

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 037127

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.02.09

(51) Int. Cl. C25C 3/12 (2006.01)

(21) Номер заявки
201790130

(22) Дата подачи заявки
2015.07.01

(54) АНОДНЫЙ УЗЕЛ

(31) 1401517

(56) US-6977031

(32) 2014.07.04

US-4397728

(33) FR

US-4612105

(43) 2017.06.30

US-20100096258

(86) PCT/IB2015/001109

WO-2012100340

(87) WO 2016/001741 2016.01.07

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

РИО ТИНТО АЛКАН
ИНТЕРНЭШНЛ ЛИМИТЕД (СА)

(72) Изобретатель:

Бекасс Себастьян (FR), Билодо Жан-
Франсуа, Ларош Дени (СА), Фио
Лоран, Ланглуа Стив (FR)

(74) Представитель:

Медведев В.Н. (RU)

(57) Изобретение относится к анодному узлу (100) для производства алюминия, содержащему анод (3) и анододержатель (4), отличающемуся тем, что он содержит электросоединительный элемент (1) для электрического соединения анододержателя (4) с анодом (3) и по меньшей мере один теплоизоляционный элемент (6), предназначенный для уменьшения теплопередачи между анодом (3) и анододержателем (4) во время производства алюминия.

037127

B1

037127

B1

Настоящее изобретение относится к анодному узлу, содержащему анододержатель и анод, для производства алюминия.

Обычно алюминий производят на алюминиевых заводах электролизом при помощи способа Холла-Эру. Для этого предусмотрен электролизер, содержащий кожух и внутреннюю футеровку из огнеупорного материала. Электролизер содержит также катодные блоки, расположенные на днище кожуха, через которые проходят токопроводящие стержни, предназначенные для отвода тока электролиза и его подачи в следующий электролизер. Электролизер содержит также по меньшей мере один анодный блок, подвешенный на анододержателе, таком как поперечная балка, при этом анодный блок частично погружен в ванну электролита, находясь над катодными блоками. Под ванной электролита образуется слой жидкого алюминия, покрывающий катодные блоки по мере протекания реакции. Ток проходит от анододержателя к катоду через анодный блок и ванну электролита с температурой примерно 970°C, в котором растворен глинозем. Этот ток электролиза может достигать силы тока в несколько сотен тысяч ампер. Подвеску анодного блока осуществляют при помощи промежуточного элемента, такого как стальной ниппель, способного проводить этот сильный ток, выдерживать эти очень высокие температуры, а также выдерживать вес анода.

Однако в таком устройстве между углеродным анодом и анододержателем образуется очень сильный тепловой поток. Этот тепловой поток представляет собой нежелательную большую потерю энергии в процессе электролиза.

Было замечено, что локальное уменьшение сечения ниппеля позволяло добиться значительного снижения температуры: с 650 до 320°C при уменьшении сечения на длине ниппеля примерно 10 см. Действительно, в сплошном сечении ниппеля отвод тепла в основном происходит за счет проводимости, и уменьшение сечения ниппеля сильно ограничивает теплопередачу за счет проводимости. В этой конфигурации ниппель может быть образован из двух участков, которые имеют разные сечения и которые можно выполнить посредством механической обработки или формования из отдельных сварных элементов, чтобы уменьшить потерю тепловой энергии за счет проводимости. Однако это уменьшение сечения влечет за собой снижение электрической проводимости и, следовательно, приводит к увеличению потребления электроэнергии. Кроме того, это решение влечет значительные финансовые затраты, так как оно требует механической обработки резанием по меньшей мере одного участка ниппеля, поставляемого с общей формой стандартного цилиндра. Этот этап механической обработки занимает много времени и сопровождается соответствующей потерей материала.

Из публикации патента US6977031 известно расположение теплоизоляционного диска между нижней стенкой ниппеля и дном втулки, служащей для крепления ниппеля в углублении анода. Этот теплоизоляционный диск, расположенный на дне углубления, обеспечивает лучший контроль пути теплового потока, который должен в компоновке по US6977031 проходить через боковые стороны углубления, вертикальные стенки втулки, а затем через ниппель, чтобы улучшить отведение тепла от анода к анододержателю. Таким образом, результат, достигаемый компоновкой по US6977031, является обратным поставленной задаче снижения тепловых потерь от анода к анододержателю.

Поэтому изобретение призвано предложить устройство, позволяющее ограничить тепловые потери, не влияя при этом на его электрическую проводимость, и одновременно минимизировать финансовые затраты. В связи с этим изобретением предложен анодный узел для производства алюминия, содержащий анод, анододержатель и электросоединительный элемент с заделываемым участком и незаделываемым участком для электрического соединения анододержателя с анодом, причем анод содержит углубление, в котором размещен заделываемый участок электросоединительного элемента и в котором выполненная из электропроводящего материала заделка удерживает электросоединительный элемент, при этом анодный узел содержит по меньшей мере один теплоизоляционный элемент, расположенный между двумя обращенными друг к другу стенками, принадлежащими незаделываемому участку электросоединительного элемента и/или анододержателю, для уменьшения теплопередачи между анодом и анододержателем во время производства алюминия.

Это позволяет устранить тепловые потери излучением между теми поверхностями, между которыми вставлен теплоизоляционный элемент, что позволяет уменьшить тепловые потери этого анодного узла, сохраняя удовлетворительное электрическое соединение между анододержателем и анодом.

Заделка позволяет обеспечить функцию электрической проводимости, одновременно обеспечивая функцию механического соединения между электросоединительным элементом и анодом. Как правило, заделка проходит вдоль боковой стенки заделываемого участка электросоединительного элемента. Этот боковой контакт между заделкой и электросоединительным элементом обеспечивает очень хорошую электрическую проводимость, а также очень хорошую теплопроводность между анодом и электросоединительным элементом.

Предпочтительно обе обращенные друг к другу стенки соединены электрически и механически посредством шва из электропроводящего материала, в частности сварного шва. Таким образом, шов из электропроводящего материала обеспечивает механическую прочность и электрическую проводимость в той зоне, где две стенки разделены теплоизоляционным элементом.

Согласно предпочтительному варианту электросоединительный элемент проходит в направлении

протяженности между анодом и анододержателем, а по меньшей мере один теплоизоляционный элемент проходит в плоскости, поперечной направлению протяженности. В этой конфигурации теплопередача по поперечному сечению электросоединительного элемента значительно уменьшается, так как устраняются тепловые потери излучением между теми поверхностями, между которыми вставлен теплоизоляционный элемент.

Согласно предпочтительному возможному варианту по меньшей мере один теплоизоляционный элемент расположен между стенкой электросоединительного элемента и стенкой анододержателя. Эта конфигурация с теплоизоляционным элементом, вставленным между электросоединительным элементом и анододержателем, особенно выгодна тем, что ограничены тепловые потоки из-за излучения и теплопроводности между электросоединительным элементом и анододержателем. Присутствие теплоизолятора на этой границе раздела можно обеспечить очень легко, и он очень эффективно ограничивает потери энергии.

Предпочтительно анодный узел содержит шов из электропроводящего материала, в частности сварной шов, предназначенный для электрического и механического соединения электросоединительного элемента и анододержателя. Таким образом, электросоединительный элемент обеспечивает механическую опору анода, способствуя электрической проводимости между анододержателем и анодом.

Заявителем установлено, что электрический ток, протекающий между двумя сваренными деталями, стенки которых обращены друг к другу и находятся в контакте, почти полностью проходит через сварные швы. Таким образом, расположение теплоизоляционного элемента между этими двумя обращенными друг к другу стенками обеспечивает тепловой выигрыш и не влияет на электропроводность анодного узла.

Согласно одному варианту незаделываемый участок электросоединительного элемента ограничивает гнездо, в котором расположен по меньшей мере один теплоизоляционный элемент. Теплоизоляционный элемент препятствует тепловым потерям излучением между двумя противоположными стенками гнезда.

Как правило, гнездо образовано вырезом в электросоединительном элементе. Этот вырез можно выполнить, в частности, посредством механической обработки резанием в электросоединительном элементе.

Предпочтительно вырез выходит сбоку незаделываемого участка электросоединительного элемента, так что теплоизоляционный элемент легко вставляется в электросоединительный элемент. Этот вариант очень прост в осуществлении на практике.

Согласно одному возможному варианту незаделываемый участок электросоединительного элемента содержит первый участок и второй участок, причем эти первый и второй участки разделены по меньшей мере одним теплоизоляционным элементом. Это позволяет ограничить теплопередачу за счет теплопроводности по сечению незаделываемого участка электросоединительного элемента между первым и вторым участками.

Предпочтительно выполнен дополнительный шов из электропроводящего материала, в частности сварной шов, для перекрытия по меньшей мере части упомянутого по меньшей мере одного теплоизоляционного элемента и для электрического и механического соединения первого участка и второго участка. Таким образом, механическая прочность и электрическая проводимость между анододержателем и анодом остаются очень удовлетворительными при значительном уменьшении теплопередачи. Кроме того, теплоизоляционный элемент защищен заключением его в гнездо.

Предпочтительно анодный узел дополнительно содержит теплоизоляционный элемент, расположенный на границе раздела между электросоединительным элементом и анододержателем. Это позволяет еще больше уменьшить теплопередачу.

В одном варианте первый участок, расположенный со стороны анододержателя, имеет меньшее поперечное сечение, чем у второго участка, расположенного со стороны анода, и расположена обеспечивающая электропроводность деталь для электрического соединения второго участка и анододержателя. В этой конфигурации уменьшение сечения первого участка, снижающее теплопередачу, не влияет на электрическую проводимость благодаря присутствию обеспечивающей электропроводность детали.

Как правило, электросоединительный элемент имеет практически цилиндрическую форму, такую как стальной ниппель. Действительно, сталь обеспечивает стойкость к коррозионной среде в электролизере при очень высоких температурах и является достаточно прочной, чтобы удерживать анод.

Согласно возможному варианту по меньшей мере один теплоизоляционный элемент имеет форму пластины, выполненной, в частности, из спеченного порошка, пленки или волокнистого фетра, включающих по меньшей мере один огнеупорный материал. Такой спеченный порошок обладает тем преимуществом, что он легко поддается формованию и может быть адаптирован для расположения в любой геометрической конфигурации анодного узла.

Другие признаки, задачи и преимущества настоящего изобретения будут более очевидны из нижеследующего описания вариантов его реализации, представленных в качестве неограничительных примеров со ссылкой на прилагаемые чертежи. Для лучшего понимания чертежи не обязательно выдержаны в масштабе для всех представленных элементов. В дальнейшем описании для упрощения идентичные,

аналогичные или эквивалентные элементы различных вариантов реализации имеют одинаковые цифровые обозначения.

Фиг. 1 иллюстрирует анодный узел согласно первому варианту реализации изобретения.

Фиг. 2 иллюстрирует анодный узел согласно альтернативному варианту реализации изобретения.

Фиг. 3 иллюстрирует анодный узел согласно второму варианту реализации изобретения.

Фиг. 4 иллюстрирует анодный узел согласно еще одному варианту реализации изобретения.

Как показано на фиг. 1, анодный узел 100 включает в себя анод 3, как правило, из углерода, и анододержатель 4 для производства алюминия электролизом по способу Холла-Эру. Анод 3 подвешен к анододержателю 4 через электросоединительный элемент 1, содержащий заделываемый участок 21, обеспечивающий крепление на аноде 3 и электрическую проводимость к аноду 3, и незаделываемый участок 22, обеспечивающий механическую подвеску анода 3.

В своей верхней части анод 3 содержит углубление 7, в котором размещен и закреплен заделываемый участок 21 электросоединительного элемента 1 при помощи заделки 8 из электропроводящего материала, например из чугуна. Таким образом, заделываемый участок 21 является нижней частью электросоединительного элемента 1, которая оказывается заключенной в заделку 8, в отличие от незаделываемого участка 22, который проходит над заделкой 8. Разумеется, в настоящем изобретении можно использовать любой другой материал, подходящий для заделки 8, в частности клейкую углеродистую пасту. Эта заделка 8 закрывает все поверхности углубления 7 и заделываемого участка 21 электросоединительного элемента 1, заключенного в углублении 7. В альтернативном варианте заделка 8 может проходить вдоль боковых стенок заделываемого участка 21, но не нижней стороне.

Анодный узел содержит также шов 9 из электропроводящего материала, выполненный с возможностью обеспечения электрического и механического соединения между анододержателем 4 и электросоединительным элементом 1, в частности в верхней части незаделываемого участка 22 электросоединительного элемента 1. Как правило, электросоединительный элемент 1 выполнен из стали и имеет форму цилиндра. Шов 9 может быть образован сварным швом на основе меди "cuprotupe", расположенным сбоку на стыке между электросоединительным элементом 1 и анододержателем 4.

На фиг. 1 в незаделываемом участке 22 показан также теплоизоляционный элемент 6, который проходит в плоскости, поперечной направлению протяженности электросоединительного элемента 1 между анодом 3 и анододержателем 4. Эта конфигурация позволяет эффективно уменьшить теплопередачу от анода 3 к анододержателю 4. В частности, электросоединительный элемент 1 содержит гнездо 5, выполненное в виде открытого сбоку выреза, в котором расположен теплоизоляционный элемент 6. Этот теплоизоляционный элемент 6 может быть выполнен из любых подходящих огнеупорных материалов, таких как спеченный порошок, пленка или волокнистый фетр, включающие по меньшей мере один огнеупорный материал.

В варианте реализации, представленном на фиг. 2, незаделываемый участок 22 электросоединительного элемента 1 содержит первый участок 11 и второй участок 12, отдельный от первого участка 11, между которыми расположен теплоизоляционный элемент 6. Таким образом, теплопередача за счет теплопроводности значительно уменьшается из-за того факта, что все поперечное сечение электросоединительного элемента 1 полностью покрыто теплоизоляционным элементом 6. При этом электрическая проводимость обеспечивается дополнительным швом 13 из электропроводящего материала, расположенным сбоку от теплоизоляционного элемента 6 таким образом, чтобы соединять электрически и механически первый участок 11 и второй участок 12.

Вариант реализации, представленный на фиг. 3, отличается от двух предыдущих вариантов реализации, в частности, тем, что теплоизоляционный элемент 6 расположен на границе раздела (стыке) между электросоединительным элементом 1 и анододержателем 4. Как и в показанном на фиг. 1 варианте реализации, шов 9 расположен сбоку от теплоизоляционного элемента 6 для обеспечения электрического и механического соединения между незаделываемым участком 22 электросоединительного элемента 1 и анододержателем 4. Было установлено, что электрическая проводимость между анодом и анододержателем в основном обеспечивается сварным швом 9, а не приведенными в контакт противоположными поверхностями, так что выгодным образом между электросоединительным элементом и анододержателем можно вставить теплоизоляционный элемент, не мешая общей электрической проводимости. Это позволяет ограничить тепловые потери излучением между электросоединительным элементом и анододержателем.

Согласно варианту реализации, представленному на фиг. 4, незаделываемый участок 22 электросоединительного элемента 1 содержит первый участок 11, расположенный со стороны анододержателя 4, и второй участок 12, расположенный со стороны анода 3. Поперечное сечение первого участка 11 уменьшено по сравнению с поперечным сечением второго участка 12 для ограничения теплопередачи. Кроме того, анодный узел содержит теплоизоляционный элемент 6, расположенный между электросоединительным элементом 1 и анододержателем 4, и дополнительно содержит теплоизоляционный элемент 6, расположенный между первым участком 11 и вторым участком 12. При этом расположена обеспечивающая электропроводность деталь 14, такая как медная пластина, чтобы обеспечить электрическое соединение между вторым участком 12 и анододержателем 4, и она опирается на часть первого участка 11.

В этой конфигурации теплопередача очень сильно ограничена за счет присутствия двух теплоизоляционных элементов 6 и уменьшенного поперечного сечения первого участка 11. Кроме того, электрическое соединение обеспечено швом 9 и дополнительным швом 13, а также высокопроводящей медной пластиной. Поскольку сечение медной пластины мало, теплопередача через нее остается очень ограниченной.

Таким образом, настоящим изобретением предложен анодный узел 100, позволяющий эффективно снизить теплотери между анодом 3 и анододержателем 4 за счет уменьшения теплопередачи при одновременном сохранении очень хорошей электрической проводимости.

Разумеется, изобретение не ограничивается вариантами реализации, описанными выше в качестве примеров, и охватывает все технические эквиваленты и вариации описанных средств, а также их сочетания.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Анодный узел (100) для производства алюминия, содержащий анод (3), анододержатель (4) и электросоединительный элемент (1) с заделываемым участком (21) и незаделываемым участком (22) для электрического соединения анододержателя (4) с анодом (3), причем анод (3) содержит углубление (7), в котором размещен заделываемый участок электросоединительного элемента (1) и в котором заделка (8), выполненная из электропроводящего материала, удерживает электросоединительный элемент (1), отличающийся тем, что между двумя обращенными друг к другу стенками, принадлежащими незаделываемому участку (22) электросоединительного элемента (1) и/или анододержателю (4), расположен по меньшей мере один теплоизоляционный элемент (6) для уменьшения теплопередачи между анодом (3) и анододержателем (4) во время производства алюминия, и при этом упомянутый по меньшей мере один теплоизоляционный элемент расположен вне углубления анода.

2. Анодный узел (100) по п.1, в котором обе обращенные друг к другу стенки соединены электрически и механически посредством шва (9) из электропроводящего материала.

3. Анодный узел (100) по одному из пп.1 и 2, в котором электросоединительный элемент (1) проходит в направлении протяженности между анодом (3) и анододержателем (4) и в котором по меньшей мере один теплоизоляционный элемент (6) проходит в плоскости, поперечной этому направлению протяженности.

4. Анодный узел (100) по одному из пп.1-3, в котором по меньшей мере один теплоизоляционный элемент (6) расположен между одной стенкой электросоединительного элемента (1) и одной стенкой анододержателя (4).

5. Анодный узел (100) по одному из пп.1-4, в котором анодный узел (100) содержит шов (9) из электропроводящего материала, выполненный с возможностью электрического и механического соединения электросоединительного элемента (1) и анододержателя (4).

6. Анодный узел (100) по одному из пп.1-5, в котором незаделываемый участок (22) электросоединительного элемента (1) ограничивает гнездо (5), в котором расположен по меньшей мере один теплоизоляционный элемент (6).

7. Анодный узел (100) по п.6, в котором гнездо (5) образовано вырезом в незаделываемом участке (22) электросоединительного элемента (1).

8. Анодный узел (100) по п.7, в котором вырез открыт сбоку незаделываемого участка (22) электросоединительного элемента (1).

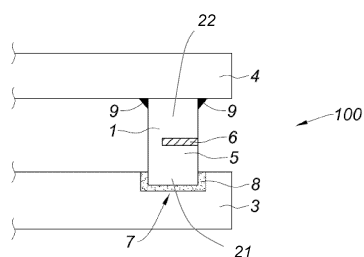
9. Анодный узел (100) по одному из пп.1-8, в котором незаделываемый участок (22) электросоединительного элемента (1) содержит первый участок (11) и второй участок (12), причем эти первый и второй участки (11, 12) разделены по меньшей мере одним теплоизоляционным элементом (6).

10. Анодный узел (100) по п.9, в котором выполнен дополнительный шов (13) из электропроводящего материала для перекрытия по меньшей мере части упомянутого по меньшей мере одного теплоизоляционного элемента (6) и для электрического и механического соединения первого участка (11) и второго участка (12).

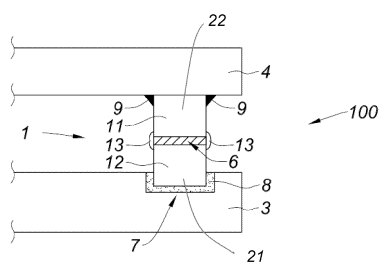
11. Анодный узел (100) по одному из пп.9, 10, в котором первый участок (11), расположенный со стороны анододержателя (4), имеет уменьшенное поперечное сечение по сравнению с поперечным сечением второго участка (12), расположенного со стороны анода (3), и в котором расположена обеспечивающая электропроводность деталь (14) для электрического соединения второго участка (12) и анододержателя (4).

12. Анодный узел (100) по одному из пп.1-10, в котором электросоединительный элемент имеет практически цилиндрическую форму, такую как стальной ниппель.

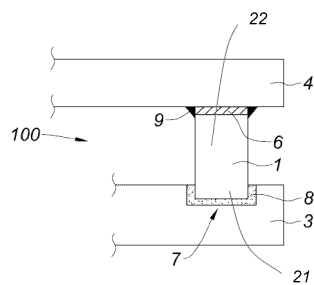
13. Анодный узел (100) по одному из пп.1-12, в котором по меньшей мере один теплоизоляционный элемент (6) имеет форму пластины, выполненной, в частности, из спеченного порошка, пленки или волокнистого фетра, включающих по меньшей мере один огнеупорный материал.



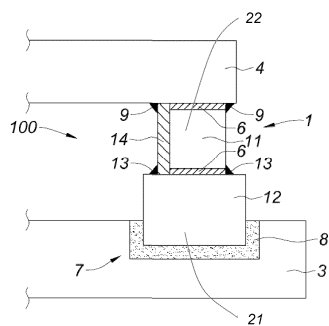
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

