

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045772**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.12.25

(51) Int. Cl. **B29B 17/02** (2006.01)
B29B 17/04 (2006.01)

(21) Номер заявки
202292057

(22) Дата подачи заявки
2021.01.05

(54) СПОСОБ ОТБОРА И ВЫДЕЛЕНИЯ ПОЛИМЕРОВ С ПРОИСХОЖДЕНИЕМ ИЗ ГОРОДСКИХ И/ИЛИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЛАСТИКОВЫХ ОТХОДОВ

(31) 10202000000100

(32) 2020.01.07

(33) IT

(43) 2022.09.28

(86) PCT/EP2021/050054

(87) WO 2021/140087 2021.07.15

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
МИРЕПЛАСТ С.Р.Л. (IT)

(72) Изобретатель:
Склафани Паола, Мичелетти Франческо, Риццо Марко, Молинари Луиджи (IT)

(74) Представитель:
Кузнецова С.А. (RU)

(56) EP-A2-2823945

US-A1-2014231557

WO-A1-2004101178

WOLFGANG BECKER ET AL.: "Detection of Black Plastics in the Middle Infrared Spectrum (MIR) Using Photon Up-Conversion Technique for Polymer Recycling Purposes", POLYMERS, vol. 9, no. 435, 8 September 2017 (2017-09-08), XP055537028, DOI: 10.3390/polym9090435, the whole document

US-A1-2017336264

Mikio Kaihara: "Systematization Method for Distinguishing Plastic Groups by Using NIR Spectroscopy", 10 July 2007 (2007-07-10), XP055724825, Retrieved from the Internet:URL:https://www.jstage.jst.go.jp/article/analsci/23/7/23_7_921/pdf/-char/en [retrieved on 2020-08-25] the whole document

(57) Изобретение относится к способу отбора и отделения полимеров с происхождением из городских и/или промышленных пластиковых отходов, с получением пластиковых материалов для вторичной переработки, который включает первую стадию подачи смеси полимеров, состоящей из хлопьев полимеров с размерами в диапазоне от 6 до 100 мм; стадию идентификации с помощью спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIR) хлопьев окрашенного и белого пластикового материала и хлопьев черного пластикового материала и последующее отделение друг от друга; несколько последовательных стадий идентификации с помощью NIR-спектроскопии различных типов полимеров в цветном и белом пластиковом материале и последующее отделение указанных типов полимеров.

B1

045772

045772 B1

Настоящее изобретение относится к способу отбора и выделения полимеров с происхождением из городских и/или промышленных пластиковых отходов, с получением пластиковых материалов для вторичной переработки.

Утилизация пластика представляет собой важную экологическую проблему, учитывая большое количество пластиковых отходов, производимых как на бытовом, так и на промышленном уровне, особенно в наиболее промышленно развитых странах. Хотя в настоящее время большая часть пластика в основном отправляется на свалку или непосредственно выбрасывается в окружающую среду по окончании срока службы, сегодня существуют некоторые технологии и процессы, позволяющие попытаться решить проблему утилизации пластика. Для решения этой проблемы используют различные подходы и технологии, включая сжигание, переплавку пластика для производства новых объектов и биоразложение, если пластик является биоразлагаемым. Тем не менее, известно, что только относительно небольшая часть производимого в настоящее время пластика является биоразлагаемой.

Каждый из вышеупомянутых подходов влечет за собой потерю стоимости продукта, полученного после трансформации, относительно стоимости исходного пластика. Это является очевидным в случае сжигания, учитывая, что в этой технологии пластик используется просто как топливо, а также в случае биоразложения, учитывая, что продукт, полученный в результате биоразложения, используют в областях, которые характеризуются низкой экономической ценностью, например, в качестве вспомогательного вещества для почвы в сельском хозяйстве или после дальнейших преобразований в качестве твердого топлива.

Также в случае переплавки пластика для производства объектов происходит потеря стоимости, поскольку объект, полученный из переработанного пластика, используется в области применения, которая характеризуется меньшей стоимостью, чем исходный продукт.

Ни одна из вышеупомянутых технологий не способна восстановить первоначальную стоимость пластика, поскольку очевидно, что невозможно превратить переработанный пластик в первичную пластмассу.

Таким образом, каждый год происходит значительная потеря первичного пластика, что влечет за собой необходимость производства нового пластика для замены пластика, оставленного в окружающей среде, который составляет подавляющее большинство, и пластика, превращенного в другие продукты, предназначенные для вариантов применения, отличных от вариантов применения исходного пластика. Более того, производство нового пластика отрицательно влияет на доступность ископаемых ресурсов, которые являются сырьевым материалом для производства пластика.

В последние годы были разработаны и развиты технологии дифференциации пластиковых материалов с происхождением из отходов, с целью получения повторно используемых материалов и, таким образом, сокращения производства первичного материала.

Тем не менее, обычные методики разделения не позволяют достигать получения выбранного полимера с высоким процентом чистоты, который, таким образом, сильно загрязнен другими типами полимеров и может быть использован только для производства изделий низкого качества.

В этом контексте технической задачей настоящего изобретения является обеспечение способа механического выделения полимеров из смеси полимеров с происхождением из коммерческих и/или промышленных пластиковых отходов, способного дифференцировать различные материалы и разделять их с получением переработанного материала высокой чистоты.

Таким образом, будет желательным способ отбора и выделения, способный выделить выбранный полимер с высокой точностью, чтобы получить фракции выделенного материала высокой чистоты, дифференцированные как по типу, так и цвету материала.

Также будет желательным способ отбора и выделения, способный работать непрерывно, без перебоев, для обработки большого количества материала.

В частности, одной из целей настоящего изобретения является обеспечение способа выделения, позволяющего получить выделенную фракцию полимерного материала с чистотой выше 95%, чтобы ее можно было использовать для производства изделий высокого уровня, заменяя часть или весь первичный материал.

Другой целью настоящего изобретения является обеспечение способа выделения, позволяющего отбирать и выделять различные типы пластиковых материалов также по цвету, чтобы получить продукт из одного материала и одного цвета, который может быть непосредственно повторно использован в промышленности пластмасс.

Дополнительной целью настоящего изобретения является обеспечение способа выделения полимеров, позволяющего отбирать и выделять полимеры разного типа, даже если пластиковый материал имеет черный цвет, чтобы получить фракции материала высокой чистоты также и в этом типе материала.

Дополнительной целью настоящего изобретения является обеспечение способа выделения полимеров, позволяющего работать непрерывно, чтобы отбирать и выделять большое количество материала.

Вышеупомянутые и другие цели и преимущества настоящего изобретения, которые станут понятны из следующего описания, осуществляли с помощью способа в соответствии с п.1 формулы изобретения.

В частности, указанных целей достигали с помощью способа механического отбора и выделения по

меньшей мере двух полимеров из смеси полимеров с происхождением из коммерческих и/или промышленных пластиковых отходов, при этом указанный способ включает стадии:

i) обеспечения смеси полимеров с происхождением из коммерческих и/или промышленных пластиковых отходов, состоящих из хлопьев полимеров с размерами в диапазоне от 6 до 100 мм;

ii) идентифицирования с помощью спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIR) хлопьев окрашенного и белого пластикового материала и отделения фракции (F1), обогащенной указанными хлопьями окрашенного и белого пластикового материала, от фракции (F2), обогащенной хлопьями черного пластикового материала, с помощью соответствующих средств разделения;

iii) идентифицирования с помощью NIR-спектроскопии хлопьев полимера P1 в указанной фракции (F1), обогащенной указанными хлопьями окрашенного и белого пластикового материала, отделенной на стадии ii, и выделения фракции (F3), обогащенной хлопьями полимера P1, из указанной фракции (F1), обогащенной указанными хлопьями окрашенного и белого пластикового материала, с помощью соответствующих средств разделения с получением фракции (F4), обедненной по хлопьям полимера P1;

iv) идентифицирования с помощью NIR-спектроскопии хлопьев полимера, отличного от P1, во фракции (F3), обогащенной хлопьями полимера P1, отделенной на стадии iii, и выделения фракции (F5), обогащенной хлопьями полимеров, отличных от P1, из указанной фракции (F3), обогащенной хлопьями полимера P1, с помощью соответствующих средств разделения;

v) идентифицирования с помощью NIR-спектроскопии хлопьев полимера P2 в указанной фракции (F4), обедненной по хлопьям полимера P1, отделенной на стадии iii, и в указанной фракции (F5), обогащенной хлопьями полимеров, отличных от P1, отделенной на стадии iv, и выделения фракции (F6), обогащенной хлопьями полимера P2, из указанной фракции (F1), обогащенной указанными хлопьями окрашенного и белого пластикового материала, с помощью соответствующих средств разделения с получением фракции (F7), обедненной по хлопьям полимера P2;

vi) идентифицирования с помощью NIR-спектроскопии хлопьев полимеров, отличных от P2, во фракции (F6), обогащенной хлопьями полимера P2, отделенной на стадии v, и выделения фракции (F8), обогащенной хлопьями полимеров, отличных от P2, из указанной фракции (F6), обогащенной хлопьями полимера P2, с помощью соответствующих средств разделения.

Предпочтительно описанный выше способ дополнительно включает стадии:

vii) идентифицирования с помощью спектроскопии в средней инфракрасной области (MIR) хлопьев полимера P3 в указанной фракции (F2), обогащенной хлопьями черного пластикового материала, отделенной на стадии ii, и выделения фракции (F9), обогащенной хлопьями полимера P3, из указанной фракции (F2), обогащенной хлопьями черного пластикового материала, с помощью соответствующих средств разделения с получением фракции (F10), обедненной по хлопьям полимера P3;

viii) идентифицирования с помощью MIR-спектроскопии хлопьев полимеров, отличных от P3, во фракции (F9), обогащенной хлопьями полимера P3, отделенной на стадии vii, и выделения фракции (F11), обогащенной хлопьями полимеров, отличных от P3, из указанной фракции (F9), обогащенной хлопьями полимеров P3, с помощью соответствующих средств разделения;

ix) идентифицирования с помощью MIR-спектроскопии хлопьев полимера P4 в указанной фракции (F10), обедненной по хлопьям полимера P3, отделенной на стадии vii, и в указанной фракции (F11), обогащенной хлопьями полимеров, отличных от P3, отделенной на стадии viii, и выделения фракции (F12) с хлопьями полимера P4 из указанной фракции (F2), обогащенной хлопьями черного пластикового материала, с помощью соответствующих средств разделения с получением фракции (F13), обедненной по хлопьям полимера P4;

x) идентифицирования с помощью MIR-спектроскопии хлопьев полимеров, отличных от P4, во фракции (F12), обогащенной хлопьями полимера P4, отделенной на стадии ix, и выделения фракции (F14), обогащенной хлопьями полимеров, отличных от P4, из указанной фракции (F12), обогащенной хлопьями полимера P4, с помощью соответствующих средств разделения.

Таким образом, представлен способ, позволяющий отделять также черные полимеры, которые обычно трудно идентифицировать и отделить, учитывая их цвет, который препятствует правильному считыванию с помощью NIR-спектроскопии.

Предпочтительно способ согласно настоящему изобретению включает стадию выделения и удаления любого металлического материала, как ферромагнитного, так и неферромагнитного, из хлопьев пластикового материала перед осуществлением идентифицирования и отделения на стадии ii.

Таким образом, пластиковый материал очищают от других посторонних материалов, которые могут снизить конечную чистоту полимера, вызывая повреждение оборудования, такого как, например, экструдеры, используемые для переработки пластика после отбора и выделения, описанных выше.

Предпочтительно способ согласно настоящему изобретению включает стадию измельчения коммерческих и/или промышленных пластиковых отходов с получением указанного материала в виде хлопьев с размерами в диапазоне от 6 до 100 мм.

Таким образом, пластиковый материал получают таким образом, чтобы обеспечить правильный и эффективный отбор и выделение различных компонентов для получения выделенного полимерного материала с чистотой более 95%, чтобы его можно было использовать непосредственно в переработке пластикового материала.

Предпочтительно способ согласно настоящему изобретению включает стадии:

xi) идентифицирования с помощью NIR-спектроскопии хлопьев полимера P5 в указанной фракции (F7), обедненной по хлопьям полимера P2, отделенной на стадии v, и в указанной фракции (F8), обогащенной хлопьями полимера, отличного от P2, отделенной на стадии vi, и выделения фракции (F15), обогащенной хлопьями полимера P5, из указанных фракций (F7) и (F8) с получением фракции (F16), обедненной по хлопьям полимера P5;

xii) идентифицирования с помощью NIR-спектроскопии хлопьев полимеров, отличных от P5, во фракции (F15), обогащенной хлопьями полимера P5, отделенной на стадии xi, и выделения фракции (F17), обогащенной хлопьями полимеров, отличных от P5, из указанной фракции, обогащенной хлопьями полимера P5, с помощью соответствующих средств разделения.

Таким образом, представлен способ, позволяющий выделять более двух полимеров из смеси полимеров с происхождением из коммерческих и/или промышленных пластиковых отходов.

Предпочтительно способ согласно настоящему изобретению включает дополнительную стадию идентифицирования с помощью UV/VIS-спектроскопии цвета хлопьев полимеров, отделенных на описанных ранее стадиях, и отделения фракции, обогащенной хлопьями указанных полимеров с одинаковым цветом, с помощью соответствующих средств разделения.

Таким образом, получали фракции однокомпонентного полимерного материала с одинаковым цветом, которые могут быть непосредственно использованы в процессах переработки пластикового материала также для получения изделий высокого качества.

Предпочтительно способ согласно настоящему изобретению включает дополнительную стадию идентифицирования с помощью NIR-спектроскопии хлопьев одного из указанных полимеров P1, или P2, или P5 на основе индекса текучести расплава полимера и выделения фазы, обогащенной указанным полимером, с помощью соответствующих средств разделения.

Таким образом, представлен способ, позволяющий отделять HDPE (полиэтилен высокой плотности) от LDPE (полиэтилен низкой плотности).

Предпочтительно способ согласно настоящему изобретению включает дополнительную стадию промывания хлопьев полимера P1 и P2, при необходимости полимера P3 и P4 и при необходимости полимера P5 после стадий идентифицирования и отделения фазы, обогащенной указанным полимером, описанным ранее.

Таким образом, получают конечный продукт без примесей и загрязнений, который может быть использован непосредственно на последующих стадиях переработки материала без изменения качества полимера и, соответственно, без изменения качества продуктов, полученных из этих полимеров.

Предпочтительно способ согласно настоящему изобретению предусматривает, что на указанных стадиях идентифицирования и выделения материал, подлежащий идентифицированию и выделению, характеризуется распределением по поверхности в диапазоне от 1 до 20 кг/см² на единицу считывания.

Это гарантирует правильное расположение хлопьев при их идентифицировании с помощью NIR-спектроскопии или MIR-спектроскопии для получения отделенного полимерного материала с чистотой выше 95%.

Предпочтительно способ согласно настоящему изобретению предусматривает отделение полимеров с помощью струй сжатого воздуха.

Таким образом, является возможным проводить процесс с высокой производительностью и иметь оптимальное отделение выбранного полимера.

В соответствии с настоящим изобретением полимеры P3 и P4 могут быть одинаковыми по химическому типу или отличаться от полимеров P1 и P2, отобранных и выделенных на стадиях, описанных ранее. Другими словами, полимеры P3 и P4 могут быть такими же, что и полимеры P1 и P2, но отобранными и выделенными из смеси полимерных хлопьев черного цвета.

Способ согласно настоящему изобретению будет описан ниже в его предпочтительном неограничивающем варианте осуществления.

Способ согласно настоящему изобретению может быть реализован с применением оборудования, уже используемого в промышленности, такого как, например, конвейерные ленты, загрузочные бункеры и т.п., как будет описано ниже.

Способ согласно настоящему изобретению может быть применен для отбора и выделения различных полимеров, таких как, например, полипропилен (PP), полистирол (PS), полиэтилен (PE), полиэтилен высокой и низкой плотности (HDPE, LDPE), полиэтилентерефталат (PET), поливинилхлорид (PVC), сополимер акрилонитрила, бутадиена и стирола (ABS) или другие.

Способ согласно настоящему изобретению осуществляли в процессе механического отбора и выделения полимеров, как будет описано ниже. В частности, будет описан способ выделения трех различных полимеров из полимерной смеси.

Описанный ниже способ относится к отбору полиэтилена (PE), полистирола (PS) и полипропилена (PP) из смеси полимеров с происхождением из пластиковых отходов.

Указанные полимеры выбраны произвольно для лучшего понимания способа выделения согласно настоящему изобретению и поэтому не могут рассматриваться как ограничивающие или упрощающие указанный способ.

Смесь полимеров с происхождением из коммерческих и/или промышленных пластиковых отходов, предпочтительно уже очищенных от любых неполимерных органических или неорганических материалов, подают в измельчитель, способный измельчать материал, с получением хлопьев пластикового материала с приблизительными размерами в диапазоне от 6 до 100 мм или с поверхностью в диапазоне от приблизительно 6 до 100 мм². Предпочтительно размер хлопьев измельченного материала составляет от 15 до 80 мм, чтобы получить хлопья, которые легко отбирать и выделять с помощью соответствующих средств отбора и разделения, как будет описано ниже.

С помощью соответствующих конвейерных лент хлопья пластикового материала подают в устройство, где любой ферромагнитный металлический материал, присутствующий в полимерной смеси, удаляют с применением неодимовых магнитов. Затем хлопья подают во второе устройство, где любой неферромагнитный металлический материал, присутствующий в полимерной смеси, удаляют с помощью вихревых токов.

Затем полимерную смесь по сути без металлов наносят на конвейерную ленту таким образом, чтобы получить распределение материала по поверхности ленты в диапазоне от 1 до 20 кг/см², предпочтительно в диапазоне от 3 до 10 кг/см². Таким образом, хлопья будут оптимально распределены, избегая любого наложения хлопьев, которое сделает недействительным последующий отбор с помощью оптических инструментов. Указанное распределение материала может быть определено как распределение по поверхности на единицу считывания.

Распределенный таким образом материал направляют в устройство для отбора, где с помощью спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIR) хлопья окрашенного или белого пластикового материала идентифицируют среди хлопьев черного пластикового материала.

В соответствии с настоящим изобретением термин окрашенный обозначает материал, который поглощает все электромагнитные излучения, падающие в видимом поле, за исключением излучений с длиной волны, соответствующей указанному цвету.

В соответствии с настоящим изобретением термин белый (или ахроматический цвет) обозначает материал, способный отражать все электромагнитные излучения, падающие в видимой области.

В соответствии с настоящим изобретением термин черный обозначает объект, который поглощает все электромагнитные излучения, падающие в видимом поле, не отражая их. Черный цвет соответствует зрительному восприятию, возникающему, если видимый свет не достигает глаза.

Как известно в данной области, NIR-спектроскопия (в ближней инфракрасной области) представляет собой метод спектральной абсорбции, в котором используют электромагнитное излучение в ближней инфракрасной области спектра, а именно с длиной волны в диапазоне от 780 нм до 2500 нм.

С помощью NIR-спектроскопии могут быть отобраны материалы различной природы на основе селективного поглощения инфракрасного излучения различными пластиковыми материалами.

Таким образом, первое устройство способно отбирать окрашенный или белый пластиковый материал благодаря NIR-спектроскопии, поскольку черные пигменты, присутствующие в пластиковом материале, поглощают инфракрасные лучи, делая материал «невидимым» для оптического селектора.

Отобранный таким образом пластиковый материал отделяют с помощью струй сжатого воздуха, которые ударяют по отобранному материалу, а именно по материалу, идентифицированному с помощью NIR-спектроскопии, направляя его на разные конвейерные ленты. Струи сжатого воздуха могут ударять не отобранный материал, а именно материал, не идентифицированный с помощью NIR-спектроскопии, в зависимости от того, как установлено устройство.

Затем оставшийся пластиковый материал переносят под действием силы тяжести на другую конвейерную ленту.

Эта процедура отделения будет использована для всех стадий отбора и отделения, описанных ниже.

В соответствии с настоящим изобретением могут быть использованы и другие методы и процедуры отделения, не описанные конкретно в настоящем описании.

После отделения, осуществленного благодаря струям сжатого воздуха, остаются две фракции различных пластиковых материалов, одна фракция F1, обогащенная указанными хлопьями окрашенного и белого пластикового материала, и одна фракция F2, обогащенная хлопьями черного пластикового материала.

Фракцию F1, обогащенную указанными хлопьями окрашенного и белого пластикового материала, затем направляют в устройство для отбора, где с помощью NIR-спектроскопии хлопья PE распознают и отделяют посредством струй сжатого воздуха с образованием фракции F3, обогащенной хлопьями PE. Аналогично образуется фракция F4, обедненная по хлопьям PE.

Фракцию F3, обогащенную хлопьями PE, снова направляют в устройство для отбора, где с помощью NIR-спектроскопии идентифицируют хлопья полимеров, отличных от PE. Такие хлопья отделяют посредством струй сжатого воздуха с образованием фракции F5, обогащенной хлопьями полимеров, отличных от PE. Оставшиеся хлопья PE будут характеризоваться чистотой относительно PE, составляющей 95% или больше.

Фракцию F4, обедненную по хлопьям PP, и фракцию F5, обогащенную хлопьями полимеров, отличных от PE, помещают вместе на одну конвейерную ленту и направляют в устройство для отбора, где

с помощью NIR-спектроскопии хлопья PP идентифицируют и отделяют посредством струй сжатого воздуха с образованием фракции F6, обогащенной хлопьями PP. Аналогично образуется фракция F7, обедненная по хлопьям PP.

Фракцию F6, обогащенную хлопьями PP, снова направляют в устройство для отбора, где с помощью NIR-спектроскопии идентифицируют хлопья полимеров, отличных от PP. Такие хлопья отделяют посредством струй сжатого воздуха с образованием фракции F8, обогащенной хлопьями полимеров, отличных от PP. Оставшиеся хлопья PP будут характеризоваться чистотой относительно PP, составляющей 95% или больше.

Для отбора и выделения различных типов полимеров также из фракции, обогащенной хлопьями черного пластикового материала, отобранных и выделенных на одной из стадий, описанных ранее, фракцию F2 направляют в устройство для отбора, где с помощью MIR-спектроскопии хлопья PE идентифицируют во фракции F2 с хлопьями черного пластикового материала.

Как известно в данной области, MIR-спектроскопия (в средней инфракрасной области) представляет собой метод спектральной абсорбции, в котором используют электромагнитное излучение в промежуточной инфракрасной области спектра, а именно с длиной волны от 2,5 мкм до 25 мкм.

После отбора и выделения PE из фракции F2 получают фракцию F9, обогащенную черными хлопьями PE, и соответствующую фракцию F10, обедненную по черным хлопьям PE.

Фракцию F9, обогащенную черными хлопьями PE, снова направляют в устройство для отбора, где хлопья полимеров, отличных от PE, идентифицируют с помощью MIR-спектроскопии. Такие хлопья отделяют посредством струй сжатого воздуха с образованием фракции F11, обогащенной хлопьями полимеров, отличных от PE. Оставшиеся черные хлопья PE будут характеризоваться чистотой относительно PE, составляющей 95% или больше.

Фракцию F10, обедненную по черным хлопьям PE, и фракцию F11, обогащенную черными хлопьями полимеров, отличных от PE, помещают вместе на одну конвейерную ленту и направляют в устройство для отбора, где с помощью MIR-спектроскопии черные хлопья PP идентифицируют и отделяют посредством струй сжатого воздуха с образованием фракции F12, обогащенной черными хлопьями PP. Аналогично образуется фракция F13, обедненная по черным хлопьям PP.

Фракцию F12, обогащенную черными хлопьями PP, снова направляют в устройство для отбора, где с помощью MIR-спектроскопии идентифицируют хлопья полимеров, отличных от черных хлопьев PP. Такие хлопья отделяют посредством струй сжатого воздуха с образованием фракции F14, обогащенной хлопьями полимеров, отличных от PP. Оставшиеся черные хлопья полимера PP будут характеризоваться чистотой относительно PP, составляющей 95% или больше.

Для выделения дополнительного типа полимера из смеси полимеров с происхождением из пластиковых отходов, описанные ранее фракции F7 и F8 помещают вместе на одну конвейерную ленту и направляют в устройство для отбора, где с помощью NIR-спектроскопии идентифицируют хлопья PS. Такие хлопья отделяют посредством струй сжатого воздуха с образованием фракции F15, обогащенной хлопьями PS. Аналогично образуется фракция F16, обедненная по хлопьям PS.

Фракцию F15, обогащенную хлопьями PS, снова направляют в устройство для отбора, где с помощью NIR-спектроскопии распознают хлопья полимеров, отличных от PS. Такие хлопья отделяют посредством струй сжатого воздуха с образованием фракции F17, обогащенной хлопьями полимеров, отличных от PS. Оставшиеся хлопья PS будут характеризоваться чистотой относительно PS, составляющей 95% или больше.

Ранее отобранные и отделенные хлопья полиэтилена, как окрашенные и белые, так и черные, могут быть дополнительно отобраны и выделены с помощью дополнительной стадии отделения на основе NIR- или MIR-спектроскопии. По существу, широко известно, что различная средняя длина полимерных цепей PE (средняя молекулярная масса) влияет на NIR- или MIR-спектр полимера. Таким образом, с помощью дополнительной стадии отбора на основе NIR или MIR можно отобрать и отделить хлопья PE с более высокой молекулярной массой (качественно характеризующиеся более низким индексом текучести расплава) от хлопьев PE с более низкой молекулярной массой (качественно характеризующиеся более высоким индексом текучести расплава).

В частности, хлопья PE отбирают с помощью NIR- или MIR-спектроскопии и отделяют посредством струй сжатого воздуха, как описано ранее.

Хлопья, ранее отобранные и отделенные в соответствии с типом образующего их полимера, далее направляют в соответствующее оборудование для измельчения с целью дальнейшего уменьшения их размеров, тем самым получая хлопья материала с размером, позволяющим сразу же использовать их в оборудовании для экструзии пластмасс.

Такие хлопья также направляют в соответствующее оборудование для промывки, где их промывают водой и при необходимости специальными продуктами с целью удаления любых остатков грязи или удаления пыли полимерного материала, которая могла образоваться на стадиях отбора и выделения, как описано выше.

Окрашенные и белые хлопья PE (как HDPE, так и LDPE), PP и PS предварительно выделенные, измельченные и промытые, подают в следующее устройство для отбора и отделения, где посредством

UV/VIS-спектроскопии их отбирают по определенному цвету и отделяют посредством струй сжатого воздуха.

Как известно в данной области, UV/VIS-спектроскопия (в ультрафиолетовой/видимой области) представляет собой метод спектральной абсорбции, в котором используют электромагнитное излучение в ультрафиолетовой/видимой области спектра, а именно с длиной волны в диапазоне от 400 до 700 нм.

С помощью способа, описанного в настоящем изобретении, можно отобрать и выделить неограниченное количество различных полимеров. Таким образом, способ может быть применен к смесям, содержащим более трех полимеров, как описано выше, без снижения эффективности отбора и выделения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ механического отбора и выделения по меньшей мере двух полимеров из смеси полимеров с происхождением из коммерческих и/или промышленных пластиковых отходов, при этом указанный способ включает стадии:

i) обеспечения смеси полимеров из коммерческих и/или промышленных пластиковых отходов, состоящих из хлопьев указанных полимеров с размерами от 6 до 100 мм;

ii) идентифицирования с помощью спектроскопии в ближней инфракрасной области (NIR) хлопьев окрашенного и белого пластикового материала и отделения фракции (F1), обогащенной указанными хлопьями окрашенного и белого пластикового материала, от фракции (F2), обогащенной хлопьями черного пластикового материала, с помощью подходящих средств разделения;

iii) идентифицирования с помощью NIR-спектроскопии хлопьев полимера P1 в указанной фракции (F1), обогащенной указанными хлопьями окрашенного и белого пластикового материала, отделенной на стадии ii), и выделения фракции (F3), обогащенной хлопьями полимера P1, из указанной фракции (F1), обогащенной указанными хлопьями окрашенного и белого пластикового материала, с помощью подходящих средств разделения с получением фракции (F4), обедненной по хлопьям полимера P1;

iv) идентифицирования с помощью NIR-спектроскопии хлопьев полимера, отличного от P1, во фракции (F3), обогащенной хлопьями полимера P1, отделенной на стадии iii), и выделения фракции (F5), обогащенной хлопьями полимеров, отличных от P1, из указанной фракции (F3), обогащенной хлопьями полимера P1, с помощью соответствующих средств разделения;

v) идентифицирования с помощью NIR-спектроскопии хлопьев полимера P2 в указанной фракции (F4), обедненной по хлопьям полимера P1, отделенной на стадии iii), и в указанной фракции (F5), обогащенной хлопьями полимеров, отличных от P1, отделенной на стадии iv), и выделения фракции (F6), обогащенной хлопьями полимера P2, с помощью соответствующих средств разделения с получением фракции (F7), обедненной по хлопьям полимера P2;

vi) идентифицирования с помощью NIR-спектроскопии хлопьев полимеров, отличных от P2, во фракции (F6), обогащенной хлопьями полимера P2, отделенной на стадии v), и выделения фракции (F8), обогащенной хлопьями полимеров, отличных от P2, из указанной фракции (F6), обогащенной хлопьями полимера P2, с помощью соответствующих средств разделения.

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

vii) идентифицирования с помощью спектроскопии в средней инфракрасной области (MIR) хлопьев полимера P3 в указанной фракции (F2), обогащенной хлопьями черного пластикового материала, отделенной на стадии ii), и выделения фракции (F9), обогащенной хлопьями полимера P3, из указанной фракции (F2), обогащенной хлопьями черного пластикового материала, с помощью соответствующих средств разделения с получением фракции (F10), обедненной по хлопьям полимера P3;

viii) идентифицирования с помощью MIR-спектроскопии хлопьев полимеров, отличных от P3, во фракции (F9), обогащенной хлопьями полимера P3, отделенной на стадии vii), и выделения фракции (F11), обогащенной хлопьями полимеров, отличных от P3, из указанной фракции (F9), обогащенной хлопьями полимеров P3, с помощью соответствующих средств разделения;

ix) идентифицирования с помощью MIR-спектроскопии хлопьев полимера P4 в указанной фракции (F10), обедненной по хлопьям полимера P3, отделенной на стадии vii), и в указанной фракции (F11), обогащенной хлопьями полимеров, отличных от P3, отделенной на стадии viii), и выделения фракции (F12) с хлопьями полимера P4 из указанной фракции (F2), обогащенной хлопьями черного пластикового материала, с помощью соответствующих средств разделения с получением фракции (F13), обедненной по хлопьям полимера P4;

x) идентифицирования с помощью MIR-спектроскопии хлопьев полимеров, отличных от P4, во фракции (F12), обогащенной хлопьями полимера P4, отделенной на стадии ix), и выделения фракции (F14), обогащенной хлопьями полимеров, отличных от P4, из указанной фракции (F12), обогащенной хлопьями полимера P4, с помощью соответствующих средств разделения.

3. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что он включает стадию выделения и удаления любого металлического материала, как ферромагнитного, так и неферромагнитного, из указанных хлопьев пластикового материала перед осуществлением идентифицирования и отделения на стадии ii).

4. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что он включает стадию измельчения коммерческих и/или промышленных пластиковых отходов с получением указанного материала в виде хлопьев с размерами в диапазоне от 6 до 100 мм.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что он дополнительно включает стадии:

xi) идентификации с помощью NIR-спектроскопии хлопьев полимера P5 в указанной фракции (F7), обедненной по хлопьям полимера P2, отделенной на стадии v), и в указанной фракции (F8), обогащенной хлопьями полимера, отличного от P2, отделенной на стадии vi), и выделения фракции (F15), обогащенной хлопьями полимера P5, из указанных фракций (F7) и (F8) с получением фракции (F16), обедненной по хлопьям полимера P5;

xii) идентификации с помощью NIR-спектроскопии хлопьев полимеров, отличных от P5, во фракции (F15), обогащенной хлопьями полимера P5, отделенной на стадии xi), и выделения фракции (F17), обогащенной хлопьями полимеров, отличных от P5, из указанной фракции, обогащенной хлопьями полимера P5, с помощью соответствующих средств разделения.

6. Способ по п.1 или 5, отличающийся тем, что он включает дополнительную стадию идентификации с помощью UV/VIS-спектроскопии цвета хлопьев полимеров, отделенных в указанных пп.1 и 5, и отделения фракции, обогащенной хлопьями указанных полимеров с одинаковым цветом, с помощью соответствующих средств разделения.

7. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что он включает дополнительную стадию идентификации с помощью NIR-спектроскопии хлопьев одного из указанных полимеров P1, или P2, или P5 в зависимости от средней молекулярной массы полимера и отделения фазы, обогащенной указанным полимером, с помощью соответствующих средств разделения.

8. Способ по любому из пп.1, и/или 2, и/или 6, отличающийся тем, что он включает дополнительную стадию промывания указанных хлопьев полимера P1 и P2, необязательно полимера P3 и P4, необязательно полимера P5, после стадии идентификации и отделения фазы, обогащенной указанным полимером.

9. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что указанное отделение полимеров проводят с помощью струй сжатого воздуха.

