

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042642**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.03.09

(21) Номер заявки
202191402

(22) Дата подачи заявки
2019.11.18

(51) Int. Cl. **C25C 3/22** (2006.01)
B08B 15/00 (2006.01)
B08B 15/02 (2006.01)
C25C 7/06 (2006.01)

(54) СПОСОБ И СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОТСОСОМ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ ИЗ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ

(31) **20181482**

(32) **2018.11.20**

(33) **NO**

(43) **2021.09.30**

(86) **PCT/EP2019/081566**

(87) **WO 2020/104343 2020.05.28**

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

(72) Изобретатель:
**Менгер Эйрик, Дюрёй Аре, Карлсен
Мортен (NO)**

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

(56) **US-A-4668352**
US-A1-2018142368
US-A1-2010044217
US-A-4741257
US-B2-6669547

(57) Изобретение относится к способу и системе управления нормальным рабочим отсосом отходящих газов из отдельных электролизеров для производства алюминия, причем электролизеры могут представлять собой электролизеры Холла-Эру и также содержат укрытие электролизера (CH), соединенное через газовый канал (GD) с основным газовым каналом (MGD), имеющим средства для генерации отсоса, которые транспортируют газ в центр обработки газа (GTC), где поток газа в упомянутом газовом канале (GD) регулируют с помощью заслонки газового канала (GDD). Один или более параметров процесса, из давления и температуры в газовом канале (GD) каждого электролизера, измеряют и используют в качестве входных сигналов для контроллера (PLC), содержащего вычислитель, при этом контроллер вычисляет фактический массовый расход в упомянутом газовом канале (GD) на основе заранее заданного алгоритма и формирует выходной сигнал, соответствующий требуемой величине потока, указанный сигнал передают на исполнительный механизм (A), который регулирует положение заслонки газового канала (GDD) и вследствие этого поток газа в газовом канале от каждого отдельного электролизера.

B1**042642****042642****B1**

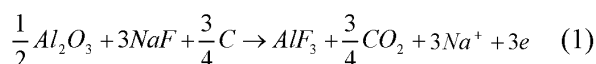
Настоящее изобретение относится к способу и системе управления нормальным рабочим отсосом отходящих газов из электролизеров для производства алюминия, причем электролизеры могут представлять собой электролизеры Холла-Эру, предпочтительно с предварительно обожжёнными анодами.

Процесс Холла-Эру, названный в честь его изобретателей, представляет собой наиболее используемый способ, посредством которого в настоящее время производят алюминий. Жидкий алюминий получают путем электролитического восстановления оксида алюминия (Al_2O_3), растворенного в электролите, называемом ванной, который в основном состоит из криолита (Na_3AlF_6).

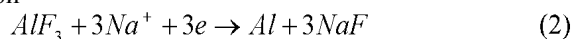
Эскиз электролизера для восстановления оксида алюминия предшествующего уровня техники показан на фиг. 1.

В электролизере для восстановления оксида алюминия, называемом в дальнейшем электролизером, несколько предварительно обожженных угольных анодов погружены в ванну. Оксид алюминия электрохимически расходуется на аноде.

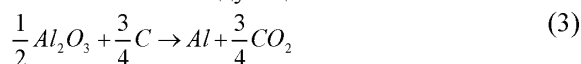
Как видно из уравнения (1), угольный анод расходуется во время процесса (теоретически 333 кг C/т Al).



Нижняя часть электролизера, катод, представляет собой стальную оболочку, футерованную огнеупорным материалом и теплоизоляцией. Сверху угольной подины образуется область жидкого алюминия. Катод в электрохимическом смысле представляет собой границу между жидким алюминием и ванной, описываемую формулой



и общая реакция в ячейке становится следующей



Чистая ванна (Na_3AlF_6) имеет температуру плавления 1011°C. Чтобы снизить температуру ликвидуса, в ванну добавляют фторид алюминия (AlF_3) и фторид кальция (CaF_2), если говорить о наиболее важных из них. Состав ванны в электролизере обычно может включать в себя 6-13 вес.% AlF_3 , 4-6 вес.% CaF_2 и 2-4 вес.% Al_2O_3 . Снижение температуры ликвидуса позволяет работать электролизеру при более низкой температуре ванны, но за счет пониженной

растворимости Al_2O_3 в ванне, что требует хорошего контроля Al_2O_3 . Следует отметить, что если концентрация Al_2O_3 становится слишком низкой (менее примерно 1,8 вес.%), то электролизер переходит в состояние, называемое анодным эффектом. Во время анодных эффектов напряжение на электролизере увеличивается от нормальных 4-4,5 до 20-50 В. Анодный эффект является крайне нежелательным состоянием не только потому, что он представляет собой потерю энергии и нарушение энергетического баланса, но также потому, что на аноде образуются парниковые газы (CF_4 и C_2F_6). Очень часто анодный эффект требует ручного вмешательства оператора.

Температура ванны при нормальной работе электролизера составляет от 940 до 970°C. Ванна не расходуется во время электролитического процесса, но некоторая часть теряется, в основном из-за испарения. Пар в основном состоит из $NaAlF_4$. Кроме того, некоторая часть ванны теряется из-за захвата мелких капель, а вода, присутствующая в оксиде алюминия, реагирует с образованием HF.

В целях защиты окружающей среды газ собирают с помощью укрытия и системы удаления газа и далее очищают в системе газоочистки. Более 98% AlF_3 восстанавливают в системе очистки и возвращают обратно в электролизеры. Кроме того, содержание оксида натрия (Na_2O) и фторида кальция (CaF_2) в подаваемом Al_2O_3 нейтрализует AlF_3 . Нейтрализованное количество также зависит от проникновения натрия в катод и, следовательно, от срока работы электролизера. Например, один элемент на 170 кА испускает около 60 эквивалентных кг AlF_3 за 24 ч и использует примерно 2500 кг Al_2O_3 за 24 ч. Количество AlF_3 из-за нейтрализации для одного электролизера на 170 кА составляет от 0 до 20 кг за 24 ч (в зависимости от возраста электролизера). Однако, поскольку большую часть AlF_3 перерабатывают, то реальное потребление AlF_3 очень мало по сравнению с потреблением Al_2O_3 .

На боковых стенках катода имеется застывший слой, называемый настылъ, который защищает углеродную боковую стенку от эрозии. Толщина настыля зависит от теплового потока через боковые стороны, который зависит от разницы температуры ванны и температуры ликвидуса.

Таким образом, задача состоит в том, чтобы обеспечить стабильную работу электролизера, приводящую к устойчивому защитному настылъ, при минимизировании потребления энергии и максимальной производительности.

При наличии разумных эксплуатационных целей общепринятой практикой является минимизация отклонений процесса от целевых значений, что приводит к хорошему технологическому процессу в смысле минимального загрязнения окружающей среды, максимальной производительности и минимальных затрат. При использовании в контексте электролизера для восстановления оксида алюминия основное внимание следует уделять достижению низкой частоты анодного эффекта, хорошей эффективности газоочистки и низкого отклонения от целевого значения, когда речь идет о концентрации оксида алюми-

ния, температуре ванны и кислотности. Если контроль концентрации оксида алюминия достаточно хороший, то нужно сосредоточиться на контроле температуры ванны и контроле AlF_3 .

При управлении электролизером до настоящего времени обычно используют три основных регулируемых параметра: температуру ванны, концентрацию AlF_3 и концентрацию Al_2O_3 , а также три управляющих входа: регулировку анодного коллектора (управление вводом энергии), добавление AlF_3 и добавление Al_2O_3 , и это хорошо задокументировано в предшествующем уровне техники.

Например, документ WO 2009/067019 заявителя относится к способу управления балансом массы и энергии электролизера с использованием нелинейной модели прогнозирования.

В документе EP 2248605 A1 раскрыто устройство и способ удаления газов из электролитических ячеек путем отсасывания, при этом устройство содержит отводной канал для каждого электролизера, главный канал, соединяющий отводные каналы с центром обработки газа, и центральный отсасывающий вентилятор, обеспечивающий по меньшей мере часть отсасывания, причем один или несколько отводных каналов снабжены дополнительными средствами отсасывания, и при этом предусмотрено средство управления для управления дополнительными средствами отсасывания и средством контроля давления, при этом средство управления приспособлено для управления дополнительными средствами отсасывания в зависимости от изменений контролируемого давления по отношению к эталонному давлению.

Настоящее изобретение относится к способу и системе управления нормальным рабочим отсасыванием отходящих газов из отдельных электролизеров (EC) на установке для производства алюминия, причем электролизеры представляют собой электролизеры Холла-Эру и оснащены укрытием электролизера (CH), соединенным одним газовым каналом (GD) с основным газовым каналом (MGD), по которому газ транспортируют в центр обработки газа (GTC) с помощью средства отсасывания, где поток газа в газовом канале (GD) может регулироваться с помощью заслонки газового канала (GDD).

В соответствии с изобретением один или несколько параметров процесса, таких как давление и температура в газовом канале (GD), измеряют непрерывно и используют в качестве входных сигналов для программируемого логического контроллера (PLC), содержащего вычислитель, где контроллер вычисляет фактический массовый расход в газовом канале (GD) на основе заранее заданного алгоритма и формирует выходной сигнал, соответствующий требуемому объему, этот сигнал передают на исполнительный механизм (A), который регулирует положение заслонки газового канала (GDD) и соответственно объем газа в газовом канале (GD) от отдельных электролизеров.

Измеренные параметры процесса, такие как давление и температура в газовом канале (GD), можно сравнить с аналогичными измеренными параметрами в окружающем воздухе за пределами укрытия электролизера, чтобы иметь возможность установить один набор относительных значений, касающихся внутреннего пространства газового канала и окружающего воздуха.

Чтобы дополнительно оптимизировать управление энергией электролизеров Холла-Эру для производства алюминия, а также иметь возможность вносить дополнительный вклад в стабилизацию теплового баланса электролизеров, в частности, при нормальной работе электролизеров, авторы изобретения установили, что отсос отходящих газов из укрытия можно контролировать новым и изобретательным способом. Дополнительные преимущества изобретения заключаются в том, что можно более эффективно собирать отходящие газы из отдельных электролизеров, в частности, когда укрытие является менее газо-непроницаемым, чем предусмотрено, например, из-за износа, повреждений и т.п.

Основная идея состоит в том, чтобы на первом этапе настроить отсасываемый объем для каждого отдельного электролизера, когда система отсоса находится в нормальном режиме работы. Это соответствует ситуации, когда не выполняются никакие работы по техническому обслуживанию электролизеров, и поэтому все крышки закрыты.

Таким образом, нормальный отсос в каждом электролизере уравнивают индивидуальными потребностями этого конкретного электролизера и дополнительно регулируют в последующих операциях в соответствии с температурой и давлением всасывания в верхней части конструкции.

Этот способ управления отсасыванием показал минимизацию общего объема газа, и может быть достигнута экономия как за счет уменьшения действия вентилятора, так и за счет меньших потерь температуры в каждом отдельном электролизере.

Преимущества настоящего изобретения заключаются, в частности, в контроле и оптимизации количества газа, отсасываемого из электролизера, таким образом, чтобы можно было уменьшить вариации процесса в электролизерах и предотвратить/ограничить выбросы в окружающую среду. Благодаря этому электролизеры можно будет эксплуатировать ближе к рабочим целевым параметрам и технологическим ограничениям, и можно будет добиться меньшего количества выбросов в окружающую среду и более низкого потребления энергии на килограмм произведенного алюминия в сочетании с более стабильным и эффективным производственным процессом.

Контроль количества отсасываемого газа включает в себя способ и систему для поточных измерений давления и температуры технологического газа, где эти сигналы используют в качестве входных данных для контроллера, который выдает выходной сигнал на заслонку, управляемую приводом, которая регулирует поток упомянутого газа, отсасываемого из отдельных электролизеров.

Вышеупомянутые и другие преимущества могут быть получены посредством изобретения, задан-

ного в прилагаемой формуле изобретения.

Далее изобретение будет описано на примерах и фигурах.

На фиг. 1 показан эскиз основных элементов электролизера для восстановления оксида алюминия (предварительной термообработки) известного уровня техники с укрытием.

На фиг. 2 схематично показано одно укрытие электролизера и его соединение с главным газовым каналом системы отсоса, при этом в газовом канале измеряют давление и температуру.

На фиг. 3 показаны детали, аналогичные показанным на фиг. 2, где, кроме того, измеряют давление под укрытием электролизера.

На фиг. 4 показано несколько электролизеров, контролируемых в соответствии с принципами фиг. 2, предпочтительно группа электролизеров, подключенных к общей линии принудительного отсасывания, и аналогично тому, как указано выше, подключенных к основному газовому каналу.

На фиг. 5 показано два ряда электролизеров, контролируемых в соответствии с принципами фиг. 3, которые также подключены к ГТС через Н-образную конструкцию.

В общем изобретение, как показано на фиг. 2, основано на использовании локальных измерений для уравнивания и управления объемом отсасываемого газа для каждого отдельного электролизера (ЕС) в линии электролиза. Используя продуманные и индивидуализированные измерения/датчики, можно контролировать известные соотношения между статическим давлением, температурой и объемами отсасываемого газа, а также точки утечки, состояние выброса/отсоса и состояние каждого электролизера. С помощью автоматических заслонок, в частности дроссельных заслонок, управляемых с помощью программируемого логического контроллера (PLC), указанные объемы также могут быть настроены и адаптированы таким образом, чтобы электролизеры с изношенными укрытиями, то есть с высокой вероятностью утечки, получали больше внимания (т.е. повышенные объемы отсасывания газа) по сравнению с электролизерами с хорошими укрытиями. Таким образом, общий объем отсасываемого газа для фактической ячейки, а также для установки может быть уменьшен в зависимости от конкретных потребностей и обращения с укрытием.

На фиг. 2 газовый канал (GD), соединяющий укрытие электролизера (CH) и основной газовый канал (MGD) и транспортирующий газ из электролизера, содержит датчик давления (PT) и датчик температуры (TT), причем оба этих датчика передают сигналы на программируемый логический контроллер (PLC). PLC управляет положением заслонки газового канала (GDD) с помощью привода (A) и, следовательно, объемом газа через газовый канал в соответствии с заранее заданным алгоритмом. В одном варианте осуществления контроллер может иметь дополнительное программное обеспечение, позволяющее ему работать в качестве цифрового двойника.

Могут быть измерены статическое давление и температура в газовом канале (GD) электролизеров. Эти измерения затем можно использовать для определения результирующих величин отсоса газа из электролизеров либо по известным корреляциям, либо по результатам моделирования. Для проверки работы оборудования могут потребоваться калибровочные измерения.

Оборудование для сбора измерений необходимо регулярно обслуживать из-за риска загрязнения.

Мониторинг индивидуальных величин отсоса газа в сочетании с давлением, предпочтительно статическим давлением, в верхней части электролизеров, как показано на фиг. 3, может даже давать предупреждения и воздействовать на низкую/плохую эффективность укрытия. Путем сбора данных о давлении в этой области могут быть предприняты меры или действия по ограничению утечек технологического газа в окружающую среду, например, путем регулировки заслонки (GDD), чтобы обеспечить более высокую величину отсоса газа.

Состояние отдельных электролизеров можно отслеживать на экране в виде технологической карты, имеющей разные цветовые коды (не показаны).

Эффективная система автоматического отсоса электролизеров (APS) в соответствии с изобретением может также дополнять или даже заменять систему принудительного отсоса без какого-либо дополнительного оборудования, см. фиг. 4, или она может действовать параллельно с такой системой. Система принудительного отсоса обычно известна как отдельная линия принудительного отсоса (FSS), подключенная к группе электролизеров, состоящей обычно из 8-10 штук, и дополнительно имеющая отсасывающий канал с подкачивающим вентилятором, нагнетающим дополнительное всасывание в основной газовый канал (MGD) системы отсоса газа установки. Она может быть расположена параллельно обычным отсасывающим каналам газа между электролизерами и основным трубопроводом и работать, когда есть необходимость в дополнительном отсосе по меньшей мере из одного электролизера в фактической группе электролизеров, соединенных с линией. Пример системы принудительного отсоса газа раскрыт в документе EP 1252373 A1 заявителя.

Система принудительного отсоса срабатывает, например, когда происходит замена анода, и снимают крышки электролизера и, таким образом, в укрытии образуется отверстие. Принудительный отсос будет достаточно сильным, чтобы избежать попадания значительного количества технологического газа через отверстие в укрытии во время упомянутых действий.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения можно было бы полностью исключить необходимость в отдельной системе принудительного отсоса. Такое исключение должно быть про-

верено моделированием и имитацией перед внедрением.

При работе с системой APS статическое давление под укрытием ячейки можно контролировать, как показано на фиг. 3, с помощью одного или нескольких датчиков давления (РТ'). Это одна из самых сложных частей системы, так как давление всасывания здесь довольно низкое, порядка 5-8 Па. Кроме того, образование окалины или засорение датчиков давления со временем может вызвать ошибки в измерениях. Чтобы уменьшить ошибки измерения, рекомендуется иметь по меньшей мере два, предпочтительно три-четыре измерения давления (датчиков/передатчиков давления) в укрытии электролизера. Средние тенденции можно использовать для контроля и расчета минимальных и максимальных значений.

Точки измерения давления предпочтительно располагать на том же уровне, что и газосборный колокол, поскольку именно здесь могут возникать утечки при слишком низких величинах отсоса. Также существует потребность в разработке хороших алгоритмов управления измерениями, фильтрацией шума и помех. Дополнительные измерения потока могут быть выполнены с помощью крыльчаточных анемометров в газовых каналах, поскольку они, как считается, дают довольно стабильный сигнал.

Важно избегать отложений в каналах и на заслонках. Чтобы преодолеть это, предлагается иметь автоматизированную процедуру, которая на регуляторной основе полностью открывает и частично закрывает заслонки и работает на одном электролизере за раз. Регулировка положения заслонки на одном электролизере значительно изменит величину отсоса этого электролизера, но на остальные электролизеры это не повлияет. Это также показывает, как до некоторой степени может быть минимизирован и получен путем регулировки заслонки режим принудительного отсоса.

На заключительном этапе, см. фиг. 5, управление заслонками всех электролизеров может быть связано с управлением вентиляторами в центре обработки газа (GTC), чтобы составить полную систему APS. При таком подключении мощность вентилятора можно регулировать, например, с учетом сессионных вариаций или общих изменений эффективности укрытия. Таким образом можно сэкономить электроэнергию и потенциально можно использовать системы очистки газа более оптимальным образом.

Предпочтительно (см. фиг. 3) отслеживают давление (P) и температуру (T) в газовом канале (GD), соединяющем укрытие электролизера (CH) и основной газовый канал (MGD), чтобы сохранять изменения или отклонения под наблюдением с помощью беспроводного контроллера состояния давления или давления (датчика давления, РТ) и беспроводного датчика температуры (датчика температуры, ТТ), который подключен к системе Ethernet, включающей в себя один или несколько PLC (программируемых логических контроллеров), а также включающей в себя центральный PLC (CPLC), охватывающий всю линию электролиза, см. фиг. 4.

В определенных ситуациях система APS может быть использована для контроля и корректировки теплового баланса электролизеров. Энергия, отводимая с отходящим газом, прямо пропорциональна массовому расходу, и регулирующий клапан обеспечивает средство для быстрого изменения теплового потока из электролизеров.

Идея состоит в том, чтобы иметь возможность отслеживать состояние отсоса из каждого отдельно-го электролизера, которое определяется соотношением между статическим давлением и температурой, чтобы:

1. Сохранять стабильную и постоянную величину потока из каждого электролизера или, как это обычно известно, как выравнивание потока в системе отсоса газа для всей линии электролиза (серии электролизеров) или части линии электролиза в зависимости от размера системы. Поток, выраженный через давление и температуру, должен быть как можно более постоянным, чтобы поддерживать минимальный уровень выбросов. Поток из каждого электролизера предпочтительно должен поддерживаться на такой величине, чтобы улавливать практически все технологические газы из укрытия, даже несмотря на то, что в укрытии может иметь место утечка, или в нем даже может быть проделано отверстие. Кроме того, чтобы добиться этого, во время пускового режима или во время замены анода величину отсоса газа необходимо соответствующим образом регулировать посредством PLC.

2. Определять любое снижение давления/повышение температуры в соответствующем номере или месте электролизера. Если такой случай имеет место, это означает, что что-то не так с системой отсоса или системой управления электролизерами, и PLC должен предпринять некоторые действия для уменьшения изменений.

3. Составлять код для действий по техническому обслуживанию, используя разные цвета для уровня и типа действий, которые необходимо выполнить, которые должны быть отображены/визуализированы для операторов на одном или нескольких экранах в центре управления линией электролиза.

4. Установить для пусковых электролизеров корректное значение/уровень отсоса с помощью PLC и контролировать и устанавливать регулируемую заслонку электролизера в правильное положение, поскольку температура электролизера быстро снижается, так как она стабилизируется после запуска, чтобы минимизировать влияние на выбросы линии электролиза и, следовательно, на окружающую среду. На практике это означает использование инструментов измерения показываемого давления и температуры для изменения положения заслонки при изменении давления и температуры по мере нормализации работы электролизера. Это можно сделать с помощью PLC.

5. Другим аспектом системы является реализация беспроводного наблюдения за отсосом электролизера для автоматизации регулирования и, следовательно, балансировки системы отсоса путем использования регулировки с управлением с помощью двигателя/пневматическим управлением для заслонок выпускного канала.

6. Применяя зарегистрированные значения давления и температуры на выходе в качестве состояния тепловых потерь к системе контроля или наблюдения теплового баланса электролизеров, можно получить новый инструмент, который можно комбинировать с существующей системой для управления подачей энергии к электролизеру.

Соответствующая система APS будет:

снижать выбросы,

снижать эксплуатационные расходы за счет снижения величин отсоса газа для отдельных электролизеров до минимального отсоса в зависимости от точных измерений давления внутри укрытия по сравнению с другой информацией, которая может указывать на состояние электролизера, например, даваемой моделями электролизера, такими как цифровой двойник,

уменьшать общий объем газа, который должен обрабатывать GTC,

делать отдельные электролизеры более автономными,

лучше использовать имеющуюся величину отсоса газа, например, для усиления отсоса из отдельных электролизеров,

допускать сессионные изменения величины отсоса газа из GTC,

предоставлять возможности для количественной оценки эффективности укрытия электролизеров,

снижать тепловые потери,

снижать потребление энергии,

давать возможность контролировать и быстро корректировать поток энергии с отходящим газом.

Внедрение указанной системы в старую линию электролиза может быть выполнено следующим образом.

Определяют электролизер линии отсоса, наиболее удаленный от средства отсоса в GTC, так как этот электролизер, вероятно, будет наиболее уязвим в отношении минимального критического отсоса.

Устанавливают в электролизер оборудование, необходимое для реализации изобретения, такое как датчики давления и температуры, чтобы иметь возможность отслеживать состояние температуры и давления в этом электролизере, и подавать эти сигналы в PLC. Обеспечивают возможность того, чтобы заслонкой в канале электролизера управляли соответствующим приводом с помощью сигналов, рассчитываемых PLC.

Настраивают этот отдельный электролизер в соответствии с заранее определенным уровнем в отношении измеренного давления и температуры. Проверяют, что отсос, создаваемый GTC, является достаточным, в противном случае производят соответствующие настройки.

Определяют следующий электролизер линии отсоса, наиболее удаленный от средства отсоса в GTC, и повторяют описанные выше действия для этого отдельного электролизера, проверяют величину отсоса GTC и при необходимости вносят соответствующие корректировки.

Повторяют описанную выше процедуру для всех электролизеров в линии электролиза.

Осуществляют последнюю проверку отсоса из GTC и при необходимости регулируют до соответствующего уровня.

В качестве альтернативы преобразование до этой системы в старой технологической линии может быть выполнено во время запуска отдельных электролизеров после повторной облицовки. Таким образом, преобразование и установка могут быть выполнены в ситуации, когда электролизер находится при комнатной температуре.

Установка системы в новой линии электролиза.

Новая линия электролиза может быть построена с необходимым оборудованием, установленным во всех электролизерах, и настройка отсоса для каждого отдельного электролизера может быть выполнена во время запуска упомянутых отдельных электролизеров.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ управления нормальным рабочим отсосом отходящих газов из отдельных электролизеров (EC) в установке для производства алюминия, причем электролизеры представляют собой электролизеры Холла-Эру и содержат укрытие электролизера (CH), соединенное посредством одного газового канала (GD) с основным газовым каналом (MGD), по которому с помощью средств отсоса газ транспортируют в центр обработки газа (GTC), причем поток газа в газовом канале (GD) регулируют с помощью заслонки газового канала (GDD), отличающийся тем, что параметры процесса - давление или давление и температуры в газовом канале (GD) - измеряют непрерывно и используют в качестве входных сигналов для контроллера (PLC), при этом давление под укрытием отдельного электролизера (CH) измеряют с помощью по меньшей мере одного датчика давления (PT') и входной сигнал соответственно передают на контроллер (PLC), содержащий вычислитель, при этом контроллер вычисляет фактический массовый расход в

газовом канале (GD) на основе заранее заданного алгоритма и формирует выходной сигнал, соответствующий требуемой величине потока, указанный сигнал передают на исполнительный механизм (А), который регулирует положение заслонки газового канала (GDD) и вследствие этого регулирует поток газа в газовом канале (GD) от отдельных электролизеров.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что поток от каждого отдельного электролизера оптимизируют к минимуму, причем возникновение утечки является индивидуальным свойством каждого электролизера, меняющим эффективность укрытия, и к электролизерам применяют различные величины отсоса, к каждому отдельному электролизеру - индивидуальную величину, чтобы поддерживать электролизеры герметичными и предотвращать утечки в окружающую среду, при поддержании указанной величины отсоса как можно более низкой.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что поток газа в газовых каналах (GD) индивидуальных электролизеров в установке регулируют до оптимизированного минимального потока, причем поток газа, создаваемый средствами отсоса центра обработки газа (GTC), регулируют соответственно, чтобы оптимизировать количество газа, который должен быть обработан, и потребление энергии.

4. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что поток газа в газовых каналах (GD) индивидуальных электролизеров регулируют и изменяют для того, чтобы быстро регулировать тепловой баланс электролизеров.

5. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что поток газа в газовых каналах (GD) индивидуальных электролизеров контролируют и проверяют в отношении разности давления на основе измерений внутри укрытия электролизера и окружающего воздуха.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что поддерживает указанную автоматическую систему заслонок без отложений и окаины, при этом заслонку частично открывают и закрывают через равные промежутки времени, так чтобы на отложения на пластине заслонки воздействовали различные потоки воздуха и очищали ее.

7. Система управления нормальным рабочим отсосом отходящих газов из отдельных электролизеров (EC) в установке для производства алюминия, для осуществления способа по пп.1-6, причем электролизеры представляют собой электролизеры Холла-Эру и содержат укрытие электролизера (CH), соединенное через газовый канал (GD) с основным газовым каналом (MGD), имеющим средства генерации отсоса, которые транспортируют газ в центр обработки газа (GTC), причем поток газа в газовом канале (GD) регулируется с помощью заслонки, отличающаяся тем, что содержит по меньшей мере один датчик для непрерывного измерения параметров процесса - давления (P) или давления (P) и температуры (T) в газовом канале (GD), причем непрерывно измеряемые значения представляются входными сигналами для контроллера (PLC), содержащего вычислитель, система содержит датчик или датчики (PT') для измерения статического давления внутри укрытия электролизера, причем измеряемые значения представляются в виде дополнительных входных сигналов для контроллера (PLC), причем контроллер выполнен с возможностью вычисления фактического массового расхода на основе заранее заданного алгоритма и формирования выходного сигнала, соответствующего требуемой величине потока, для исполнительного механизма (А), который выполнен с возможностью регулирования положения заслонки газового канала (GDD) и вследствие этого потока газа в газовом канале (GD).

8. Система по п.7, отличающаяся тем, что поток газа в газовых каналах (GD) отдельных электролизеров (EC) в указанной установке регулируется до оптимизированного минимального потока, причем поток газа, создаваемый средствами отсоса, регулируется соответственно для оптимизирования потока.

9. Система по п.7, отличающаяся тем, что алгоритм основан на известных соотношениях между статическим давлением, температурой и величинами отсоса газа.

10. Система по п.7, отличающаяся тем, что контроллер (PLC) представляет собой интегрированную часть локального контроллера электролизера.

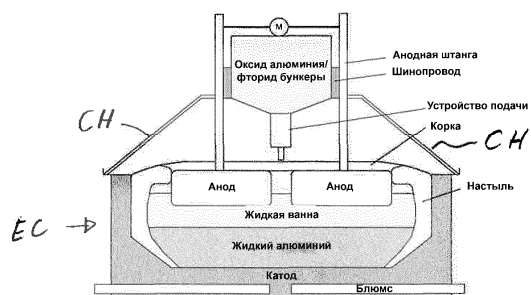
11. Система по п.7, отличающаяся тем, что контроллер (PLC) представляет собой интегрированную часть центрального контроллера (CPLC).

12. Система по п.7, отличающаяся тем, что указанные сигналы передаются по беспроводной связи или по кабелю.

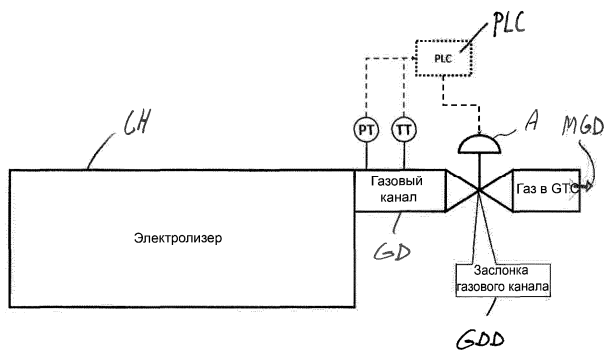
13. Система по п.7, отличающаяся тем, что контроллер (PLC) способен управлять каждым отдельным электролизером (EC) как автономным электролизером, поддерживая относительное давление внутри и снаружи укрытия (CH) постоянным путем управления заслонкой газового канала (GDD) на основе соответствующих измерений внутри и/или снаружи укрытия (CH), при этом всегда поддерживается минимальный отсос электролизера путем управления заслонкой газового канала (GDD), и изменения состояния электролизера в отношении давления или давления и температуры детектируются и сравниваются с историческими данными, сохраненными в контроллере (PLC), при этом выполняются подходящие действия в отношении управления заслонкой газового канала (GDD).

14. Система по п.7, отличающаяся тем, что контроллер (PLC) содержит модель цифрового двойника электролизера.

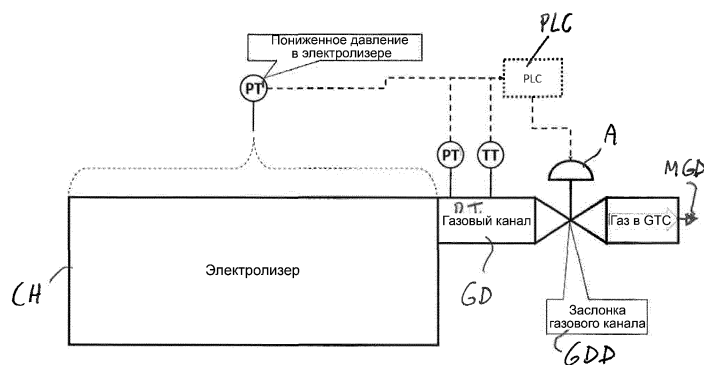
Предшествующий уровень техники



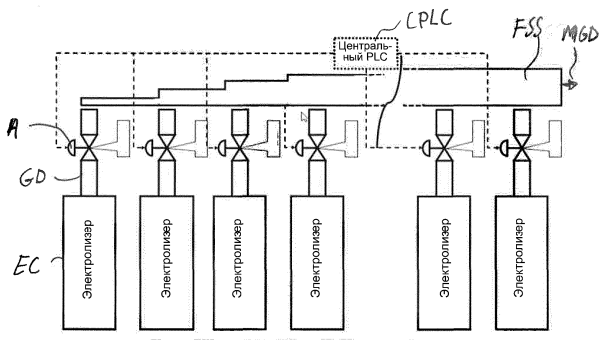
Фиг. 1



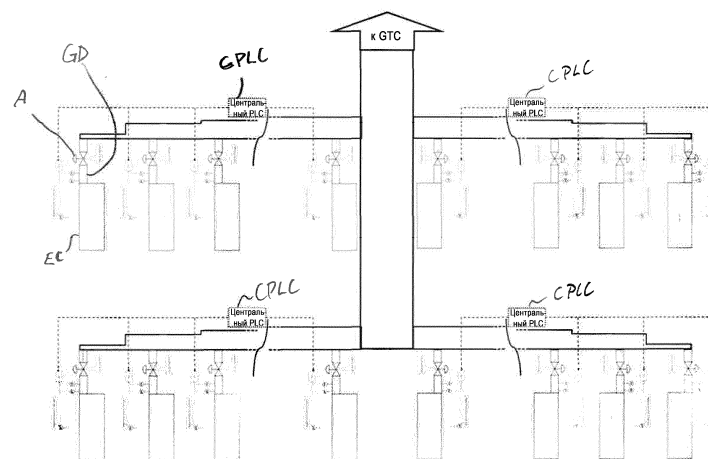
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

