

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038238**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.07.29

(21) Номер заявки
201892011

(22) Дата подачи заявки
2017.03.08

(51) Int. Cl. **C25C 1/00** (2006.01)
C25C 1/12 (2006.01)
C25C 7/02 (2006.01)

(54) ЭЛЕКТРОДНАЯ КОНСТРУКЦИЯ, СНАБЖЕННАЯ РЕЗИСТОРАМИ

(31) 102016000024365; 102016000083106

(32) 2016.03.09; 2016.08.05

(33) IT

(43) 2019.02.28

(86) PCT/EP2017/055476

(87) WO 2017/153489 2017.09.14

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ИНДУСТРИЕ ДЕ НОРА С.П.А. (IT)

(72) Изобретатель:
**Фьоруччи Алессандро, Перего
Микеле, Перроне Паоло, Мояна
Коррадо (IT)**

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

(56) US-A1-2016010233
WO-A2-2015079072
US-A-5100525

(57) Изобретение относится к электроду, который может использоваться в ячейках установок для электролитического извлечения меди и других цветных металлов из ионных растворов. Этот электрод состоит из устройства, содержащего по меньшей мере одну анодную панель для выделения кислорода или хлора, соединенную через множество параллельных резисторов по меньшей мере с одной конструкцией для распределения электрического тока. Эта панель может необязательно иметь зоны электрической несплошности. Изобретение также относится к электролизеру, использующему описанный выше электрод.

B1**038238****038238****B1**

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к электроду, который может выгодно использоваться в электролизерах для установок электрорафинирования и электрохимического извлечения металлов.

Предпосылки изобретения

Установки для электроосаждения металлов, такие как, например, установки, предназначенные для электролитического извлечения цветных металлов, обычно используют один или более электролизеров, каждый из которых содержит множество элементарных ячеек. Эти элементарные ячейки содержат анод и катод, обычно располагающиеся в чередующихся и взаимно параллельных положениях в электролитической ванне. На аноды и катоды подается электроэнергия через систему распределения тока, содержащую по меньшей мере одну анодную шину и по меньшей мере одну катодную шину, находящиеся вблизи от анодов и катодов соответственно и электрически соединенные с ними.

Каждый электрод запитывается электричеством и обычно поддерживается в электролитической ванне в вертикальном положении проводящими несущими элементами. Эти элементы содержат подвесную штангу, прикрепленную или присоединенную к одной или более токонесущим шинам и одной или более конструкциям распределения электрического тока, которые соединяют электрод с его собственной подвесной штангой.

В процессах электрохимического извлечения цветных металлов, таких как медь, цинк или никель, осаждение металла на катодах может происходить неравномерным образом и давать начало росту дендритных образований, которые растут к противоположному аноду со все увеличивающейся скоростью при прохождении электрического тока. Кроме негативного влияния на качество и количество получаемого металла, дендриты могут вызывать короткие замыкания при контакте с противостоящим анодом, зачастую повреждая электрод, угрожая безопасности установки и оказывая весьма негативное влияние на распределение тока по электролизеру. У анодов современной конструкции, выполненных из сетки, жалюзийных конструкций, перфорированных листов, листов или растянутых сеток и листов из титана или других вентильных металлов, которые обладают преимуществом работы с уменьшенным энергопотреблением по сравнению с обычными свинцовыми анодами, короткие замыкания, вызываемые дендритными образованиями, могут причинять электроду обширные и необратимые повреждения и требуют своевременных действий обслуживающего персонала. Однако такая потребность во вмешательствах человека является нежелательной: большинство установок для электролитического извлечения цветных металлов создают вокруг себя вредную для здоровья и потенциально опасную среду; периоды, во время которых обслуживающий персонал подвергается воздействию кислотных туманов от электролизеров, должны быть как можно более короткими.

Однако решения этой проблемы с помощью автоматических систем мониторинга для управления протекающим через электролизеры током в настоящее время являются сложными и дорогими и/или имеют серьезные проблемы эффективности и надежности. Кислотная среда ванны электролита, высокие плотности тока, периодическое удаление катодов со своих мест и высокие рабочие температуры установки составляют нежелательные факторы риска для электронных компонентов, которые присутствуют в известных в данной области техники системах управления и мониторинга, даже когда они снабжены подходящими защитными покрытиями или заделаны в смолы.

Следовательно, желательно предложить систему, которая позволяла бы замедлять рост дендритных образований в вышеупомянутых установках электроосаждения и в любом случае уменьшала бы возможный ущерб, причиняемый коротким замыканием между противоположными электродами, независимо от того, вызвано ли это короткое замыкание дендритами или перекосом электродов. Также желательно, чтобы такая система использовала компоненты с проверенными прочностью, устойчивостью и надежностью в условиях эксплуатации установки электрохимического извлечения, но без заметного снижения эффективности ее работы.

Сущность изобретения

Различные аспекты изобретения изложены в прилагаемой формуле изобретения.

В одном аспекте изобретение относится к анодному устройству для электрорафинирования или электрохимического извлечения цветных металлов. Это анодное устройство содержит по меньшей мере одну анодную панель и по меньшей мере одну конструкцию распределения электрического тока, электрически соединенные вместе посредством множества расположенных параллельно резисторов.

Под резисторами здесь понимается любой резистивный элемент, имеющий электрическое сопротивление 5×10^{-5} Ом или более. Резисторы могут иметь одинаковые или отличающиеся значения электрического сопротивления.

В дальнейшем значения электрического сопротивления относятся к значениям, измеренным при 40°C.

Под термином "анодная панель" подразумевается элемент любой формы и размера, который подходит для его использования в качестве анода и который имеет по меньшей мере одну поверхность, способную выделять кислород или хлор. Эта поверхность может быть плоской или рифленной, сплошной, пористой, резаной, травленной или перфорированной. Анодная панель может быть составной конструкцией и может также содержать несколько элементов, физически отдельных друг от друга (подпанелей), каждый(ая) из которых соединен(а) с помощью по меньшей мере одного резистора по меньшей мере с

одной общей конструкцией распределения электрического тока. Поэтому при номинальных рабочих условиях подпанели данной анодной панели будут иметь по существу тот же самый анодный потенциал и будут обращены к тому же самому катоду.

Конструкции распределения электрического тока могут содержать одну или более проводящих штанг или пластин, таких как, не ограничиваясь ими, снабженные титановым покрытием медные штанги. Конструкциями распределения электрического тока также могут быть листы или панели из свинца или его сплавов, например использованных свинцовых анодов (или использованных анодов, выполненных из свинцовых сплавов).

Конструкции распределения тока электрически соединяют одну или более анодных панелей с анодной подвесной штангой. Последняя, в свою очередь, обычно соединена по меньшей мере с одной анодной шиной, которая подает электроэнергию к электроду.

Авторы изобретения установили, что устройство по изобретению может замедлять рост дендритных образований более чем на 24 ч, а в случае короткого замыкания между электродами уменьшает повреждение анодной панели, ограничивая проходящий через нее максимальный ток, таким образом исключая дополнительные потери эффективности. Электрическая конфигурация в соответствии с изобретением, характеризуемая параллельным соединением резисторов, не оказывает значительного негативного влияния на режим эксплуатации установки (например, в терминах рассеяния электрической мощности), когда ячейка функционирует при номинальных значениях.

Фактически, множество соединенных параллельно резисторов связано с эквивалентным электрическим сопротивлением, которое меньше, чем у каждого из индивидуальных резисторов, и уменьшается по мере того, как увеличивается их число. Без привязки к какой-либо конкретной теории авторы изобретения обнаружили, что когда устанавливается прямой электрический контакт между анодным устройством и катодом, например в результате образования дендрита или перекося электродов, электрический ток начинает течь через конкретное подмножество резисторов за счет электрического сопротивления анодной панели или других ее конкретных геометрических/электрических характеристик (таких как, например, зоны электрической несплошности, способные создавать предпочтительные пути для прохождения тока). Это подмножество резисторов связано с электрическим сопротивлением, которое является более высоким, чем у эквивалентной цепи, когда устройство функционирует при номинальных условиях. Это помогает уменьшить разряд тока через анодную панель по сравнению с тем, что было бы, если бы она находилась в прямом электрическом контакте с конструкцией (или конструкциями) распределения тока.

Выбор, число и величина сопротивления резисторов зависят от различных факторов, таких как, например, физические и химические характеристики анодной панели и плотность тока, на которой работает установка электролитического извлечения.

Эти резисторы могут быть спроектированы таким образом, чтобы, с одной стороны, эквивалентная цепь имела приемлемое омическое падение напряжения для работы установки, а, с другой стороны, индивидуальные резисторы гарантировали достаточное электрическое сопротивление для ограничения серьезного повреждения анода в случае контакта с дендритными образованиями (т.е. создания поверхностного повреждения размером менее чем $2,5 \times 2,5$ см. Повреждения большего размера оказывают негативное влияние на качество осаждения металла). С этой целью при проектировании величины сопротивления этих резисторов специалист в данной области техники будет учитывать плотность тока, при которой функционирует установка, и вычислять значение сопротивления резистора в зависимости от того максимального тока, который может разряжаться через анодную панель, при данных рабочих параметрах ячейки и материала электрода, без нанесения значительного повреждения ее активной поверхности.

Использование омических сопротивлений или линейных резисторов, по меньшей мере, в диапазоне температур между 20 и 65°C, предпочтительно между 20 и 100°C, может сделать их конструктивное решение более простым и может дополнительно гарантировать их надежность вследствие многих не поддающихся контролю факторов, которые способствуют колебаниям температуры в анодных устройствах во время их работы. Следовательно, эти резисторы являются предпочтительными по сравнению с неомическими сопротивлениями, или нелинейными резисторами и термисторами, или другими известными приборами, такими как самовостанавливающиеся предохранители, значение сопротивления которых сильно зависит от температуры и/или силы электрического тока весьма нелинейным образом и которые содержат компоненты (такие как пластмассы и тонкие провода), потенциально опасные при условиях эксплуатации установок электрохимического извлечения.

Для того, чтобы минимизировать увеличение напряжения ячейки по сравнению с обычной работой с использованием панелей, напрямую соединенных с конструкцией распределения тока, при этом гарантируя защитную роль резисторов, может оказаться выгодным выбирать множество подключенных параллельно резисторов так, чтобы они имели эквивалентное электрическое сопротивление в диапазоне между 10^{-5} и 10^{-3} Ом.

В одном варианте осуществления устройства по изобретению общее число резисторов для каждой анодной панели составляет между 15 и 600, предпочтительно между 20 и 300. При одинаковой величине сопротивления индивидуальных резисторов число резисторов ниже некоторого конкретного порога будет приводить к увеличению сопротивления эквивалентной цепи с являющимся следствием этого паде-

нием энергетической эффективности. С другой стороны, чрезмерно высокое их число может сделать сборку анодного устройства долгим и трудоемким процессом. В одном варианте осуществления описанная выше анодная панель подразделена на 2 или 3 подпанели, каждая из которых соединена с конструкцией распределения тока через 15-200 резисторов, предпочтительно через 20-100 резисторов.

В соответствии с другими вариантами осуществления изобретения может оказаться выгодным выбирать резисторы из листов, полос, сеток, кабелей, тканей и плит. Резисторы могут быть, например, прессованными полосами, растянутыми или перфорированными сетками или листами из вентильного металла.

Резисторы этого типа могут обладать тем преимуществом, что они не будут страдать от коррозии или чрезмерного перегрева в случае короткого замыкания между противоположными анодным и катодным устройствами. Под чрезмерным перегревом подразумевается повышение температуры резистора более чем на 50°C по сравнению с номинальным эксплуатационным режимом. В дополнение к этому, в отличие от описанных в данной области техники решений, которые используют обычные электронные компоненты, содержащие пластмассовые, керамические и/или тонкие проводные элементы в анодном устройстве, устройство в соответствии с данным вариантом осуществления не содержит таких критических материалов и может представлять собой выгодное решение с точки зрения безопасности и срока службы анодных компонентов.

В одном варианте осуществления каждый резистор из множества установленных параллельно резисторов имеет электрическое сопротивление в диапазоне между 1×10^{-4} и 1 Ом.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления каждый резистор из множества размещенных параллельно резисторов имеет электрическое сопротивление в диапазоне между 5 и 100 мОм. В частности, каждое электрическое сопротивление может составлять между 10 и 50 мОм.

В соответствии с другим вариантом осуществления изобретения анодные панели содержат подложку из вентильного металла или его сплава и по меньшей мере одно каталитическое покрытие. Панели могут быть снабжены другими покрытиями для защиты подложки или самого каталитического покрытия.

Неисключительными примерами вентильных металлов являются вольфрам, тантал, титан, цирконий и ниобий.

Этот последний вариант осуществления может оказывать меньшее воздействие на окружающую среду, чем обычные свинцовые аноды, и, кроме того, может предложить преимущество ускорения анодной реакции из-за более низкого перенапряжения выделения хлора или кислорода.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретения конструкции распределения электрического тока могут содержать по меньшей мере один лист или панель, выполненные из свинца, такие как, например, отработанный свинцовый анод. Таким образом, возможно модернизировать электролитические ячейки, в которых обычно применялись свинцовые аноды, используя отработанные аноды в качестве конструкций распределения тока с присоединенной к ним анодной панелью из вентильного металла. В этом случае существующий анодный материал остается внутри электролизера, устраняя тем самым проблемы утилизации свинцовых конструкций, в то время как установка может извлечь преимущества из улучшенных характеристик в терминах затрат энергии и/или количества продукта, которые может обеспечить вентильный металл.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления устройство по изобретению снабжено по меньшей мере одной анодной панелью, выбираемой из растянутых сеток, листов, перфорированных листов и жалюзийных конструкций. Под жалюзийными конструкциями понимаются панели, снабженные множеством взаимно параллельных, обычно горизонтальных, разрезов или щелей. Эти конструкции могут иметь рифленый профиль, например с криволинейным сечением между двумя соседними щелями, или наподобие жалюзи, или характеризуемый множеством параллельных полос, наклоненных относительно вертикали.

Авторы изобретения обнаружили, что выполненная из титана анодная панель с жалюзийной конструкцией, перфорированным листом или растянутой сеткой, необязательно снабженной разрезами, может быть выгодной при ее использовании в анодном устройстве по изобретению. Ее геометрические характеристики в случае короткого замыкания с противоположным катодом по самой своей природе способствуют прохождению электрического тока через уменьшенное подмножество резисторов по сравнению с использованием сплошного листа.

Единственная анодная панель в устройстве по изобретению может быть электрически соединена с одной или более конструкциями распределения тока через множество расположенных параллельно резисторов. Точно так же индивидуальная конструкция распределения тока может быть соединена с одной или более анодными панелями через множество параллельных резисторов.

В соответствии с одним вариантом осуществления изобретения по меньшей мере одна анодная панель содержит множество отделенных друг от друга подпанелей, каждая из которых соединена с по меньшей мере одной общей конструкцией распределения электрического тока через по меньшей мере один резистор, предпочтительно через множество резисторов. Набор индивидуальных резисторов, соединенных с индивидуальными подпанелями, фактически можно рассматривать как набор параллельных резисторов для целей электрической цепи, описывающей элементарную электролитическую ячейку с

описанным здесь анодным устройством.

Авторы изобретения обнаружили, что для облегчения сборки анодного устройства может быть выгодным ограничивать количество подпанелей каждой анодной панели числом, равным или меньшим числу распределяющих электрический ток конструкций. Каждая подпанель может быть преимущественно соединена с соответствующей распределительной конструкцией через резисторы числом в диапазоне между 10 и 200, предпочтительно между 15 и 150, а еще более предпочтительно между 20 и 100.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления устройство по изобретению имеет по меньшей мере одну анодную панель, снабженную по меньшей мере одной зоной частичной или полной электрической несплошности.

Под "зоной электрической несплошности" подразумевается электрически изолирующая область, имеющая размер по меньшей мере 1 см вдоль по меньшей мере одного измерения. Эта зона несплошности может располагаться внутри анодной панели и, необязательно, включать в себя ее края (в этом случае она определяется как частичная); она может также простирается вдоль всей протяженности панели, подразделяя ее, таким образом, на несколько подпанелей (в этом случае зона несплошности определяется как полная).

Присутствие одной или более зон электрической несплошности может устанавливать предпочтительные пути электрического тока по поверхности анодной панели в случае контакта с дендритным образованием, таким образом способствуя разряду тока через ограниченное число резисторов.

В соответствии с одним вариантом осуществления изобретения число зон электрической несплошности для каждой анодной панели составляет более чем 10, предпочтительно более чем 50, а еще более предпочтительно более чем 65.

В устройстве по изобретению каждый резистор может быть соединен с анодной панелью посредством области электрического соединения, у которой по меньшей мере одна часть расположена на панели или на ее краю. Эта область электрического соединения также может быть частично несплошной (прерывистой), простираясь по одной или более поверхностям анодной панели и/или сквозь ее толщину. Она может быть также участком, или точкой, или их прерывистым скоплением.

В некоторых случаях эта область может соответствовать сварному шву между резистором и анодной панелью. В некоторых случаях эта область может быть частью любого проводящего элемента, напрямую соединяющего анодную панель с расположенным на самой панели резистором. Когда упомянутый проводящий элемент является общим для нескольких резисторов из множества установленных параллельно резисторов, относящаяся к индивидуальному резистору область электрического соединения определяется частью расположенного на панели проводящего элемента, соответствующей самому короткому пути электрического тока между индивидуальным резистором и панелью.

В некоторых случаях резисторы и анодная панель могут быть выполнены из единого элемента, такого как, например, растянутые сетка или лист или перфорированная пластина. Упомянутый единый элемент подходящим образом складывается и режется таким образом, чтобы он имел с одной стороны анодную поверхность, на которой протекает электрохимическая реакция с противоположным катодом, а с другой стороны множество резистивных полос, сложенных позади анодной поверхности и соединенных параллельно с конструкцией распределения электрического тока. В этом случае под областью соединения подразумевается геометрическая область или участок, соответствующие тем точкам, где резистивная полоса превращается (переходит) в газовыделяющую анодную поверхность, обращенную к катоду, и обычно расположена на загнутом краю упомянутой анодной поверхности.

В последующем под областью электрического соединения подразумевается геометрическая область или участок, соответствующие тем точкам, где панель присоединена к резисторам, напрямую или через электрическое соединение, или, в качестве альтернативы, загибается, где загнутая часть соединяет противоположную катоду поверхность анодной панели со множеством резисторов, соединенных с конструкцией распределения тока.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретения по меньшей мере одна зона электрической несплошности помещается между двумя соседними областями электрического соединения.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретения анодное устройство снабжено по меньшей мере 7 парами соседних областей электрического соединения, предпочтительно по меньшей мере 20, еще более предпочтительно по меньшей мере 50, и по меньшей мере одна зона электрической несплошности располагается между каждой из упомянутых пар соседних областей электрического соединения.

Под соседними областями электрического соединения подразумеваются две области соединения, между которыми нет других областей соединения.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретения по меньшей мере одна анодная панель снабжена по меньшей мере 10 зонами электрической несплошности и по меньшей мере 10 областями соединения, причем каждая зона электрической несплошности располагается на расстоянии менее чем 20 см от по меньшей мере одной области соединения.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретения по меньшей мере одна анодная панель снабжена по меньшей мере 20 зонами электрической несплошности и по меньшей мере 20 облас-

тиями соединения, причем каждая зона электрической несплошности располагается на расстоянии менее чем 15 см от по меньшей мере одной области соединения.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретения по меньшей мере одна анодная панель снабжена по меньшей мере 20 зонами электрической несплошности и по меньшей мере 20 областями соединения, причем каждая зона электрической несплошности располагается на расстоянии менее чем 10 см от по меньшей мере одной области соединения.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретения по меньшей мере одна анодная панель снабжена по меньшей мере 25 зонами электрической несплошности и по меньшей мере 25 областями соединения, причем каждая зона электрической несплошности располагается на расстоянии менее чем 10 см от по меньшей мере одной области соединения.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретения имеется по меньшей мере одна зона электрической несплошности вдоль по меньшей мере одного заданного направления в плоскости анодной панели, расположенная между каждой парой последовательных областей электрического соединения вдоль упомянутого направления.

Этот вариант осуществления может обеспечить преимущество способствования прохождению тока через небольшое число резисторов в случае вызванного контактом с дендритом короткого замыкания в элементарной ячейке, таким образом, ограничивая разряжаемый через панель ток и, следовательно, снижая наносимое ей повреждение.

В соответствии с другим вариантом осуществления изобретения имеется, по меньшей мере, одна зона электрической несплошности для каждой пары соседних областей электрического соединения. Например, в том случае, когда две соседние области электрического соединения размещены на высотах h_1 и h_2 соответственно, где $h_1 < h_2$, по меньшей мере одна зона электрической несплошности располагается на высоте h_3 , где h_1 меньше или равно h_3 , h_3 меньше или равно h_2 . Эта конфигурация может способствовать протеканию тока по существу только через один резистор в случае короткого замыкания, вызванного непосредственным контактом с дендритом.

Положения зон несплошности и областей соединения определяются соответствующими положениями их геометрических центров (барицентров).

В соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретения по меньшей мере одна анодная панель снабжена числом N_1 областей электрического соединения, соединяющих анодную панель со множеством параллельных резисторов, и числом N_2 зон электрической несплошности, причем N_1 и N_2 удовлетворяют следующим критериям: N_2 - целое число, большее чем половина N_1 , и $5 \leq N_1 \leq 100$. Эти области соединения располагаются вдоль первой вертикальной полосы; зоны электрической несплошности располагаются вдоль по меньшей мере одной второй вертикальной полосы, необязательно перекрывающей первую полностью или частично.

Данная вертикальная полоса является воображаемой геометрической поверхностью, ее высота совпадает с высотой анодной панели, а ее ширина является такой, что она содержит горизонтальные проекции всех областей соединения или альтернативно всех зон несплошности, чьи горизонтальные проекции перекрываются по меньшей мере в одной точке.

Анодная панель может также быть снабжена числом N_3 дополнительных областей электрического соединения, расположенных вдоль третьей вертикальной полосы, которая не совпадает с первой, где $5 \leq N_3 \leq 100$. Анодная панель также может иметь N_4 дополнительных зон электрической несплошности, где N_4 - целое число, большее чем половина N_3 , и эти дополнительные зоны электрической несплошности располагаются вдоль четвертой вертикальной полосы, необязательно перекрывающей третью полностью или частично.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления N_1 (и/или N_3 , если есть) может иметь значение между 10 и 100, 20 и 100 или 20 и 80.

В соответствии с другими вариантами осуществления изобретения анодная панель может иметь множество дополнительных областей электрического соединения, расположенных вдоль одной или более дополнительных отдельных вертикальных полос, и необязательно может иметь множество дополнительных зон электрической несплошности, расположенных вдоль одной или более дополнительных вертикальных полос.

В соответствии с другим вариантом осуществления по меньшей мере одна зона электрической несплошности представляет собой разрез, отверстие или вставку из электроизолирующего материала. Под отверстием подразумевается сквозное отверстие любой природы. Под разрезом подразумевается разрыв сквозь всю толщину панели, который может быть выполнен с удалением материала или без него.

В случае контакта с дендритом авторы изобретения обнаружили, что, если зоны электрической несплошности имеют по меньшей мере один размер, больший или равный 5 см, например в случае разрезов, подходящим образом расположенных на поверхности панели в соответствии с описанными выше различными вариантами осуществления, протекающий через панель электрический ток может быть частично направлен вдоль небольшого числа резисторов. Таким образом, максимальный ток, проходящий через панель, может эффективно поддерживаться ниже некоторого порогового значения, которое огра-

ничивает возможные повреждения анодного устройства и обеспечивает безопасность установки.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления анодное устройство по изобретению содержит по меньшей мере две анодные панели, предпочтительно из титана, снабженные каталитическим покрытием, обращенные к двум противоположным катодам. Эти две панели, которые являются отдельными друг от друга, выбраны из жалюзийных конструкций, растянутых сеток или листов. Устройство также содержит по меньшей мере две конструкции распределения электрического тока, каждая из которых соединена по меньшей мере с одной панелью через множество размещенных параллельно друг другу резисторов. Каждая панель содержит 5-100 областей соединения, расположенных вдоль первой вертикальной полосы, и каждая область соединения чередуется с горизонтальным разрезом длиной 5 см или более. Каждый разрез имеет по меньшей мере одну точку, расположенную на расстоянии 0-10 см от упомянутой первой вертикальной полосы. Чередование разрезов с областями соединения не обязательно подразумевает то, что они находятся между двумя соседними областями, а то, что вдоль вертикального направления вертикальное положение каждого разреза находится между вертикальной проекцией двух соседних соединительных областей.

Альтернативно разрезы могут быть наклонены под углом 20-60° относительно вертикали. Разрезы могут быть сделаны с удалением материала или без него; в первом случае они могут быть сквозными отверстиями через всю толщину панели.

В соответствии с другим аспектом изобретение относится к электролизеру для электрохимического извлечения цветных металлов, содержащему по меньшей мере одно из описанных выше анодных устройств.

Краткое описание чертежей

Ряд вариантов осуществления изобретения описывается в качестве примера ниже со ссылкой на прилагаемые фигуры, целью которых является исключительно иллюстрация взаимного расположения различных элементов, относящихся к упомянутым вариантам осуществления изобретения; в частности, эти фигуры должны пониматься как выполненные не в масштабе.

Фиг. 1-13 схематично иллюстрируют ряд вариантов осуществления анодного устройства по изобретению.

Подробное описание чертежей

Фиг. 1 показывает схематические вид сзади (I), вид сбоку (II) и вид спереди (III) анодного устройства по изобретению. Эта фигура показывает анодную подвесную штангу (100), соединенную с конструкцией (300) для распределения электрического тока. Последняя соединена с анодной панелью (200) через множество резисторов (400), соединенных с этой панелью через области (500) электрического соединения. Передняя поверхность анодной панели (вид III) является той поверхностью, на которой протекает реакция выделения кислорода или хлора. Вертикальное направление обозначено стрелкой (y); оно обычно совпадает с вертикальным направлением обычной ячейки электрохимического извлечения металла. Основание (200) анодной панели располагается на высоте, обозначенной осью x, которая задает горизонтальную привязку.

Фиг. 2 показывает вид сзади (I), сбоку (II) и снизу (III) одного варианта осуществления анодного устройства по изобретению. В этом варианте осуществления резисторы (400) являются растянутыми сетками из титана, приваренными к анодной панели (200) в соответствии с областями (500) электрического соединения. На этой панели имеется зона электрической несплошности (600) между каждой парой соседних областей соединения. Эти зоны несплошности (разрывности) приводят к частичной фрагментации анодной панели вдоль вертикального направления. Было обнаружено, что, если возникает контакт между дендритным образованием и лежащей между двумя зонами несплошности областью панели, то ток может предпочтительно течь через резистор (или резисторы) поблизости от самой близкой к нему области (или областей) соединения. Следовательно, электрическое сопротивление, противодействующее току в случае прямого контакта между электродами, будет близким к сопротивлению R_i этого индивидуального резистора. Он, в свою очередь, будет выполнен подходящим по размеру специалистом в данной области техники таким образом, чтобы гарантировать, что при условиях работы установки максимальный ток, проходящий через пятно контакта на панели, сохраняется ниже заданного порогового значения для того, чтобы защитить устройство. С другой стороны, при номинальном режиме работы установки электрическое сопротивление, обеспечиваемое анодным устройством, по существу соответствует эквивалентному электрическому сопротивлению R_{eq} параллельной цепи, образованной множеством резисторов, где $R_{eq} \ll R_i$. Когда эти резисторы идентичны друг другу и присутствуют в количестве N_R , R_{eq} будет соответствовать отношению R_i/N_R . Следовательно, путем выбора подходящего числа резисторов и надлежащего сопротивления R_i можно получить небольшое снижение эффективности в элементарной ячейке, в то же самое время гарантируя, что анодная панель будет защищена в случае электрического контакта между электродами.

В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 2, между анодной панелью и конструкцией (300) распределения тока располагается изолирующий элемент (700). Этот элемент способствует предотвращению случайного прямого контакта анодной панели и конструкции распределения тока. Он также составляет механический несущий элемент для панели. Анодная панель, изолирующий элемент и

конструкция распределения тока могут быть скреплены вместе крепежными средствами (не показаны на фигуре).

Фиг. 3 показывает вид сзади (I), спереди (II) и снизу (III) одного варианта осуществления анодного устройства по изобретению. Анодная панель и резисторы изготовлены из единого плоского элемента, который частично загибается обратно вдоль вертикального направления (050). Загнутый край этого плоского элемента снабжен множеством горизонтальных разрезов (900) и находится в контакте с конструкцией (300) распределения тока. Горизонтальные разрезы (900) подразделяют загнутую часть элемента на множество параллельных резисторов (400). Эти разрезы проходят по фронтальной плоскости анодной панели (200), обеспечивая зоны несплошности (600). Области (500) электрического соединения представляют воображаемое разделение между фронтальной плоскостью, где протекает анодная реакция (т.е. анодной панелью), и параллельными полосами, которые составляют резисторы. Изолирующий элемент (700) может быть построен так, как проиллюстрировано на фигуре, или может предпочтительно проходить внутри пространства между анодной панелью (200) и множеством резисторов (400) для того, чтобы предотвратить любой случайный электрический контакт между различными элементами.

Фиг. 4 показывает вид спереди (I), сбоку (II) и снизу (III) одного варианта осуществления анодного устройства по изобретению. Этот вариант осуществления содержит две анодные панели (200) и (250), соединенные с конструкцией распределения тока через множество параллельных резисторов (400). Каждая панель соединена со множеством резисторов через области (500) электрического соединения, расположенные вдоль двух различных вертикальных полос. Как проиллюстрировано на фигуре, эти области соединения могут отличаться друг от друга. Множество зон электрической несплошности (600) располагаются между различными парами областей соединения. Между анодными панелями (200) и (250) и конструкцией (300) распределения тока вставлены соответственно изолирующий элемент (700) и изолирующий элемент (750). Дополнительные изолирующие элементы (не показаны на фигуре) могут быть преимущественно вставлены между резисторами, соединенными с анодной панелью (200), и резисторами, соединенными с анодной панелью (250).

Фиг. 5 иллюстрирует вид сзади одного варианта осуществления изобретения, характеризуемого двумя конструкциями (300) и (350) распределения тока, анодной панелью (200) и анодной подвесной штангой (100). Анодная панель (200) содержит множество подпанелей (801, 802, 803, 804, 851, 852, 853, 854), которые физически отделены друг от друга. Каждая подпанель соединена с конструкцией распределения тока через по меньшей мере один резистор (400).

Фиг. 6 показывает вид сзади одного варианта осуществления устройства по изобретению, характеризуемого двумя конструкциями (300, 350) распределения тока, соединенными с одной анодной панелью (200), содержащей две подпанели (801, 802), через множество резисторов. Эти две конструкции распределения тока также соединены с анодной подвесной штангой (100). Последняя электрически соединена с анодной шиной (900), проиллюстрированной здесь в поперечном сечении. Анодная панель снабжена множеством частичных зон электрической несплошности, например горизонтальными разрезами (600) и сквозными отверстиями (650), а также зоной полной электрической несплошности (675).

Фиг. 7 показывает вид спереди (I), сбоку (II) и снизу (III) одного варианта осуществления анодного устройства по изобретению. В этом варианте осуществления резисторы (400) являются растянутыми сетками из титана, приваренными к двум анодным панелям (200, 250) в соответствии с областями (500) соединения. На каждой панели имеется зона электрической несплошности (600) между каждой парой соседних контактных областей. Эти зоны электрической несплошности приводят к частичной фрагментации анодной панели вдоль вертикального направления. Между анодными панелями и конструкцией (300) распределения тока располагается изолирующий элемент (700). Два дополнительных изолирующих элемента (710, 720) гарантируют, что панели (200, 250) остаются взаимно параллельными и плоскими (иногда плоскостность панели нарушается разрезами на ее внешних краях и/или гибкостью ее конструкции, особенно в том случае, когда используются сетки из вентильного металла), обеспечивая дополнительную механическую опору анодному устройству. Элементы (710, 720) опущены на виде сбоку (II) для того, чтобы на этой фигуре можно было увидеть компоновку других деталей устройства. Изолирующие элементы, конструкция распределения тока и анодные панели скреплены вместе не показанными на фигуре крепежными средствами, такими как, например, зажимы из изолирующего материала и/или болты.

Фиг. 8 показывает вид спереди (I), сбоку (II) и снизу (III) одного варианта осуществления анодного устройства по изобретению. В этом варианте осуществления резисторы (400) являются полосами из титана, сложенными гармошкой и приваренными к анодной панели (200) в соответствии с областями (500) электрического соединения. Сквозное отверстие (600) размещается между каждой парой соседних областей (500) соединения.

Фиг. 9(I) показывает вид спереди одного варианта осуществления анодного устройства по изобретению. Анодная панель (200) соединена с конструкцией (300) распределения тока через множество резисторов (не показанных на фигуре), соединенных с панелью через области (500) соединения. Панель также снабжена множеством отверстий (650) и изолирующим элементом (700).

Фиг. 9(II) показывает вид спереди анодного устройства по фиг. 9(I), на котором выделены первая вертикальная полоса (001) и вторая вертикальная полоса (002). Области (500) электрического соединения

разнесены вдоль упомянутой первой вертикальной полосы, а отверстия (650) разнесены вдоль упомянутой второй вертикальной полосы. Эти отверстия чередуются с соседними областями электрического соединения в вертикальном направлении, сохраняя минимальное расстояние >0 от упомянутых областей.

Фиг. 10 показывает вид спереди (I), сбоку (II) и в перспективе (III), а также вид снизу (IV) одного варианта осуществления анодного устройства по изобретению. Анодная панель (200) и резисторы (400) изготовлены из единого плоского элемента. Множество горизонтальных разрезов на анодной панели образуют множество полос. Одна из каждой двух полос выдавливается назад в направлении под прямым углом к анодной панели, создавая резистор (400). Эти резисторы электрически соединены параллельно с конструкцией (300) распределения тока. Горизонтальные разрезы также определяют множество зон электрической несплошности (600), соответствующих пустоте, оставленной полосами-резисторами (400). Между резисторами (400) и анодной панелью (200) вставлен изолирующий элемент (700). Это гарантирует, что поверхность резисторов не будет вовлечена в реакцию газовой выделения анодного устройства, когда оно работает внутри электролизера для электрохимического извлечения или электрорафинирования. Для ясности изолирующий элемент (700) не показан на видах III и IV. Области (500) электрического соединения иллюстрируют область воображаемого разделения между электрохимически активной поверхностью анодной панели и параллельными полосами, составляющими резисторы.

Фиг. 11 показывает вид спереди (I) и снизу (II) двух элементов анодного устройства по изобретению: анодной панели (200) и множества резисторов (400). В этом варианте осуществления и анодная панель, и резисторы выполнены из растянутых титановых сеток. Как показано на увеличенном виде (I) панели, анодная панель (200) имеет слегка искривленный профиль в соответствии с разрезами (600) (и разрезами (650), профиль которых не показан). Предпочтительно во время сборки анодного устройства анодная панель устанавливается таким образом, что искривленные края зон электрической несплошности (600, 650) являются направленными внутрь в направлении резисторов (и конструкции распределения электрического тока). Авторы изобретения обнаружили, что упомянутое искривление может способствовать отсоединению дендритных образований, когда они натываются на и становятся прикрепленными к периметрам разрезов или отверстий, присутствующих на поверхности анодной панели. Анодная панель обладает загнутыми краями (210), которые могут улучшать ее механическую стойкость, препятствуя скручиванию и гибанию панели, в частности, когда она выполнена из растянутых сеток или гибких листов вентильного металла. В настоящем варианте осуществления множество резисторов (400) создано внутри резистивной панели (1000) из единой растянутой титановой сетки, снабженной отверстиями. В зависимости от их числа и размера эти отверстия определяют множество параллельных полос, обладающих заданным электрическим сопротивлением. Резистивная панель может быть отформована и загнута, как проиллюстрировано в поперечном сечении на виде II. Эта резистивная панель соединена с анодной панелью путем их сваривания вместе вдоль множества областей, расположенных в соответствии с областями контакта этих двух панелей, когда резистивная панель (1000) располагается внутри анодной панели (200) (т.е. находится внутри ее загнутых краев (210)). Области (500) электрического соединения (из которых для ясности показана только одна) в этом случае располагаются на анодной панели в соответствии с точками сварки резисторов или с непрерывным краем резистивной панели. Изолирующий элемент может помещаться между резистивной панелью (1000) и анодной панелью (200) для предотвращения случайных контактов между ними. Упомянутый изолирующий элемент может также препятствовать росту дендритных образований через отверстия (600) и (650) и их наталкиванию непосредственно на резистивную панель (1000). Последняя может соединяться с конструкцией распределения тока вдоль центрального вертикального ребра. Вертикальные боковые края анодной панели и резистивной панели могут быть непрерывными. Альтернативно разрезы (600) на анодной панели или разрезы, образующие полосы резистивной панели, могут достигать и расчленять края соответствующих панелей.

Анодное устройство с двумя или более конструкциями распределения тока может преимущественно нести описанную на фиг. 11 систему на каждой конструкции распределения.

Фиг. 12 показывает вид спереди (I) и снизу (II) одного варианта осуществления анодной панели (200) по изобретению. Эта фигура также показывает вид спереди (III) и снизу (II) соответствующего множества резисторов (400), встроенных в резистивную панель (1000). Анодная панель (200) снабжена множеством зон электрической несплошности, а также снабжена двумя загибами (210) вдоль вертикального края, которые улучшают ее механическую стабильность. Резисторы (400), встроенные в резистивную панель (1000), выполнены и подобраны в виде некоторого числа проделанных в ней отверстий подходящего размера. Резистивная панель (1000) соединена с анодной панелью (200) через множество сварных швов, расположенных, например, в соответствии с областью (550). В этом случае область (550) располагается на части загнутого края анодной панели (200), а не прямо на самой анодной поверхности (где протекает реакция газовой выделения). Область (500) электрического соединения, соответствующая области (550) сварки, располагается на краю панели на той же самой высоте, что и резистор, и представляет (как было определено выше) часть расположенного на анодной панели проводящего элемента, соответствующую самому короткому пути электрического тока между индивидуальным резистором и панелью. Некоторые области (500) электрического соединения проиллюстрированы на фигуре в качестве примеров.

Фиг. 13 иллюстрирует вид спереди (I) и сбоку (II) одного варианта осуществления изобретения. Анодная панель (200), конструкция (300) распределения тока и резисторы (400) встроены в единую непрерывную конструкцию, которая может, в свою очередь, составлять одно целое с (или быть соединенной с) анодной подвесной штангой (100). Конструкция (300) распределения тока совпадает с множеством резисторов (400): она содержит множество стержней, предпочтительно 8 или более, способных проводить ток от анодонесущей штанги (100) к анодной панели (200), обеспечивающей электрическое сопротивление 5×10^{-5} Ом или более. Анодная панель снабжена зонами электрической несплошности (600).

Следующие примеры включены для того, чтобы продемонстрировать конкретные варианты осуществления изобретения, реализация которых была исчерпывающим образом проверена в пределах заявленного диапазона значений. Специалисты в данной области техники должны понимать, что составы и методы, описанные в нижеследующих примерах, представляют собой те составы и методы, которые авторами изобретения были определены как хорошо работающие при практической реализации изобретения; однако в свете данного описания специалистам в данной области техники должно быть понятно, что в раскрытых конкретных вариантах осуществления может быть проделано множество изменений, позволяющих получить подобный или аналогичный результат, без выхода за пределы объема охраны изобретения.

Пример 1.

Ряд лабораторных испытаний осуществили в одиночной ячейке электроосаждения, имевшей полное поперечное сечение 170×170 мм и высоту 1500 мм, содержащей два катода и расположенное между ними анодное устройство. В качестве катодов использовали лист из нержавеющей стали AISI 316 толщиной 3 мм, шириной 150 мм и высотой 1100 мм (из которых 1000 мм были погружены в раствор электролита). Анодное устройство содержало две панели из титана, выполненных в конфигурации, подобной той, которая в упрощенном виде показана на фиг. 7. Каждая панель была вертикально напротив одного из этих двух катодов с расстоянием 40 мм между наружными поверхностями. Две анодных панели были размещены с противоположных сторон одной и той же конструкции распределения тока. Каждая анодная панель имела жалюзийную конструкцию толщиной 1 мм, шириной 150 мм и высотой 1000 мм, активированную смешанным покрытием из оксидов иридия и тантала.

Каждая панель была соединена с конструкцией распределения электрического тока посредством соединения 30 резисторов, установленных параллельно, причем каждый резистор состоял из растянутой титановой сетки размером 2×10 см и характеризовался электрическим сопротивлением 30 МОм каждый.

Эти 30 резисторов соединили с каждой панелью посредством 30 областей электрического соединения (т.е. сварных швов), расположенных вдоль вертикальной полосы. Резисторы также соединили с конструкцией распределения тока, которая, в свою очередь, поддерживалась проводящей подвесной штангой. Горизонтальные разрезы длиной приблизительно 10 см создали на одной вертикальной стороне каждой панели. Каждый разрез находился между двумя соседними областями электрического соединения.

Между каждой панелью и конструкцией распределения тока вставили изолирующий элемент. Два дополнительных изолирующих элемента зажимали внешние вертикальные края двух панелей, поддерживая их плоскими и параллельными друг другу.

Ячейка работала с использованием электролита, содержащего 50 г/л меди в виде CuSO_4 и 200 г/л H_2SO_4 , и запитывалась током 136,5 А при постоянном напряжении 1800 В, что соответствовало ожидаемой плотности тока приблизительно 455 А/м^2 . На анодной панели выделялся кислород, а на катоде осаждалась медь. Дендрит создавали искусственно путем вставки винта в качестве центра зародышеобразования в лист нержавеющей стали одного из двух катодов перпендикулярно анодной панели. Кончик винта размещался в 5 мм от анодной панели. После 36 ч работы наблюдался рост меди на дендрите, и это приводило к контакту между дендритом и панелью.

После контакта ячейка продолжала работать в течение следующих 40 ч. Когда работа заканчивалась, катоды удаляли из ячейки. Катод, затронутый дендритным образованием, удалялся из ячейки без труда. Противоположная ему анодная панель имела небольшое ухудшение поверхности, соответствующее области контакта с дендритом, размером приблизительно $1 \times 0,5$ см. Никаких отверстий, деформаций или каких-либо других значительных повреждений, которые могли бы повлиять на функционирование панели, не наблюдалось.

Когда ячейка была затем снова запущена в эксплуатацию, наблюдали, что осаждение меди на катодах напротив анодной панели с небольшим ухудшением поверхности было равномерным.

Сравнительный пример 1.

Испытание из примера 1 повторяли при тех же самых условиях, за исключением того, что анодное устройство было заменено устройством, содержащим две панели из титана толщиной 1 мм, шириной 150 мм и высотой 1000 мм, активированные смешанным покрытием из оксидов иридия и тантала. Каждая панель представляла собой жалюзийную конструкцию, напрямую электрически соединенную с одной и той же покрытой титаном медной штангой и поддерживаемую проводящей подвесной штангой. Дендрит создавали искусственно путем вставки винта в качестве центра зародышеобразования в лист нержавеющей стали одного из этих двух катодов перпендикулярно анодной панели. Кончик винта раз-

мешался в 5 мм от анодной панели. После 8 ч работы на дендрите был обнаружен рост меди, который приводил к контакту между дендритом и панелью.

После контакта ячейка продолжала работать в течение следующих 20 ч. Когда работа заканчивалась, катоды удаляли из ячейки. Катод, затронутый дендритным образованием, удалялся от противоположной анодной панели с трудом. Последняя имела круглое отверстие диаметром приблизительно 2,5 см, соответствующее области контакта с дендритом.

Когда ячейка была затем снова запущена в эксплуатацию, наблюдали, что осаждение меди на катоде напротив отверстия в анодной панели было неравномерным.

Вышеприведенное описание не предназначено для ограничения изобретения, которое может использоваться в соответствии с различными вариантами осуществления без выхода за пределы его объема, который определяется прилагаемой формулой изобретения.

В описании и формуле изобретения данного изобретения слово "содержит" и его варианты, такие как "содержащий" и "содержат", не исключают присутствия других дополнительных элементов, компонентов или стадий.

Обсуждение документов, действий, материалов, устройств, изделий и т.п. включено в этот текст исключительно с целью обеспечения контекста для данного изобретения; однако не следует считать, что этот материал или его часть составляют общеизвестные сведения в области техники, относящейся к изобретению, до даты приоритета каждого из пунктов формулы изобретения, прилагаемой к данной заявке.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Анодное устройство для электрорафинирования или электролитического извлечения цветных металлов, содержащее по меньшей мере одну анодную панель, которая используется в качестве анода и имеет по меньшей мере одну поверхность, способную выделять кислород или хлор, и по меньшей мере одну конструкцию распределения электрического тока, отличающееся тем, что

упомянутая по меньшей мере одна анодная панель снабжена по меньшей мере одной зоной частичной или полной электрической несплошности, причем зоной частичной электрической несплошности является электрически изолирующая область, имеющая размер по меньшей мере 1 см вдоль по меньшей мере одного измерения, располагающаяся полностью внутри анодной панели или на ее краю, а зоной полной электрической несплошности является электрически изолирующая область, имеющая размер по меньшей мере 1 см вдоль по меньшей мере одного измерения, простирающаяся вдоль всей протяженности панели, подразделяя ее таким образом на несколько подпанелей,

и тем, что упомянутая по меньшей мере одна конструкция распределения электрического тока электрически соединена с упомянутой по меньшей мере одной анодной панелью множеством установленных параллельно друг другу резисторов, причем каждый резистор из упомянутого множества резисторов имеет измеренное при 40°C электрическое сопротивление между 5 и 100 МОм.

2. Устройство по п.1, в котором упомянутая по меньшей мере одна анодная панель состоит из подложки, выполненной из вентильного металла или его сплавов, и по меньшей мере одного каталитического покрытия.

3. Устройство по п.1, в котором упомянутая по меньшей мере одна анодная панель выбрана из сетки, перфорированных пластин или жалюзийных конструкций.

4. Устройство по любому из пп.1-3, в котором каждая анодная панель электрически соединена по меньшей мере с одной конструкцией распределения электрического тока с помощью установленных параллельно резисторов числом между 15 и 600.

5. Устройство по любому из пп.1-4, в котором упомянутое множество резисторов соединено с упомянутой по меньшей мере одной анодной панелью посредством множества областей электрического соединения, находящихся на панели, и упомянутая по меньшей мере одна зона электрической несплошности находится между двумя соседними областями электрического соединения.

6. Устройство по любому из пп.1-4, в котором упомянутое множество резисторов соединено с упомянутой по меньшей мере одной анодной панелью посредством множества областей электрического соединения, причем упомянутая анодная панель имеет множество зон электрической несплошности, и для каждой двух соседних зон электрической несплошности, находящихся на высоте h_1 и h_2 относительно основания упомянутой по меньшей мере одной анодной панели, где $h_1 < h_2$, имеется по меньшей мере одна область соединения, находящаяся на высоте h_3 , где $h_1 \leq h_3 \leq h_2$.

7. Устройство по любому из пп.1-6, в котором упомянутая по меньшей мере одна анодная панель снабжена, по меньшей мере, числом N_1 областей электрического соединения, соединенных с упомянутым множеством резисторов, и, по меньшей мере, числом N_2 зон электрической несплошности, причем упомянутые N_1 областей соединения разнесены вдоль первой вертикальной полосы, упомянутые N_2 зон электрической несплошности разнесены вдоль второй вертикальной полосы; N_1 является числом в диапазоне между 5 и 100, а N_2 является большим, чем $0,5 \cdot N_1$.

8. Устройство по п.7, в котором упомянутая по меньшей мере одна анодная панель снабжена, по меньшей мере, числом N_3 дополнительных областей электрического соединения, соединенных с упомя-

нутым множеством резисторов, причем упомянутые N3 областей соединения разнесены вдоль третьей вертикальной полосы и N3 является числом в диапазоне между 5 и 100.

9. Устройство по п.8, в котором по меньшей мере одна анодная панель снабжена, по меньшей мере, числом N4 дополнительных зон электрической несплошности, где N4 больше, чем $0,5 \cdot N3$, причем упомянутые N4 зон электрической несплошности разнесены вдоль четвертой вертикальной полосы.

10. Устройство по любому из пп.1-9, в котором по меньшей мере одна зона электрической несплошности является разрезом, отверстием или вставкой из электроизолирующего материала.

11. Устройство по любому из пп.1-10, в котором упомянутая по меньшей мере одна зона электрической несплошности имеет размер по меньшей мере 5 см в длину вдоль по меньшей мере одного измерения.

12. Устройство по любому из пп.9-11, в котором упомянутая анодная панель содержит по меньшей мере две титановые анодные подпанели, отделенные друг от друга, причем упомянутые по меньшей мере две подпанели выбраны из жалюзийных конструкций, листов и растянутых сеток, и по меньшей мере две конструкции распределения электрического тока, каждая из которых соединена с одной подпанелью множеством установленных параллельно друг другу резисторов, причем каждая подпанель содержит 5-100 областей соединения, расположенных вдоль первой вертикальной полосы, каждая область соединения чередуется с горизонтальным разрезом, имеющим длину по меньшей мере 5 см, и каждый разрез имеет по меньшей мере одну точку, находящуюся на расстоянии 0-10 см от упомянутой первой вертикальной полосы.

13. Устройство по любому из пп.1-12, в котором упомянутая анодная панель снабжена по меньшей мере 20 зонами электрической несплошности и по меньшей мере 20 областями соединения, способными соединять упомянутую по меньшей мере одну анодную панель по меньшей мере с 20 установленными параллельно друг другу резисторами, причем каждая зона электрической несплошности находится на расстоянии менее 15 см от по меньшей мере одной из упомянутых областей соединения.

14. Устройство по любому из пп.1-13, в котором упомянутое множество установленных параллельно резисторов имеет эквивалентное электрическое сопротивление в диапазоне между 10^{-5} и 10^{-3} Ом.

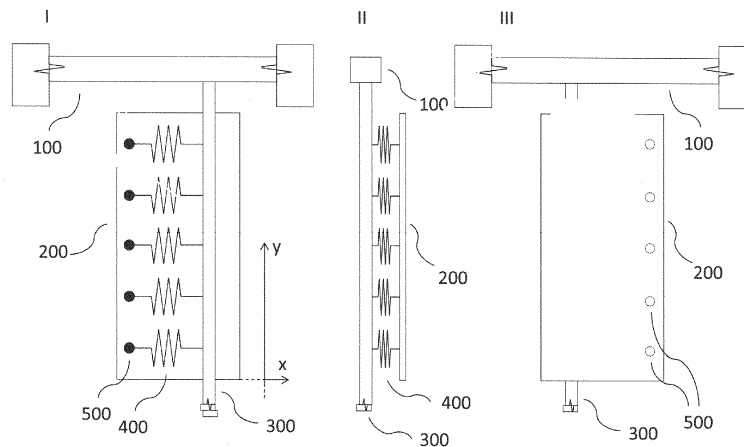
15. Устройство по любому из пп.1-14, в котором каждый резистор из упомянутого множества резисторов выбран из группы, состоящей из пластин, полос, сеток, кабелей, тканей и плит.

16. Устройство по любому из пп.1-15, в котором упомянутое множество резисторов представляет собой лист, растянутую сетку или перфорированную пластину из вентильного металла с зонами электрической несплошности.

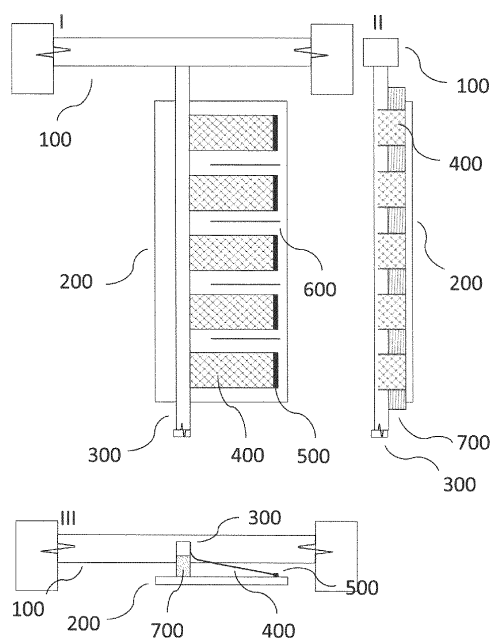
17. Устройство по любому из пп.1-16, в котором упомянутая по меньшей мере одна анодная панель и упомянутое множество резисторов представляют собой единую деталь из гнутого листа, растянутой сетки или перфорированной пластины из вентильного металла.

18. Устройство по любому из пп.1-17, в котором конструкция распределения электрического тока содержит лист или панель, выполненную из свинца или свинцовых сплавов.

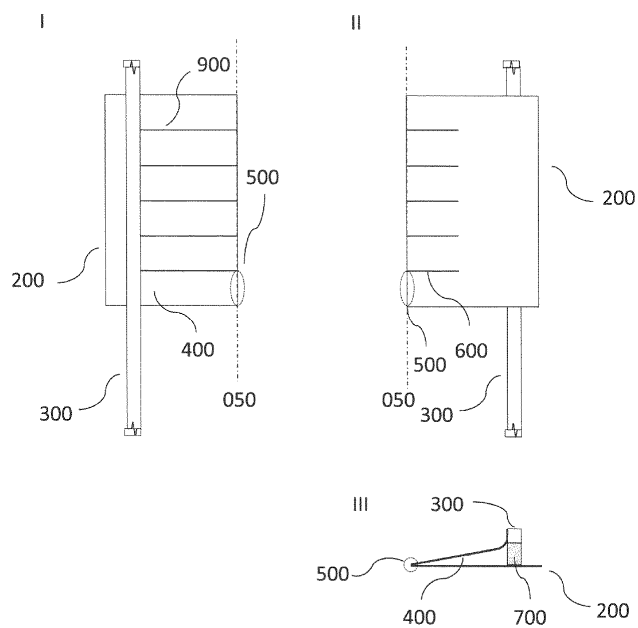
19. Электролизер для электролитического извлечения цветных металлов, содержащий по меньшей мере одно анодное устройство, охарактеризованное в любом из пп.1-18.



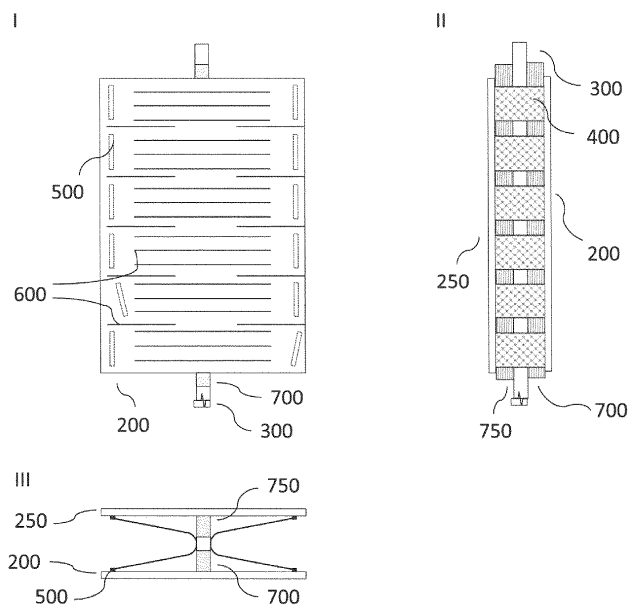
Фиг. 1



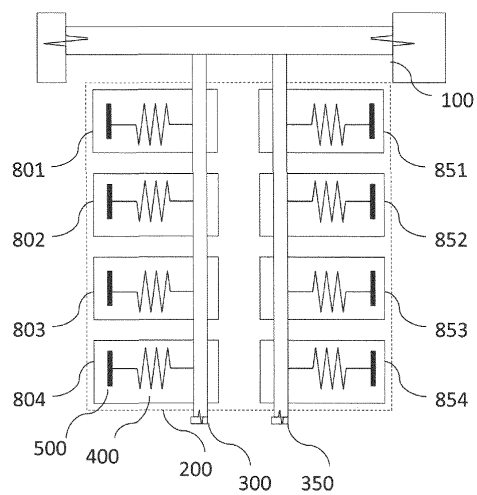
Фиг. 2



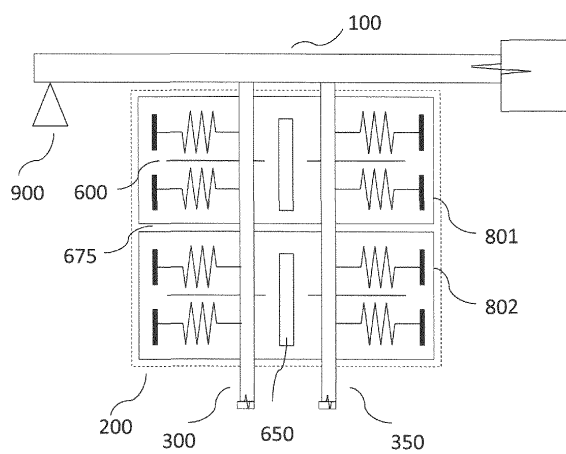
Фиг. 3



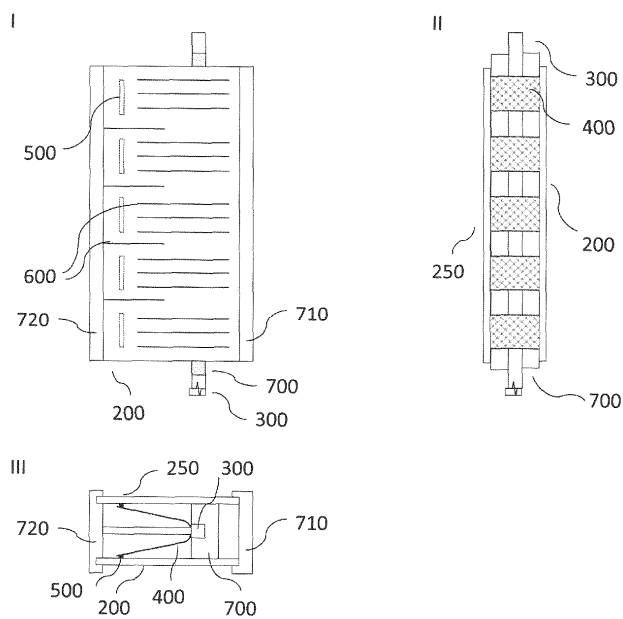
Фиг. 4



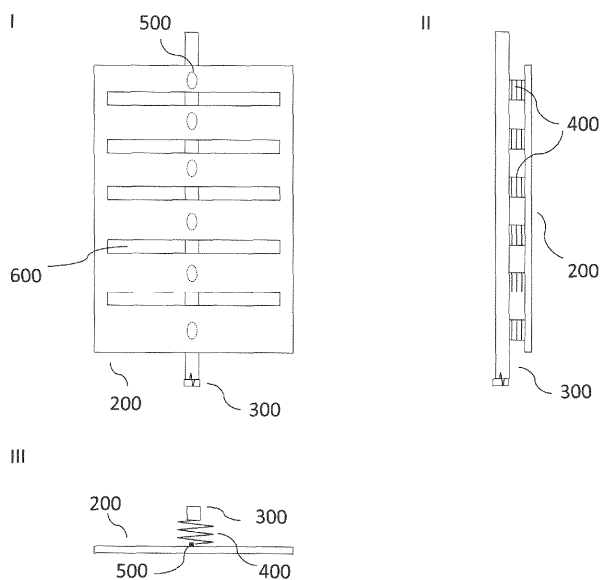
Фиг. 5



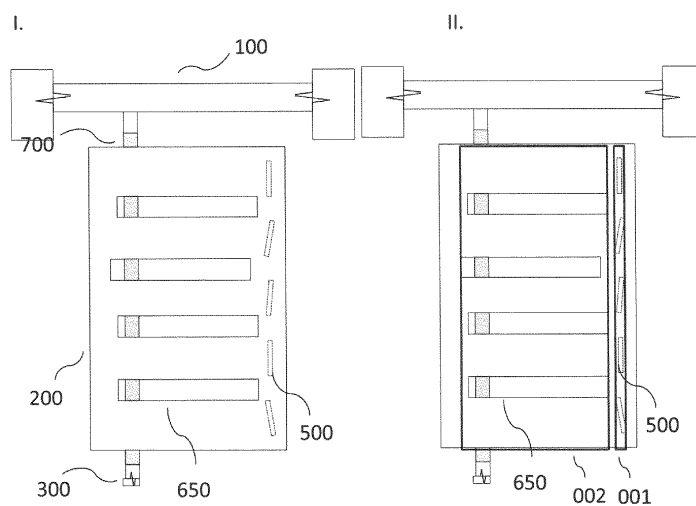
Фиг. 6



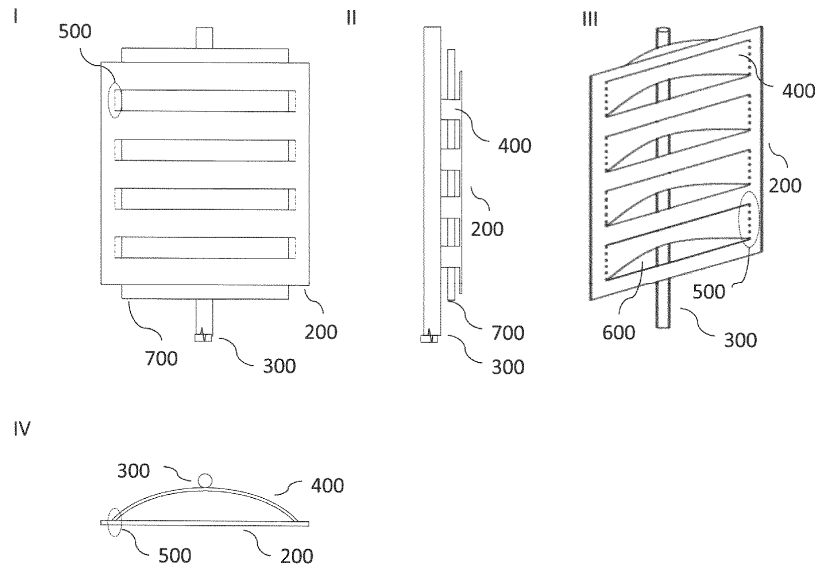
Фиг. 7



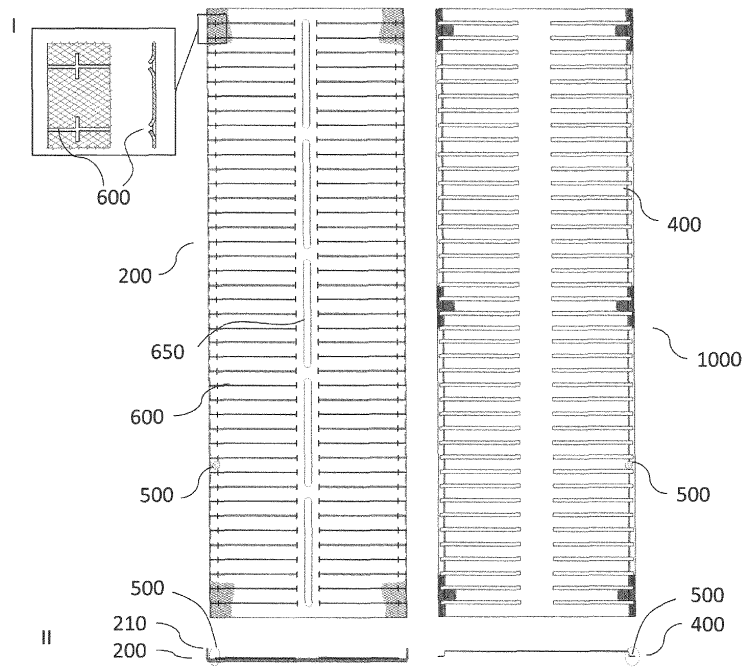
Фиг. 8



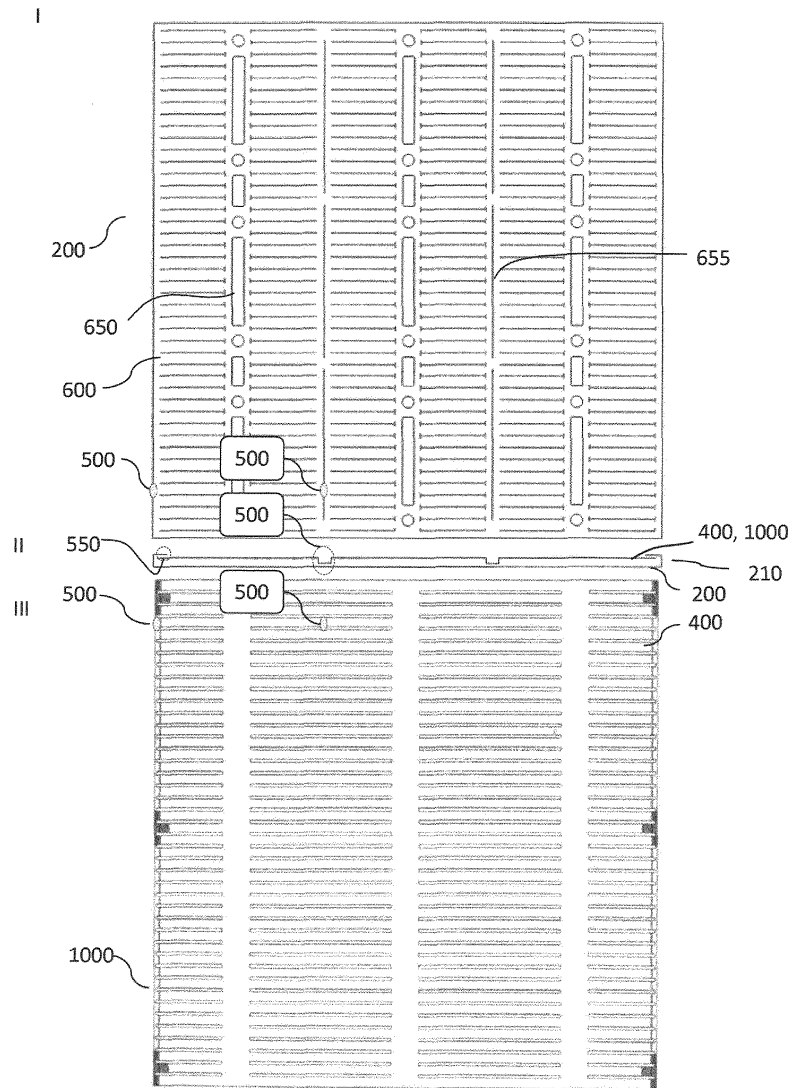
Фиг. 9



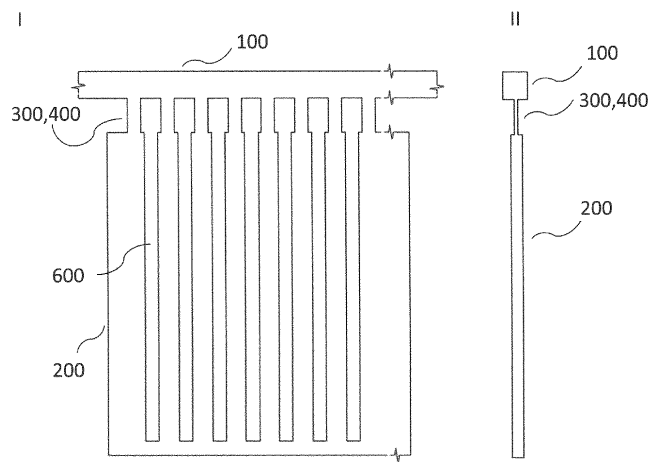
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13



Евразийская патентная организация, ЕАПВ
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2