

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040046**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.04.13

(21) Номер заявки
202092411

(22) Дата подачи заявки
2019.03.05

(51) Int. Cl. **C10B 53/07** (2006.01)
B29B 17/04 (2006.01)
C09C 1/48 (2006.01)

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩЕГО МАТЕРИАЛА ИЗ УТИЛИЗИРУЕМЫХ ШИН И/ИЛИ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

(31) **a 2018 04242**

(32) **2018.04.18**

(33) **UA**

(43) **2021.04.30**

(86) **PCT/IB2019/000374**

(87) **WO 2019/202387 2019.10.24**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ТЕПЛИЦКИЙ АЛЕКСАНДР (IL)

(72) Изобретатель:
**Дзюра Евгений Антонович (UA),
Теплицкий Александр (IL)**

(74) Представитель:
Салинник Е.А. (KZ)

(56) **TW-B-462984
WO-A1-2011010323
DATABASE WPI неделя 201719 Thomson
Scientific, London, GB; AN 2017-10642V
XP002793849, & CN 106350092 A (GEM TIANJIN
URBAN MINING RECYCLING IND) 25 января
2017 (2017-01-25) реферат
WO-A2-0226914
US-A1-2014294686**

(57) Изобретение относится к области переработки сырья из резиносодержащих изделий, преимущественно утилизированных шин. Способ получения углеродсодержащего материала из утилизируемых шин и/или резинотехнических изделий, включающий механическое дробление исходного сырья из утилизированных шин и/или резинотехнических изделий в измельчителе; подачу шихты в реактор и пиролиз при температуре пиролиза резины с образованием парогазовых продуктов и твердого остатка; непрерывное удаление газообразных продуктов пиролиза из реактора с последующей конденсацией жидких продуктов в колонну конденсации жидких фракций, выгрузку из реактора твердого остатка и его охлаждение; подачу охлажденного остатка в дробилку; грубое дробление твердого остатка; удаление металла из дробленого твердого остатка в магнитном сепараторе. Согласно изобретению перед механическим дроблением из утилизированных шин удаляют металлические бортовые кольца; перед подачей шихты в реактор в шихту вводят ингибитор коксообразования в количестве 3-20% от массы шихты и состоящий из твердого компонента ингибитора коксообразования, представляющего собой любое сочетание термопластичных линейных полимеров из группы полиэтилен, полипропилен, полиэтилентерефталат, полистирол и жидкого компонента ингибитора коксообразования - полиметилсилоксана в количестве 0,5-1,0% от массы ингибитора; пиролиз исходной шихты в реакторе ведут при температуре пиролиза от 350°C в основной рабочей зоне реактора до 600°C на выходе из реактора; удаление металла из дробленого твердого остатка в магнитном сепараторе выполняют до содержания металла не более 0,1% от общей массы твердого остатка, после чего выполняют обработку и активирование твердого остатка перегретым паром при температуре 250-350°C в паровой камере и измельчают активированный твердый остаток на вихревой мельнице; осуществляют двухступенчатую классификацию твердого остатка на воздушно-проходном сепараторе, из которого мелкую фракцию направляют на дальнейшую тонкую классификацию в электро-масс-классификатор, а крупную фракцию - отсеивают и направляют в бункер и далее или в термопечь, в которой удаляют остаточный углерод и получают дополнительный продукт - минеральный компонент, или направляют на повторное измельчение в вихревую мельницу, где разделяют мелкую фракцию твердого остатка в электро-масс-классификаторе на фракцию F1 меньше 45 мкм (F1 <45 мкм) и фракцию F2 больше 45 мкм (F2 >45 мкм); возвращают порошок твердого остатка фракции F2 больше 45 мкм (F2 >45 мкм) из электро-масс-классификатора на повторное тонкое измельчение на вихревой мельнице; порошок фракции F1 меньше 45 мкм (F1 <45 мкм) из электро-масс-классификатора направляют в бункер-накопитель и далее в аппарат фасовки или гранулятор. Далее расфасованный продукт отправляют потребителю или на склад. Технический результат: получение углеродсодержащего материала из утилизируемых шин и/или резинотехнических изделий, пригодного в производстве новых шин и/или резинотехнических изделий.

B1**040046****040046****B1**

Область техники

Изобретение относится к области переработки сырья из резиносодержащих изделий и может быть использовано при утилизации изношенных автомобильных шин или других резинотехнических изделий с получением углеродсодержащего материала и других продуктов.

Предшествующий уровень техники

Значительную долю продуктов человеческой деятельности, загрязняющих окружающую среду, составляют изношенные автомобильные шины и различные резинотехнические изделия.

Утилизация вторичного сырья является важным направлением снижения загрязнения окружающей среды и источником вторичного сырья для нового производства.

Значительным источником такого сырья являются изделия из резины, в том числе изношенные шины, составляют около 90% от всего объема данного вида вторичного сырья.

Однако те свойства шин, которые обеспечивают их долговечность и безопасность в процессе эксплуатации, делают изношенные шины исключительно сложным объектом для утилизации.

Широкое распространение получила утилизация автомобильных шин и других резинотехнических изделий по технологии пиролиза с образованием газообразных продуктов и твердого остатка.

Газообразные продукты пиролиза применяются в качестве энергоносителя, а твердый углеродистый остаток, составляющий до 30% веса шины, является чаще всего вторичным мусором.

Таким образом, экологически важной и экономически актуальной проблемой, является создание эффективной технологии переработки, при которой из твердого остатка пиролиза может быть получен углеродсодержащий материал, пригодный для вторичного использования при производстве новых автомобильных шин.

Известен способ извлечения сажи и углеводородов из использованных шин, включающий расщепление шин на фрагменты менее 1,5 дюйма; пиролиз фрагментов в реакционном сосуде для пиролиза при температуре от 750 до 1800°F и в ограниченных кислородом парах углеводородов при давлении от 1 до 20 PSIA в течение 90 мин для получения твердой фазы и паровой фазы; получение отдельного высококипящего технологического потока конденсата из части указанной паровой фазы в указанном реакционном сосуде; перегонку части указанного конденсата обратно в указанные фрагменты; фракционирование второй части указанной паровой фазы для получения пиролизного масла и газа; обработка твердой фазы после ее выхода из реакционного сосуда для пиролиза включает в себя дробление в струйной мельнице с потоком подаваемого воздуха; пропускание воздушного потока, выходящего из мельницы, через механический сепаратор для получения потока отходов мусорных частиц и потока воздуха, содержащего частицы сажи; пропускание потока воздуха с частицами сажи через циклонный сепаратор для удаления 80-90% относительно крупных частиц сажи и для получения потока воздуха тонкого продукта, содержащего относительно более мелкие частицы сажи ["Process for recovering carbon black and hydrocarbons from used tires" US 4250158 A (INTENCO INC) (US) C01B 31/02; C09C 1/48; 10.02.1981] [1].

Известен способ изготовления сажи и углеводородов из изношенных шин, включающий разрезание шин на фрагменты; пиролиз фрагментов в реакционном сосуде пиролиза при температуре и давлении и времени реакции, достаточных для того, чтобы фрагменты диссоциировали в парообразную фазу и твердую фазу; рециркуляцию части твердой фазы обратно в реактор; указанную стадию пиролиза, включающую косвенное, внутреннее нагревание фрагментов в реакционном сосуде с расплавленной солью; получение сажи из твердой фазы и обработку указанной паровой фазы для получения углеводородов ["Process for recovering carbon black and hydrocarbons from used tires" US 4284616 A (INTENCO INC) (US) C01B 31/02; C01B 31/00; C09C 1/48; 18.08.1981] [2].

Недостатком известных способов является то, что полученный в процессе переработки углеродсодержащий материал имеет низкую активность поверхности и его нельзя использовать в качестве наполнителя при производстве новых шин.

Кроме того, он имеет много негативно влияющих примесей.

Использование такого материала в качестве наполнителя не обеспечивает новым шинам требуемых прочностных и эксплуатационных свойств.

Наиболее близким по назначению, технической сути и достигаемому результату является способ получения углеродсодержащего материала из утилизируемых шин и/или резинотехнических изделий, включающий

механическое дробление утилизируемых шин и/или резинотехнических изделий в измельчителе и получение шихты;

подачу шихты дробленных элементов шин в реактор и пиролиз с образованием газообразных продуктов и твердого остатка;

непрерывное удаление газообразных продуктов пиролиза из реактора с последующей конденсацией жидких продуктов в колонну конденсации жидких фракций, выгрузку из реактора твердого остатка и охлаждение его в бункере-охладителе;

грубое дробление твердого остатка в дробилке с последующим удалением металла в магнитном сепараторе "Apparatus and method for recovering marketable products from scrap rubber" US 7416641 B2 (DENISON GILBERT W (US); FEDERAL RECYCLING TECHNOLOGY, INC (US)) C10B 21/20; 26.08.2008] [3].

В известном способе [3] для переработки твердого остатка пиролиза и получения углеродсодержащего материала, неочищенный технический углерод после пиролиза измельчают в струйной мельнице и очищают в пневматической системе.

Недостатком известного способа является то, что полученный углеродсодержащий материал имеет низкую активность поверхности и содержит большое количество примесей, что исключает использование полученного углеродсодержащего материала в качестве наполнителя при производстве новых автомобильных шин, так как будет снижать их прочностные и эксплуатационные характеристики.

Сущность изобретения

В основу настоящего изобретения поставлена задача создания такого способа переработки утилизированных шин и/или резинотехнических изделий, применение которого позволило бы исключить вредные примеси, повысить активность поверхности полученного углеродсодержащего материала, что позволит использовать полученный углеродсодержащий материал в качестве наполнителя при производстве новых автомобильных шин.

Поставленная задача решается тем, что в способе получения углеродсодержащего материала из утилизированных шин и/или резинотехнических изделий, включающем

механическое дробление утилизированных шин и/или резинотехнических изделий в измельчителе и получение шихты;

подачу шихты в реактор и пиролиз с образованием газообразных продуктов и твердого остатка;

непрерывное удаление газообразных продуктов из реактора с последующей конденсацией жидких продуктов в колонну конденсации жидких фракций, выгрузку из реактора твердого остатка и его охлаждение;

грубое дробление твердого остатка в дробилке и удаление металла в магнитном сепараторе согласно изобретению,

перед механическим дроблением из утилизированных шин удаляют металлические бортовые кольца;

перед подачей шихты в реактор в нее вводят ингибитор коксообразования в количестве 3-20% от массы шихты, состоящий из твердого компонента, представляющего собой любое сочетание термопластичных линейных полимеров из группы полиэтилен, полипропилен, полиэтилентерефталат, полистирол и жидкого компонента - полиметилсилоксана в количестве 0,5-1,0% от массы ингибитора, пиролиз шихты в реакторе ведут при температуре от 350°C в основной рабочей зоне до 600°C на выходе из реактора;

удаление металла из дробленого твердого остатка выполняют до содержания металла не более 0,1% от общей массы твердого остатка, затем выполняют обработку и активирование твердого остатка перегретым паром при температуре 250-350°C в паровой камере и измельчают активированный твердый остаток в вихревой мельнице;

производят двухступенчатую классификацию твердого остатка на воздушно-проходном сепараторе, из которого мелкую фракцию направляют на дальнейшую тонкую классификацию в электро-масс-классификатор, а крупную фракцию - отсев направляют в бункер и далее в термопечь, где удаляют остаточный углерод и получают дополнительный целевой продукт - минеральный компонент, или на повторное измельчение в вихревую мельницу, а

разделение мелкой фракции твердого остатка производят в электро-масс-классификаторе на фракцию F1 меньше 45 мкм ($F1 < 45 \text{ мкм}$) и фракцию F2 больше 45 мкм ($F2 > 45 \text{ мкм}$);

возвращают порошок твердого остатка фракции F2 больше 45 мкм ($F2 > 45 \text{ мкм}$) из электро-масс-классификатора на повторное тонкое измельчение на вихревой мельнице;

порошок фракции F1 меньше 45 мкм ($F1 < 45 \text{ мкм}$) из электро-масс-классификатора направляют в бункер-накопитель.

Полученный путем усовершенствования подготовки шихты, оптимизации процессов пиролиза и удаления металла из дробленого твердого остатка, оптимизации комплекса технологических операций по окончательной переработке твердого остатка путем его активации, тонкого измельчения, классификации и удаления металлических примесей позволяет получить углеродсодержащий материал с высоким уровнем активности поверхности и минимизировать содержание в нем вредных примесей, что в свою очередь позволяет использовать его в качестве наполнителя при производстве новых автомобильных шин, так как обеспечивает требуемый уровень их прочностных и эксплуатационных характеристик.

В дальнейшем изобретение поясняется подробным описанием его осуществления со ссылками на чертеж, на котором представлена схема установки для получения углеродсодержащего материала, которая содержит

- 1 - станок удаления бортовых колец шин,
- 2 - измельчитель,
- 3 - бункер твердого компонента ингибитора,
- 4 - дозатор твердого компонента ингибитора,
- 5 - бункер жидкого компонента ингибитора,
- 6 - насос-дозатор жидкого компонента ингибитора,

- 7 - транспортер,
- 8 - реактор пиролиза,
- 9 - колонна конденсации жидких фракций,
- 10 - бункер жидких фракций,
- 11 - (шлюз-дозатор) твердого остатка пиролиза,
- 12 - бункер-охладитель,
- 13 - транспортер,
- 14 - дробилка,
- 15 - сепаратор магнитный,
- 16 - бункер-накопитель металла,
- 17 - определитель металла,
- 18 - паровая камера,
- 19 - мельница вихревая,
- 20 - сепаратор воздушно-проходной,
- 21 - бункер (отсев),
- 22 - электро-масс-классификатор,
- 23 - бункер-накопитель,
- 24 - аппарат фасовки порошка углеродсодержащего материала,
- 25 - гранулятор,
- 26 - аппарат фасовки гранул углеродсодержащего материала,
- 27 - термопечь.

Способ получения углеродсодержащего материала из утилизируемых шин и/или резинотехнических изделий осуществляют следующим образом.

Из утилизированных шин удаляют металлические бортовые кольца на станке удаления бортовых колец 1, что исключает затраты на их дробление и удаление раздробленных частей.

Затем утилизируемые шины и/или резинотехнические изделия подают в измельчитель 2 для получения шихты.

В качестве измельчителя может быть использован промышленный шредер.

Также в измельчитель 2 из бункера 3 (твердого компонента ингибитора) подают через дозатор 4 твердый компонент ингибитора коксообразования.

Измельченное резиносодержащее сырье и твердый компонент ингибитора коксообразования из измельчителя 2 подают в загрузочный бункер конвейера 7.

В загрузочный бункер конвейера 7 из бункера 5 жидкого компонента ингибитора через насос-дозатор 6 подают жидкий компонент ингибитора коксообразования.

Ингибитор коксообразования составляет 3-20% от массы шихты и состоит из твердого и жидкого компонентов.

Твердый компонент шихты представляет собой любое массовое сочетание термопластичных линейных полимеров из группы полиэтилен, полипропилен, полиэтилентерефталат, полистирол.

Жидким компонентом является полиметилсилоксан в количестве 0,5-1,0% от общей массы ингибитора.

Применение ингибитора коксообразования позволяет значительно снизить или полностью исключить образование кокса на частицах углерода в процессе пиролиза в реакторе 8, что обеспечивает получение углеродсодержащего материала с высокой активностью поверхности.

Подготовленную шихту совместно с ингибитором коксообразования подают транспортером 7 в реактор 8 пиролиза.

Пиролиз в реакторе 8 ведут при температуре от 350°C в основной рабочей зоне реактора и до 600°C на выходе из реактора.

Это обеспечивает эффективное термическое разложение шихты и получение твердого остатка с заданным содержанием летучих компонентов.

В процессе пиролиза из реактора 8 непрерывно удаляют газообразные продукты с последующей конденсацией жидких продуктов в колонне 9.

Твердый остаток выгружают через шлюз-дозатор 11 и подают в бункер-охладитель 12, где он охлаждается до температуры окружающей среды.

Конденсат газообразных продуктов подают в бункер 10 жидкой фракции, а горючий газ подают в печь пиролиза реактора 8 для сжигания и поддержания оптимальной температуры пиролиза.

Из бункера-охладителя 12 охлаждения твердый остаток транспортером 13 подают в дробилку 14 на грубое его дробление до фракции 1-5 мм, а затем в магнитный сепаратор 15.

В магнитном сепараторе 15 удаляют металл из дробленого твердого остатка до содержания металла не более 0,1% от общей массы твердого остатка, а контроль количества металла в нем осуществляют с помощью определителя металла 17.

Содержание металла более 0,1% от общей массы твердого остатка не позволит обеспечить резине, изготовленной с использованием такого углеродсодержащего материала, одного из ее нормируемых экс-

плутационных показателей – "старение резины".

Из магнитного сепаратора 15 металл подают в бункер-накопитель 16, а дробленый твердый остаток подают в паровую камеру 18.

В паровой камере 18 выполняют активирование твердого остатка перегретым паром при температуре 250-350°C.

Это обеспечивает окончательную очистку поверхности и пор частиц углерода от оставшегося шлака, в результате чего увеличивается эффективная активная поверхность.

Затем активированный твердый остаток направляют на тонкое измельчение в вихревую мельницу 19, после чего тонкоизмельченный активированный твердый остаток подают на двухступенчатую классификацию в воздушно-проходной сепаратор 20.

Из воздушно-проходного сепаратора 20 мелкую и легкую фракцию направляют на тонкую классификацию в классификатор 22, а крупную и тяжелую фракцию направляют в бункер 21.

Отсев из бункера 21 подают

или в термопечь 27, в которой удаляют остаточный углерод и получают дополнительный целевой продукт - минеральный компонент, состоящий из окиси цинка (ZnO) и окиси кобальта (CO₂O₃),

или на повторное тонкое измельчение (рециркуляцию) в вихревую мельницу 19.

После этого в электро-масс-классификаторе 22, производится окончательная тонкая классификация на фракцию F1 меньше 45 мкм ($F1 < 45$ мкм) и фракцию F2 больше 45 мкм ($F2 > 45$ мкм).

Опытным путем установлено, что наличие в углеродсодержащем материале частиц больше 45 мкм ($F1 < 45$ мкм), не позволяет получать резины с необходимыми для производства шин прочностными характеристиками.

Порошок твердого остатка фракции F2 больше 45 мкм ($F2 > 45$ мкм) из электро-масс-классификатора 22 возвращают на повторное тонкое измельчение (рециркуляцию) в вихревую мельницу 19.

Порошок твердого остатка фракции F1 меньше 45 мкм ($F1 < 45$ мкм) - товарный углеродсодержащий материал подают в бункер-накопитель 23 и далее в гранулятор 25 и фасовочный аппарат 24 или в гранулятор 25, а затем в фасовочный аппарат 26.

Расфасованный углеродсодержащий материал направляют потребителю или на склад.

Пример осуществления изобретения.

Из изношенных шин на специальном станке 1 удалялись бортовые кольца, после чего шины подавались в измельчитель (шредер) 2 для измельчения. Одновременно из бункера 3 в измельчитель 2 подавался через дозатор твердый компонент ингибитора в виде полиэтиленовых и полипропиленовых отходов из пленочных материалов в количестве 10-12% от общей измельченной массы.

Измельченная масса подавалась транспортером 7 в реактор 8 пиролиза, куда одновременно из бункера 5 через насос-дозатор 6 подавался жидкий полиметилсилоксан в количестве 1% от общего количества загруженных полиэтиленовых и полипропиленовых отходов.

Подготовленная шихта посредством транспортера 7 подавалась во вращающийся и обогреваемый печными газами, реактор 8 пиролиза с двумя зонами обогрева.

В основной рабочей зоне реактора 8 поддерживалась температура 370°C, а на выходе из реактора 8 поддерживалась температура 600°C, что полностью обеспечило выделение жидких и газообразных продуктов пиролиза.

В процессе пиролиза из реактора 8 непрерывно удаляли газообразные продукты с последующей конденсацией жидких продуктов в колонне 9 конденсации жидкости, а твердый остаток выгружали и через шлюз-дозатор 11 подавали на охлаждение в бункер-охладитель 12.

Конденсат газообразных продуктов подавали в бункер 10 жидкой фракции, а горючий газ подавали в печь пиролиза реактора 8 для сжигания и поддержания оптимальной температуры пиролиза в реакторе 8.

Далее твердый остаток пиролиза в бункере-охладителе 12 охлаждали до температуры 50°C, после чего транспортером 13 передавали в дробилку 14 на предварительное грубое дробление до размера частиц не более 5 мм и далее на двухступенчатый магнитный сепаратор 15 для удаления железа до нормируемого содержания (не более 0,1%), что контролировали с помощью определителя металла 17.

Отделенная железосодержащая часть твердого остатка направлялась в бункер-накопитель 16 металла.

Далее углеродсодержащая часть твердого остатка обрабатывалась в паровой камере 18 в потоке перегретого пара с температурой 300°C, а затем охлаждалась до 40°C и подавалась в вихревую мельницу 19 для тонкого измельчения.

После тонкого измельчения углеродсодержащий материал из вихревой мельницы 19 подавали в воздушно-проходной сепаратор 20, где частично удалялись тяжелые минеральные компоненты.

Далее порошкообразный продукт поступал в электро-масс-классификатор 22, где проводилась окончательная тонкая классификация на фракцию F1 меньше 45 мкм ($F1 < 45$ мкм) и фракцию F2 больше 45 мкм ($F2 > 45$ мкм).

Порошок твердого остатка фракции F2 больше 45 мкм ($F2 > 45$ мкм) из электро-масс-классификатора 22 возвращали на повторное тонкое измельчение (рециркуляцию) в вихревую мельницу 19.

В результате тонкой классификации в электро-масс-классификаторе 22 получали порошок твердого остатка фракции F1 меньше 45 мкм ($F1 < 45$ мкм).

Таким образом, получают углеродсодержащий материал со средним размером частиц 5-10 мкм, который подают в бункер-накопитель 23 и далее на расфасовку в фасовочный аппарат 24 или в гранулятор 25.

Расфасованный продукт поступает потребителю или на склад.

Показатели качества полученного углеродсодержащего материала опытных образцов по методикам ASTM составляли

число адсорбции йода, г/кг (Д1510)	78,4,
общая площадь адсорбции азота (NSA), м ² /г (Д6566)	64,5,
удельная поверхность по ЦТАБ, м ² /г (Д3765)	66,0,
число абсорбции масла, см ³ /100 г (Д2714)	81,2,
сила окраски, ед. (Д3265)	60,1,
коэффициент пропускания толуольного экстракта, % (Д1618)	98,0,
значение pH, ед. (Д1512)	8,9.

Результаты опытных физико-механических испытаний стандартной резины на основе бутадиен-стирольного каучука SBR-1500, содержащей 40 мас.ч. полученного углеродсодержащего материала, составляли следующие значения:

условное напряжение при удлинении 300 %, Мпа	12,0,
условная прочность при растяжении, Мпа	18,0,
относительное удлинение, %	423,
сопротивление раздиру, кН/м	42,
твёрдость по Шору, усл. ед.	60.

Физико-механические показатели опытных образцов шинных каркасных резиновых смесей, содержащие стандартный технический углерод и полученный углеродсодержащий материал, показали практически одинаковые результаты.

Приведенные сведения свидетельствуют о возможности промышленного применения предлагаемого способа получения углеродсодержащего материала из изношенных шин и/или резинотехнических изделий, при котором полученный углеродсодержащий материал может эффективно использоваться в качестве полной замены малоактивных марок и частичной замены полуактивных марок стандартного технического углерода при изготовлении новых шин и резинотехнических изделий.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ получения углеродсодержащего материала из утилизируемых шин и/или резинотехнических изделий, включающий

механическое дробление утилизированных шин и/или резинотехнических изделий в измельчителе и получение шихты;

подачу шихты в реактор и пиролиз с образованием газообразных продуктов и твердого остатка;

непрерывное удаление газообразных продуктов из реактора с последующей конденсацией жидких продуктов в колонну конденсации жидких фракций, выгрузку из реактора твердого остатка и его охлаждение;

грубое дробление твердого остатка в дробилке и удаление металла в магнитном сепараторе,

отличающийся тем, что

перед механическим дроблением из утилизируемых шин удаляют металлические бортовые кольца;

перед подачей шихты в реактор в нее вводят ингибитор коксообразования в количестве 3-20% от массы шихты, состоящий из твердого компонента, представляющего собой любое сочетание термопластичных линейных полимеров из группы полиэтилен, полипропилен, полиэтилентерефталат, полистирол, и жидкого компонента - полиметилсилоксана в количестве 0,5-1,0% от массы ингибитора, пиролиз шихты в реакторе ведут при температуре от 350°C в основной рабочей зоне и до 600°C на выходе из реактора;

удаление металла из дробленого твердого остатка выполняют до содержания металла не более 0,1%

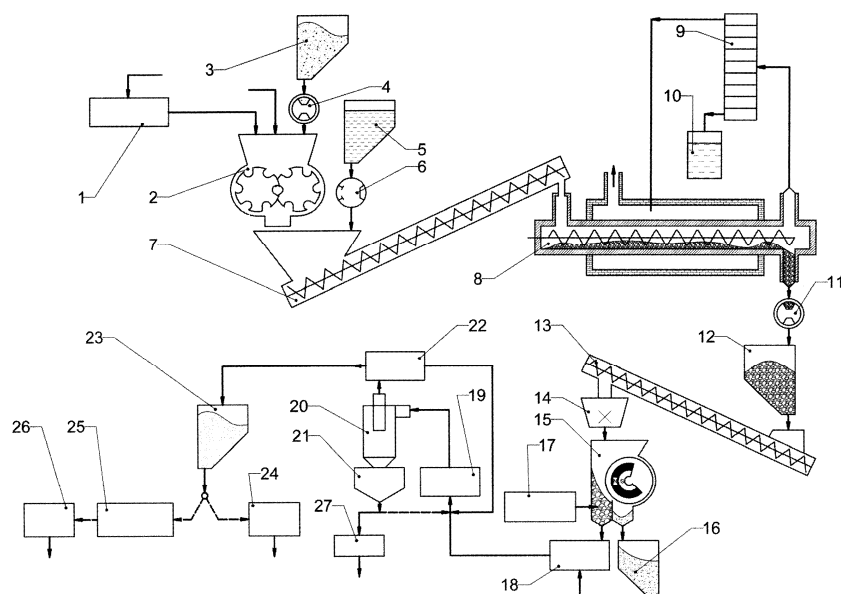
от общей массы твердого остатка, затем выполняют обработку и активирование твердого остатка перегретым паром при температуре 250-350°C в паровой камере и измельчают активированный твердый остаток в вихревой мельнице;

производят двухступенчатую классификацию твердого остатка на воздушно-проходном сепараторе, из которого мелкую фракцию направляют на дальнейшую тонкую классификацию в электро-масс-классификатор, а крупную фракцию - отсев направляют в бункер и далее в термopечь, где удаляют остаточный углерод и получают дополнительный целевой продукт - минеральный компонент, или на повторное измельчение в вихревую мельницу, а

разделение мелкой фракции твердого остатка производят в электро-масс-классификаторе на фракцию F1 меньше 45 мкм ($F1 < 45 \text{ мкм}$) и фракцию F2 больше 45 мкм ($F2 > 45 \text{ мкм}$);

возвращают порошок твердого остатка фракции F2 больше 45 мкм ($F2 > 45 \text{ мкм}$) из электро-масс-классификатора на повторное тонкое измельчение на вихревой мельнице;

порошок фракции F1 меньше 45 мкм ($F1 < 45 \text{ мкм}$) из электро-масс-классификатора направляют в бункер-накопитель.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2