теплообменного аппарата с длиной трубного пучка 1500 мм, количеством трубок 12 шт, размер трубок - 12×0,8 мм, относительный шаг - 1,5. Охлаждение конденсатора 12 производится проточной водой с температурой 9-18°C.

Сепаратор 18 имеет диаметр 300 мм и высоту 700 мм. На днище сепаратора 18 предусмотрен вентиль для слива жидкости.

Нагреватели 14 изготовлены из нихромовой (Х20Н80) проволоки диаметром 2 мм, изолированной керамическими изоляторами. Суммарная электрическая мощность нагревателей составляет 65 кВт.

В качестве теплоизоляции 20 использованы кремнеземные маты.

В качестве сжатого газа использован аргон в 40-литровом баллоне 2.

Температура жидкометаллического теплоносителя 10 при переработке составляет 450°C, избыточное давление, создаваемое с помощью баллона со сжатым газом 2, при перемещении жидкометаллического теплоносителя 10 из одного бака-реактора 1 в другой составляет 0,5 атм.

Обечайки 16, днища 9 и горловины 7, выемные кассеты 4, съемные крышки 19, верхний 3, нижний 15, отводящий 17 и газовый 6 трубопроводы, конденсатор 12 и сепаратор 18 изготовлены из нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т.

Техническое решение позволило обеспечить цикличность процесса переработки и сократить время переработки в 1,5-2 раза по сравнению с наиболее близким аналогом технического решения.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для переработки отходов из резинотехнических и полимерных материалов, содержащее бак-реактор и выемную кассету, расположенную во внутреннем объеме бака-реактора с возможностью фиксации ее положения и предназначенную для размещения в ней отходов из резинотехнических и полимерных материалов, отличающееся тем, что устройство дополнительно снабжено по меньшей мере одним баком-реактором и по меньшей мере одной выемной кассетой, верхним, нижним, отводящим и газовым трубопроводами с располагаемой на них запорной арматурой, конденсатором, сепаратором, линией сброса неконденсирующихся газообразных продуктов, нагревателями и теплоизоляцией, баки-реакторы выполнены с возможностью размещения в их внутренних объемах жидкометаллического теплоносителя и снабжены съемными крышками, выемные кассеты выполнены проницаемыми для жидкометаллического теплоносителя и парогазовых продуктов переработки, внутренние объемы баков-реакторов в верхних частях обечайки над уровнем жидкометаллического теплоносителя и в нижних частях обечайки под уровнем жидкометаллического теплоносителя сообщены соответственно верхним трубопроводом с двумя элементами запорной арматуры и нижним трубопроводом с элементом запорной арматуры, внутренние объемы баков-реакторов в верхних частях обечайки над уровнем жидкометаллического теплоносителя сообщены с газовым трубопроводом с двумя элементами запорной арматуры, отводящий трубопровод проходит через конденсатор и соединяет между собой верхний трубопровод на участке между элементами запорной арматуры и полость сепаратора, полость сепаратора соединена с линией сброса неконденсирующихся газообразных продуктов, газовый трубопровод на участке между элементами запорной арматуры подключен к баллону со сжатым газом через газовый редуктор, днища, обечайки и нижний трубопровод снабжены нагревателями и теплоизоляцией, расположенной поверх них.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что в качестве жидкометаллического теплоносителя ис-

пользуют свинец или эвтектический сплав свинец-висмут.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что между съемной крышкой и горловиной бака-реактора используют уплотнение шип-паз с высокотемпературной набивкой, например, из углеграфита или асбеста.

4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что в качестве нагревателей используют электрические нагреватели, выполненные в виде нихромовой проволоки с керамическими изоляторами.

5. Устройство по п.1, отличающееся тем, что в качестве сжатого газа используют инертный газ, например аргон.

6. Устройство по п.1, отличающееся тем, что верхний трубопровод и отводящий трубопровод на участке от верхнего трубопровода до конденсатора снабжены электрическими нагревателями и установленной поверх нагревателей теплоизоляцией.

