

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2458185

КАТОДНОЕ УСТРОЙСТВО АЛЮМИНИЕВОГО ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА

Патентообладатель(ли): *Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2010154740

Приоритет изобретения 30 декабря 2010 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 10 августа 2012 г.

Срок действия патента истекает 30 декабря 2030 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Симонов", is written over the printed name.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) RU (11) 2458185

(51) МПК
C25C3/08 (2006.01)

(13) C1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2010154740/02, 30.12.2010
(24) Дата начала отсчета срока действия патента: 30.12.2010
Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 30.12.2010
(45) Опубликовано: 10.08.2012
(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2239003 C1, 27.10.2004. RU 2299277 C2, 20.05.2007. RU 27107 U1, 10.03.2003. RU 2186880 C1, 10.08.2002. CN 101665955 A, 10.03.2010.
Адрес для переписки:
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2, СПГГИ (ТУ), отдел интеллектуальной собственности и трансфера технологий (отдел ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):
Бажин Владимир Юрьевич (RU),
Сизяков Виктор Михайлович (RU),
Бричкин Вячеслав Николаевич (RU),
Патрин Роман Константинович (RU),
Власов Александр Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)

(54) КАТОДНОЕ УСТРОЙСТВО АЛЮМИНИЕВОГО ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА

(57) Реферат:

Изобретение относится к катодному устройству алюминиевого электролизера. Катодное устройство алюминиевого электролизера содержит кожух, подовые блоки с катодными стержнями, огнеупорную футеровку под подовыми блоками, боковую футеровку, установленные вплотную к боковой футеровке вставные блоки из карбидокремниевого материала. Сверху боковая футеровка снабжена фланцевым листом, установленным горизонтально, а между верхней поверхностью вставного карбидокремниевого блока и фланцевым листом установлена комбинированная огнеупорная вставка, которая снабжена засыпкой и огнеупорными диэлектрическими элементами, и выполнена высотой, равной 0,10-0,20 высоты вставного блока. Обеспечивается возможность увеличения стойкости боковой футеровки к разрушению в верхней части при возможном взаимодействии с глиноземом и фтористыми солями во время проникновения расплава, увеличения срока службы катодного устройства алюминиевого электролизера, снижения удельного расхода электроэнергии и трудозатрат. 3 з.п. ф-лы, 1 ил., 1 пр.

Изобретение относится к цветной металлургии, в частности к электролитическому получению алюминия, а именно к конструкции катодного устройства алюминиевого электролизера.

Катодное устройство алюминиевого электролизера включает стальной кожух, подовые блоки с катодными стержнями, огнеупорную футеровку под подовыми блоками, боковую футеровку. Боковая футеровка является элементом катодного устройства, расположена в пространстве между подовыми блоками и стенками кожуха под фланцевым листом, состоящая из двух частей, из которых ее верхняя часть монтируется из углеграфитовых плит, расположенных вдоль стенок кожуха, а периферийный шов выполняется с подъемом к боковой футеровке. Вплотную между фланцевым листом и боковыми блоками в верхней части устанавливают вставные элементы различной конструкции.

Известен «Электролизер для получения алюминия» (заявка на пат. RU 94009828, опубл. 10.04.1996), содержащий катодное устройство с наклонной бортовой футеровкой по всему периметру, где угол наклона составляет 120°. В качестве засыпки между верхним торцом бокового блока предлагается глинозем со вставками из огнеупорного кирпича.

Недостатком является то, что при таком выполнении боковой футеровки имеет место окисление и разрушение угольных плит при воздействии на них кислорода воздуха, поступающего через неплотности в корке электролита и катодном кожухе. В конечном счете, это приводит к проникновению расплава электролита в футеровку и изменению ее теплоизоляционных свойств. Возникают усилия, отжимающие угольные плиты от катодного кожуха и, как правило, разрушающие боковую футеровку. Кроме того, имеет место разрушение угольных плит в зоне расплава электролита в результате избирательного действия на них компонентов криолитоглиноземного расплава.

Известна «Футеровка кожуха катодного алюминиевого электролизера» (Пат. RU 2125621, опубл. 27.01.1999). В футеровке электролизера, имеющей углеродные блоки и теплоизоляционный слой, верхний защитный слой выполнен из утрамбованного кварцевого песка толщиной 10-60 мм. Кварцевый песок имеет крупность частиц 0,4-0,15 мм. Нижний защитный слой состоит или из двух стальных листов, уложенных горизонтально один над другим с зазором в 1-3 мм, заполненным глиноземом, или из слоя керамического материала. В качестве керамического материала может быть использован красный кирпич.

Недостатком является воздействие фтористых солей расплава на силикатные материалы такого типа, при пропитке, вызывает их разрушение с увеличением размеров.

Известна «Футеровка катодного кожуха алюминиевого электролизера» (пат. RU 2191223, опубл. 20.10.2002), которая содержит углеродные блоки, два защитных слоя с размещенным между ними слоем огнеупорного материала и теплоизоляционный слой. При этом нижний защитный слой выполнен из горизонтально уложенного стального листа, помещенного между слоями кварцевого песка, а толщина каждого слоя кварцевого песка составляет 10-15 мм, кроме этого, верхний защитный слой выполнен из кварцевого песка.

Недостатком является то, что использование в качестве засыпки кварцевого песка вызывает спекание частиц и проникновение в образовавшиеся поры расплава в район незащищенной поверхности металлической части катодного кожуха.

Известна «Боковая футеровка алюминиевого электролизера» (Пат. RU 2072398, опубл. 27.01.1997), в которой выполнен пояс из непроводящего керамического материала на основе нитрида алюминия. Пояс выполнен из отдельных плит, которые соединены торцевыми гранями с помощью обратнoсимметричных выступов и углублений при помощи клея с добавками тугоплавких металлоподобных соединений.

Недостатком является применение дорогостоящих материалов, которые малоэффективны к проникающему воздействию расплава.

Известна «Боковая футеровка алюминиевого электролизера» (Пат. RU 2186880, опубл. 10.08.2002), состоящая из двух частей, выполненных из материалов с различной стойкостью к содержащемуся в шахте электролизера расплаву, из которых ее верхняя часть выполнена из плит из неметаллических тугоплавких соединений, имеющих повышенную стойкость, а нижняя часть - из соединенных между собой блоков из углеродсодержащего материала, имеющего пониженную стойкость, плиты из неметаллических тугоплавких соединений установлены в паз, выполненный в верхних гранях блоков из углеродсодержащего материала, и соединены с блоками из углеродсодержащего материала клеящим или цементирующим составом или заделкой указанного паза углеродсодержащим материалом.

Недостатком является использование в качестве заполняющего элемента углеграфитовых материалов, что приводит к утечкам тока через фланцевый лист. Недостатком также является то, что после спекания клеящим слоем происходит разрушение вставки за счет деформационных сдвигов в верхних частях катодного кожуха при высокой скорости циркуляции расплава.

Известно катодное устройство алюминиевого электролизера» (пат. RU 2239003, опубл. 27.10.2004), принятое за прототип, включающее кожух, подовые блоки с катодными стержнями, футеровку, расположенную под подовыми блоками, футеровку, расположенную вдоль стенок кожуха и изготовленную по высоте из материалов с различной стойкостью к содержащемуся в шахте электролизера расплаву, при этом для выполнения ее верхней части использованы карбидокремниевые плиты, а для нижней части - обожженные угольные блоки, а также периферийный шов, выполненный с подъемом к боковой футеровке на высоту, не превышающую место стыковки плит и блоков боковой футеровки. Вплотную к плитам верхней части боковой футеровки и теплоизоляционным элементам ее нижней части

установлены и соединены с ними клеящим или цементирующим составом вставные блоки из углеродсодержащих материалов или из неметаллических тугоплавких соединений.

Недостатком является то, что при выполнении верхней части боковой футеровки из обожженных угольных блоков не обеспечиваются условия для создания необходимой формы рабочего пространства с устойчивой настелью и гарнисажем в зоне электролита. Кроме того, недостатком вставных блоков из углеродсодержащих материалов также является их электропроводность, что приводит к утечкам тока через боковые блоки к фланцевому листу. Неметаллические вставки, расположенные вдоль всей поверхности бортового блока вызывают разрушение верхней части карбидокремниевого блока при нагреве во время эксплуатации. Это приводит к появлению деформаций, как правило, разрушающих боковую футеровку алюминиевого электролизера. Разрушение боковой футеровки приводит к проникновению расплава к металлическому кожуху и к прорыву расплава из шахты алюминиевого электролизера, что снижает его срок службы.

В основу изобретения положена задача, разработать боковую футеровку алюминиевого электролизера, конструкция которой обеспечивала бы высокую стойкость карбидокремневых блоков к деформации во время эксплуатации и низкую вероятность проникновения расплава к металлической части стального кожуха, что позволит увеличить срок службы катодного устройства алюминиевого электролизера, улучшить сортность производимого металла, снизить удельный расход электроэнергии.

Технический результат достигается тем, что в катодном устройстве алюминиевого электролизера, включающем кожух, подовые блоки с катодными стержнями, огнеупорную футеровку под подовыми блоками, боковую футеровку, установленные вплотную к боковой футеровке вставные блоки из углеродсодержащих материалов или из неметаллических тугоплавких соединений, сверху боковая футеровка снабжена фланцевым листом, установленным горизонтально, а между фланцевым листом и верхней поверхностью вставного блока установлена комбинированная огнеупорная вставка, которая снабжена засыпкой и огнеупорными диэлектрическими элементами, и выполнена высотой, равной 0,10-0,20 высоты вставного блока.

Вставной блок может быть выполнен из карбида кремния, а засыпка может быть выполнена из нефелинового порошка.

Огнеупорные диэлектрические элементы могут быть выполнены из клинового огнеупорного кирпича и размещены под углом наклона 30° к верхней поверхности вставного блока.

К широкому торцу и по сторонам клинового огнеупорного кирпича между верхней поверхностью блока и фланцевым листом может быть выполнено уплотнение из огнеупорного материала, например из стеклоткани, пропитанной огнеупорной пастой.

Комбинированная огнеупорная вставка, выполненная высотой, равной 0,10-0,20 высоты вставного блока, позволяет снизить нарушение токораспределения в боковой футеровке катодного устройства и не дает расплаву проникнуть к боковой поверхности стального кожуха. Это увеличивает срок службы боковой футеровки, повышает сортность производимого алюминия, снижает удельный расход электроэнергии.

Использование в зазоре между верхней поверхностью вставного блока и фланцевым листом комбинированной огнеупорной вставки из засыпки и огнеупорных диэлектрических элементов обеспечивает плотное сцепление верхней поверхности вставных блоков и поверхности фланцевого листа, предотвращает растрескивание в результате расширения блоков из карбида кремния и деформационных сдвигов в районе фланцевого листа катодного кожуха за счет циркуляции расплава.

Применение фланцевого листа, установленного горизонтально, обеспечивает надежное крепление боковой части катодной футеровки к стальному кожуху.

Использование в комбинированной огнеупорной вставке засыпки в виде нефелинового порошка $K \cdot Na_3(Al \cdot SiO_4)_4$, которая заполняет всю высоту зазора между верхней поверхностью вставного блока из карбида кремния и фланцевым листом, способствует повышению барьерной защиты от проникающего воздействия натрия и расплава к металлическому кожуху и амортизирует механический изгиб фланцевого листа.

Использование в комбинированной огнеупорной вставке огнеупорных диэлектрических элементов, выполненных из клинового огнеупорного кирпича и размещенных под углом наклона 30° к верхней поверхности вставного блока, обеспечивает прочное фиксированное положение засыпки из нефелинового порошка.

Использование уплотнения из огнеупорного материала, например из стеклоткани, пропитанной огнеупорной пастой, исключает разрушение клинового кирпича и снижает поверхность контакта с поверхностью вставного блока по всей толщине.

На фигуре 1 показана часть катодного устройства, боковая футеровка и часть подины алюминиевого электролизера, в продольном разрезе. Катодное устройство в боковой футеровке содержит: 1 - фланцевый лист; 2 - засыпку из нефелинового порошка $K \cdot Na_3(Al \cdot SiO_4)_4$; 3 - клиновой огнеупорный кирпич; 4 - стеклоткань с пропиткой; 5 - межблочные швы; 6 - боковую футеровку; 7 - вставной блок из карбида кремния; 8 - подовый блок с катодными стержнями; 9 - огнеупорную футеровку; 10 - кожух.

Боковая футеровка является составной частью катодного устройства алюминиевого электролизера. Рабочая среда - расплавленный алюминий и фтористые соли при температуре $920 \div 980^\circ C$.

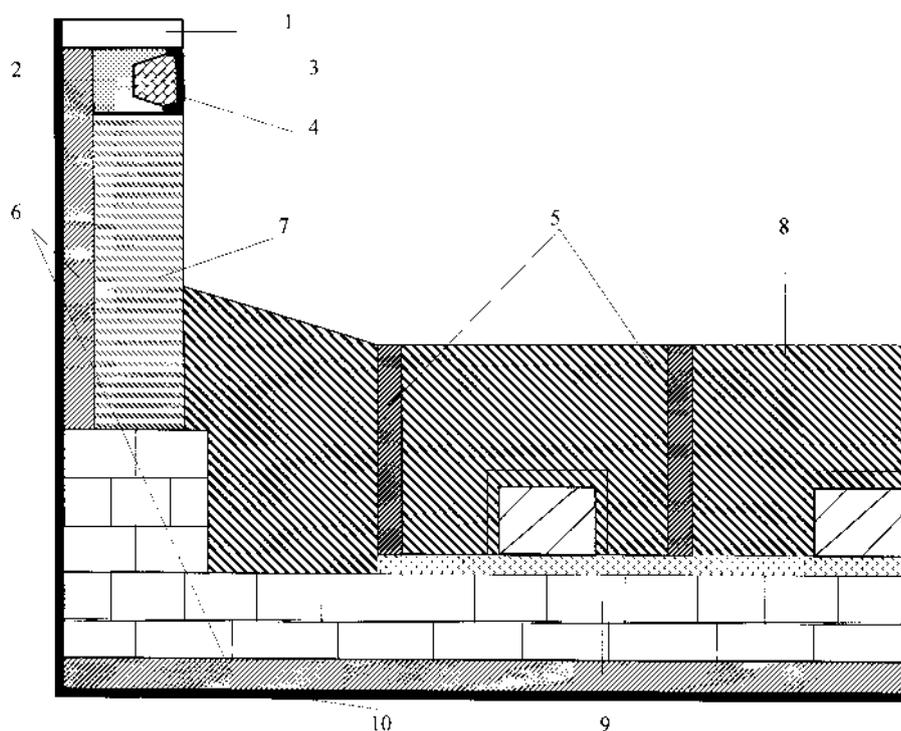
Пример. Катодное устройство алюминиевого электролизера, в котором вплотную к боковой футеровке установлены вставные блоки из углеродсодержащих материалов или из неметаллических тугоплавких соединений, в частности из карбида кремния, с примыкающими подовыми блоками с катодными

стержнями, закрепленными в подовом блоке посредством чугуна. В зазор между верхней поверхностью вставного блока из карбида кремния и фланцевым листом установлена комбинированная огнеупорная вставка из засыпки из нефелинового порошка и клинового огнеупорного кирпича высотой 50 мм, закрепленного при помощи уплотнения из стеклоткани, предварительно пропитанной огнеупорной пастой. Эксплуатацию электролизера проводят при температуре 955-970°C. Сравнительные испытания проводят для двух вариантов выполнения боковой футеровки, когда зазор между фланцевым листом и верхней поверхностью вставного блока заполняется подовой массой, и предлагаемого, когда в зазор монтируется засыпка из нефелинового порошка $K \cdot Na_3(Al \cdot SiO_4)_4$ на всю высоту зазора, а сбоку уплотняется клиновым огнеупорным кирпичом. Электролизер с предлагаемым катодным устройством был отключен через 2298 суток после пуска. В средний срок службы электролизеров с катодным устройством с конструкцией прототипа составляет 1935 суток. Сухая выбойка подины показала, что разрушения боковой футеровки в верхней части карбидокремниевых блока в предлагаемом катодном устройстве были не критичны, деформации фланцевого листа не наблюдалось, и электролизер мог бы еще работать.

Таким образом, конструкция катодного устройства алюминиевого электролизера обеспечивает высокую стойкость вставных блоков из карбида кремния, предотвращает деформацию фланцевого листа во время обжига и имеет низкую вероятность проникновения расплава к стенкам стального кожуха, что позволяет увеличить срок службы катодного устройства алюминиевого электролизера, улучшить сортность производимого металла.

Формула изобретения

1. Катодное устройство алюминиевого электролизера, включающее кожух, подовые блоки с катодными стержнями, огнеупорную футеровку под подовыми блоками, боковую футеровку, установленные вплотную к боковой футеровке вставные блоки из углеродсодержащих материалов или из неметаллических тугоплавких соединений, отличающееся тем, что оно снабжено фланцевым листом, установленным горизонтально сверху боковой футеровки, а между фланцевым листом и верхней поверхностью вставного блока установлена комбинированная огнеупорная вставка, которая выполнена из засыпки и огнеупорных диэлектрических элементов и высотой, равной 0,10-0,20 высоты вставного блока.
2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что вставной блок выполнен из карбида кремния, а засыпка выполнена из нефелинового порошка.
3. Устройство по п.1 или 2, отличающееся тем, что огнеупорные диэлектрические элементы выполнены из клинового огнеупорного кирпича и размещены с наклоном под углом 30° к верхней поверхности вставного карбидокремниевых блока.
4. Устройство по п.1 или 2, отличающееся тем, что к широкому торцу и по сторонам клинового огнеупорного кирпича между верхней поверхностью вставного блока и фланцевым листом выполнено уплотнение из огнеупорного материала, например из стеклоткани, пропитанной огнеупорной пастой.



Фиг. 1