

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040029**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.04.11

(51) Int. Cl. **C25C 3/08 (2006.01)**

(21) Номер заявки
202092170

(22) Дата подачи заявки
2019.03.04

(54) КАТОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ ЯЧЕЙКИ ХОЛЛА-ЭРУ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЮМИНИЯ И ЯЧЕЙКА ЭТОГО ТИПА, ИМЕЮЩАЯ ТАКИЕ УСТАНОВЛЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

(31) NO 20180369

(56) WO-A1-2018019910

(32) 2018.03.14

WO-A1-2009099335

(33) NO

US-A1-2017350028

(43) 2021.01.31

WO-A1-2018019888

(86) PCT/EP2019/055300

US-A-6113756

(87) WO 2019/174948 2019.09.19

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
НОРСК ХЮДРО АСА (NO)

(72) Изобретатель:
**Зегац Мартин (DE), Хоп Йорунд (NO),
Едек Стефан (DE)**

(74) Представитель:
Фелицына С.Б. (RU)

(57) Катодный элемент (1') для электролизной ячейки типа Холла-Эру для получения алюминия содержит тело (4) из кальцинированного углеродистого материала, соединенного с верхней стороной металлической коллекторной пластины (2). Промежуток между упомянутым углеродистым телом и коллекторной пластиной заполнен токопроводящим материалом, предпочтительно содержащим токопроводящие частицы. Коллекторная пластина (2) дополнительно может содержать по меньшей мере один горизонтальный вывод (5, 5') по меньшей мере на одной стороне и/или по меньшей мере один вертикальный металлический токовый вывод (7), соединенный с нижней стороной коллекторной пластины (2). В одном варианте осуществления коллекторная пластина разделена на две секции (20; 20'). Изобретение также относится к ячейке типа Холла-Эру, в которой используются такие катодные элементы (1).

B1**040029****040029****B1**

Изобретение относится к катодным элементам для ячейки Холла-Эру для получения алюминия и к ячейке этого типа, имеющей такие установленные элементы.

Обычно катодные элементы для ячеек для получения алюминия изготавливают из предварительно обожженных катодных блоков или тел из кальцинированного углеродистого материала, причем тела имеют предварительно сформированные канавки или пазы в их нижней части, которые позволяют вводить в них и прикреплять к ним токопроводы, такие как сборные шины. Пространство между стенкой пазов и стержнями может быть, как правило, заполнено расплавленным чугуном или контактирующей пастой или клеем для фиксации упомянутых сборных шин. Несколько катодных элементов устанавливаются в ячейке и образуют вместе катод.

В соответствии с собственной заявкой WO 2009/099335 A1 заявителей в качестве заполняющего материала между проводником электрического тока и углеродистым телом из кальцинированного углеродистого материала в электроде применяются электропроводящие частицы. Использование электропроводящих частиц без упрочняющей матрицы облегчает подвижность проводящих частиц для электрического тока, когда геометрия изменяется во времени, например, из-за теплового расширения. Наблюдалось увеличение электрического сопротивления катодного элемента, на который были нанесены такие частицы, по сравнению с широко используемой контактной пастой или расплавленным чугуном. На фиг. 9, приведенной из упомянутого ВО-документа, раскрыт вид с торца катодного блока, имеющего выемки или пазы в его нижней части. В пазах размещаются коллекторные элементы, при этом оставшееся пространство заполняется электропроводящими частицами. Коллекторные элементы прикреплены к коллекторной пластине, на которую подается ток и которая дополнительно обеспечивает стабильность катодного элемента и образует дополнительную контактную зону.

Настоящее изобретение относится к катодным элементам на основе коллекторных пластин с углеродистыми телами, при этом в их конструкцию включено несколько новых и изобретательских признаков. Некоторые основные элементы относятся к

горизонтальным токовым выводам (НО),

одному или нескольким вертикальным токовым выводам (ВО),

токопроводящим элементам и их удлинению в сочетании с использованием электроизоляционного и защитного листового материала,

креплению токопроводящих элементов,

размещению токовых выводов по отношению к коллекторным пластинам катодных элементов.

В соответствии с характерным признаком п.1 формулы изобретения коллекторная пластина может содержать по меньшей мере один горизонтальный токовый вывод по меньшей мере на одной стороне и/или по меньшей мере один вертикальный металлический токовый вывод, подсоединенный к коллекторной пластине.

Предпочтительно коллекторная пластина может быть плоской без выступающих коллекторных элементов, и углеродистое тело может быть без соответствующих пазов, прикрепляемый материал образует просто слой электропроводящего материала, который может содержать электропроводящие частицы (0-100 мас.%), расположенные в промежутке между коллекторной пластиной и углеродистым телом.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения углеродистое тело крепится к коллекторной пластине таким образом, чтобы наружная концевая часть углеродистого тела была электрически изолирована от коллекторной пластины и находилась на расстоянии до 450 мм от ее конца и была направлена внутрь.

В другом варианте осуществления углеродистое тело прикреплено к коллекторной пластине таким образом, чтобы наружные концевые части углеродистого тела были электрически изолированы от коллекторной пластины на разных длинах с двух концов пластины (асимметричная конфигурация).

В одном варианте осуществления по меньшей мере одна термопара (ТС) вставляется в металлический компонент внутри или ниже коллекторной пластины, чтобы иметь возможность контролировать температуру в этом месте.

В другом варианте осуществления по меньшей мере один горизонтальный токовый вывод выполнен за одно целое с коллекторной пластиной.

В другом дополнительном варианте осуществления он встроен в паз в упомянутой коллекторной пластине.

В другом варианте осуществления горизонтальный токовый вывод содержит одну часть проводника тока, выполненную за одно целое с коллекторной пластиной посредством фиксации с помощью пресовой (ударной) посадки в углублении коллекторной пластины, которое является комплементарным с соответствующей частью проводника.

В одном варианте осуществления часть проводника тока, встроенного в коллекторную пластину, имеет часть дельтаобразной формы.

В другом варианте осуществления она содержит по меньшей мере один горизонтальный токовый вывод на каждом конце, выполненным за одно целое с коллекторной пластиной.

В одном варианте осуществления изобретения поперечное сечение или длина вставки горизонтального токового вывода на одном конце отличается от поперечного сечения или длины вставки горизон-

тального токового вывода на другом конце (асимметричная конфигурация).

В еще одном варианте осуществления токовый вывод содержит медный проводник, предпочтительно покрытый защитным листовым материалом.

В одном варианте осуществления по меньшей мере один вертикальный токовый вывод расположен на противоположной стороне коллекторной пластины по сравнению с углеродистым телом.

Имеется один вариант осуществления, в котором вертикальный вывод содержит гнездо, выполненное за одно целое с коллекторной пластиной, при этом стержнеобразный проводник тока прикреплен к гнезду.

В одном варианте осуществления гнездо может быть выполнено из металлического материала и приварено к коллекторной пластине.

В другом варианте осуществления имеется внутреннее углубление, где верхняя часть проводника тока имеет форму, комплементарную упомянутому углублению для крепления упомянутого проводника тока к гнезду.

В одном варианте осуществления крепление представляет собой фиксацию с помощью прессовой (ударной) посадки.

В еще одном варианте осуществления гнездо имеет внутренние резьбы на своем самом дальнем конце для приема втулки с комплементарными внешними резьбами, при этом втулка окружает проводник тока, и конец втулки упирается в кольцевой фланец или кольцо на токовом стержне для плотной посадки стержня в гнездо.

В еще одном варианте осуществления имеется болт с резьбой в верхней части гнезда, взаимодействующий с резьбовым отверстием.

В одном варианте осуществления проводник тока выполнен из меди или ее сплава.

В еще одном варианте осуществления по меньшей мере один металлический коллекторный элемент расположен на верхней стороне металлической коллекторной пластины, где упомянутый коллекторный элемент встроен в соответствующее углубление в нижней части углеродистого тела, при этом углубление шире, чем коллекторный элемент, и заполнено электропроводящим материалом, содержащим электропроводящие частицы.

В другом варианте осуществления предусмотрен один или несколько коллекторных элементов, предпочтительно от 3 до 7, расположенных на расстоянии друг от друга, типично, от 50 до 150 мм.

В еще одном варианте осуществления по меньшей мере один или более коллекторных элементов имеют такую же длину или более короткую длину, чем углеродистое тело.

В соответствии с одним характерным признаком п.23 формулы изобретения электролизная ячейка типа Холла-Эру может содержать несколько катодных элементов согласно изобретению, где ячейка заполнена с несколькими катодными элементами и в конфигурации только с элементами одного и того же типа.

В соответствии с еще одним характерным признаком п.24 электролизная ячейка типа Холла-Эру может содержать несколько катодных элементов согласно изобретению, где ячейка построена с несколькими катодными элементами и в конфигурации с различными элементами.

Предпочтительно коллекторная пластина может иметь от одной до пяти вставок из материалов с более высокой электропроводностью, например из меди.

Предпочтительно коллекторная пластина может иметь горизонтальные выводы (НО), выполненные из стали, или меди, или некоторого аналогичного материала с хорошей проводимостью, выходящего из катодного кожуха, чтобы обеспечить возможность присоединения к гибким катодным спускам.

Предпочтительно каждая коллекторная пластина может иметь ни одного, один или два НО на каждом конце, и в соответствии с другим аспектом НО могут иметь прямоугольное или круглое поперечное сечение.

Предпочтительно НО можно вставить в паз (канавку) в пластине сверху, который может быть закрыт приваренной стальной пластиной сверху или в открытое пространство со стороны пластины, предпочтительно, когда применяется круглое поперечное сечение.

Предпочтительно НО можно прикрепить к пластине с помощью сварки, механической прессовой посадки, тепловой прессовой посадки, забивания клиньев, резьбовых соединений или их комбинации с целью получения максимально прочного механического и электрического соединения.

Предпочтительно НО можно прикрепить к дельтаобразной вставке из материала с хорошей проводимостью, такого как медь, чтобы обеспечить низкое сопротивление протекающему току.

Предпочтительно НО может быть присоединен к гибким катодным спускам с помощью сварки или зажимов.

Предпочтительно НО по обе стороны от коллекторной пластины могут иметь различное поперечное сечение и глубину вставки в пластину для того, чтобы обеспечить удельное электрическое сопротивление на каждой стороне.

Предпочтительно НО могут быть достаточно длинными, чтобы выходить из катодного кожуха, или они могут быть достаточно короткими, чтобы обеспечить вертикальное размещение катодной сборки в катодной футеровке.

Предпочтительно в стальном кожухе имеется круглое или прямоугольное отверстие для каждого НО.

Предпочтительно это отверстие закрыто стальной рамой, уплотнительным тросом и пластиной, которая закреплена таким образом, чтобы давить на уплотнительный трос, обеспечивая надежное уплотнение между кожухом и НО.

Предпочтительно один или более VO можно было прикрепить к каждой катодной сборке с нижней стороны, чтобы проводить электрический ток к шинпроводам под катодным кожухом.

Предпочтительно каждый VO может быть выполнен из стали, или меди, или другого хорошего токопроводящего материала, и в соответствии с еще одним аспектом поперечное сечение может иметь круглую или прямоугольную форму.

Предпочтительно в ситуации, когда материалом VO не является сталь, защитное стальное гнездо в верхней части под пластиной может применяться для обеспечения фиксации VO с хорошим механическим и электрическим контактом и защиты проводящего материала от агрессивных веществ, или VO может быть защищен стальной трубой, идущей вниз или вблизи нижней части стального кожуха.

Предпочтительно монтаж VO обеспечивает предварительную установку на пластине, например, с помощью сварки, или он может быть смонтирован после установки пластины в футеровку.

Предпочтительно уплотнение, такое как на НО, можно применять на VO.

Предпочтительно пространство вокруг VO может быть заполнено сыпучим огнеупорным материалом или порошком после нанесения уплотнения для нижнего кожуха. Это заполнение можно выполнять сбоку перед установкой соседнего катодного узла.

Предпочтительно, если длина НО является слишком большой, чтобы обеспечить прямое вертикальное размещение катодной сборки, следует применять покачивание. В случае, если присутствует VO, некоторая часть огнеупорных кирпичей, расположенных близко к центру футеровки, должна быть размещена после установки пластины для обеспечения горизонтального сдвига сборки.

Предпочтительно разница по тепловому расширению при рабочих температурах между медными соединителями (НО или VO) может обеспечить высокое давление на контакт с низким электрическим сопротивлением.

Предпочтительно катодный элемент с коллекторной пластиной может, типично, иметь меньшую высоту, чем в конструкции с традиционными сборными шинами, если предполагается одна и та же высота для углерода, это дополнительное пространство по высоте может использоваться для более высокой изоляции дна на или верхней полости.

Настоящая конструкция катода показала себя очень выгодной с точки зрения магнитогидродинамической стабильности ячейки, в которую она была установлена, показала, что она имеет повышенный срок эксплуатации и улучшенное использование пространства в условиях эксплуатации, и она также обеспечивает низкое падение напряжения на катоде по отношению к традиционной конструкции катода.

Эти и другие преимущества будут достигнуты с помощью настоящего изобретения, которое определено в сопроводительной формуле изобретения.

Настоящее изобретение будет описано ниже с помощью примеров и фигур, на которых

на фиг. 1 показан катодный элемент в разобранном состоянии в перспективе, где коллекторная пластина разделена на две секции, согласно первому варианту осуществления,

на фиг. 2 - катодный элемент в не разобранном состоянии в поперечном разрезе, где горизонтальные проводники продолжаются в коллекторной пластине на разные длины, и, кроме того, с одной стороны показан элемент, имеющий вертикальный токовый вывод, согласно варианту осуществления,

на фиг. 3 - вид сверху того же катодного элемента, что и на фиг. 2,

на фиг. 4 - альтернативный вариант осуществления катодного элемента без вертикального токового вывода, где горизонтальные проводники продолжаются в коллекторной пластине на разные длины,

на фиг. 5 - вид сверху части коллекторной пластины, как на фиг. 1, но горизонтальный вывод продолжается в дельтаобразном проводнике внутри пластины,

на фиг. 6 - в увеличенном виде поперечный разрез, проходящий через катодный элемент (фиг. 2), если смотреть с одного конца, и показаны дополнительные детали одного вертикального токового вывода,

на фиг. 7 - в увеличенном виде альтернативный вариант осуществления вывода (фиг. 6),

на фиг. 8 показано схематичное представление, иллюстрирующее вид в поперечном разрезе основных частей ячейки Холла-Эру, в которую включен катодный элемент (фиг. 2).

На фиг. 8 показан вид в поперечном разрезе основных частей ячейки Холла-Эру, где верхняя часть ее конструкции включает в себя бункеры для глинозема/фторида, ниппели анода, шинпровода и устройства подачи. Кроме того, пара анодов, частично покрытых коркой затвердевшего электролита, погружена в жидкую ванну. Под жидкой ванной показан слой жидкого алюминия. Катод размещается под жидким алюминием. Катод содержит углеродистое тело 4, расположенное на коллекторной пластине 2. На каждом конце коллекторной пластины расположены горизонтальные токовые выводы 5, 5'. Кроме того, показан также вертикальный вывод 7. Различные варианты осуществления катодных элементов будут раскрыты более подробно ниже.

На фиг. 1 показан катодный элемент 1 в разобранном виде в перспективе. В этом варианте осуществления коллекторная пластина состоит из двух секций 20, 20'. В раскрытом варианте осуществления секции 20, 20' коллекторной пластины могут быть одинаковыми или нет и будут описаны соответствующим образом.

Секция 20' коллекторной пластины выполнена в этом примере с шестью коллекторными элементами 30, 30', 30'', 30''', 30''''', 30''''', которые находятся в электрическом контакте с секцией 20' коллекторной пластины. Предпочтительно эти части выполнены из марки стали, которую можно легко сваривать, и предпочтительно детали сваривают вместе. Катодный блок может быть прикреплен к коллекторным элементам способом, аналогичным тому, который раскрыт в документе WO 2009/099335 A1. Настоящее решение может включать в себя токопроводящие частицы или контактирующую пасту. Количество коллекторных элементов на коллекторной пластине может отличаться от шести, как показано, и может составлять, например, от одного до семи или даже ни одного.

На каждом внешнем конце секций 20; 20' коллекторной пластины расположены два горизонтальных токовых вывода 50, 51; 50', 51' соответственно. Горизонтальные токовые выводы могут быть выполнены из проводников из материала с хорошей проводимостью, такого как медь или медный сплав, и, кроме того, по меньшей мере, на своих выходных концах покрыты листовым материалом 60, 61; 60', 61', предпочтительно выполненного из металла, такого как сталь. Горизонтальные токовые выводы 50, 51; 50', 51' с их соответствующими проводниками могут быть встроены в пазы S, S'; S'', S''', выполнены в соответствующих секциях 20, 20' коллекторной пластины. Это встраивание может основываться на допусках на прессовую посадку или предварительно нагретых секциях пластины для использования теплового расширения для тугой посадки. Однако при необходимости может применяться любое крепление, включающее в себя сварку. Проводящий материал в пазах может быть покрыт защитной стальной пластиной с верхней и нижней сторон.

Кроме того, близко к краю коротких и длинных сторон секций коллекторной пластины может быть расположен гибкий уплотнительный трос или стопорная пластина (не показаны), предназначенная для облегчения крепления пластины к углеродистому телу посредством токопроводящих металлических частей. После прикрепления катодного блока к катодной пластине внешняя часть углеродистого материала, расположенная ближе к горизонтальным выводам, может быть предпочтительно электрически изолирована от катодной пластины, например, на расстоянии от 100 и до 450 мм от конца катодного блока и по направлению внутрь во избежание высокой плотности тока на верхней поверхности катодного блока вблизи концов. Электрическая изоляция может быть асимметричной на каждом из концов и также отличаться между катодными элементами в ячейке.

На фиг. 2 показан второй вариант осуществления катодного элемента 1' в виде поперечного разреза, показанного с одной стороны, где углеродистое тело 4 расположено на коллекторной пластине 2, которая не разделена. В этом варианте осуществления коллекторная пластина 2 имеет коллекторные элементы, где только один коллекторный элемент 3 виден сбоку. На каждом конце коллекторной пластины 2 расположены горизонтальные токовые выводы 5, 5'. Горизонтальные токовые выводы выполнены из медного материала и покрыты листовым материалом 6, 6', предпочтительно выполненным из металла, такого как сталь. Кроме того, также кратко раскрыт вертикальный вывод 7, который будет дополнительно описан со ссылкой на фиг. 6 и 7.

Поперечное сечение горизонтальных выводов может отличаться на одном конце пластины по сравнению с другим концом пластины для компенсации различных длин путей электрического тока токопроводящих шин проводов до следующей ячейки, например, для расположенных рядом друг с другом ячеек в ряду из множества ячеек. Выводы на стороне выше по потоку могут иметь большее поперечное сечение, либо на большую ширину или высоту или и то и другое, чтобы уменьшить электрическое сопротивление на этой стороне ячейки и, таким образом, выровнять распределение тока в верхней части поверхности катодного блока. Если проводники горизонтальных выводов выполнены из материала с более высокой проводимостью, чем пластина, при необходимости они могут применяться с различной длиной вставки на каждой стороне пластины.

На фиг. 3 показан вид сверху того же самого катода, который показан на фиг. 2, с углеродистым телом 4, расположенным на коллекторной пластине 2 с одним выводом на каждой стороне 5, 5', покрытой листовым материалом 6, 6'. Кроме того, в коллекторной пластине указано отверстие В для вставки термпары ТС.

Вариант осуществления, показанный на фиг. 4 относится к тому же самому варианту осуществления, который показан на фиг. 2, однако без вертикального гнезда. На фиг. 4 показан катодный элемент 1 на виде в поперечном разрезе, если смотреть с одной стороны, где углеродистое тело 4 расположено на коллекторной пластине 2, которая не разделена (см. ниже). В этом варианте осуществления пластина 2 имеет коллекторные элементы, где только один коллекторный элемент 3 показан сбоку. На другом конце коллекторной пластины 2 расположены горизонтальные токовые выводы 5, 5'. Проводники горизонтальных токовых выводов могут быть выполнены из медного материала и покрыты листовым материалом 6, 6', предпочтительно выполненного из металла, такого как сталь. Разделительная линия D на чертеже указывает, что протяженность катодного элемента может варьироваться, т.е. может также варьироваться

длина проникновения проводников 5, 5' тока в пластине 2 в зависимости от фактической конструкции.

В принципе, проводники тока могут иметь прямоугольное или круглое поперечное сечение, и в качестве альтернативы могут быть выполнены из любого подходящего материала, проводящего электрический ток.

На фиг. 5 частично показан один конец коллекторной пластины 2 или аналогичным образом секция коллекторной пластины, которая может иметь один горизонтальный токовый вывод 5 на своем конце, который содержит треугольный или дельтаобразный электрический проводник 51, выполненный из меди или аналогичного материала с хорошей проводимостью для того, чтобы обеспечить лучшее распределение токов, выходящих из пластины 2 и входящих в проводник 51 и далее в его вывод 5, и тем самым уменьшая электрическое сопротивление. Проводник 51 может вставляться по прессовой посадке в углубление пластины 2 или прикрепляться к ней с помощью любого подходящего средства. В одном альтернативном варианте проводник может быть отлит в углублении, например, из расплавленной меди. В случае, когда отливка продолжается за пределами углубления вне пластины, ее можно выполнить, применив подходящую форму или т.п.

На фиг. 6 показаны дополнительные детали вертикального токового вывода 7, который показан на фиг. 2; и фиг. 6 представляет собой увеличенный вид с торца поперечного разреза, взятого через один конец катода (фиг. 2). Углеродистое тело 4 опирается на коллекторную пластину 2, имеющую коллекторные элементы 3, 3', 3'', 3''', 3'''. Углеродистое тело имеет углубления или пазы 9, 9', 9'', 9''', 9''', комплементарные с упомянутыми коллекторными элементами. Оставшийся промежуток между коллекторными элементами и пазами заполнен токопроводящим материалом или частицами. В данном варианте осуществления коллекторные элементы прикреплены к металлической коллекторной пластине 2, которая "собирает" ток и обеспечивает стабильность.

Вертикальный вывод 7 содержит гнездо 10, выполненное за одно целое с коллекторной пластиной 2, где стержнеобразный проводник 11 тока может быть закреплен в гнезде 10. Проводник 11 может быть выполнен из материала с хорошей электрической проводимостью, такого как медь. Гнездо 10 может быть выполнено из металлического материала, такого как сталь, и приварено или запрессовано в коллекторную пластину 2. Вертикальный вывод может быть размещен в центре пластины или асимметрично по отношению к одному из горизонтальных выводов для того, чтобы улучшить ситуацию с магнитным полем или изменить распределение тока между горизонтальными и вертикальными выводами желаемым образом.

Кроме того, гнездо 10 имеет внутреннее углубление 17', где верхняя часть 17 проводника 11 тока имеет форму, комплементарную с упомянутым углублением 17' для фиксации упомянутого проводника 11 тока в гнезде 10. Верхняя часть 17 проводника 11 тока может быть снабжена резьбами, сопряженными с соответствующими резьбами в верхней части гнезда 10. При необходимости фиксация может представлять собой фиксацию с помощью прессовой (ударной) посадки.

Кроме того, в одном варианте осуществления или в дополнение к нему, как показано на фиг. 7, гнездо 10' может иметь внутренние резьбы 13' на своем внешнем конце для приема втулки 12' с комплементарными внешними резьбами 16', где втулка окружает проводник 11' тока, и где конец втулки упирается в кольцевой фланец или кольцо 14' на токовом стержне 11' для плотного запрессовывания стержня 11' в гнезде 10'. Проводник 11' тока предпочтительно выполнен из меди или ее сплава. Втулка 12' одновременно служит для фиксации и защиты от реакций проводника 11' с жидкостями или летучими веществами, образующимися в ходе технологического процесса. Кроме того, раскрыто отверстие В' для вставки термопары ТС'.

В качестве альтернативы внутренней резьбе 13' болт с резьбой может быть прикреплен внутри верхней части гнезда (не показано), и проводник 11' снабжен соответствующим резьбовым отверстием для крепления проводника к гнезду (аналогично тому, что показано на фиг. 6). Разъемное соединение вывода может потребоваться для того, чтобы обеспечить возможность прикрепления проводника вертикального вывода после размещения катода с колебательным движением на верхней части нижней футеровки в ячейке во время установки.

Предпочтительно, чтобы весь узел с углеродистым телом 4 и коллекторной пластиной 2 наклонялись в некоторой степени во время процедуры заполнения частицами, чтобы обеспечить заполнение углубления частицами ровным и полным образом. Кроме того, некоторая вибрация может быть приложена к пластине или секциям пластины для однородного заполнения частицами.

Углубления или пазы 9 могут быть выполнены в необработанном состоянии углеродистого тела с помощью обычно используемых технологий или в кальцинированном состоянии с помощью общедоступного технологического оборудования. Геометрия пазов должна соответствовать пластинам.

Следует понимать, что токопроводящие твердые вещества или частицы могут быть выполнены из любого подходящего металла, такого как сталь, железо, медь, алюминий и т.д. или их сплавов. Кроме того, форма твердых частиц может быть сферической, овальной или эллиптической, хлопьевидной или иметь любую подходящую форму. Размер и распределение частиц могут варьироваться. Максимальный размер, как правило, ограничен шириной промежутка, подлежащего заполнению. Неоднородное распределение частиц по размерам может быть удобным для получения как можно более компактного заполне-

ния с небольшими промежутками между частицами.

Помимо хороших электропроводящих свойств применяемый материал должен обладать хорошими механическими свойствами (свойствами сопротивления разрушению) и должен выдерживать высокие температуры. Как упомянуто ниже, предпочтительными могут быть магнитные свойства.

Кроме того, размер упомянутых твердых частиц может составлять от 0,1 мм и быть близким к минимальному размеру отверстия между углеродистым телом и пластиной проводника. Обычно размер может достигать 2 мм.

Предпочтительно для того чтобы контролировать температуру катода, может использоваться несколько термопар, прикрепленных к катодной пластине или вставленных в нее. Например, отверстия в центре пластины могут быть просверлены в катодной пластине в соответствующих местах для приема термопар. Стальная пластина создает защитный корпус для термопар, чтобы выдерживать химически агрессивную среду во время работы.

Длина вставки горизонтальных выводов может быть предпочтительно ограничена тем, что она не охватывает центральную часть катодной пластины. Например, длина вставки может быть рассчитана таким образом, чтобы отражать наличие вертикальных выводов в этой пластине и длину пути тока через проводники до следующей ячейки. Что касается расположенных рядом ячеек, то длина вставки может быть увеличена на стороне выше по потоку для балансировки "сбора" тока в катодном блоке, который должен быть более сбалансированным.

Каждый катодный элемент может быть снабжен горизонтальными выводами, например, только для расположенных от конца до конца ячеек или когда нет места для шинопроводов под ячейкой, или несколькими горизонтальными выводами и одним вертикальным выводом. Для оптимизации магнитного поля возможна конфигурация только с одним или двумя вертикальными выводами и без горизонтального вывода.

Комбинация различных конфигураций пластин может быть применена в одной ячейке, чтобы создать благоприятное магнитное поле, исходя из распределения электрического тока, или улучшить тепловые свойства ячейки путем уменьшения количества выводов, где нежелательны тепловые потери, например, на коротких концах ячейки, которые имеют тенденцию быть холоднее из-за близлежащих углов. Вертикальные выводы, прикрепленные только к некоторым пластинам, могут быть полезны для оптимизации тока и магнитного поля. Это также позволяет снизить затраты на установку, когда распределение тока и магнитогидродинамическая стабильность ячейки являются достаточными.

Заявленная катодная пластина имеет несколько преимуществ по сравнению с традиционной конструкцией, содержащей углеродистое тело со встроенными сборными шинами.

Падение напряжения на катоде (CVD) значительно ниже из-за количества выводов, электрических свойств материала, лучшего электрического контакта благодаря начальной подвижности частиц, общей поверхности контактного сопротивления и более коротких путей тока из-за наличия вертикальных выводов.

Распределение тока по верхней поверхности катодного блока является более однородным благодаря геометрии пластины, проводящих вставок и наличия вертикальных выводов, что позволяет тем самым избежать нежелательной неустойчивости, вызывающей протекание токов в горизонтальном направлении в жидком алюминиевом слое, расположенном над поверхностью катодного блока. Более высокую стабильность ячейки можно использовать для уменьшения напряжения на ячейке и потребления электроэнергии или увеличения силы тока и объема производства.

Из-за вышеупомянутого лучшего распределения тока эрозия углеродистого материала становится более однородной, что позволяет увеличить срок службы элемента.

Использование вертикального промежутка в компоновке меньше, чем в традиционной конструкции, что позволяет использовать более низкий катодный кожух или, если высота кожуха поддерживается на одном уровне, использовать дополнительное пространство для лучшей изоляции дна, более высокие и более долговечные катодные блоки или большую высоту для жидкого алюминия или ванны.

Конструкция имеет лучшее соотношение электропроводности и теплопроводности в самых критических местах с высокой плотностью тока и тепловым потоком, тем самым повышая энергоэффективность ячейки (уменьшая тепловые потери и падение напряжения на катоде CVD).

Когда ячейки дооснащены до существующей конструкции ячеек, вертикальные выводы в соответствии с формулой изобретения позволяют увеличить силу тока и тем самым увеличить выработку в расчете на одну ячейку.

Более низкое падение напряжения (CVD), всего 150 мВ.

Лучшее распределение тока по поверхности катода, позволяющее улучшить стабильность MHD и, таким образом, обеспечить возможность уменьшить ACD или повысить уровень силы тока до 15%.

Меньшие тепловые потери из-за меньшего поперечного сечения и открытой поверхности НО и ВО, устранение холодных катодов с замерзанием дна, в частности, если используется энергосберегающая технология.

Низкая стоимость крепления, так как нет чугуна.

Отсутствие риска растрескивания углеродного блока по сравнению с литыми сборными шинами (из

чугуна).

Гибкая установка ВО после размещения катодных блоков в футеровке.

Лучшая балансировка протекания тока на стороне выше по потоку/ниже по потоку или на стороне дна, обеспечивающая лучшую стабильность MHD.

Меньшая общая высота сборки, обеспечивающая пространство для большей теплоизоляции дна или большей полости. Высота может достигать 150 мм.

Более длительный срок службы углеродного катодного блока на той же самой монтажной высоте, что и традиционная конструкция со сборными шинами, так как высота используемого углеродного блока может достигать 150 мм выше.

Более простая установка термопар внутри пластины из-за менее глубокого сверления отверстий, чем в сборных шинах, или прямого доступа с нижней стороны.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Катодный элемент для электролизной ячейки типа Холла-Эру для получения алюминия, содержащий углеродистое тело (4) из кальцинированного углеродистого материала, соединенного с верхней стороной металлической коллекторной пластины (2), где промежуток между упомянутым углеродистым телом (4) и коллекторной пластиной (2) заполнен токопроводящим материалом,

отличающийся тем, что коллекторная пластина (2) содержит по меньшей мере один вертикальный металлический токовый вывод (7), присоединенный к коллекторной пластине (2) на противоположной, нижней стороне коллекторной пластины (2) по отношению к упомянутому углеродистому телу (4).

2. Элемент по п.1, отличающийся тем, что вертикальный вывод (7) содержит гнездо (10), выполненное за одно целое с коллекторной пластиной (2), при этом стержнеобразный проводник (11) тока прикреплен к гнезду (10).

3. Элемент по п.2, отличающийся тем, что гнездо (10) выполнено из металлического материала и дополнительно приварено к коллекторной пластине (2).

4. Элемент по п.2, отличающийся тем, что гнездо (10) имеет внутреннее углубление (17'), при этом верхняя часть (17) проводника (11) тока имеет форму, комплементарную с упомянутым углублением (17'), для фиксации упомянутого проводника (11) тока в гнезде (10).

5. Элемент по п.2, отличающийся тем, что фиксация является фиксацией с помощью прессовой (ударной) посадки.

6. Элемент по п.2, отличающийся тем, что гнездо (10) имеет внутренние резьбы (13) на своем самом удаленном конце для приема втулки (12') с комплементарными внешними резьбами (16'), причем втулка окружает проводник (11) тока, и при этом конец втулки упирается в кольцевой фланец или кольцо (14') на токовом стержне (11) для плотной посадки стержня (11) в гнездо (10).

7. Элемент по п.2, отличающийся тем, что в верхней части гнезда имеется болт (17) с резьбой, взаимодействующий с резьбовым отверстием (17').

8. Элемент по п.2, отличающийся тем, что проводник (11) тока выполнен из меди или ее сплава.

9. Элемент по п.1, отличающийся тем, что углеродистое тело (4) прикреплено к коллекторной пластине (2) таким образом, что наружная концевая часть углеродистого тела (4) электрически изолирована от коллекторной пластины (2) на расстоянии до 450 мм от его конца и по направлению внутрь.

10. Элемент по п.1, отличающийся тем, что углеродистое тело (4) прикреплено к коллекторной пластине (2) таким образом, что наружная концевая часть углеродистого тела (4) электрически изолирована от коллекторной пластины (2) на разных длинах с обоих концов пластины (асимметричная конфигурация).

11. Элемент по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере одна термopapa (TC) вставлена в металлический компонент внутри или под коллекторной пластиной (2).

12. Элемент по п.1, отличающийся тем, что он содержит по меньшей мере один горизонтальный токовый вывод (5; 50), выполненный за одно целое с коллекторной пластиной (2; 20).

13. Элемент по п.12, отличающийся тем, что по меньшей мере один горизонтальный токовый вывод (5; 50) встроен в паз (S) в коллекторной пластине (2; 20).

14. Элемент по п.12, отличающийся тем, что горизонтальный токовый вывод (5; 50) содержит одну токопроводящую часть (5; 50), которая построена в коллекторную пластину (2; 20) посредством фиксации с помощью прессовой (ударной) посадки в углублении коллекторной пластины (2; 20), которое является комплементарным с соответствующей частью проводника (5, 50).

15. Элемент по п.12, отличающийся тем, что часть проводника (5; 50) тока, встроенная в коллекторную пластину (2; 20), имеет дельтаобразную часть (51).

16. Элемент по п.12, отличающийся тем, что он содержит по меньшей мере один горизонтальный вывод (5, 5') на каждом конце, выполненном за одно целое с коллекторной пластиной (2).

17. Элемент по п.12, отличающийся тем, что поперечное сечение или длина вставки горизонтального токового вывода на одном конце отличается (асимметрично) от поперечного сечения или длины вставки горизонтального токового вывода на другом конце.

18. Элемент по п.12, отличающийся тем, что токовый вывод (5; 50) содержит медный проводник, предпочтительно покрытый защитным листом (6; 60).

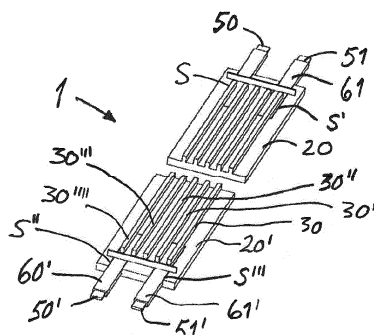
19. Элемент по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере один металлический коллекторный элемент (3) расположен на верхней стороне металлической коллекторной пластины (2), при этом упомянутый коллекторный элемент (3) встроен в соответствующее углубление (9) в нижней части упомянутого углеродистого тела (4), причем углубление шире коллекторного элемента и заполнено токопроводящим материалом, содержащим токопроводящие частицы.

20. Элемент по п.19, отличающийся тем, что он имеет один или более коллекторных элементов (3), предпочтительно от 3 до 7, расположенных на расстоянии друг от друга, составляющем, как правило, от 50 до 150 мм.

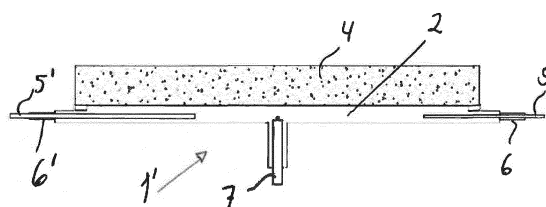
21. Элемент по п.19, отличающийся тем, что по меньшей мере один или более коллекторных элементов (3) имеют одинаковую длину или более короткую длину по сравнению с углеродистым телом (4).

22. Электролизная ячейка типа Холла-Эру, содержащая несколько катодных элементов по любому из пп.1-21, характеризующаяся тем, что ячейка выполнена с несколькими катодными элементами и в конфигурации только с одинаковыми элементами.

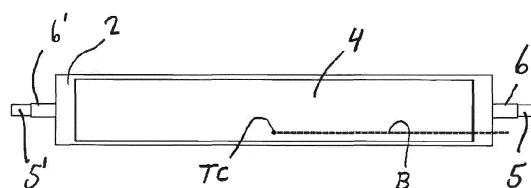
23. Электролизная ячейка типа Холла-Эру, содержащая несколько катодных элементов по любому из пп.1-21, характеризующаяся тем, что ячейка выполнена с несколькими катодными элементами и в конфигурации с различными элементами.



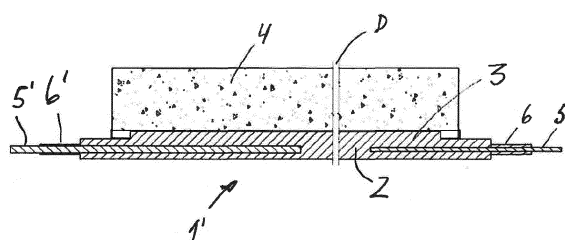
Фиг. 1



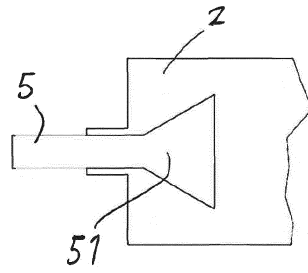
Фиг. 2



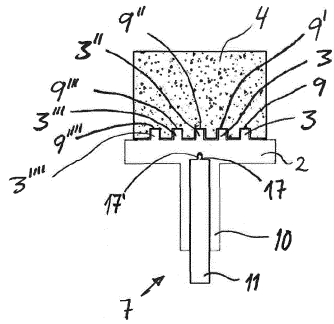
Фиг. 3



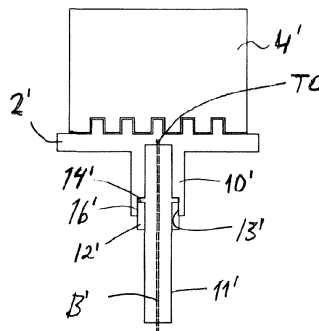
Фиг. 4



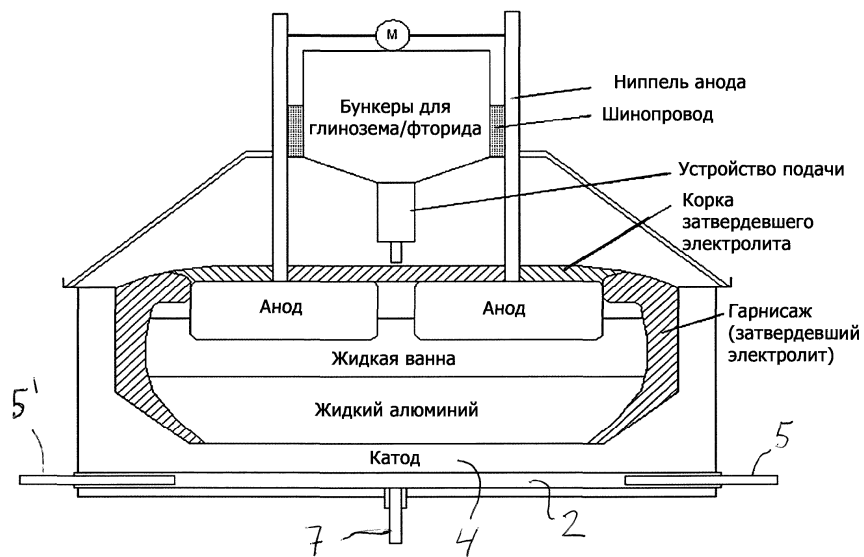
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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