



(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.09.27

(21) Номер заявки
202191072

(22) Дата подачи заявки
2019.10.18

(51) Int. Cl. **B01D 53/14** (2006.01)
B01D 53/72 (2006.01)

(54) СПОСОБ ОБРАБОТКИ ГАЗООБРАЗНОГО ОТХОДЯЩЕГО ПОТОКА, ПОЛУЧЕННОГО ПРИ ПИРОЛИТИЧЕСКОМ РАЗЛОЖЕНИИ ПОЛИМЕРА

(31) FR : 1859659

(32) 2018.10.18

(33) FR

(43) 2021.07.08

(86) PCT/FR2019/052479

(87) WO 2020/079380 2020.04.23

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**АРКЕМА ФРАНС (FR); ПИРОВАК
(CA)**

(72) Изобретатель:
**Дюбуа Жан-Люк (FR), Де Комиа
Брюно, Бланшетт Даниель, Руа
Кристиан (CA)**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) William A. Poe ET AL. "GAS ENRICHMENT PROCESS AND GAS DEHYDRATION UNIT" In: MODELLING, CONTROL, AND OPTIMIZATION OF NATURAL GAS PROCESSING PLANTS, ELSEVIER, pages 22-25, 31 December 2017 (2017-12-31), ISBN: 978-0-12-802961-9. XP055607810 see system of figure 1.13, see in particular elements: absorber, regenerator, pumps, exchangers, enriched acid gas to claus; and system of figure 1.14, see in particular elements: CW, absorber, filter, solid carbon filters, glycol pump, glycol exchangers, regenerator and vapor to incinerator
NASRUDDIN A ABDULLAH ET AL. "A Review of Improvements to the Liquid Collection System Used

in the Pyrolysis Process for Producing Liquid Smoke" INTERNATIONAL JOURNAL OF TECHNOLOGY, Vol. 8, No. 7, 26 December 2017 (2017-12-26), page 1197 DOI: 10.14716/ijtech.v8i7.745 ISSN: 2086-9614, XP055665542 see, in particular figure 2 items 10 "countercurrent spray condensers" and in particular 2bio-oil recycle pumps"; see also (9) cyclones, (8) knock out vessel, (11) intensive cooler
WO-A1-2017179009

US-A1-2016145185

US-A1-2003028052

P. Gulf. "HYDROCARBON PROCESSING PETROCHEMICAL PROCESSES 2010", 31 December 2010 (2010-12-31), pages 1-8, Retrieved from the Internet: http://libros.organicala.org/OPS1/petroquimica/Procesos_petroquimicos10b.pdf, [retrieved on 2019-07-22], XP055607815 see in particular pages "butenes (extraction from mixed butanes/butenes)", "olefins- butenes extractive distillation", "Styrene recovery from pygas", "Aromatics extractive distillation", "Aromatics recovery" and "BTX extraction

Mochamad A. Firdaus ET AL. "Practical Engineering Guidelines for Processing Plant Solutions ETHYLENE QUENCH WATER TOWER (ENGINEERING DESIGN GUIDELINE)", 02 June 2014 (2014-06-02), pages 1-80, Retrieved from the Internet: http://kolmetz.com/pdf/EGD2/ENGINEERING_D ESIGN GUI

DELINES ethylene quench water tower_rev_web.pdf, [retrieved on 2020-02-05], XP055665576 see in particular figure 1 (spray tower), figure 3 "Packed tower scrubber"; figure 5 "Typical direct-contact cooler" and figure 6 "Quench Water Assembly"

EP-A1-2502895

EP-A1-0009545

(57) Изобретение относится к способу обработки газообразного отходящего потока, полученного в результате пиролизического разложения одного или более полимеров, отличающемуся тем, что способ включает в себя: этап (210) конденсации в камере (110) конденсации, поддерживаемой при первом давлении, выходящего газообразного отходящего потока, находящегося в контакте с абсорбирующей жидкостью, при этом температура упомянутой абсорбирующей жидкости ниже температуры газообразного отходящего потока, этап (230) частичного испарения за счет расширения конденсата в камере (130), поддерживаемой при втором давлении ниже первого давления, этап (240) повторного введения, который состоит в, по меньшей мере, частичном перенаправлении первой жидкой или паровой фракции, полученной по завершении этапа (230) частичного испарения, в камеру (110) конденсации, и этап (250) извлечения, включающий очистку второй жидкой или паровой фракции, полученной по завершении этапа (230) частичного испарения и загруженной мономером(ами).

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к области обработки газообразных отходящих потоков, получаемых при разложении полимера(ов).

Более конкретно, изобретение относится к способу обработки газа, полученного при пиролизном разложении полимера или смеси полимеров. Этот способ находит свое применение при переработке пластмасс и остатков пластмасс, обычно состоящих из нескольких полимеров различных сортов, и, в частности, при переработке полимерных композиций, содержащих только одно семейство полимеров.

Уровень техники

В 2017 году во всем мире было произведено сотни миллионов метрических тонн пластмасс. Таким образом, производство и переработка пластмасс явно рассматриваются как серьезные проблемы с экологической и экономической точек зрения. Таким образом, с экологической и экономической точек зрения выгодно иметь возможность деполимеризовать и/или расщеплять полимерную смолу и получать продукты, которые можно использовать повторно. Среди обычных способов переработки пластмасс наиболее часто используются термический пиролиз и механическая переработка.

Термический пиролиз включает размещение пластмассового предмета для обработки в подходящую камеру, а затем нагревание камеры так, чтобы тепло передавалось предмету. Он позволяет обрабатывать пластиковые отходы и, как правило, приводит к образованию сажистых остатков, масла и газов, которые нельзя повторно использовать как таковые при производстве матрицы из термопластичного полимера. Такие процессы термического разложения, в частности, используются для разложения ПММА (полиметилметакрилата), полистирола или других остатков пластмасс. В случае термического разложения ПММА или полистирола было бы полезно иметь возможность извлекать мономеры. В случае термического разложения остатков пластмасс можно извлечь смесь продуктов, которые можно использовать в качестве горючего или топлива. Основная фракция пиролиза полиолефинов, например, богата фракцией нефти (пиролизный бензин), которую можно выгодно использовать для подачи в установку парового крекинга (обычная установка нефтехимии), чтобы снова получить олефины. Как правило, газообразные отходящие потоки, полученные в результате этого термического разложения путем пиролиза полимера, богаты соединением(ями), которое желательно извлекать и рециркулировать.

Для выделения и извлечения соединений (например, мономера(ов)) отходящие газы необходимо конденсировать. Для этого обычно используют теплообменник, в котором циркулирует газообразный поток, так что теплообменник охлаждает газообразный поток до тех пор, пока не образуется жидкая фракция.

Продукт, извлеченный по завершении этой конденсации, имеет относительно посредственное качество и требует последующих стадий промывки, а затем очистки с помощью дистилляции.

Газообразный поток, получаемый при термическом разложении полимера (полимеров), состоит из легкой, средней и тяжелой мольных долей. Мономер(ы), которые желательно извлечь и улучшить, по существу присутствуют в средней мольной доле. Таким образом, заявитель искал решение для более эффективного выделения этой представляющей интерес мольной доли.

WO2017/179009 раскрывает способ и систему для отделения углеводородов C3 от газовой смеси. Разделение компонентов в этой системе осуществляется в соответствии с их температурой кипения, и, таким образом, процесс и система соответствуют дистилляционной колонне.

В US2016/145185 описан способ извлечения очищенной (мет) акриловой кислоты во время синтеза (мет)акриловой кислоты. В ссылке описывается этап очистки соединения в процессе его синтеза и нагревания дистилляционных колонн.

В US2003/028052 раскрыт способ абсорбции и очистки акриловой кислоты. В процессе используются дистилляционные колонны.

Техническая проблема

Таким образом, целью изобретения является преодоление, по меньшей мере, одного из вышеупомянутых недостатков известного уровня техники.

Изобретение, в частности, направлено на создание простого и эффективного решения для выделения представляющей интерес мольной доли из газообразных отходящих потоков, полученных в результате термического разложения полимера или смеси полимеров, с целью извлечения одного или более соединений (например, мономера (мономеров)) улучшенного качества.

Краткая сущность изобретения

С этой целью одним предметом изобретения является способ обработки газообразного отходящего потока, полученного при пиролизном разложении полимера или смеси полимеров, для извлечения одного или более мономеров, содержащихся в указанном газообразном отходящем потоке, причем указанный способ отличается тем, что он включает в себя следующие этапы:

этап конденсации, который заключается во введении газообразного отходящего потока в камеру конденсации, в которой поддерживается первое давление p_1 , и при приведении его в контакт с абсорбирующей жидкостью, причем температура упомянутой абсорбирующей жидкости ниже температуры газообразного выходящего потока, так что упомянутый мономер(ы) конденсируется(ются) в абсорбирующей жидкости за счет теплообмена,

этап частичного испарения конденсата, полученного по завершении этапа конденсации, путем расширения конденсата в камере, поддерживаемой при втором давлении p_2 ниже первого давления p_1 ,

этап повторного введения, который состоит в, по меньшей мере, частичном перенаправлении первой жидкой или паровой фракции, полученной по завершении стадии частичного испарения, в камеру конденсации для повторного поглощения мономера(ов), содержащегося в газообразном отходящем потоке; предпочтительно, где это целесообразно, паровую фракцию повторно конденсируют перед тем, как ввести в камеру конденсации, и

этап извлечения, включающий в себя очистку второй жидкой или паровой фракции, полученной по завершении стадии частичного испарения и загруженной мономером(ами).

Таким образом, было установлено, что конденсация с использованием абсорбционного устройства для приведения газообразного отходящего потока в контакт с абсорбирующей жидкостью, температура которой значительно ниже, чем у газообразного отходящего потока, с последующим частичным испарением конденсата, полученного, в частности, при наличии перепада давлений, позволяет эффективно изолировать мономер(ы), содержащийся в газообразном отходящем потоке, полученном при разложении одного или более полимеров.

По другим необязательным признакам способа:

во время этапа повторного введения первая повторно введенная фракция представляет собой жидкую фракцию, а во время стадии извлечения вторая извлекаемая фракция представляет собой паровую фракцию;

абсорбирующая жидкость выбирается таким образом, чтобы соотношение между ее скрытой тепловой парообразования ΔH_v в стандартном состоянии и ее молярной удельной теплотой C_p в стандартном состоянии было больше, чем у мономера(ов), подлежащего извлечению;

абсорбирующая жидкость выбирается из одного из следующих соединений: бензола, бензонитрила, соединения формулы R-COON и соединения формулы R-OH, в которой R может быть выбран из алкилов, углеродное число которых составляет от 1 и 5 -фенил или водорода;

абсорбирующая жидкость выбирается так, чтобы ее температура кипения была порядка температуры кипения мономера(ов), подлежащего извлечению $\pm 80^\circ\text{C}$, предпочтительно, $\pm 50^\circ\text{C}$, более предпочтительно, $\pm 30^\circ\text{C}$ и, еще более предпочтительно, $\pm 10^\circ\text{C}$;

абсорбирующая жидкость имеет точку кипения, которая выше или по существу равна температуре кипения мономера(ов), подлежащего извлечению, и/или азеотропа, который он образует с мономером(ами), подлежащим извлечению;

полимер выбран из: полиэтиленов, таких как полиэтилен высокой плотности (HDPE) или полиэтилентерефталат (PET); гомополимера и сополимера олефинов, таких как сополимеры акрилонитрил-бутадиен-стирол, сополимеры стирол-бутадиен-алкилметакрилат (или SBM); полипропилена, полибутадиена и полибутилена; акриловых гомополимеров и сополимеров и полиалкилметакрилатов, таких как полиметилметакрилат; полигидроксиалканоата; гомополиамидов и сополиамидов; поликарбонатов; сложных полиэфиров, включая полиэтилентерефталат и поли(бутилентерефталат); простых полиэфиров, таких как поли(фениленовый эфир), поли(оксиметилен), поли(оксиэтилен) или поли(этиленгликоль) и поли(оксипропилен); полистирола; сополимеров стирола и малеинового ангидрида; поливинила хлорида; фторполимеров, таких как поливинилиденфторид, полиэтилентетрафторид и полихлортрифторэтилен; натуральных или синтетических каучуков; термопластичных полиуретанов; полиарилэфиркетон (PAEK), таких как полиэфирэфиркетон (PEEK) и полиэфиркетонкетон (PEEK); полиэфиримида; полисульфона; поли(фениленсульфида); ацетат целлюлозы; поли(винилацетата); или смеси двух или более из этих полимеров;

мономер(ы) выбирают из следующих соединений: метилметакрилата, метилакрилата, этилакрилата, акриловой кислоты, метакриловой кислоты, стирола, кротоновой кислоты, гамма-бутиролактона, дельта-валеролактона и их смеси;

введение газообразного отходящего потока во время этапа конденсации выполняется в направлении пока или против направления потока абсорбирующей жидкости;

способ также включает этап отделения конденсата, полученного по завершении стадии конденсации, перед стадией частичного испарения;

способ также включает этап регулирования температуры фракции, перенаправляемой в камеру конденсации, чтобы снова поглотить мономер(ы), содержащийся в газообразном отходящем потоке; этот этап может, например, включать нагрев или охлаждение;

в момент этапа конденсации к абсорбирующей жидкости добавляют добавки, причем указанные добавки, возможно, выбирают из ингибиторов полимеризации;

в момент этапа частичного испарения в контур добавляются добавки, причем указанные добавки, возможно, выбираются из ингибиторов полимеризации.

Предметом изобретения также является система для обработки газообразного отходящего потока, полученного при пиролизическом разложении полимера или смеси полимеров, для извлечения одного или более мономеров, содержащихся в указанном газообразном отходящем потоке, указанная система

отличается тем, что она содержит:

камеру конденсации, выполненную с возможностью поддержания в ней первого давления p_1 , причем указанная камера содержит в своей боковой стенке входное отверстие для газообразного отходного потока и абсорбционное устройство, выполненное с возможностью обеспечения контакта указанного газообразного отходного потока с абсорбирующей жидкостью, температура которой ниже температуры газообразного отходного потока, и указанная камера также содержит выпускное отверстие для газа на ее верхнем конце и выпускное отверстие для полученного конденсата в ее нижней части,

вторую камеру, сообщающуюся по текучей среде с камерой конденсации и предназначенную для приема жидкости, содержащей конденсат, полученный по завершении стадии конденсации, при этом во второй камере может поддерживаться второе давление p_2 , которое ниже первого давления p_1 , чтобы вызвать расширение конденсата и его адиабатическое частичное испарение,

насос для извлечения жидкой фракции, полученной из второй камеры, для повторного введения ее в первую камеру конденсации через абсорбционное устройство.

По другим не обязательным признакам системы:

она также содержит теплообменник, расположенный по потоку после второй камеры, для конденсации газовой фракции, полученной в результате частичного испарения, вызванного расширением конденсата во второй камере, и средство для очистки компонентов указанной конденсированной газовой фракции;

она также содержит устройство для разделения, расположенное по потоку перед второй камерой, которое, предпочтительно, выполнено с возможностью разделения соединения путем фильтрации, декантации, центрифугирования или этерификации;

она также содержит теплообменник по потоку перед первой камерой, который может регулировать температуру, предпочтительно охлаждать, жидкой фракции, полученной из второй камеры, перед ее вводом в первую камеру;

она также содержит устройство очистки, расположенное по потоку после второй камеры, которое способно очищать часть жидкой фракции, полученной из второй камеры;

она также содержит пункт введения абсорбирующей жидкости.

Другие преимущества и особенности изобретения станут понятны при изучении следующего описания, приведенного в качестве иллюстративного и не ограничивающего примера, со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

фиг. 1 - синоптический вид примера способа согласно изобретению,

фиг. 2 - синоптическая схема примера системы в соответствии с изобретением.

Подробное описание изобретения

В остальной части описания термин "мономер" означает молекулу, которая может подвергаться полимеризации. Термин "мономер" означает наиболее преобладающее мономерное звено, составляющее полимер. Таким образом, в ПММА мономером является метилметакрилат (ММА), тогда как для полистирола это стирол.

Используемый термин "полимеризация" относится к процессу превращения мономера или смеси мономеров в полимер.

Используемый термин "деполимеризация" относится к процессу превращения полимера в один или несколько мономеров, и/или олигомеров, и/или полимеров с меньшей молярной массой, чем у исходного полимера.

Для целей изобретения термин "пиролитическое разложение" соответствует стадии повышения температуры до очень высокой, приводящей к превращению полимера в различные соединения, включая мономеры.

Термин "полимер" означает сополимер или гомополимер. "Сополимер" - это полимер, группирующий вместе несколько различных мономерных звеньев, а "гомополимер" - это полимер, группирующий вместе идентичные мономерные звенья.

Термин "термопластичный полимер" означает полимер, который можно многократно размягчать или плавить под действием тепла и который принимает новые формы под действием тепла и давления. Примерами термопластов являются, например: полиэтилен, (мет)акриловый полимер, такой как поли(метилметакрилат) (PMMA) или полистирол (PS), полимолочная кислота (PLA), полигидроксиалканойаты (PHA).

Термин "(мет)акриловый полимер" означает гомополимер или сополимер на основе (мет)акрилового мономера, который выбран, например, из метилметакрилата, этилметакрилата, метилакрилата, этилакрилата, метакриловой кислоты, акриловой кислоты, n-утилкарилата, изобутилкарилата, n-бутилметакрилата, изобутилметакрилата, циклогексилакрилата, циклогексилметакрилата, изоборнилметакрилата, изоборнилметакрилата и их смеси. Поли(метилметакрилат) (PMMA) является частным примером (метакрилового) полимера, полученного полимеризацией мономера метилметакрилата. Для целей изобретения термин "ПММА" обозначает гомополимеры и сополимеры метилметакрилата (ММА), причем массовое соотношение ММА в ПММА предпочтительно составляет, по меньшей мере, 70% по весу для сополимера ММА.

Термин "сополимер на основе метилметакрилата" означает сополимер, содержащий по меньшей мере один мономер метилметакрилата. Например, сополимер на основе метилметакрилата может быть сополимером, содержащим по меньшей мере 70%, предпочтительно 80%, предпочтительно 90% по массе MMA в ПММА.

Термин "легкая мольная доля" означает долю компонента, относительная летучесть которого по отношению к другим компонентам смеси самая высокая, "средняя мольная доля" означает долю компонента, относительная летучесть которого относительно других компонентов смеси является средним, а "тяжелая мольная доля" означает долю компонента, относительная летучесть которого по отношению к другим компонентам смеси является самой низкой.

Термин "скрытая теплота испарения ΔH_v в стандартном состоянии" или "энтальпия испарения", выраженная в Дж/моль, означает изменение энтальпии, сопровождающее испарение одного моля соединения.

Термин "молярная удельная теплоемкость в стандартном состоянии", выраженный в Дж·моль⁻¹·К⁻¹, означает количество тепла, которое необходимо подвести к одному моль соединения для повышения его температуры на 1°C.

Термин "конденсация" означает изменение состояния соединения, переходящего из газообразного состояния в жидкое состояние. Термин "испарение" означает изменение состояния соединения, переходящего из жидкого состояния в газообразное.

Для целей изобретения термин "конденсат" означает смесь соединений, полученную при завершении стадии конденсации газа. В контексте изобретения эта смесь предпочтительно содержит один или несколько мономеров и абсорбирующую жидкость, которая участвует, в частности, за счет теплообмена, в конденсации мономера(ов). Конденсат может также соответствовать одному или нескольким мономерам после стадии очистки. Конденсируемый газ содержит, по меньшей мере, 30% по массе, предпочтительно, по меньшей мере, 40% по массе и, более предпочтительно, по меньшей мере, 50% по массе конденсируемого вещества.

Для целей изобретения термин "абсорбирующая жидкость" соответствует соединению в жидком состоянии при температуре 50°C и абсолютном давлении 1 бар, которое способно поглощать тепловую энергию, исходящую от мономера(мономеров) газообразного отходящего потока.

Термин "газообразный оходящий поток" означает продукт реакции, полученный в результате термического разложения, и включающий мольные доли, которые могут, в частности, содержать мономер(ы). Конденсируемый газ содержит, по меньшей мере, 30% по массе, предпочтительно, по меньшей мере, 40% по массе и, более предпочтительно, по меньшей мере, 50% по массе конденсируемого вещества.

Для целей изобретения термин "теплообмен" означает систему для передачи тепла между первым элементом и вторым элементом, причем первый элемент имеет более высокую температуру, чем второй элемент, что вызывает охлаждение первого элемента и нагрев второго. Для целей изобретения термин "размещение в контакте" означает прямой контакт, то есть теплообмен без разделительной стенки между первым и вторым элементом.

Для целей изобретения термин "сообщение по текучей среде" соответствует тому факту, что две части расположены таким образом, чтобы обеспечить прохождение текучей среды от первой части ко второй части без какой-либо утечки.

Для целей изобретения термин "по существу равный" означает значение, изменяющееся менее чем на 30% относительно сравниваемого значения, предпочтительно, менее, чем на 20%, даже более предпочтительно, менее чем на 10%.

В остальной части описания одинаковые ссылочные позиции используются для обозначения одинаковых элементов.

Согласно одному аспекту изобретение относится к способу 200 обработки газообразного отходящего потока. Выходящие газы обычно возникают в результате пиролитического разложения полимера или смеси полимеров. Полимером могут быть, например, полиэтилены, такие как полиэтилен высокой плотности (HDPE) или полиэтилентерефталат (PET); полипропилен, полибутадиен и полибутилен, гомополимер и сополимер олефинов, таких как сополимеры акрилонитрил-бутадиен-стирол, сополимеры стирол-бутадиен-алкилметакрилат (или SBM); акриловые гомополимеры и сополимеры и полиалкилметакрилаты, такие как полиметилметакрилат (ПММА); полигидроксиалканоат; гомополиамиды и сополиамиды; поликарбонаты; сложные полиэфиры, включая полиэтилентерефталат и поли(бутилентерефталат); простые полиэфиры, такие как поли(фениленовый эфир), поли(оксиметилен), поли(оксиэтилен) или поли(этиленгликоль) и поли(оксипропилен); полистирол; сополимеры стирола и малеинового ангидрида; поливинил хлорид); фторполимеры, такие как поливинилиденфторид, полиэтилентетрафторид и полихлортрифторэтилен; натуральные или синтетические каучуки; термопластичные полиуретаны; полиарилэфиркетоны (ПАЕК), такие как полиэфирэфиркетон (ПЕЕК) и полиэфиркетонкетон (ПЕКЕК); полиэфиримид; полисульфон; поли(фениленсульфид); ацетат целлюлозы; поли(винилацетат), полипропиолактон или смесь двух или более из этих полимеров.

Полигидроксиалканоат (РНА) может быть выбран, например, из: поли-3-гидроксибутирата (РЗНВ), поли-4-гидроксибутирата (Р4НВ), поли-3-гидроксипропионата (РЗНР), поли-5-гидроксивалерата (Р5НВ), поли-6-гидроксигексаноат, полимолочная кислота (РLА), полигликолевая кислота, поли-3-гидроксибутират-со-3-гидроксипропионат, поли-3-гидроксибутират-со-(D)-лактид, поли-3-гидроксибутират-со-4-гидроксибутират (поли-3НВ-со-4НВ), поли-3-гидроксибутират-со-3-гидроксивалерат (поли-3-НВ-со-3НВ), поли-3-гидроксибутират-со-5-гидроксивалерат и поли-3-гидроксибутират-со-3-гидроксигексаноат, которые по существу представляют собой полимеры, естественно производимые микроорганизмами и образующиеся в результате полимеризации одного или более мономеров.

Мономерные компоненты РНА включают, без ограничения, кислотные или сложноэфирные формы, такие как акриловая кислота, 3-гидроксимасляная кислота, 3-гидроксибутират, 3-гидроксипропионат, 3-гидроксивалерат, 3-гидроксигексаноат, 3-гидроксигептаноат, 3-гидроксиоктаноат, 3-гидроксинонаноат, 3-гидроксидеканоат, 3-гидроксидодеканоат, 4-гидроксибутират, 4-гидроксивалерат, 5-гидроксивалерат, 6-гидроксигексаноат, 2-метил-3-гидроксипропаноат, 2-метил-2-гидроксипропаноат (2-гидроксипропаноат, 2- молочная кислота) и 2-гидроксиэтанол (гликолевая кислота); и/или лактон или формы лактама, такие как капролактон или капролактамы, или пропиолактон, бутиролактон или валеролактон. Такие мономерные компоненты могут образовывать гомополимеры или сополимеры. Хотя были предоставлены примеры сополимеров ПГА, содержащих два разных мономерных компонента, ПГА может нести более двух различных мономерных компонентов. Во время пиролиза РНА и РLА могут образовываться другие мономерные компоненты и использоваться в качестве мономеров или в качестве реагентов в новых синтезах.

Предпочтительно, полимер выбран из: полиметилметакрилата (ПММА), полигидроксиалканоата, РLА, полистирола, сополимеров стирола и ангидрида или смеси двух или более этих полимеров.

Кроме того, полимер может происходить из композитного материала, включающего полимер и усилитель.

Такой процесс позволяет извлекать один или более мономеров, содержащихся в газообразном отходящем потоке. Пиролитическое разложение полимера систематически не приводит к образованию мономера(ов). Таким образом, во время этого разложения могут образовываться другие мономеры, которые так же выгодно улучшать, как и мономер. Таким образом, представляющий интерес продукт может быть мономером или смесью мономеров, полученной при разложении полимера(ов). Представляющим интерес продуктом может быть, в частности, мономер или смесь мономеров, полученная при разложении полимера(ов). Обычно в конце процесса пользователю будет доступная фракция, обогащенная мономерами, которую он сможет, например, использовать как таковую, далее очищать или иначе преобразовывать.

Мономер(ы) может быть выбран, например, из следующих соединений: метилметакрилат, метилакрилат, этилакрилат, акриловая кислота, метакриловая кислота, стирол, кротоновая кислота, гамма-бутиролактон, дельта-валеролактон и их смеси. Предпочтительно, мономер(ы) выбирают из следующих соединений: метилметакрилата, метакриловой кислоты, акриловой кислоты, стирола и их смесей.

Предпочтительно, чтобы обрабатываемый газ был получен в результате термического разложения термопластичного полимера, и представляющий интерес продукт, который должен быть извлечен, представляет собой мономер разложившегося полимера. Извлеченный таким образом мономер может быть затем рециркулирован.

Для этого в способе используется абсорбирующая жидкость, которую можно выгодно использовать повторно в контексте системы циклической конденсации, которая будет подробно описана позже.

Абсорбирующая жидкость предпочтительно выбирается так, чтобы оптимально способствовать теплообмену с газообразным отходящим потоком в камере 110 конденсации, с одной стороны, и частично испарению конденсата во время расширения во второй камере 130, с другой стороны. Таким образом, выбор абсорбирующей жидкости предпочтительно зависит от мономера(ов), подлежащего извлечению. Извлекаемый(ые) мономер(ы) является жидкостью при атмосферном давлении 1013 мбар.

Предпочтительно абсорбирующая жидкость выбирается таким образом, чтобы соотношение между ее скрытой теплотой парообразования ΔH_v в стандартном состоянии и ее молярной удельной теплотой C_p в стандартном состоянии было как можно выше и во всех случаях было больше, чем у мономера(ов), подлежащего извлечению. Таким образом, эффективность способа обработки согласно изобретению значительно повышается. Эти стандарты устанавливают значения скрытой теплоты парообразования и молярной удельной теплоемкости, которые можно найти в руководствах, известных специалистам в данной области техники. Они предпочтительно соответствуют состоянию при давлении 1 бар. Скрытая теплота испарения ΔH_v в стандартном состоянии абсорбирующей жидкости, например, больше или равна 20 кДж/моль, предпочтительно, больше или равна 30 кДж/моль, более предпочтительно, больше или равна 40 кДж/моль и, даже более предпочтительно, больше или равно 50 кДж/моль.

Преимущественно, абсорбирующая жидкость выбирается из одного из следующих соединений: бензол, бензонитрил, соединение формулы R-OH, соединение формулы R-COOH, в которой R может быть выбран из алкилов, углеродное число которых находится между 1 и 5, фенил или водород. Таким

образом, абсорбирующая жидкость может быть выбрана, например, из: бензола (71-43-2), бензонитрила (100-47-0), монооксида дигидрогена (7732-18-5), метанола (67-56-1), этанола (64-17-5), пропанола (71-23-8 или 67-63-0), бутанола (71-36-3; 78-92-2; 15892-23-6; 14898-79-4; 4221-99-2), фенол (108-95-2), муравьиной кислоты (64-18-6), уксусной кислоты (64-19-7) или их смеси.

В первом варианте осуществления, более предпочтительно, по экологическим причинам и причинам, связанным с окружающей средой, абсорбирующая жидкость выбирается из одного из следующих соединений: соединение формулы R-OH, соединение формулы R-COON, в котором R может быть выбран из алкилов, углеродное число в котором составляет от 1 до 5, или водород. Таким образом, абсорбирующая жидкость может быть выбрана, например, из: монооксида дигидрогена (7732-18-5), метанола (67-56-1), этанола (64-17-5), пропанола (71-23-8 или 67-63-0), бутанол (71-36-3; 78-92-2; 15892-23-6; 14898-79-4; 4221-99-2), муравьиная кислота (64-18-6), уксусная кислота (64-19-7) или их смеси.

Предпочтительно, абсорбирующая жидкость выбирается так, чтобы ее температура кипения была порядка температуры кипения мономера(ов), подлежащего извлечению, то есть чтобы она была не больше, чем на 80°C и, предпочтительно, на 50°C меньше или больше точки кипения мономера (ов), подлежащего извлечению. В этом случае нельзя исключить образование азеотропов между абсорбирующей жидкостью и мономером(ами). Предпочтительно, абсорбирующая жидкость имеет точку кипения, превышающую или по существу равную температуре кипения мономера(ов), подлежащего извлечению, и/или азеотропа, который она образует с мономером(ами), подлежащим извлечению.

Пример способа в соответствии с изобретением показан на фиг. 1, и он будет подробно описан в связи с системой в соответствии с изобретением, схематически представленной на фиг. 2. Как показано на фиг. 1, способ согласно изобретению включает этап 210 конденсации, включающий введение газообразного отходящего потока в камеру 110 конденсации, поддерживаемую при первом давлении p_1 . В камере 110 конденсации может поддерживаться, например, давление p_1 от 0,1 до 5 бар, предпочтительно, от 0,5 до 2 бар, предпочтительно, от 0,8 до 1,5 бар и, более предпочтительно, от 0,9 до 1,2 бар абсолютного давления.

Этап 210 конденсации также включает приведение газообразного отходящего потока в контакт с абсорбирующей жидкостью. Температура абсорбирующей жидкости ниже температуры газообразного отходящего потока, так что упомянутый(е) мономер(ы) конденсируется при контакте с абсорбирующей жидкостью. Предпочтительно, температура абсорбирующей жидкости на, по меньшей мере, 50°C ниже температуры газообразного отходящего потока, более предпочтительно, на, по меньшей мере, 60°C ниже и, еще более предпочтительно, на, по меньшей мере, 80°C ниже. Кроме того, температура абсорбирующей жидкости, например, не более чем на 450°C ниже температуры газообразного отходящего потока. Преимущественно, температура абсорбирующей жидкости не менее чем на 50°C и не более чем на 450°C ниже температуры газообразного отходящего потока, а более предпочтительно, не менее, чем на 60°C и не более чем на 450°C. В частности, абсорбирующая жидкость может иметь на входе в камеру 110 конденсации температуру меньше или равную 140°C, предпочтительно, меньше или равную 120°C, более предпочтительно, меньше или равную 100°C и, даже более предпочтительно, менее или равную 80°C.

Приведение в контакт может быть выполнено, например, с помощью распылительной колонны, микрораспыления, барботажной колонны, насадочной колонны, падающей пленки, тарельчатой колонны, эффекта Вентури (например, системы типа Buss-Loop), центробежной контактной системы типа вращающегося диска или типа вращающегося насадочного слоя (RPB), также известного как HiGee. В центробежных системах полученная сила тяжести используется для того, чтобы заставить жидкость проходить через оборудование, создавая тонкую пленку, в то время как газ проходит через оборудование в прямоточном или противоточном режиме. Технология RPB/HiGee особенно подходит для обеспечения газожидкостного контакта согласно изобретению.

При необходимости к абсорбирующей жидкости на этапе 210 конденсации могут быть добавлены добавки. Таким образом, можно добавлять добавки, ингибирующие полимеризацию, такие как гидрохинон, фенотиазин (PTZ), монометилловый эфир гидрохинона (HQME) или другие известные продукты, которые ограничивают реакции радикальной полимеризации, что позволяет стабилизировать газообразный отходящий поток после конденсации полученного в результате пиролиза полимера.

Преимущественно способ согласно изобретению может также включать стадию регулирования кислотности абсорбирующей жидкости и регулирования ее pH путем регулирования скорости потока кислого или основного раствора так, чтобы pH составлял от 4 до 9, предпочтительно, от 5 до 8. Это регулирование pH особенно важно, когда в результате реакции пиролиза образуются щелочные или кислые побочные продукты, которые могут накапливаться в абсорбирующей жидкости и вызывать коррозию оборудования. Преимущественно, регулирование pH позволяет удалять кислоты, образующиеся во время пиролиза, или отделять эти кислоты от других компонентов в соответствии с их константой кислотности.

Например, когда пластмассы, подлежащие переработке, содержат ПВХ (поливинилхлорид), при их пиролизе образуется соляная кислота, которая может не только вызывать коррозию оборудования, но также постепенно понижать pH абсорбирующей жидкости и, таким образом, накапливаться в контуре конденсации. Таким образом, способ согласно изобретению может включать стадию введения в абсор-

бирующую жидкость основания, такого как основание, выбранное из оксида кальция, гидроксида натрия, гидроксида кальция или гидроксида калия, метоксида натрия или калия, гидрокарбоната натрия, калия или кальция или карбоната.

Кроме того, во время этого этапа 210 конденсации легкая мольная доля, которая может содержаться в газообразном отходящем потоке, полученном при пиролизе полимера, не может полностью конденсироваться при контакте с абсорбирующей жидкостью. Затем он может быть откачан из камеры 110 конденсации в газообразном состоянии через выпускное отверстие 113, расположенное на верхнем конце камеры 110 конденсации. Таким образом, способ согласно изобретению может также включать в себя стадию извлечения неконденсированной легкой мольной доли и ее приведения в контакт с теплообменником. В частности, эта легкая фракция может быть усилена энергетически, чтобы сделать возможным, например, деполимеризацию остатков пластика.

В некоторых случаях способ согласно изобретению может включать этап 220 разделения после стадии 210 конденсации. Этот этап 220 разделения может быть предназначен для очистки конденсата, образующегося на этапе 210 конденсации, перед этапом 230 частичного испарения. Это этап 220 разделения может, например, включать фильтрацию, декантацию или центрифугирование.

Кроме того, по выбору, перед транспортировкой во вторую камеру 130 температура конденсата может быть изменена с помощью дополнительного теплообменника, не показанного на фиг. 1. Например, процесс может также включать в себя этап нагревания конденсата, полученного по завершении этапа 210 конденсации, перед этапом 230 частичного испарения.

Способ согласно изобретению также включает в себя стадию 230 частичного испарения конденсата, полученного по завершении стадии 210 конденсации. Это частичное испарение стало возможным благодаря реализации расширения конденсата во второй камере 130, поддерживаемой при давлении p_2 , которое ниже давления p_1 первой камеры 110 конденсации. Во второй камере 130 может поддерживаться, например, давление p_2 , составляющее от 0,001 до 0,8 бар, предпочтительно, от 0,01 до 0,5 бар, предпочтительно, от 0,1 до 0,4 бара, включая пределы.

Преимущественно, разница давлений Δp_1-p_2 как абсолютная величина между первой камерой 110 и второй камерой 130 больше или равна 0,5 бар, предпочтительно, больше или равна 0,6 бар, более предпочтительно, больше или равна 0,7 бар и, даже более предпочтительно, больше или равна 0,8 бар. Разница температур между первой камерой 110 и второй камерой 130 может быть достигнута путем регулирования перепада давления Δp_1-p_2 между этими двумя камерами. Предпочтительно, разница температур между первой камерой 110 и второй камерой 130 по существу равна 25°C. Разница температур, преимущественно, должна составлять, по меньшей мере, 5°C и быть меньше или равной 25°C. Такие значения позволяют повысить эффективность способа обработки.

Как и ранее, по выбору, добавки могут быть добавлены в контур на этапе 230 частичного испарения. Добавки также, предпочтительно, представляют собой ингибиторы полимеризации.

Способ согласно изобретению также включает этап 250 извлечения, включающий очистку второй жидкой или паровой фракции, наполненной мономером(ами), полученной по завершении этапа 230 частичного испарения.

Таким образом, если вторая фракция, наполненная мономером(ами), представляет собой паровую фракцию, то этап 250 извлечения предпочтительно включает конденсацию паровой фракции, полученной по завершении этапа 230 частичного испарения. Как вариант, если вторая фракция, наполненная мономером(ами), является жидкой фракцией, то этап 250 извлечения может включать фильтрацию или декантацию жидкой фракции, полученной по завершении этапа 230 частичного испарения. Упомянутая конденсация паровой фракции, а также указанная фильтрация или декантация жидкой фракции, полученные по завершении этапа 230 частичного испарения, рассматриваются как очистки на этапе 250 извлечения.

Кроме того, в случае образования азеотропов способ согласно изобретению включает дополнительную стадию разделения. В частности, в присутствии азеотропов компоненты азеотропа, то есть в данном случае абсорбирующая жидкость и мономер(ы), будут разделяться с помощью методов, которые хорошо известны специалистам в данной области, и абсорбирующая жидкость может еще раз использоваться на этапе 210 конденсации. Это разделение будет заключаться, например, в использовании двух последовательных дистилляционных колонн, поддерживаемых при разных давлениях, и/или жидкостно-жидкостной экстракции или экстрактивной дистилляции. Это дополнительный этап преимущественно позволяет выделить мономер(ы), который желательно извлечь, и рециркулировать абсорбирующую жидкость, чтобы вернуть ее в контур конденсации.

Этап извлечения может также включать введение ингибиторов полимеризации для поддержания содержания порядка от 5 до 300 мг/кг в растворе мономера.

Способ согласно изобретению также включает этап 240 повторного введения, который состоит в, по меньшей мере, частичном перенаправлении первой жидкой или паровой фракции, полученной по завершении этапа 230 частичного испарения, в камеру 110 конденсации. Эта первая фракция, предпочтительно, преимущественно включает абсорбирующую жидкость в жидкой или газообразной форме после

этапа 230 частичного испарения.

Таким образом, если первая фракция представляет собой паровую фракцию, то этап 240 повторного введения, предпочтительно, включает в себя конденсацию этой паровой фракции, полученной по завершении этапа 230 частичного испарения. Как вариант, если первая фракция является жидкой фракцией, то этап 240 повторного введения включает в себя перенаправление в камеру 110 конденсации, по меньшей мере, части жидкой фракции, полученной по завершении этапа 230 частичного испарения. Кроме того, первая фракция в виде жидкой фракции может подвергаться этапу разделения, позволяющему возвращать фракцию, обогащенную абсорбирующей жидкостью.

Перенаправленная таким образом фракция может быть использована для повторного поглощения мономера(ов), содержащегося в газообразном отходящем потоке.

В частности, способ согласно изобретению может также включать в себя этап 260 регулирования температуры фракции, перенаправляемой в камеру 110 конденсации. Таким образом, эту фракцию, которая в принципе является жидкостью, можно нагреть или охладить перед тем, как снова ввести в камеру 110 конденсации.

Как уже говорилось, абсорбирующая жидкость может быть загрязнена остатками, возникающими, в частности, в результате пиролитического разложения полимера или полимерной смеси. Таким образом, перед повторным введением через абсорбционное устройство 112 абсорбирующая жидкость может пройти этап очистки, которая может быть выполнена с помощью очищающего устройства 150 или 170. Этот этап очистки может соответствовать, например, фильтрации, декантации, центрифугированию, дистилляции, мембранному разделению, экстракции растворителем и/или конденсации и любой возможной комбинации.

Кроме того, в связи с этапами по выбору очистки абсорбирующей жидкости возможно, что количество абсорбирующей жидкости в системе уменьшится, или что ее необходимо будет обновить. Таким образом, предпочтительно, чтобы способ согласно изобретению включал этап введения абсорбирующей жидкости в систему в пункте 116 введения. Вводимая абсорбирующая жидкость имеет температуру, достаточно низкую для повышения температуры абсорбирующей жидкости, чтобы можно было поглощать теплоту конденсации мономера(ов), не вызывая значительного испарения абсорбирующей жидкости. Кроме того, пункт 116 введения может также обеспечить введение добавок и, в частности, ингибиторов полимеризации со свежей абсорбирующей жидкостью. Предпочтительно, способ включает этап введения ингибиторов полимеризации, чтобы поддерживать содержание порядка от 5 до 300 мг/кг мономера(ов) в абсорбирующей жидкости, и предпочтительно от 50 до 200 мг/кг мономера(ов).

Кроме того, особенно в контексте рециркуляции абсорбирующей жидкости, способ согласно изобретению может включать этап анализа абсорбирующей жидкости. Этот этап анализа может включать, например, измерение pH, проводимости и/или плотности. Он также может включать анализ газовой хроматографии или установление инфракрасного или комбинационного спектра.

Согласно другому аспекту изобретение относится к системе обработки. Следующее описание системы согласно изобретению дается со ссылкой на фиг. 2, которая представляет схему системы согласно одному варианту осуществления. Само собой разумеется, что изобретение не ограничивается этой схемой, и система может быть выполнена в различных возможных вариантах, не выходя за пределы контекста изобретения.

Система 100 позволяет обрабатывать газообразные отходящие потоки, полученные в результате пиролитического разложения полимера или смеси полимеров, чтобы иметь возможность извлекать представляющий интерес продукт, содержащийся в этих газообразных отходящих потоках.

Система 100 содержит первую камеру, также известную как камера конденсации или ступень конденсации далее и обозначенную ссылочной позицией 110. В проиллюстрированном варианте осуществления эта камера 110 конденсации, которая может быть помещена при первом давлении p_1 , содержит входное отверстие 111. Еще горячий газообразный отходящий поток, полученный в результате термического разложения полимера(ов), поступает через это входное отверстие 111 в камеру 110 конденсации. Камера 110 конденсации также оборудована абсорбционным устройством 112. Это абсорбирующее устройство 112 обеспечивает ввод абсорбирующей жидкости в камеру и, таким образом, обеспечивает контакт между этой абсорбирующей жидкостью и входящим газообразным входящим потоком. Абсорбционное устройство 112 может быть устройством для диспергирования жидкости, как показано на фиг. 2, но также может состоять из насадочной колонны, системы диспергирования и контакта жидкость-газ и т.д. Температура абсорбирующей жидкости намного ниже температуры газообразного отходящего потока, и поэтому мономер(ы), содержащийся в газообразном отходящем потоке, может конденсироваться в абсорбирующей жидкости за счет теплообмена.

Охлаждение в камере 110 может происходить противотоком или прямотоком. Таким образом, абсорбционное устройство 112 может соответствовать устройству для распыления абсорбирующей жидкости, расположенному над входным отверстием для газообразного отходящего потока и способному улавливать газообразный отходящий поток. В установках этого типа из-за мелких капель абсорбента может образовываться туман. Затем этот туман может уноситься неконденсирующимися газами и приводить к потере абсорбента и продукта. Затем установку оборудуют системой улавливания тумана (коалесцер

жидкость/газ), которая обычно состоит из насадки или тонкой решетки, которая вызывает коалесценцию капель. Этот тип оборудования хорошо известен специалистам в данной области техники.

Камера 110 конденсации может также включать выпускное отверстие 113, способное обеспечить откачку любой легкой мольной доли, содержащейся в газообразном отходящем потоке, полученном при пиролизе полимера, который не конденсировался при контакте с абсорбирующей жидкостью. Эта легкая мольная доля может, например, подвергаться последующей обработке, которая может, в частности, включать конденсацию.

Жидкая смесь, конденсированная при первом давлении p_1 , в частности, содержащая мономер(ы) и абсорбирующую жидкость, также называемая конденсатом в остальной части описания, может быть откачана через выходное отверстие 114, предпочтительно расположенное в основании камеры 110 конденсации.

В одном варианте воплощения, когда конденсат находится в форме двухфазной системы, также может быть предусмотрено устройство 120 для разделения соединений, например, путем фильтрации, декантации или центрифугирования. В этом случае первая абсорбирующая жидкая фаза, по существу свободная от конденсированного(ых) мономера(ов), повторно вводится с помощью насоса на этапе 110 конденсации через абсорбционную систему 112 сразу после средства 120 разделения, в соответствии с пунктирной схемой на фиг. 2, тогда как другая абсорбирующая жидкая фаза, содержащая конденсированные соединения, перемещается во вторую камеру 130. Это средство разделения затем позволяет выполнить первую очистку конденсата. Таким образом, средство 120 разделения предпочтительно расположено по потоку перед второй камерой 130. В одном варианте абсорбирующая жидкость, отделенная декантацией, может быть очищена, например, путем изотермической адсорбции, при этом примеси, содержащиеся в абсорбирующей жидкости, например, улавливаются активированным углем, цеолитом, ионообменными смолами или любым другим методом адсорбции. Абсорбирующая жидкость затем рекомбинируется с другой абсорбирующей жидкой фазой, полученной в результате декантации, и отправляется в установку 130.

Устройство 120 для разделения, показанное на фиг. 2, также может быть устройством для фильтрации конденсата, позволяющим удалять пыль, образовавшуюся в результате пиролиза. Таким образом, устройство 120 для разделения может быть предпочтительно выбрано из: фильтра, такого как фильтр-пресс, фильтра с активным углем, декантатора или центрифуги.

Кроме того, устройство 120 для разделения в некоторых случаях может быть объединено с реакцией этерификации, чтобы улучшить очистку конденсата. В частности, в случае, когда абсорбирующая жидкость выбрана из спиртов или содержит значительные количества спиртов, а также органических кислот, может быть выгодно направить этот поток на слой гетерогенного катализатора или гомогенную каталитическую установку, работающую при стабильной температуре. В качестве гетерогенного катализатора, который может быть подходящим для использования в системе, можно использовать кислотные смолы, такие как Amberlyst® (например, Amberlyst A15, 35, 16, 36, 39, 46, 70, 131), ферментные катализаторы на носителе и другие твердые кислотные катализаторы. В присутствии большого количества спирта реакции этерификации органических кислот способствует сдвиг равновесия, и вода образуется стехиометрически по отношению к количеству превращенной кислоты. Реакции этерификации обычно умеренно эндотермические или экзотермические. Таким образом, поддерживается температура конденсата.

Система 100 в соответствии с изобретением включает в себя вторую камеру 130, в которую затем может быть направлен конденсат, который подвергся или не подвергся предварительному разделению. В этой второй камере 130 может поддерживаться второе давление p_2 ниже первого давления p_1 . Конденсат, поступающий во вторую камеру 130, затем расширяется, что вызывает адиабатическое частичное испарение конденсата.

Вторая камера 130 для расширения конденсата и улавливания частичного адиабатического испарения конденсата может быть, например, в форме тонкопленочного испарителя, например, испарителя, продаваемого компанией UIC GmbH или компанией VTA Verfahrenstechnische Anlagen. GmbH & Co., либо в виде скребкового испарителя, либо в качестве испарителя с коротким ходом, либо в виде цилиндра с вихревым эффектом, в котором конденсат вводится по касательной к стенке, вызывая вращение жидкости и вихревой эффект, который создает углубление в его центре, после чего продукт выводится в нижней части (продается компанией Perm Separator). Также возможно использование оборудования в виде резервуара, оборудованного диффузором в его центральной части, который распределяет поток по объему, насадки/туманоуловителя (туманоуловитель/коалесцер) в верхней части объема для коалесценции капель, присутствующих в паровой фракции, выходным отверстием для газа в его верхней точке и выходным отверстием для жидкости в его нижней точке. Этот тип оборудования хорошо известен специалистам в данной области и описан, например, в Techniques de l'Ingénieur [Engineering Techniques], а именно, в документах "Évaporation dans le traitement des effluents liquides" [Испарение при обработке жидких стоков], W 2 750, написанных Бернаром ГАЛЛИЧЕРОМ и Оливье САВЕЛОМ и Évaporation [Испарение], J2320 V1, написано Рене Леле.

Вторая камера 130 снабжена, по меньшей мере, двумя выходными отверстиями, первым отверстием

для откачивания паровой фракции, полученной в результате частичного испарения, и вторым отверстием для откачивания неиспарившейся жидкой фракции.

В зависимости от выбранных комбинаций мономер/абсорбирующая жидкость мономер(ы), предпочтительно мономер(ы), полученный в результате разложения полимера(ов), будет преимущественно содержаться в паровой фракции или в жидкой фракции. В частности, если абсорбирующая жидкость выбрана так, чтобы ее точка кипения была заметно выше, чем у регенерируемого мономера(ов), то вполне вероятно, что мономер(ы), полученный в результате разложения полимера(ов), будет преимущественно содержаться в паровой фракции.

Предпочтительно паровая фракция включает среднюю мольную долю газообразного отходящего потока, легкую мольную долю, уже откачанную в камере конденсации, и тяжелую мольную долю, остающуюся абсорбированной в абсорбирующей жидкости. Преимущественно паровая фракция включает мономер(ы), предпочтительно, основной мономер(ы), полученные в результате разложения полимера(ов). Эта паровая фракция затем может быть передана в теплообменник 131 для конденсации, а затем в устройство 150 для очистки, например дистилляционную колонну, для очистки. Затем эта богатая мономером фракция может быть улучшена.

Когда жидкая фракция содержит большую часть абсорбирующей жидкости, она, по меньшей мере, частично перенаправляется в камеру 110 конденсации, где снова абсорбирует основной мономер(ы) посредством теплообмена. Таким образом, абсорбирующая жидкость циркулирует в системе 100 по петле. Для этого насос 140, расположенный по потоку после выхода второй камеры 130, позволяет собирать эту жидкую фракцию и направлять ее на этап конденсации. Таким образом, система 100 также может называться "контуром конденсации".

Тем не менее, как уже упоминалось, абсорбирующая жидкость может содержать загрязняющие вещества. В этом контексте система, предпочтительно, включает в себя устройство 170 для очистки, которое способно очищать, например, регулярно, часть фракции, включая большую часть абсорбирующей жидкости, полученной из второй камеры 130 после расширения конденсата. Предпочтительно, фракция, включающая большую часть абсорбирующей жидкости, является жидкой фракцией, как показано на фиг. 2. Устройство 170 для очистки может быть выбрано, например, из: дистилляционной установки, мембраны, отстойника, экстракционных средств, адсорбционной установки, ионообменной смолы. Устройство 170 для очистки позволяет освобождать абсорбирующую жидкость от примесей, постепенно накапливающихся, когда абсорбирующая жидкость проходит по петле в камере 110 конденсации.

Кроме того, как показано на фиг. 2, система 100 согласно изобретению может включать в себя устройство 180 для анализа абсорбирующей жидкости. В частности, следует проверить, соответствует ли абсорбирующая жидкость, которая будет повторно введена, заранее определенным критериям качества. Аналитическое устройство может быть выбрано, например, из: инфракрасного спектрометра, анализа с помощью комбинированного рассеяния, системы газовой хроматографии, кондуктометра, термометра или pH-метра.

В этом контексте система может преимущественно включать пункт 115 продувки, который способен удалять, предпочтительно, регулярно, абсорбирующую жидкость, и пункт 116 впрыска, который способен повторно вводить, предпочтительно, регулярно абсорбирующую жидкость, так что способ может выполняться с помощью абсорбирующей жидкости, которая не насыщена примесями и всегда может абсорбировать мономер(ы), подлежащий извлечению.

Кроме того, система 100 согласно изобретению может предпочтительно включать промежуточный теплообменник 160, расположенный между выпускным отверстием второй камеры 130 и абсорбционным устройством 112 первой камеры 110 конденсации. Такой теплообменник 160 может сделать возможным дополнительное охлаждение жидкой фракции, исходящей из второй камеры 130, или охлаждение абсорбирующей жидкости во время фаз запуска системы. Таким образом, это может быть полезно для определенных абсорбирующих жидкостей, которые недостаточно охлаждаются на этапе 130.

Примеры

Следующие ниже примеры не ограничивают объем изобретения.

Пример 1: Обработка потока деполимеризации ПГА абсорбирующей жидкостью, богатой бензолом и метанолом.

Поток, полученный из установки деполимеризации РЗНР (поли-3-гидроксипропаноата), в основном состоит из акриловой кислоты (АА), воды (H₂O), легкого газа, тяжелых соединений и твердой пыли.

Общий поток газа составляет 21,8 кг/ч, в основном 20 кг/ч АА, 0,10 кг/ч воды, легких соединений и тяжелых соединений. Этот поток направляют в колонну или камеру конденсации, работающую при 98 кПа. Газообразный отходящий поток вводят в нижнюю часть колонны при температуре 260°C. В колонне этот поток приводится в контакт с потоком абсорбирующей жидкости с помощью душевой системы распыления. В верхней части колонны легкие газы промываются противотоком с помощью конденсатов, образующихся при охлаждении этих легких газов, а также с помощью подачи 10 кг/ч метанола, 20 кг/ч бензола, также включая подачу феноптиазина.

Внизу колонны конденсат находится при 65°C, состав потока 367 кг/ч соответствует 38 кг/ч метилакрилата (МА), 20 кг/ч АА, 140 кг MeOH ($\Delta H_v^\circ = 32,8$ кДж/моль, $C_p^\circ L = 81,1$ Дж/моль/К), 150 кг/ч бен-

зола ($\Delta H_v^\circ = 33,8$ кДж/моль, $C_p^\circ L = 136,0$ Дж/моль/К), 8 кг/ч воды. Поток содержит около 10 частей на миллион (т.е. 4 г/ч) фенотиазина. Поток направляется в фильтр-пресс для удаления пыли, унесенной во время деполимеризации.

Затем поток жидкости направляют в реактор этерификации, заполненный кислотной смолой Amberlyst A36. Реактор работает как восходящий поток. Реакции этерификации присутствующей акриловой кислоты способствует большой избыток метанола. На выходе из реакции поток, содержащий 63 кг/ч МА и 13 кг/ч воды, направляют во вторую камеру или испаритель, обеспечивающий частичное испарение, работающий при 10 кПа. Испаритель выполнен в форме вертикального цилиндра, оборудованного диффузором в основании, роль которого заключается в распылении жидкости в камере, и туманоуловителем наверху, роль которого заключается в слиянии капель, образующих туман в камере так, чтобы возвращать в камеру тяжелый продукт, который был бы увлечен парообразными газами.

Получают легкую газовую фракцию, содержащую поток, богатый метанолом и МА ($\Delta H_v^\circ = 29,2$ кДж/моль, $C_p^\circ L = 158,8$ Дж/моль/К). Фракция, которая является жидкой при 35°C, затем нагревается до 65°C и вводится в другой адиабатический испаритель, работающий в тех же условиях, что и предыдущий. Два легких потока, полученные из испарителей, объединяют, охлаждают и повторно перегоняют, чтобы отделить метанол от МА и бензола. Полученные таким образом метанол и бензол, все еще содержащие фракцию МА, направляются в абсорбционную установку с добавлением свежего метанола. Извлеченный очищенный МА стабилизируют с помощью 200 мг/кг HQME (монометилловый эфир гидрохинона).

Тяжелая фракция из второй камеры имеет температуру 35°C. Эта тяжелая фракция содержит около 13 кг/ч воды, 39 кг/ч МА, 120 кг/ч метанола, 130 кг/ч бензола, а также тяжелые соединения. Эта тяжелая фракция содержит "тяжелые" примеси, которые частично удаляются адсорбцией на кремнеземе. Остальная тяжелая фракция возвращается в колонну конденсации.

Пример 2: Обработка потока деполимеризации полипропиолактона абсорбирующей жидкостью, богатой ксилолом.

Газообразный отходящий поток, получаемый из установки деполимеризации полипропиолактона в виде потока 22,7 кг/ч, состоит, в частности, из 20 кг/ч АА, 1 кг/ч воды, легких соединений и тяжелых соединений. Этот поток направляют в абсорбционную колонну (действующую как камера конденсации), работающую при 98 кПа. Газообразный отходящий поток вводят в нижнюю часть колонны при температуре 280°C. В колонне этот поток приводится в контакт с абсорбирующей жидкостью с помощью душевой системы орошения. В верхней части колонны легкие газы промываются противотоком конденсатами, образующимися при охлаждении этих легких газов, а также подачей 10 кг/ч ксилола, а также подачей фенотиазина.

Внизу колонны конденсат имеет температуру 85°C, состав потока около 300 кг/ч соответствует 38 кг/ч акриловой кислоты ($\Delta H_v^\circ = 53,1$ кДж/моль, $C_p^\circ L = 145,7$ Дж/моль/К), 250 кг/ч ксилола ($\Delta H_v^\circ = 44,2$ кДж/моль, $C_p^\circ L = 181,5$ Дж/моль/К), 5,7 кг/ч воды. Поток содержит около 10 частей на миллион (т.е. 4 г/ч) фенотиазина. Поток направляется на фильтр для удаления пыли, унесенной во время деполимеризации.

Затем поток направляют в адиабатический испаритель, работающий при 10 кПа.

Получается легкая фракция, содержащая поток, богатый акриловой кислотой и ксилолом. Затем поток очищают, и ксилол возвращают в абсорбционную колонну.

Тяжелая фракция из адиабатического испарителя имеет температуру 50°C. Эта тяжелая фракция содержит около 19 кг/ч АА, 240 кг/ч ксилола, 5 кг/ч воды, а также тяжелые соединения. Эта тяжелая фракция содержит "тяжелые" примеси, которые частично удаляются продувкой для деконцентрации контура.

Пример 3: Обработка потока деполимеризации ПММА абсорбирующей жидкостью, богатой метанолом.

Газообразный отходящий поток, получаемый из установки деполимеризации ПММА, состоит, в частности, из метилметакрилата (ММА), метакриловой кислоты (ММА), метанола (MeOH), воды (H₂O), легкого газа, тяжелых соединений и твердой пыли.

Общий поток газообразного отходящего потока из 30,5 кг/ч, в частности, состоит из 14 кг/ч ММА, 0,50 кг/ч воды, 0,9 кг MeOH и 12 кг/ч ММА. Этот поток направляют в абсорбционную колонну камеры конденсации, работающую при 98 кПа. Газообразный отходящий поток вводят в нижнюю часть колонны при температуре 425°C. В колонне этот газообразный выходящий поток приводится в контакт с потоком абсорбирующей жидкости с помощью системы распыления душа. В верхней части колонны легкие газы промываются противотоком конденсатами, образующимися при охлаждении этих легких газов, а также при подаче 57 кг/ч метанола, 10 кг/ч ММА, также содержащего подачу фенотиазин.

Внизу колонны конденсат находится при 65°C, состав потока 374 кг/ч соответствует 79 кг/ч ММА ($\Delta H_v^\circ = 40,1$ кДж/моль, $C_p^\circ L = 191,2$ Дж/моль/К), 8,6 кг/ч МАК, 257 кг MeOH, 13 кг/ч воды. Поток содержит около 20 частей на миллион (т.е. 8 г/ч) фенотиазина. Поток направляется в фильтр-пресс для удаления пыли, унесенной во время деполимеризации.

Затем поток направляют в реактор этерификации, заполненный кислотной смолой Amberlyst A36. Ре-

актор работает как восходящий поток. Реакции этерификации присутствующей метакриловой кислоты способствует наличие большого избытка метанола. На выходе из реакции поток, содержащий 97 кг/ч ММА и 15,5 кг/ч воды, направляют во вторую камеру, адиабатический испаритель, работающий при 10 кПа.

Получают легкую фракцию, содержащую поток, богатый метанолом и ММА, включая азеотроп ММА-метанол (около 82% по весу метанола, 64,2°C). Фракция, которая является жидкой при 35°C, затем нагревается до 65°C и вводится в другой адиабатический испаритель, работающий в тех же условиях, что и предыдущий. Два легких потока, полученные из испарителей, объединяют, охлаждают и повторно перегоняют, чтобы отделить метанол от ММА. Извлеченный таким образом метанол, все еще содержащий фракцию ММА, направляется в абсорбционную установку с добавлением свежего метанола.

Тяжелая фракция из второй камеры имеет температуру 35°C. Эта тяжелая фракция содержит 11 кг/ч воды, 69 кг/ч ММА, а также тяжелые соединения и 196 кг/ч метанола. Эта тяжелая фракция содержит "тяжелые" примеси, которые частично удаляются адсорбцией на кремнеземе.

Пример 4: Обработка потока деполимеризации ПММА.

Поток, полученный из устройства деполимеризации ПММА, состоит, в частности, из метилметакрилата (ММА), метакриловой кислоты (МАК), метанола (MeOH), воды (H₂O), легкого газа, тяжелых соединений и твердой пыли.

Газообразный отходящий поток находится в общем потоке около 22,4 кг/ч, в том числе 20,7 кг/ч ММА, 0,08 кг/ч воды, 0,33 кг MeOH и 0,9 кг/ч МАА. Этот поток направляют в конденсационную колонну, работающую при 98 кПа. Газообразный отходящий поток вводят в нижнюю часть колонны при температуре 475°C. В колонне этот поток приводится в контакт с потоком абсорбирующей жидкости с помощью душевой системы распыления. Вверху колонны легкие газы промываются противотоком конденсатами, образующимися при охлаждении этих легких газов, а также подачей 0,3 кг/ч воды.

Внизу колонны конденсат находится при 65°C, состав потока 403 кг/ч соответствует 330 кг/ч ММА, 10 кг/ч МАК, 3,2 кг MeOH, 59 кг/ч монооксида дигидрогена. Поток направляется в фильтр-пресс для удаления пыли, унесенной во время деполимеризации. Затем поток направляется во вторую камеру, такую как адиабатический испаритель, работающий при 20 кПа. На выходе легкая фракция содержит поток 34,4 кг, богатый ММА. Затем эту газовую фракцию дополнительно охлаждают до 35°C и отделяют декантацией. Затем изолируется поток, богатый ММА. Другая фракция возвращается в абсорбционную колонну.

Тяжелая фракция из второй камеры имеет температуру 45°C. Эта тяжелая фракция содержит МАК, 54 кг/ч монооксида дигидрата, 301 кг/ч ММА, а также тяжелые соединения и метанол. Поток направляется в слой анионной смолы для улавливания МАК, подаваемого восходящим потоком. Смолу периодически регенерируют. Выходящий поток направляется в колонну конденсации.

Пример 5: Обработка потока деполимеризации ПММА.

Газообразный отходящий поток в общем потоке 20,8 кг/ч состоит, в частности, из 20 кг/ч ММА, 0,03 кг/ч воды, 0,07 кг MeOH и 0,18 кг/ч МАА. Этот газообразный отходящий поток направляется в камеру конденсации (или абсорбционную колонну), работающую при 98 кПа. Газообразный отходящий поток вводят в нижнюю часть колонны при температуре 420°C. В колонне этот поток приводится в контакт с потоком абсорбирующей жидкости (монооксид дигидрогена) с помощью душевой системы распыления. В верхней части колонны легкие газы промываются противотоком конденсатами, образующимися при охлаждении этих легких газов, а также при подаче 1,5 кг/ч метанола, 3 кг/ч монооксида дигидрогена, а также подаче фенотиазина.

Внизу колонны конденсат находится при 65°C, состав потока 294 кг/ч соответствует 112 кг/ч ММА, 8,1 кг/ч МАК, 1,4 кг MeOH, 153 кг/ч монооксида дигидрогена. Поток содержит около 38 частей на миллион (т.е. 11 г/ч) фенотиазина. Поток направляется в фильтр-пресс для удаления пыли, унесенной во время деполимеризации.

РН конденсата регулируется добавлением метоксида натрия перед потоком абсорбирующей жидкости со скоростью около 0,1 кг/ч.

Затем поток направляют в адиабатический испаритель, работающий при 20 кПа.

Производится легкая фракция 25,2 кг/ч, содержащая поток, богатый ММА. Он стабилизирован с помощью 200 мг/кг HQME. Полученный таким образом ММА имеет чистоту более 98%, а двумя основными примесями являются метилизобутират (0,6% по весу) и этилакрилат (0,3%). Полученный продукт может быть дополнительно очищен дополнительной перегонкой.

Тяжелая фракция из адиабатического испарителя имеет температуру 45°C. Эта тяжелая фракция содержит 150 кг/ч монооксида дигидрогена, 92 кг/ч ММА, а также тяжелые соединения и метакриловую кислоту в форме натриевой соли.

Очистка этой тяжелой фракции выполняется перед ее отправкой в камеру конденсации, чтобы деконцентрировать ее в тяжелых соединениях и метакриловой кислотой.

Пример 6: Обработка потока паров пиролиза полистирола.

Камера конденсации обрабатывает 20 кг/ч газообразного отходящего потока при 470°C, поступающего из установки пиролиза. Абсорбирующая жидкость включает бензол, но может также содержать

органические соединения, полученные из газообразного отходящего потока. Содержание бензола поддерживают на уровне 22% по массе. Скорость потока абсорбирующей жидкости, обеспечивающая охлаждение, составляет порядка 1000 кг/ч, а температура составляет 69°C. Основными продуктами являются 647 кг стирола (мономера), 212,5 кг бензола, 23,2 кг толуола, 70 кг триметилбензола (ТМБ), а остаток состоит из тяжелых продуктов.

Легкие фракции, покидающие камеру конденсации через выпуск 113, частично конденсируются, и к потоку абсорбирующей жидкости может быть добавлена жидкость.

Тяжелая фракция, полученная в результате частичного испарения во второй камере, такой как адиабатический испаритель, перекачивается, очищается для удаления тяжелых продуктов и снова используется в камере конденсации. Часть растворителя ТМБ и самые тяжелые продукты, такие как фенантрен, удаляются в общей сложности примерно 1,8 кг/ч.

Легкая фракция, полученная при частичном испарении во второй камере, составляет порядка 50 кг/ч. Он частично конденсируется, а затем очищается, чтобы получить фазу, богатую бензолом, которую снова используют в камере конденсации. Таким образом, получают и рециркулируют 32,4 кг/ч фазы, обогащенной 95% бензолом.

Непереработанный продукт, составляющий 17,8 кг/ч, представляет собой частично очищенную смесь, преимущественно включающую стирол.

Пример 7: Обработка потока деполимеризации РНА, полученного ферментацией.

Поток, полученный из устройства деполимеризации РЗНР (поли-3-гидроксипропаноата), в основном состоит из акриловой кислоты (АА), воды (H₂O), легкого газа и тяжелых соединений.

Общий газовый поток составляет 23,5 кг/ч и состоит, в основном, из 20 кг/ч АА, 0,33 кг/ч уксусной кислоты, 0,10 кг/ч воды, легких соединений (0,28 кг/ч) и тяжелых соединений (2,8 кг/ч), состоящих по существу из олигомеров. Этот поток направляется в колонну или камеру конденсации, работающую при 110 кПа. Газообразный отходящий поток вводят в нижнюю часть колонны при температуре 250°C. В колонне этот поток приводится в контакт с потоком абсорбирующей жидкости с помощью душевой системы распыления. В верхней части колонны легкие газы промываются противотоком конденсатами, образующимися при охлаждении этих легких газов. Большая часть легких газов, образующихся при пиролизе, удаляется на этом этапе конденсации, поддерживая абсорбционный поток при достаточно высокой температуре.

Внизу колонны конденсат имеет температуру 85°C, состав потока 260 кг/ч соответствует 212 кг/ч акриловой кислоты, 2,7 кг/ч уксусной кислоты ($\Delta H_v^\circ = 52,1$ кДж/моль, $C_p^\circ L = 123,3$ Дж/моль/К), 0,15 кг/ч воды и 45 кг/ч тяжелых соединений. Поток содержит около 10 частиц на миллион фенотиазина. Поток направляется в фильтр-пресс для удаления пыли, унесенной во время деполимеризации.

Затем поток жидкости направляется во вторую камеру или испаритель, обеспечивающий частичное испарение, работающий при 10 кПа. Испаритель представляет собой вертикальный цилиндр, оборудованный диффузором в основании, роль которого заключается в распылении жидкости в камере, и туманоуловителем наверху, роль которого заключается в слиянии капель, образующих туман, в камере так, чтобы возвращать в камеру тяжелый продукт, который был бы увлечен парообразными газами.

Получается легкая газовая фракция, содержащая поток, богатый акриловой кислотой. Извлеченную акриловую кислоту (19 кг/ч) стабилизируют с помощью 200 мг/кг НQМЕ (монометилловый эфир гидрохинона).

Тяжелая фракция из второй камеры имеет температуру 55°C. Эта тяжелая фракция содержит около 190 кг/ч акриловой кислоты, 2,5 кг/час уксусной кислоты, а также тяжелые соединения (45 кг/ч). Эта тяжелая фракция содержит "тяжелые" примеси, которые по существу являются олигомерами акриловой кислоты. Отводится около 6% тяжелой фракции, чтобы деконцентрировать тяжелые продукты из контура. Отходящий поток, богатый акриловой кислотой и олигомерами, возвращается в реактор пиролиза РНА, чтобы завершить деполимеризацию. Остальная тяжелая фракция, стабилизированная добавкой фенотиазина, возвращается в колонну конденсации.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ (200) обработки газообразного отходящего потока, полученного при пиролизическом разложении полимера или смеси полимеров, для извлечения одного или более мономеров, содержащихся в указанном газообразном отходящем потоке, при этом указанный процесс отличается тем, что он включает следующие этапы:

этап (210) конденсации, который заключается во введении газообразного отходящего потока в камеру (110) конденсации, поддерживаемую при первом давлении p_1 , которое составляет от 0,1 до 5 бар, и во введении его в контакт с абсорбирующей жидкостью, при этом температура упомянутой абсорбирующей жидкости на по меньшей мере 50°C и не более чем на 450°C ниже температуры газообразного отходящего потока, так что указанный мономер(ы) конденсируется(ются) в абсорбирующей жидкости за счет теплообмена, где абсорбирующую жидкость выбирают из одного из следующих соединений: бензол, бензонитрил, соединение формулы R-COOH и соединение формулы R-OH, в которых R выбран из алкилов с числом атомов углерода от 1 до 5, фенила или водорода,

этап (230) частичного испарения конденсата, полученного по завершении этапа конденсации, путем расширения конденсата в камере (130), поддерживаемой при втором давлении p_2 , которое ниже первого давления p_1 , и которое составляет от 0,001 до 0,8 бар, и где разница давлений как абсолютная величина между первой камерой (110) и второй камерой (130) больше или равна 0,5 бар,

этап (240) повторного введения, который заключается в, по меньшей мере, частичном перенаправлении первой жидкой или паровой фракции, полученной по завершении этапа (230) частичного испарения, в камеру (110) конденсации для повторного поглощения мономера(ов), содержащегося в газообразном отходящем потоке, причем первая жидкая или паровая фракция преимущественно включает абсорбирующую жидкость в жидкой или газообразной форме, и

этап (250) извлечения, включающий очистку второй жидкой или паровой фракции, полученной по завершении этапа (230) частичного испарения и загруженной мономером(ами).

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что первое давление p_1 составляет от 0,5 до 2 бар абсолютного давления.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что температура абсорбирующей жидкости составляет по меньшей мере на 60°C и не более чем на 450°C ниже температуры газообразного отходящего потока.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что во второй камере (130) поддерживается давление p_2 , составляющее от 0,01 до 0,5 бар, предпочтительно от 0,1 до 0,4 бар.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что разница давлений как абсолютная величина между первой камерой (110) и второй камерой (130) больше или равна 0,6 бар, предпочтительно больше или равна 0,7 бар, более предпочтительно больше или равна 0,8 бар.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что этап (250) извлечения включает в себя конденсацию второй паровой фракции, полученной по завершении этапа (230) частичного испарения, если вторая фракция, наполненная мономером(ами), представляет собой паровую фракцию.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что этап (250) извлечения включает в себя фильтрацию или декантацию второй жидкой фракции, полученной по завершении этапа (230) частичного испарения, если вторая фракция, наполненная мономером(ами), является жидкой фракцией.

8. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что во время этапа (240) повторного введения первая повторно введенная фракция представляет собой жидкую фракцию, а во время этапа (250) извлечения вторая извлеченная фракция представляет собой паровую фракцию.

9. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что абсорбирующую жидкость выбирают так, что соотношение между ее скрытой теплотой парообразования ΔH_v в стандартном состоянии и ее молярной удельной теплотой C_p в стандартном состоянии было больше, чем у мономера(ов), подлежащего извлечению.

10. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что абсорбирующую жидкость выбирают из одного из следующих соединений: соединения формулы R-OH, соединения формулы R-COOH, в котором R выбран из алкилов, углеродное число которых находится между 1 и 5, или водорода.

11. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что абсорбирующую жидкость выбирают из монооксида дигидрогена, метанола, этанола, пропанола, бутанола, муравьиной кислоты, уксусной кислоты или их смесей.

12. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что абсорбирующую жидкость выбирают так, чтобы ее температура кипения была порядка $\pm 80^{\circ}\text{C}$ температуры кипения мономера(ов), подлежащего извлечению.

13. Способ по п.12, отличающийся тем, что абсорбирующая жидкость имеет температуру кипения, превышающую или по существу равную температуре кипения мономера(ов), подлежащего извлечению, и/или азеотропа, который он образует с мономером(ов), подлежащим извлечению.

14. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что полимер выбирают из

полиэтиленов, таких как полиэтилен высокой плотности (HDPE) или полиэтилентерефталат (PET); гомополимера и сополимера олефинов, таких как сополимеры акрилонитрил-бутадиен-стирол, сополимеры стирол-бутадиен-алкилметакрилат (или SBM); полипропилена, полибутадиена и полибутилена; акриловых гомополимеров и сополимеров и полиалкилметакрилатов, таких как полиметилметакрилат; полигидроксиалканата; гомополиамидов и сополиамидов; поликарбонатов; сложных полиэфиров, включая полиэтилентерефталат и поли(бутилентерефталат); простых полиэфиров, таких как поли(фениленовый эфир), поли(оксиметилен), поли(оксиэтилен) или поли(этиленгликоль) и поли(оксипропилен); полистирола; сополимеров стирола и малеинового ангидрида; поливинила хлорида; фторполимеров, таких как поливинилиденфторид, полиэтилентетрафторид и полихлортрифторэтилен; натуральных или синтетических каучуков; термопластичных полиуретанов; полиарилэфиркетонов (PAЕК), таких как полиэфирэфиркетон (PEЕК) и полиэфиркетонкетон (PEЕК); полиэфиримида; полисульфона; поли(фениленсульфида); ацетата целлюлозы; поли(винилацетата); полипропиолактона или смеси двух или более из этих полимеров.

15. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что мономер(ы) выбирают из следующих соединений: метилметакрилата, метилакрилата, этилакрилата, акриловой кислоты, метакриловой кислоты, стирола, кротоновой кислоты, гамма-бутиролактона, дельта-валеролактона и их смесей.

16. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что введение газообразного отходящего потока во время этапа (210) конденсации выполняется по направлению течения или против направления течения абсорбирующей жидкости.

17. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что он дополнительно включает этап (220) разделения конденсата, полученного по завершении этапа конденсации, перед этапом (230) частичного испарения.

18. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что он дополнительно включает этап (260) регулирования температуры фракции, перенаправляемой в камеру (110) конденсации, чтобы снова абсорбировать мономер(ы), содержащийся в газообразном отходящем потоке.

19. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что в момент этапа (210) конденсации к абсорбирующей жидкости добавляют добавки, причем указанные добавки выбраны из ингибиторов полимеризации.

20. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что в момент этапа (230) частичного испарения в контур добавляют добавки, причем указанные добавки могут быть выбраны из ингибиторов полимеризации.

21. Система для осуществления способа обработки газообразного отходящего потока, полученного при пиролизическом разложении полимера или смеси полимеров, для извлечения одного или более мономеров, содержащихся в указанном газообразном отходящем потоке, по любому из пп.1-23, при этом указанная система отличается тем, что она содержит:

камеру (110) конденсации, содержащую средство поддержания в ней первого давления p_1 , которое составляет от 0,1 до 5 бар, причем указанная камера содержит в своей боковой стенке входное отверстие (111) для газообразного отходящего потока и абсорбционное устройство (112), выполненное с возможностью обеспечения контакта указанного газообразного отходящего потока с абсорбирующей жидкостью, температура которой ниже температуры газообразного отходящего потока, и указанная камера также содержит выходное отверстие (113) для газа в ее верхнем конце и выходное отверстие (114) для полученного конденсата в ее нижней части,

вторую камеру (130), сообщающуюся по текучей среде с камерой (110) конденсации и предназначенную для приема конденсата, полученного по завершении этапа конденсации, причем упомянутая вторая камера (130) выполнена с возможностью поддержания в ней второго давления p_2 , которое ниже первого давления p_1 , и которое составляет от 0,001 до 0,8 бар, и где разница давлений как абсолютная величина между первой камерой (110) и второй камерой (130) больше или равна 0,5 бар, чтобы вызвать расширение конденсата и его адиабатическое частичное испарение,

насос (140) для извлечения фракции, полученной из второй камеры (130), для повторного введения ее в первую камеру (110) конденсации через абсорбционное устройство (112),

очищающее устройство (150) или (170) для абсорбирующей жидкости.

22. Система по п.21, отличающаяся тем, что она также содержит теплообменник (131), расположенный по потоку после второй камеры (130), для конденсации газовой фракции, полученной в результате частичного испарения, вызванного расширением конденсата во второй камере (130), и очищающее устройство (150) для очистки компонентов указанной конденсированной газовой фракции.

23. Система по п.21 или 22, отличающаяся тем, что она также содержит устройство (120) для разделения, расположенное по потоку перед второй камерой (130), которое предпочтительно выполнено с возможностью разделения соединений путем фильтрации, декантации, центрифугирования или этерификации.

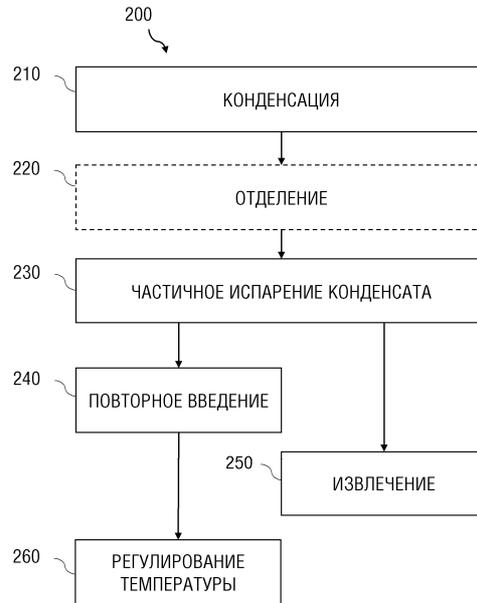
24. Система по любому из предшествующих пп.21-23, отличающаяся тем, что она также содержит теплообменник (160) по потоку перед первой камерой (110), который может регулировать температуру

жидкой фракции, полученной из второй камеры (130) перед ее введением в первую камеру (110).

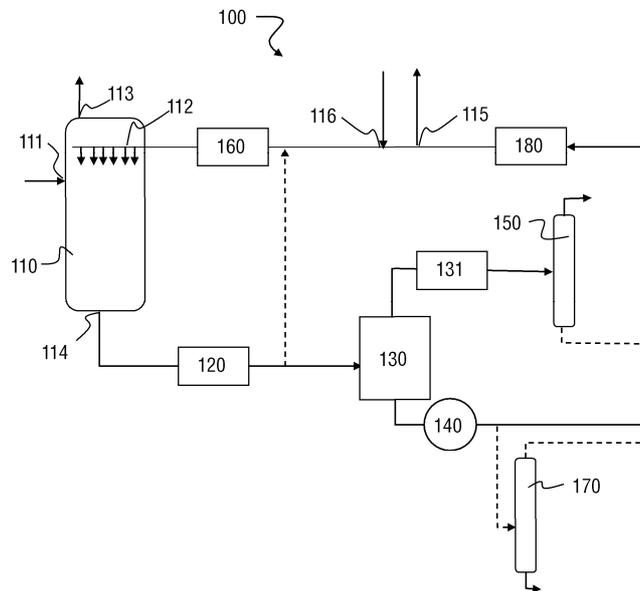
25. Система по любому из предшествующих пп.21-24, отличающаяся тем, что она содержит очищающее устройство (170), расположенное по потоку после второй камеры (130), которое способно очищать часть жидкой фракции, полученной из второй камеры (130).

26. Система по любому из предшествующих пп.21-25, отличающаяся тем, что она также содержит пункт (116) введения абсорбирующей жидкости.

27. Система по любому из предшествующих пп.1-26, отличающаяся тем, что температура абсорбирующей жидкости составляет по меньшей мере на 50°C и не более чем на 450°C ниже температуры газобразного отходящего потока.



Фиг. 1



Фиг. 2

