

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038738**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.10.13

(21) Номер заявки
201800588

(22) Дата подачи заявки
2017.05.04

(51) Int. Cl. **C23G 1/36** (2006.01)
C01G 49/06 (2006.01)
C01B 7/03 (2006.01)

(54) **СПОСОБ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННОЙ КИСЛОТЫ В НЕБОЛЬШОМ ОБЪЕМЕ**

(31) **16168382.6**

(32) **2016.05.04**

(33) **EP**

(43) **2019.04.30**

(86) **PCT/EP2017/060698**

(87) **WO 2017/191279 2017.11.09**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ЦМИ УВК ГМБХ (DE)

(72) Изобретатель:
Конлехнер Давид (AT)

(74) Представитель:
Робинов А.А. (RU)

(56) **WO-A1-2011100820**
US-A-3682592
WO-A1-2009153321

(57) Изобретение относится к способу переработки отработанного раствора хлорида металла с использованием периодической обработки, к отработанному раствору хлорида металла, содержащему по меньшей мере один окисляемый компонент, к способу, содержащему следующие этапы: на первом этапе отработанный раствор хлорида металла подают в реактор, и в реакторе проходит этап окисления при температуре окисления, превышающей 90°C, и при давлении окисления, превышающем 0,3 МПа, причем во время этапа окисления окисляется по меньшей мере часть отработанного раствора хлорида металла, причем, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла получают из отработанного раствора хлорида металла, причем окисленная часть, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида металла соответствует по меньшей мере части по меньшей мере одного окисляемого компонента отработанного раствора хлорида металла до этапа окисления, на втором этапе после первого этапа, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла частично гидролизуют во время этапа гидролиза, который проходит в реакторе, при температуре гидролиза, превышающей 120°C, и при надлежащем давлении гидролиза, причем во время гидролиза получают соляную кислоту.

B1

038738

038738

B1

Уровень техники

Данное изобретение относится к способу переработки отработанного раствора хлорида металла с использованием периодической обработки, включающей разные рабочие режимы в реакторе.

Дополнительно данное изобретение относится к системе для переработки отработанного раствора хлорида металла с использованием периодической обработки, включающей разные рабочие режимы в реакторе системы.

В ряде отраслей промышленности, а именно в металлургической промышленности, гальванической промышленности и т.п., широко используется травление соляной кислотой для удаления ржавчины и наростов (окалины), прилипающих к поверхности продуктов или готовых изделий. Например, металлы, на которые наносят покрытия, требуют предварительной обработки для удаления ржавчины или окалины, примесей и загрязнителей. Процесс травления дает большое количество отработанной жидкости (или отработанного травильного раствора), содержащей растворенные соли металлов железа, хрома, меди, никеля и цинка, а также остаточную свободную кислоту. Выщелачивание железосодержащих руд часто проводится с помощью соляной кислоты. Также травлению соляной кислотой подвергаются полупроводниковые свинцовые рамы. В этих способах обработки концентрация соляной кислоты, как правило, поддерживается в диапазоне от 12 до 18 мас.%. По мере проведения обработки свободная соляная кислота превращается в соли железа и другие соли металлов, таким образом, постепенно снижая вымывающую и травящую способность. Следовательно, как правило, добавляют свободную соляную кислоту, поэтому образуются большие количества отработанной жидкости, содержащей хлорид железа и, необязательно, свободную соляную кислоту. Этот отработанный раствор хлорида железа содержит хлористое железо, хлорное железо или их комбинацию и, необязательно, продукты реакции других обработанных соляной кислотой металлов, а именно хлоридов цинка, никеля, меди и т.п., и такие жидкости утилизируются как промышленные отходы. За последние годы стоимость утилизации или переработки таких промышленных отходов резко возросла, и соляная кислота сама по себе является относительно дорогой. Следовательно, утилизация отработанного раствора хлорида железа, таким образом, является неэкономичной.

Поскольку это также приводит к большим проблемам с окружающей средой и загрязнениями, предложены способы извлечения соляной кислоты, оксида железа, хлорного железа или их комбинации из отработанного раствора хлорида железа. Одним таким способом извлечения является обжиг. Однако этот способ приводит к проблемам с окружающей средой, а именно отработанным газам (NO_x , HCl , Cl_2 , пыль и т.п.) и выбросам CO_2 , и дополнительно, поскольку этот способ требует больших количеств топлива, стоимость извлечения соляной кислоты является сравнительно высокой. Другим способом является способ жидкофазного окисления хлора. Однако этот способ, в частности, имеет недостаток, который заключается в том, что предполагается применение газообразного хлора под высоким давлением, и, следовательно, такое производство требует мер обеспечения безопасности при работе с оборудованием для газа под высоким давлением и удаления газообразного хлора дополнительно к тому, что извлечение ограничивается хлорным железом и соляная кислота может не быть извлечена. Другой способ включает процесс фирмы PORI (например, описанный в US 3682592 B) или его варианты, причем отработанный раствор хлорида железа, содержащий хлористое железо, подвергается окислению для превращения хлористого железа в хлорное железо, и полученная жидкость подвергается гидролизу для образования оксида железа и извлечения соляной кислоты. Как правило, эти процессы для того, чтобы быть экономичными, обязательно предполагают сравнительно высокие капиталовложения, таким образом, переработки требуют большие количества отработанного раствора хлорида металла (как правило, порядка нескольких кубических метров отработанного раствора хлорида металла в час), как это происходит в установках травления металла. Однако во многих отраслях промышленности (а именно гальванических линиях для деталей, малых буксирно-толкающих линиях травления, линиях травления проволоки, линиях травления труб, линиях травления длинных изделий и т.п.) образуются меньшие объемы отработанного раствора хлорида металла (или отработанного травильного раствора), которые являются слишком небольшими для систем пирогидролизной регенерации. Для таких меньших объемов отработанного раствора хлорида металла (или отработанного травильного раствора) переработка отработанного раствора хлорида металла (или отработанного травильного раствора), как правило, выполняется с помощью обработки известью отработанного раствора хлорида металла (или отработанного травильного раствора) и с использованием свежей соляной кислоты (как правило, также включая транспортировку отработанного раствора хлорида металла (или отработанного травильного раствора) и выполнение обработки известью компанией по переработке отходов).

Сущность изобретения

Следовательно, объектом данного изобретения является способ и система для переработки сравнительно небольших количеств отработанного раствора хлорида металла, используя периодическую обработку, так, что соляную кислоту извлекают и оксид металла (как правило, оксид железа) легко отделяют от раствора хлорида металла (как правило, хлорида железа) так, что обработка сравнительно наибольших объемов отработанного раствора хлорида металла является конкурентноспособной, при этом способ реализуется эффективно при использовании сравнительно низких энергозатрат и экологически чистым об-

разом, а также дает соляную кислоту, извлекаемую с надлежащей концентрацией, для использования, например, при повторном промывании, выщелачивании или травлении.

Объект данного изобретения относится к способу переработки отработанного раствора хлорида металла с использованием периодической обработки, включающей разные рабочие режимы в реакторе, отработанному раствору хлорида металла, содержащему по меньшей мере один окисляемый компонент, способу, содержащему следующие этапы:

на первом этапе отработанный раствор хлорида металла подают в реактор, и при работе реактора в первом рабочем режиме в реакторе происходит этап окисления при температуре окисления, превышающей 90°C, и при давлении окисления, превышающем 0,3 МПа, причем по меньшей мере часть отработанного раствора хлорида металла окисляется во время этапа окисления, причем, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла получают из отработанного раствора хлорида металла, причем окисленная часть, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида металла соответствует по меньшей мере части по меньшей мере одного окисляемого компонента отработанного раствора хлорида металла до этапа окисления,

на втором этапе, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла, по меньшей мере частично, гидролизуется во время этапа гидролиза, проходящего в реакторе, при работе реактора во втором рабочем режиме, при температуре гидролиза, превосходящей 120°C, и при подходящем давлении гидролиза, причем во время этапа гидролиза получают соляную кислоту (HCl) и твердый оксид железа Fe₂O₃.

Использование периодического процесса, включающего разные рабочие режимы в одном реакторе (или реакционном аппарате) дает возможность использовать один реактор и для этапа окисления, и для этапа гидролиза; по данному изобретению преимущественно возможно регенерировать сравнительно малые количества отработанного раствора хлорида металла (или отработанного травильного раствора) при пониженных капиталовложениях (стоимости монтажа), вовлеченных в осуществление обработки отработанного раствора хлорида металла (или отработанного травильного раствора), особенно по сравнению с решением, включающим отдельный реактор для этапа окисления и этапа гидролиза.

Следовательно, согласно данному изобретению предлагается небольшой завод по регенерации соляной кислоты с использованием периодического процесса для того, чтобы регенерировать соляную кислоту путем разложения FeCl₃ в жидкой фазе. Предложенный способ и система имеют большую гибкость и также способны утилизировать малые количества отработанного раствора хлорида металла (или отработанного травильного раствора) экономически конкурентноспособным образом. Следовательно, способ и система по данному изобретению обеспечивают возможность регенерировать соляную кислоту также в малых или средних установках или компаниях (особенно для целей утилизации отработанного раствора хлорида металла (или отработанного травильного раствора) в количестве менее чем 1000 л или 1500 л/ч, особенно в диапазоне от 100 до 1000 л/ч (или в диапазоне от 100 до 1500 л/ч) отработанного раствора хлорида металла (или отработанного травильного раствора)), следовательно, обеспечивая возможность быть независимыми от источника соляной кислоты, так же как и от утилизации отработанного раствора хлорида металла (или отработанного травильного раствора). Особенное преимущество согласно данному изобретению заключается в том, что используются традиционные кислотостойкие конструкционные материалы и размеры, таким образом снижая капиталовложения, например, керамические клапаны DN 50 являются стандартными, а керамические клапаны DN 400 нет.

Способ и систему по изобретению осуществляют в виде автономной установки, способной посылать данные на установки автоматической системы управления процессом, при котором образуется отработанный раствор хлорида металла (отработанный травильный раствор), подлежащий обработке. Дополнительно систему по изобретению осуществляют в виде ISO-контейнера, т.е. ее доставляют на место назначения в предварительно собранном виде, в процессе установки нужно только соединить. Дополнительно проведение процесса по данному изобретению может быть полностью автоматизировано так, что требуется только минимум рабочей силы для управления и обслуживания процесса, а именно в зависимости от уровня автоматизации для управления процессом (постоянно) необходимо от 15 до 50% рабочих единиц. Дополнительно способ и система по данному изобретению не только снижают капиталовложения на установку системы, но также снижают требования к пространству. Например, систему для подачи 500 л/ч отработанного раствора хлорида металла (или отработанного травильного раствора) устанавливают в двух 20' ISO-контейнерах. В связи с тем фактом, что согласно данному изобретению реактор не используется постоянно для одного и того же этапа реакции (но по очереди для этапа окисления так же, как и для этапа гидролиза), необходимо, чтобы его объем или размер во время регулирования объемного расхода отработанного раствора хлорида металла, подлежащего обработке, был относительно больше (по сравнению с реактором, сконструированным для обработки одного и того же количества отработанного раствора хлорида металла, который используется постоянно для одного и того же этапа реакции), таким образом, обеспечивая возможность использовать реактор конкурентноспособным образом. Как правило, стоимость реакторов требуемых стандартных размеров находится в одинаковом диапазоне, и нет большой разницы, если он на один размер больше или меньше. В особенности данное изобретение предлагает решение в случае необходимости иметь (травление) кислоту (в особенности соляную кисло-

ту), доступную для первичных процессов, в особенности процессов травления, и одновременно предполагающее концепцию утилизации отработанного раствора хлорида металла (или отработанного травильного раствора). В особенности для компаний средних размеров, например, управляющих небольшими процессами травления углеродистой стали соляной кислотой, количество выработанного раствора хлорида металла (или отработанного травильного раствора) является слишком маленьким для установки пирометаллургической системы регенерации согласно традиционным способам, поскольку конкурентно-способное управление такими системами регенерации с использованием традиционных способов, как правило, требует объемов отработанного раствора хлорида металла (или отработанного травильного раствора) в единицу времени по меньшей мере $2 \text{ м}^3/\text{ч}$. Согласно данному изобретению отработанный раствор хлорида металла содержит по меньшей мере один окисляемый компонент (как правило, хлористое железо). Во время этапа окисления (во время которого реактор работает в первом рабочем режиме) по меньшей мере один окисляемый компонент, по меньшей мере частично, окисляется. Таким образом, с помощью этапа окисления отработанный раствор хлорида металла превращается, по меньшей мере частично, в окисленный раствор хлорида металла. Как правило, во время этапа окисления образуются нерастворимые компоненты, а именно оксид железа, который отделяют, как правило, во время операции фильтрования. Первый рабочий режим реактора поддерживается периодически в течение определенного времени и продукт реакции этапа окисления хранится в первом элементе хранения. Следом за работой реактора несколько раз (периодов) согласно первому рабочему режиму реактор некоторое время работает во втором рабочем режиме, во время которого проходит этап гидролиза. При прохождении этапа гидролиза, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла, который хранится в первом элементе хранения, перерабатывают для того, чтобы извлечь соляную кислоту, особенно пока первый элемент хранения не опустеет или, по меньшей мере, не опустеет до значительного уровня, как правило, более чем на 50%, предпочтительно более чем на 70% и предпочтительнее более чем на 90% его объема. После этого (т.е. после работы реактора во втором рабочем режиме и выполнения этапа гидролиза для, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида металла, который хранится в первом элементе хранения) реактор снова работает в первом рабочем режиме, т.е. для окисления несколько раз (свежего) отработанного раствора хлорида металла, использование реактора повторяется с учетом периодической обработки (или полупериодического процесса с хранением обработанных растворов в отдельных бочках или контейнерах между отдельными этапами обработки) для отработанного раствора хлорида металла.

Для работы реактора в первом рабочем режиме отработанный раствор хлорида металла подают (в первом этапе) в реактор и этап окисления в реакторе проводят при температуре окисления, превышающей 90°C , и при давлении окисления, превышающем $0,3 \text{ МПа}$. Во время этапа окисления по меньшей мере часть отработанного раствора хлорида металла окисляется (таким образом, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла получают из отработанного раствора хлорида металла). Окисленная часть, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида металла соответствует по меньшей мере части по меньшей мере одного окисляемого компонента отработанного раствора хлорида металла до этапа окисления.

Согласно данному изобретению предпочтительно, чтобы после заполнения реактора отработанным раствором хлорида металла и его работы в первом рабочем режиме, этап окисления инициировали путем подачи в реактор кислорода под давлением. Поскольку химическая реакция на этапе окисления дает дополнительную энергию, содержимое реактора неизбежно нагревается, т.е. температура возрастает. Однако для того чтобы увеличить скорость реакции (и, следовательно, сократить длительность переработки), можно дополнительно вводить дополнительную начальную энергию. Химический процесс в реакторе во время этапа окисления контролируют подачей кислорода в реактор, т.е. процесс окисления останавливают в случае, если дополнительно введенный кислород не абсорбируется или не реагирует с содержимым реактора. Во время этапа окисления, как правило, образуется нерастворимый (твердый) оксид железа (Fe_2O_3). Остаточный, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла (по большей части FeCl_3 -раствор) нагнетают в первый элемент хранения. Согласно данному изобретению предпочтительно, чтобы при работе реактора в первом рабочем режиме, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла, полученный во время прохождения первого этапа, подавали в первый элемент хранения и дополнительный отработанный раствор хлорида металла подавали в реактор периодически, причем продолжая поддерживать работу реактора в первом рабочем режиме проводят первый этап (для дополнительного отработанного раствора хлорида металла) и поэтому дополнительный, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла получают из дополнительного отработанного раствора хлорида металла, причем после работы реактора в первом рабочем режиме и до работы реактора во втором рабочем режиме, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла (в особенности дополнительно, также дополнительный, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла) подают из первого элемента хранения в реактор. Поэтому преимущественно возможно осуществить периодическую переработку отработанного раствора хлорида металла (или отработанного травильного раствора) согласно данному изобретению:

на первом этапе переработки (или в первой точке времени) (начальный) отработанный раствор хлорида металла подают в реактор и проводят этап окисления (при работе реактора в первом рабочем режи-

ме), получая (начальный), по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла, который подают в первый элемент хранения;

на втором этапе переработки (или во второй точке времени), в особенности после разгрузки реактора, в реактор подают дополнительный отработанный раствор хлорида металла и проводят этап окисления (при работе реактора все еще в первом рабочем режиме), получая дополнительный, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла, который аналогичным образом подают в первый элемент хранения;

не обязательно, на одном или множестве дополнительном(ых) этапе(ах) переработки (или в одной или множестве точке(ек) времени), и в особенности после периодической разгрузки после проведения первого этапа, в реактор подают еще один дополнительный отработанный раствор хлорида металла и проводят этап окисления (при работе реактора аналогичным образом во все том же первом рабочем режиме), получая еще один дополнительный, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла, который аналогичным образом подают в первый элемент хранения;

на третьем этапе переработки (или в третьей точке времени) после работы реактора в первом рабочем режиме и до работы реактора во втором рабочем режиме, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла (храняемый в первом элементе хранения) подают (из первого элемента хранения) в реактор, как правило, эта операция подачи включает подачу в реактор (начального), по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида металла и предпочтительно дополнительно также дополнительного, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида металла, и/или еще одного дополнительного, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида металла, таким образом (полностью или практически полностью) разгружая первый элемент хранения.

В контексте данного изобретения (начальный) отработанный раствор хлорида металла, предпочтительно, по меньшей мере, приблизительно (химически) соответствует дополнительному отработанному раствору хлорида металла и/или еще одному дополнительному отработанному раствору хлорида металла; разные термины ("начальный отработанный раствор хлорида металла", "дополнительный отработанный раствор хлорида металла", "еще один дополнительный отработанный раствор хлорида металла"), относящиеся к отработанному раствору хлорида металла, в основном используются для ссылки на разные точки во времени, при которых в реактор подаются соответствующие объемы. Соответствующие объемы отработанного раствора хлорида металла, как правило, (непрерывно) образуются в результате одного и того же первичного процесса, а именно процесса травления и т.п. (или (по меньшей мере примерно) в результате одной и той же комбинации первичных процессов, а именно разных процессов травления и/или гальванических процессов и т.п.), и, следовательно, только незначительно изменяются в зависимости от содержания свободной (соляной) кислоты, воды и хлоридов металла или других составляющих. Однако согласно данному изобретению также существуют случаи, когда соответствующие объемы отработанного раствора хлорида металла (т.е. начальный отработанный раствор хлорида металла, дополнительный отработанный раствор хлорида металла и т.п.) образуются в разных точках времени в результате разных первичных процессов (а именно разных процессов травления, гальванических процессов и т.п.) и, следовательно, подвергаются более важным изменениям в зависимости от относительного содержания свободной (соляной) кислоты, воды и хлоридов металла или других остаточных составляющих. Во время этапа окисления (т.е. во время работы реактора в первом рабочем режиме), по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла получают из отработанного раствора хлорида металла. Аналогично (отработанному раствору хлорида металла, описанному выше), также, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла (химически) соответствует дополнительному, по меньшей мере частично, окисленному раствору хлорида металла и/или еще одному дополнительному, по меньшей мере частично, окисленному раствору хлорида металла; разные термины ("начальный, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла", "дополнительный, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла" и "еще один дополнительный, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла"), относящиеся к, по меньшей мере частично, окисленному раствору хлорида металла, в основном используются для ссылки на разные точки во времени, при которых соответствующие объемы образуются в реакторе и/или подаются в первый элемент хранения.

Как указано выше, отработанный раствор хлорида металла содержит по меньшей мере один окисляемый компонент (как правило, оксид железа), который окисляется во время этапа окисления, таким образом, образуя нерастворимые компоненты, а именно оксид железа, которые отделяются на этапе окисления (т.е. во время работы реактора в первом рабочем режиме), как правило, во время операции фильтрования. Это означает, что, как правило, данный объем отработанного раствора хлорида металла образует меньший объем соответствующего, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида металла. В случае, когда первый элемент хранения имеет первую накопительную емкость, соответствующую предопределенному количеству емкостей реактора, возможно управлять реактором в первом рабочем режиме так, чтобы (при пустом или практически пустом первом элементе хранения), по меньшей мере, объем отработанного раствора хлорида металла, соответствующий предопределенному количеству емкостей реактора, (последовательно) подавать в реактор, проводить этап окисления и соответствующий, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла подавать в первый элемент

хранения (что приводит к (по меньшей мере, практически) эффективной загрузке и выгрузке реактора то количество раз, которое соответствует, по меньшей мере примерно, predetermined количеству, до необходимости переключить работу реактора во второй рабочий режим. Согласно данному изобретению дополнительно предпочтительно, чтобы периодически, после проведения первого этапа для отработанного раствора хлорида металла и до проведения первого этапа для дополнительного отработанного раствора хлорида металла, и предпочтительно после работы реактора в первом рабочем режиме и до работы реактора во втором рабочем режиме, реактор, по меньшей мере частично, разгружали, разгружали предпочтительно по меньшей мере на 50%, разгружали предпочтительнее по меньшей мере на 70%, разгружали наиболее предпочтительно по меньшей мере на 90%. Посредством разгрузки реактора после завершения этапа окисления для партии (реактора) отработанного раствора хлорида металла (т.е. после проведения первого этапа для отработанного раствора хлорида металла, до работы реактора во втором рабочем режиме) преимущественно возможно, согласно данному изобретению, чтобы более или менее полная партия (реактор), по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида металла (а также твердая (или нерастворимая) часть, которая, как правило, удаляется фильтрованием) удалялась из реактора так, чтобы реактор был готов принять из первого элемента хранения, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла для того, чтобы выполнить этап гидролиза (при работе реактора во втором рабочем режиме). Согласно данному изобретению предпочтительно, чтобы отработанный раствор хлорида металла содержал в качестве по меньшей мере одного окисляемого компонента хлористое железо (хлорид железа(II)), причем отработанный раствор хлорида металла предпочтительно содержит от 14 до 28 мас.%, предпочтительно около 22 мас.% хлористого железа (хлорид железа(II)).

Поэтому преимущественно возможно, согласно данному изобретению, чтобы способ и система по изобретению эффективно применялись для того, чтобы перерабатывать отработанный раствор хлорида металла от множества разных промышленных процессов, а именно различных процессов травления, гальванических процессов и т.п.

Согласно альтернативному варианту реализации изобретения, согласно данному изобретению до проведения первого этапа отработанный раствор хлорида металла проходит этап предварительного концентрирования с образованием концентрированного отработанного раствора хлорида металла, причем концентрированный отработанный раствор хлорида металла содержит в качестве по меньшей мере одного окисляемого компонента хлористое железо (хлорид железа(II)), причем концентрированный отработанный раствор хлорида металла преимущественно содержит от 22 до 45 мас.%, предпочтительно около 40 мас.% хлористого железа (хлорида железа(II)).

Согласно данному изобретению, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла дополнительно предпочтительно содержит в качестве по меньшей мере части его окисленной части хлорное железо (хлорид железа(III)), причем, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла предпочтительно содержит от 12 до 25 мас.%, предпочтительно около 20 мас.% хлорного железа (хлорида железа(III)).

Поэтому преимущественно возможно, согласно данному изобретению, чтобы способ и система по изобретению эффективно применялись для того, чтобы извлекать по меньшей мере часть металла (в особенности железа) (в виде нерастворимого оксида металла (в особенности оксида железа)) из общего количества металла (в особенности общего количества железа), который находится в отработанном растворе хлорида металла.

Величины, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида металла, содержащего от 12 до 25 мас.%, предпочтительно около 20 мас.% хлорного железа (хлорида железа(III)), применимы при условии постоянного количества хлора и того, что не применяется специальная операция выпаривания.

Согласно данному изобретению отработанный раствор хлорида металла также дополнительно предпочтительно содержит кроме по меньшей мере одного окисляемого компонента свободную соляную кислоту.

Поэтому преимущественно возможно, согласно данному изобретению, чтобы способ и система по изобретению эффективно применялись для того, чтобы извлекать отработанную соляную кислоту из отработанных жидкостей, в особенности травильных растворов, разных промышленных процессов, а именно различных процессов травления, гальванических процессов и т.п.

Согласно предпочтительному варианту реализации данного изобретения температура окисления, применяемая на первом этапе (этап окисления), равна или превышает 110°C и равна или не превышает 250°C, предпочтительно равна или превышает 130°C и равна или не превышает 200°C, предпочтительнее равна или превышает 140°C и равна или не превышает 170°C, наиболее предпочтительно равна или превышает 145°C и равна или не превышает 155°C, и/или температура гидролиза, применяемая на втором этапе (этап гидролиза), равна или превышает 130°C и равна или не превышает 300°C, предпочтительно равна или превышает 150°C и равна или не превышает 230°C, предпочтительнее равна или превышает 160°C и равна или не превышает 180°C, наиболее предпочтительно равна или превышает 165°C и равна или не превышает 175°C.

Согласно данному изобретению, таким образом, преимущественно возможно проводить способ по изобретению эффективным, энергоэффективным и оперативным образом.

Согласно дополнительному предпочтительному варианту реализации данного изобретения давление окисления, применяемое на первом этапе (этап окисления), равно или превышает 0,3 МПа и равно или не превышает 1,2 МПа, предпочтительно равно или превышает 0,6 МПа и равно или не превышает 1,0 МПа, предпочтительнее равно или превышает 0,7 МПа и равно или не превышает 0,9 МПа, наиболее предпочтительно равно или превышает 0,75 МПа и равно или не превышает 0,85 МПа, и/или давление гидролиза, применяемое на втором этапе (этап гидролиза) равно или превышает 0,05 МПа и равно или не превышает 1,2 МПа, предпочтительно равно или превышает 0,08 МПа и равно или не превышает 0,8 МПа, предпочтительнее равно или превышает 0,09 МПа и равно или не превышает 0,5 МПа, наиболее предпочтительно равно или превышает 0,095 МПа и равно или не превышает 0,2 МПа.

Согласно данному изобретению этап концентрирования и нагревания предпочтительно происходит во время этапа гидролиза, пока в реакторе не будет достигнута точка кипения раствора. После этого раствор постепенно выпаривают. Однако, чтобы поддерживать оптимальные условия гидролиза в реакторе, предпочтительно постепенно добавлять, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла из первого элемента хранения. Во время проведения этапа гидролиза образуются соляная кислота (или ее пары) и оксид железа (Fe_2O_3), и, таким образом, используют, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла, пока не опустеет первый элемент хранения. Содержимое реактора в этот момент подают в первый элемент хранения, поэтому реактор опустошается, чтобы быть готовым к проведению этапа окисления новой партии отработанного раствора хлорида металла.

Согласно данному изобретению, таким образом, преимущественно возможно проводить способ по изобретению эффективным, энергоэффективным и оперативным образом.

Данное изобретение также относится к системе для переработки отработанного раствора хлорида металла с использованием периодической переработки, включающей разные рабочие режимы в реакторе системы, к отработанному раствору хлорида металла, содержащему по меньшей мере один окисляемый компонент, к системе, включающей, по меньшей мере, реактор, причем система сконструирована так, что реактор работает в первом рабочем режиме и во втором рабочем режиме, и так, что

отработанный раствор хлорида металла подают в реактор периодически, и при работе реактора в первом рабочем режиме в реакторе проходит этап окисления при температуре окисления, превышающей $90^{\circ}C$, и при давлении окисления, превышающем 0,3 МПа, причем по меньшей мере часть отработанного раствора хлорида металла окисляется во время этапа окисления, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла получают из отработанного раствора хлорида металла, причем окисленная часть, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида металла соответствует по меньшей мере части по меньшей мере одного окисляемого компонента отработанного раствора хлорида металла до этапа окисления;

по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла, по меньшей мере, частично гидролизуют во время этапа гидролиза, который проходит в реакторе при работе реактора во втором рабочем режиме, при температуре гидролиза, превышающей $120^{\circ}C$ и при надлежащем давлении гидролиза, причем во время этапа гидролиза получают соляную кислоту (HCl) и твердую закись железа Fe_2O_3 .

Согласно данному изобретению, таким образом, преимущественно возможно предложить систему (или обрабатывающую станцию), которая требует сравнительно низких затрат на монтаж, а также пониженных затрат на обслуживание. Согласно данному изобретению преимущественно возможно совместить преимущества струйного травления и травления погружением и минимизировать риск перетрава. Дополнительная выгода заключается в том, что отработанная кислота в такой системе имеет такое качество, что может быть обработана на заводе по регенерации без дополнительных инвестиций, учитывая, в частности, концентрацию $FeCl_3$ в такой отработанной кислоте. Согласно предпочтительному варианту реализации данного изобретения, в особенности по отношению к системе по изобретению, система дополнительно содержит первый элемент хранения, причем система сконструирована так, что при работе реактора, циклически, в первом рабочем режиме, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла (30), полученный во время ранее проведенного первого этапа, подают в первый элемент хранения (210), и дополнительный отработанный раствор хлорида металла подают в реактор периодически, причем поддерживая работу реактора в первом рабочем режиме, дополнительный, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла получают из дополнительного отработанного раствора хлорида металла, причем система сконструирована так, что после работы реактора в первом рабочем режиме и до работы реактора во втором рабочем режиме, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла, в особенности дополнительно, также дополнительный, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла подают из первого элемента хранения в реактор.

Согласно предпочтительному варианту реализации данного изобретения, в особенности по отношению к системе по изобретению, система дополнительно содержит второй элемент хранения, причем система сконструирована так, что во время этапа гидролиза, дополнительный отработанный раствор хлорида металла (из первичного процесса) подают и хранят во втором элементе хранения.

Посредством установки второго элемента хранения для хранения отработанного раствора хлорида металла преимущественно возможно, несмотря на способ по изобретению, работающий (или систему по изобретению, работающую) согласно периодической переработке, производить отработанный раствор

хлорида металла непрерывно и хранить во втором элементе хранения.

Согласно предпочтительному варианту реализации данного изобретения, в особенности по отношению к системе по изобретению, первый элемент хранения имеет первую накопительную емкость, а реактор имеет вторую накопительную емкость, причем отношение первой и второй накопительных емкостей более чем 2:1, предпочтительно более чем 3:1, предпочтительнее более чем 5:1 и наиболее предпочтительно более чем 10:1.

Согласно данному изобретению, таким образом, преимущественно возможно избегать тех изменений в рабочем режиме реактора, которые необходимо выполнять слишком часто. В случае, когда первая накопительная емкость соответствует примерно 5-кратной второй накопительной емкости, возможно поддерживать работу реактора при по меньшей мере пяти партиях от его эффективного объема (для первого рабочего режима, т.е. этапа окисления), пока первый элемент хранения не будет заполнен. Следовательно, чем в большей степени увеличивается первая накопительная емкость (относительно эффективного объема реактора относительно первого рабочего режима), тем менее часто необходимо применять изменения рабочего режима реактора. Это также подразумевает, что согласно данному изобретению, эффективный объем реактора и, следовательно, его размер (но также размер насосного оборудования или т.п.) возможно масштабировать согласно потребностям первичных процессов.

Согласно еще одному дополнительному варианту реализации изобретения, в особенности относительно системы по изобретению, система сконструирована так, чтобы обрабатывать количество отработанного раствора хлорида металла, равное или превышающее 10 л/ч и равное и не превышающее 5000 л/ч, предпочтительно соответствующее равному или превышающему 30 л/ч и равному или не превышающему 3000 л/ч, предпочтительнее соответствующее равному или превышающему 60 л/ч и равному или не превышающему 2000 л/ч, наиболее предпочтительно соответствующее равному или превышающему 100 л/ч и равному или не превышающему 1500 л/ч. Согласно данному изобретению, таким образом, преимущественно возможно проводить регенерацию соляной кислоты также для процессов, дающих сравнительно небольшие объемы в единицу времени.

Эти и другие характеристики, признаки и преимущества данного изобретения станут очевидными из следующего детального описания вместе с прилагаемыми графическими материалами, которые изображают в качестве примера принципы изобретения. Описание приводится только для примера без ограничения объема изобретения. Исходная фигура, приведенная ниже, относится к прилагаемым графическим материалам.

Краткое описание графических материалов

На чертеже схематически изображена система по данному изобретению для переработки отработанного раствора хлорида металла с использованием периодической переработки, включающей разные рабочие режимы реактора системы, причем система содержит реактор, первый элемент хранения, а также второй элемент хранения.

Подробное описание

Данное изобретение описывают по отношению к определенным вариантам реализации изобретения и с ссылкой на определенные графические материалы, но изобретение ограничивается не ими, а только формулой изобретения. Описанные графические материалы являются только схематическими и не ограничивающими. В графических материалах размер некоторых элементов является увеличенным и не приводится в масштабе с иллюстративными целями.

В случае, когда используется неопределенная форма существительного в единственном числе, она также включает множественное число этого существительного, если только специально не утверждается что-либо иное.

Дополнительно термины первый, второй, третий и т.п. в описании и формуле изобретения используются для отличия аналогичных элементов и необязательно для описания последовательного или хронологического порядка. Понятно, что термины, используемые таким образом, являются синонимами в подходящих обстоятельствах и что варианты реализации изобретения, описанные в данном тексте, могут проводиться в других последовательностях, чем это описано или изображено в данном тексте. На чертеже схематически изображена система 100 по данному изобретению для переработки отработанного раствора хлорида металла с использованием периодической переработки, включающей разные рабочие режимы реактора 200 системы 100, причем система 100 содержит реактор 200, первый элемент хранения 210, а также второй элемент хранения 220. В типовом примере согласно чертежу система 100 содержит кроме реактора 200, первого элемента хранения 210 и второго элемента хранения 220, первый шаровой клапан 121 (предпочтительно автоматический шаровой клапан), второй шаровой клапан 122 (предпочтительно автоматический шаровой клапан), питательный насос 123, фильтрующий элемент 124, циркуляционный насос 125, фильтрационный насос 126, охлаждающий элемент 127 (или холодильник), нагнетательный клапан 128, конденсатор 129 и емкость для хранения регенерированной кислоты 130 (третий элемент хранения 130), имеющий выходное отверстие 131, соединенное с первичным процессом, требующим свежую (или регенерированную) кислоту. Реактор 200 содержит входное отверстие для кислорода 132 и фильтр (или фильтрующий элемент 124), содержащий выходное отверстие для кислорода 133. В типовом варианте реализации изобретения согласно чертежу система 100 также содержит нагревательный мо-

дуль, который способен обеспечить дополнительное нагревание содержимого реактора 200. Нагревательный модуль содержит дополнительный насос 134 и нагревательный элемент 135. Содержимое реактора 200 нагнетают, по меньшей мере частично, с помощью дополнительного насоса 134 в нагревательный элемент 135, нагревают в нагревательном элементе 135 и после этого повторно вводят в реактор 200 (стрелка, обозначенная кругом с позицией 7). Однако нагревательный модуль не обязательно предлагается или устанавливается как часть системы 100. Посредством дополнительного нагревания содержимого реактора 200 с помощью нагревательного элемента преимущественно возможно сократить время, требуемое для полного проведения реакции в реакторе 200, в особенности реакции первого (окислительно-го) этапа, в особенности по отношению к начальной фазе этапа окисления, т.е. согласно альтернативному варианту реализации данного изобретения, этап окисления проводят при включенном во время начальной фазы этапа окисления нагревательном модуле (которая занимает, например, от 10 до 70% общего времени, требуемого для проведения этапа окисления) и на протяжении оставшегося времени этапа окисления (после начальной фазы) нагревательный модуль выключен (поскольку реакция сама по себе образует достаточно теплоты).

Первый элемент хранения 210 представляет собой емкость для хранения $FeCl_3$, используемую для хранения, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида металла 30. Второй элемент хранения 220 представляет собой емкость для хранения отработанной кислоты, т.е. буферную емкость для хранения отработанного раствора хлорида металла 10 в течение интервалов времени, при которых реактор 200 используют во втором рабочем режиме.

Способ по изобретению проводят следующим образом.

Отработанный раствор хлорида металла 10 (полученного в результате первичного процесса, не изображенного на чертеже) подают или накапливают во втором элементе хранения 220 (стрелка, обозначенная кругом с позицией 1). В первой точке времени предполагается, что реактор 200 работает в первом рабочем режиме (будучи более или менее пустым). Начальный отработанный раствор хлорида металла 10 или его часть подают (через питательный насос 123) из второго элемента хранения 220 в реактор 200 (стрелка, обозначенная кругом с позицией 2). Для проведения этапа окисления для (начального) отработанного раствора хлорида металла 10 к отработанному раствору хлорида металла 10 в реакторе 200 добавляют кислород (через входное отверстие для кислорода 132). Это приводит к тому, что по меньшей мере часть отработанного раствора хлорида металла 10 является окисленной, следовательно, получают (начальный), по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла 30 из (начального) отработанного раствора хлорида металла 10, при этом окисленная часть, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида металла 30 соответствует по меньшей мере части по меньшей мере одного окисляемого компонента отработанного раствора хлорида металла 10 до этапа окисления. После этапа окисления нерастворимые части (образованные в жидкости в реакторе 200) отфильтровывают с помощью фильтрующего элемента 124 (включающего фильтрационный насос 126 и охлаждающий элемент 127), удаляют из фильтрующего элемента 124 через выходное отверстие для кислорода 133 и полученный, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла 30 подают в первый элемент хранения 210 (стрелка, обозначенная кругом с позицией 3), при этом, таким образом, опустошается реактор 200. Таким образом, перерабатывается первая или начальная порция отработанного раствора хлорида металла, если говорить об этапе окисления. Как правило, процесс продолжают, подавая дополнительный отработанный раствор хлорида металла 10' из второго элемента хранения 220 в реактор 200 (стрелка, обозначенная кругом с позицией 2) и аналогичным образом выполняя этап окисления, следовательно, получая дополнительный, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла 30' (а также удаляя нерастворимые части через выходное отверстие для кислорода 133), при этом дополнительный частично окисленный раствор хлорида металла 30' аналогично подают в первый элемент хранения 210 (стрелка, обозначенная кругом с позицией 1). После разгрузки реактора 200 процесс дополнительно продолжают, подавая (один или более раз) еще один дополнительный отработанный раствор хлорида металла и получая еще один дополнительный, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла, пока первый элемент хранения 210 не наполнится, по меньшей мере частично, окисленным раствором хлорида металла 30. Затем реактор 200 работает во втором рабочем режиме, при этом проходит этап гидролиза: по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла 30 (либо подаваемый из первого элемента хранения 210 (стрелка, обозначенная кругом с позицией 4), либо остаточный, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла из последней порции, полученной на первом этапе (стрелка, обозначенная кругом с позицией 5)), по меньшей мере частично, гидролизует во время этапа гидролиза. Реактор 200 работает во втором рабочем режиме при температуре гидролиза, превышающей $120^{\circ}C$, и при надлежащем давлении гидролиза. Таким образом, образуется соляная кислота (HCl) (и подается через нагнетательный клапан 128 и конденсатор 129 (стрелка, обозначенная кругом с позицией 6) в емкость хранения регенерированной кислоты 130 (третий элемент хранения 130); отсюда регенерированную кислоту возвращают через выходное отверстие 131 в первичный процесс, дающий отработанный раствор хлорида металла 10) и образуется твердый оксид железа Fe_2O_3 (и удаляется через выходное отверстие 133). Эту операцию продолжают пока первый элемент хранения 210 не станет пустым. Во время работы реактора 200 во втором рабочем режиме образуется дополнительный отработанный раствор хлор-

рида металла 10, который хранится или накапливается во втором элементе хранения 220, таким образом, операция повторяется снова. Описание способа по изобретению и системы по изобретению в предыдущем параграфе относится к отработанному раствору хлорида металла 10, имеющему относительно низкую концентрацию, как правило, от 14 до 28 мас.% по меньшей мере одного окисляемого компонента. Согласно альтернативному варианту реализации данного изобретения вместо обработки отработанного раствора хлорида металла 10 с помощью способа по изобретению и в системе по изобретению концентрированный отработанный раствор хлорида металла 20 (имеющий более высокую концентрацию по меньшей мере одного окисляемого компонента) обрабатывают согласно тому же способу в реакторе 200. Как правило, первичные процессы (дающие отработанный раствор хлорида металла 10) не образуют концентрированный отработанный раствор хлорида металла 20 (имеющий такую более высокую концентрацию по меньшей мере одного окисляемого компонента), следовательно, отработанный раствор хлорида металла 10, образующийся в восходящем процессе, подвергается этапу предварительного концентрирования, дающему концентрированный отработанный раствор хлорида металла 20. Однако этот этап предварительного концентрирования не изображен на чертеже. Как правило, концентрированный отработанный раствор хлорида металла 20 содержит в качестве по меньшей мере одного окисляемого компонента хлористое железо (хлорид железа(II)) при концентрации предпочтительно от 22 до 45 мас.%. Из выше изложенного описания следует, что согласно данному изобретению регенерация соляной кислоты выполняется периодически в два этапа, включая этап окисления и этап гидролиза. На этапе окисления отработанный раствор хлорида металла (или отработанный травильный раствор) окисляется кислородом (O_2) и превращается в $FeCl_3$ (т.е., по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла 30). Этот технологический этап повторяют и, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла 30 ($FeCl_3$) хранят в буферной емкости (первый элемент хранения 210). После этого рабочий режим переключают и $FeCl_3$ разлагают путем нагревания раствора до определенной температуры (температура гидролиза). В результате этого процесса разложения образуется соляная кислота (HCl) и оксид железа. Регенерированную HCl конденсируют и используют повторно, оксид железа отделяют как побочный продукт. Согласно данному изобретению для этапа окисления и этапа гидролиза используют один и тот же сосуд, т.е. реактор 200. Этот подход успешно снижает пространственные требования, капиталовложения и позволяет обслуживать сегмент рынка, который в данный момент не имеет доступа к системе регенерации отработанного раствора хлорида металла (или отработанного травильного раствора).

Ссылочные позиции.

- 1 - Подача отработанного раствора хлорида металла во второй элемент хранения,
- 2 - подача отработанного раствора хлорида металла в реактор,
- 3 - подача, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида металла в первый элемент хранения,
- 4 - подача, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида металла в реактор,
- 5 - подача, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида металла в реактор,
- 6 - выходное отверстие регенерированной соляной кислоты,
- 10 - отработанный раствор хлорида металла,
- 20 - концентрированный отработанный раствор хлорида металла,
- 30 - по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида металла,
- 100 - система,
- 121 - первый шаровой клапан,
- 122 - второй шаровой клапан,
- 123 - питательный насос,
- 124 - фильтрующий элемент,
- 125 - циркуляционный насос,
- 126 - фильтрационный насос,
- 127 - охлаждающий элемент,
- 128 - нагнетательный клапан,
- 129 - конденсатор,
- 130 - емкость хранения регенерированной кислоты/третий элемент хранения,
- 131 - выходное отверстие, соединенное с первичным процессом, требующим свежую/регенерированную кислоту,
- 132 - входное отверстие для кислорода,
- 133 - выходное отверстие для кислорода,
- 200 - реактор,
- 210 - первый элемент хранения,
- 220 - второй элемент хранения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ переработки отработанного раствора хлорида железа FeCl_2 (10), содержащего по меньшей мере один окисляемый компонент, с периодической обработкой при разных рабочих режимах в реакторе (200), включающий следующие этапы:

на первом этапе отработанный раствор хлорида железа FeCl_2 (10) подают в реактор (200), и при работе реактора в первом рабочем режиме в реакторе происходит этап окисления при температуре окисления, превышающей 90°C , и при давлении окисления, превышающем $0,3$ МПа,

причем по меньшей мере часть отработанного раствора хлорида железа FeCl_2 (10) окисляется во время этапа окисления, при этом, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида железа FeCl_3 (30) получают из отработанного раствора хлорида железа FeCl_2 (10), и окисленная часть, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида железа FeCl_3 (30) соответствует по меньшей мере части по меньшей мере одного окисляемого компонента отработанного раствора хлорида железа FeCl_2 (10) до этапа окисления,

на втором этапе, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида железа FeCl_3 (30), по меньшей мере частично, гидролизуется во время этапа гидролиза, который проходит в реакторе (200) в то время, как реактор (200) работает во втором рабочем режиме, при температуре гидролиза, превышающей 120°C , равной или превышающей 130°C и равной или не превышающей 300°C ,

причем давление гидролиза, применяемое на этапе гидролиза, равно или превышает $0,05$ МПа и равно или не превышает $1,2$ МПа, причем во время этапа гидролиза получают соляную кислоту (HCl) и твердую закись железа Fe_2O_3 , причем способ включает применение дополнительного первого элемента хранения (210), и в то время как реактор (200) работает в первом рабочем режиме, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида железа FeCl_3 (30), полученный во время ранее проведенного первого этапа, подают в первый элемент хранения (210), а дополнительный отработанный раствор хлорида металла FeCl_2 (10') подают в реактор (200) периодически, причем продолжая работу реактора (200) в первом рабочем режиме проводят первый этап окисления и дополнительный, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида железа FeCl_3 (30') получают из дополнительного отработанного раствора хлорида железа FeCl_2 (10'), причем в реактор (200) между первым и вторым режимом его работы подают из первого элемента хранения (210) главным образом дополнительно, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида железа FeCl_3 (30), а также дополнительный, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида железа FeCl_3 (30').

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что

на втором этапе указанный гидролиз проходит при температуре, предпочтительно равной или превышающей 150°C и равной или не превышающей 230°C , предпочтительнее равной и превышающей 160°C и равной или не превышающей 180°C , наиболее предпочтительно равной или превышающей 165°C и равной или не превышающей 175°C ,

причем давление гидролиза, применяемое на этапе гидролиза, предпочтительно равно или превышает $0,08$ МПа и равно или не превышает $0,8$ МПа, предпочтительнее равно или превышает $0,09$ МПа и равно или не превышает $0,5$ МПа, наиболее предпочтительно равно или превышает $0,095$ МПа и равно или не превышает $0,2$ МПа.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что периодически, после проведения первого этапа для отработанного раствора хлорида железа и до проведения первого этапа для дополнительного отработанного раствора хлорида железа и предпочтительно после работы реактора (200) в первом рабочем режиме и до работы реактора (200) во втором рабочем режиме, реактор (200), по меньшей мере частично, разгружают, разгружают предпочтительно по меньшей мере на 50% , разгружают предпочтительнее по меньшей мере на 70% , разгружают наиболее предпочтительно по меньшей мере на 90% .

4. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что отработанный раствор хлорида железа содержит в качестве по меньшей мере одного окисляемого компонента хлорид железа(II), причем отработанный раствор хлорида железа предпочтительно содержит от 14 до 28 мас.%, предпочтительно около 22 мас.% хлорида железа(II).

5. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что до проведения первого этапа отработанный раствор хлорида железа FeCl_2 (10) проходит этап предварительного концентрирования с образованием концентрированного отработанного раствора хлорида железа (20), причем концентрированный отработанный раствор хлорида железа (20) содержит в качестве по меньшей мере одного окисляемого компонента хлорид железа(II), причем концентрированный отработанный раствор хлорида железа (20) преимущественно содержит от 22 до 45 мас.%, предпочтительно около 40 мас.% хлорида железа(II).

6. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида железа FeCl_3 (30) содержит в качестве по меньшей мере части его окисленной части хлорид железа(III), причем, по меньшей мере частично, окисленный раствор хлорида железа предпочтительно содержит от 12 до 25 мас.%, предпочтительно около 20 мас.% хлорида

железа(III).

7. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что отработанный раствор хлорида железа (10) содержит кроме по меньшей мере одного окисляемого компонента свободную соляную кислоту.

8. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что температура окисления, применяемая на первом этапе, равна или превышает 110°C и равна или не превышает 250°C, предпочтительно равна или превышает 130°C и равна или не превышает 200°C, предпочтительнее равна или превышает 140°C и равна или не превышает 170°C, наиболее предпочтительно равна или превышает 145°C и равна или не превышает 155°C, и/или причем температура гидролиза, применяемая на втором этапе, равна или превышает 130°C и равна или не превышает 300°C, предпочтительно равна или превышает 150°C и равна или не превышает 230°C, предпочтительнее равна или превышает 160°C и равна или не превышает 180°C, наиболее предпочтительно равна или превышает 165°C и равна или не превышает 175°C.

9. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что давление окисления, применяемое на первом этапе, равно или превышает 0,3 МПа и равно или не превышает 1,2 МПа, предпочтительно равно или превышает 0,6 МПа и равно или не превышает 1,0 МПа, предпочтительнее равно или превышает 0,7 МПа и равно или не превышает 0,9 МПа, наиболее предпочтительно равно или превышает 0,75 МПа и равно или не превышает 0,85 МПа, и/или причем давление гидролиза, применяемое на втором этапе, равно или превышает 0,05 МПа и равно или не превышает 1,2 МПа, предпочтительно равно или превышает 0,08 МПа и равно или не превышает 0,8 МПа, предпочтительнее равно или превышает 0,09 МПа и равно или не превышает 0,5 МПа, наиболее предпочтительно равно или превышает 0,095 МПа и равно или не превышает 0,2 МПа.

10. Система (100) для переработки отработанного раствора хлорида железа FeCl_2 (10) для осуществления способа по пп.1-9, содержащая по меньшей мере один реактор (200) и сконструированная таким образом, что реактор (200) выполнен с возможностью работать в первом рабочем режиме и во втором рабочем режиме, при этом система (100) содержит первый элемент хранения (210), а также второй элемент хранения (220), первый шаровой клапан (121), второй шаровой клапан (122), питательный насос (123), фильтрующий элемент (124), циркуляционный насос (125), фильтрационный насос (126), охлаждающий элемент (127), нагнетательный клапан (128), конденсатор (129) и емкость для хранения регенерированной кислоты (130), имеющую выходное отверстие (131), соединенное с первичным процессом, требующим свежую или регенерированную кислоту, при этом реактор (200) содержит входное отверстие для кислорода (132) и фильтр (124), содержащий выходное отверстие для кислорода (133), при этом система (100) также содержит нагревательный модуль, который выполнен с возможностью обеспечить дополнительное нагревание содержимого реактора (200), причем нагревательный модуль содержит дополнительный насос (134) и нагревательный элемент (135), причем дополнительный насос (134) выполнен с возможностью подачи, по меньшей мере частично, указанного содержимого в нагревательный элемент (135) для нагрева и повторной подачи в реактор (200).

11. Система (100) по п.10, отличающаяся тем, что дополнительно содержит первый элемент хранения (210) и выполнена с возможностью подачи во время работы реактора (200), особенно периодической, в первом рабочем режиме, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида железа FeCl_3 (30), полученного во время ранее проведенного первого этапа, в первый элемент хранения (210) и подачи дополнительно отработанного раствора хлорида железа FeCl_2 (10') в реактор (200) периодически и получения при продолжении работы реактора (200) в первом рабочем режиме дополнительного, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида железа (30') из дополнительного отработанного раствора хлорида железа FeCl_2 (10'), причем система (100) выполнена с возможностью подачи в реактор (200) между первым и вторым режимами его работы из первого элемента хранения (210) главным образом дополнительно, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида железа (30), а также дополнительного, по меньшей мере частично, окисленного раствора хлорида железа (30').

12. Система (100) по любому из пп.10 или 11, которая дополнительно содержит второй элемент хранения (220), причем система (100) выполнена с возможностью во время этапа гидролиза подачи и хранения дополнительно отработанного раствора хлорида железа FeCl_2 (10) во втором элементе хранения (220).

13. Система (100) по любому из пп.10-12, отличающаяся тем, что первый элемент хранения (210) имеет первую накопительную емкость и реактор (200) имеет вторую накопительную емкость, причем отношение первой и второй накопительных емкостей составляет более чем 2:1, предпочтительно более чем 3:1, предпочтительнее более чем 5:1 и наиболее предпочтительно более чем 10:1.

14. Система (100) по любому из пп.10-13, отличающаяся тем, что выполнена с возможностью обработки количества отработанного раствора хлорида железа FeCl_2 (10), равного или превышающего 10 л/ч и равного и не превышающего 5000 л/ч, предпочтительно соответствующему равному или превышающему 30 л/ч и равному или не превышающему 3000 л/ч, предпочтительнее соответствующему равному или превышающему 60 л/ч и равному или не превышающему 2000 л/ч, наиболее предпочтительно соответствующему равному или превышающему 100 л/ч и равному или не превышающему 1500 л/ч.

