



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H02J 7/00 (2006.01); C25C 3/16 (2006.01); C25C 7/06 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2016119060, 18.11.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.11.2014Дата регистрации:
31.01.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
19.11.2013 CL 3315-2013

(43) Дата публикации заявки: 10.10.2016 Бюл. № 28

(45) Опубликовано: 31.01.2018 Бюл. № 4

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 20.06.2016(86) Заявка РСТ:
IB 2014/066136 (18.11.2014)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2015/075634 (28.05.2015)

Адрес для переписки:

123100, Москва, Шмитовский пр., 2, стр. 2,
Патентное агентство "Ермакова, Столярова и
партнеры"

(72) Автор(ы):

БУСТОС РОБЛЕДО Хуан Пабло (CL),
ВИЙАВИСЕНСИО АРАЙА Кристиан
Александр (CL)

(73) Патентообладатель(и):

**ХЕКЕР ЭЛЕКТРОНИКА ПОТЕНСИА И
ПРОЦЕСОС С.А.** (CL)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU2133541 C1, 20.07.1999. GB
2147469 A, 09.05.1985. DE 6179984 B1,
30.01.2001. JP 2007171936 A, 05.07.2007. US
2012067719 A1, 22.03.2012. WO 7900428 A1,
12.07.1979.

(54) СИСТЕМА НАЛОЖЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА ПОСТОЯННЫЙ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕ

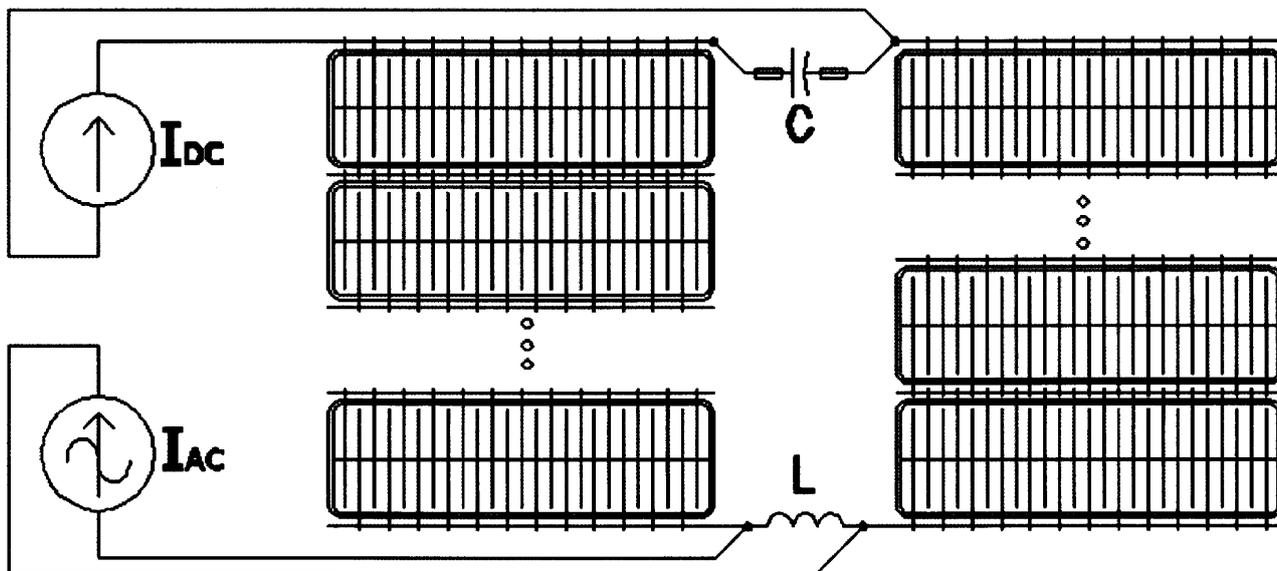
(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано в медной промышленности. Техническим результатом является обеспечение процесса наложения переменного тока на постоянный ток для электровыделения и электрорафинирования меди в промышленных аккумуляторных процессах. Система наложения переменного тока на постоянный, питающий группу аккумуляторов для электровыделения или электрорафинирования меди и других продуктов, характеризуется: (а) включением индуктора, подсоединяемого между

терминалами двух последовательных промежуточных аккумуляторов из группы аккумуляторов, причем функции индуктора состоят в том, чтобы выступать в качестве фильтра для переменного тока и проводника для постоянного тока; (б) включением конденсатора, подсоединяемого параллельно исходному источнику постоянного тока, причем функции конденсатора состоят в том, чтобы выступать в качестве проводника для переменного тока и фильтра для постоянного тока; и (в) включением источника переменного тока, подсоединяемого

к терминалам индуктора, установленного в
промежуточной точке группы аккумуляторов. 4

н.п. ф-лы, 8 ил.



Фиг. 1

RU 2643158 C2

RU 2643158 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H02J 7/00 (2006.01)
C25C 3/16 (2006.01)
C25C 7/06 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H02J 7/00 (2006.01); *C25C 3/16* (2006.01); *C25C 7/06* (2006.01)

(21)(22) Application: **2016119060, 18.11.2014**

(24) Effective date for property rights:
18.11.2014

Registration date:
31.01.2018

Priority:

(30) Convention priority:
19.11.2013 CL 3315-2013

(43) Application published: **10.10.2016 Bull. № 28**

(45) Date of publication: **31.01.2018 Bull. № 4**

(85) Commencement of national phase: **20.06.2016**

(86) PCT application:
IB 2014/066136 (18.11.2014)

(87) PCT publication:
WO 2015/075634 (28.05.2015)

Mail address:
123100, Moskva, Shmitovskij pr., 2, str. 2, Patentnoe agentstvo "Ermakova, Stolyarova i partnery"

(72) Inventor(s):

**BUSTOS ROBLEDO Juan Pablo (CL),
VILLAVICENCIO ARAYA Cristian Alejandro (CL)**

(73) Proprietor(s):

HECKER ELECTRONICA POTENCIA Y PROCESOS S.A. (CL)

(54) **SYSTEM OF OVERLAYING AC TO DC POWER UNDER ELECTROLYSIS**

(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: system of overlaying AC to DC power supplying the group of batteries for electrowinning or electrorefining copper and other products is characterized by: (a) switching on an inductor connected between the terminals of two successive intermediate batteries from a group of batteries, the functions of the inductor being to act as a filter for AC and a conductor for DC; (b) switching on a capacitor connected in parallel to the DC source,

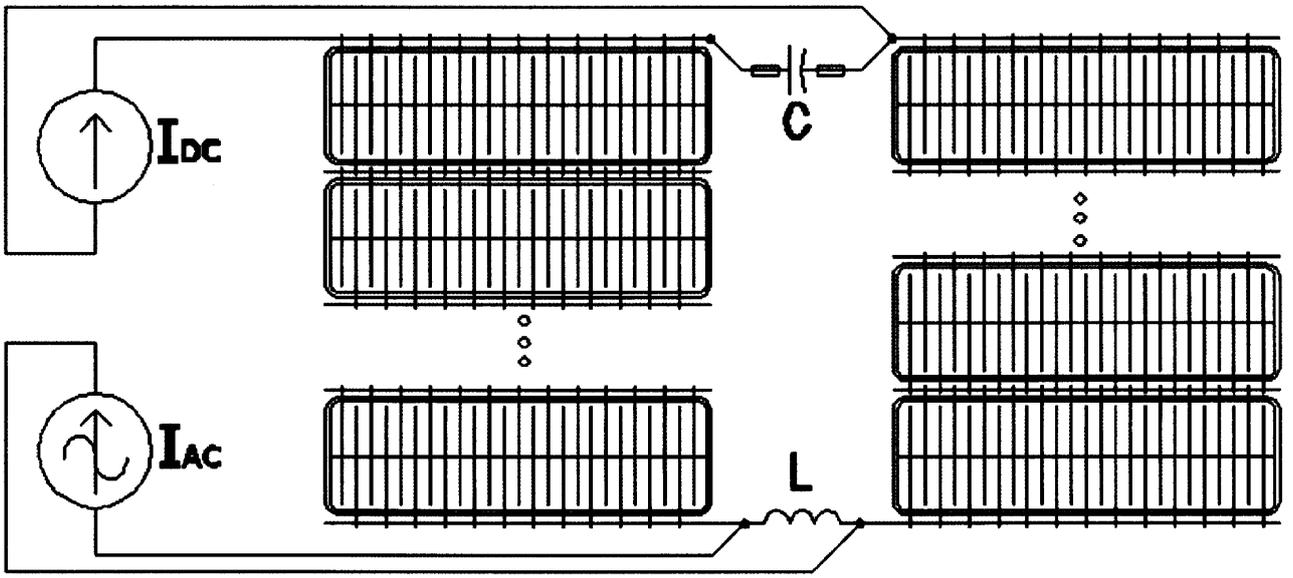
the capacitor functions being to act as a conductor for the alternating current and a DC filter; and (c) including an alternating current source connected to the inductor terminals installed at the intermediate point of the battery group.

EFFECT: providing the process of applying an alternating current to direct current for electrowinning and electrorefining copper in industrial battery processes.

4 cl, 8 dwg

C 2
8
5
1
3
4
9
2
R U

R U
2
6
4
3
1
5
8
C 2



Фиг. 1

RU 2643158 C2

RU 2643158 C2

ТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

В медной промышленности используются выпрямители электрического тока для производства меди, в которых циркулирующий электролит содержит растворенную медь (Фиг. 2). Электрический ток, генерируемый выпрямителем тока, заставляет медь, растворенную в электролите, откладываться на поверхности катода. Согласно закону Фарадея этот процесс пропорционален циркулирующему электрическому току. В результате получаем металлическую медь, имеющую высокую чистоту. Однако процесс отложения имеет ограничение относительно возможности отложения меди на катоде, поскольку было доказано, что произвольное повышение плотности тока и электродов генерирует ухудшение физико-химических свойств отложенной меди.

На сегодняшний день промышленные объекты работают с плотностями тока, примерно равными $300\text{-}400\text{ А/м}^2$. Повышение уровня тока приводит к повышенной выработке, что тем не менее является источником серьезных проблем с качеством. В классическом процессе электровыделения (ЭВ) и электрорафинирования (ЭР) регулируемые переменными металлургического процесса являются концентрация меди, скорость потока и температура электролита. Повышение температур улучшает местную подвижность ионов, в то время как скорость потока и концентрация увеличивают способность ионов вступать в реакцию.

Промышленные ЭВ-объекты для производства меди, плотности тока на которых превышают значение 300 А/м^2 , сохраняют хорошее физическое качество сохраненной меди, работают при температурах, превышающих 45°C , со скоростями потока на поверхности, превышающими 2.2 л-мин/м^2 , и концентрациями меди, равными приблизительно 45 г/л . Это обуславливает высокие эксплуатационные расходы, что вполне оправдано при условии высокой международной оценки меди. Однако на раннем и промежуточном этапах валидации высокие эксплуатационные расходы являются критическими для бесперебойной работы завода.

В случае с промышленными ЭР-объектами для производства меди, значения плотности тока ограничены еще больше из-за явления пассивации анодов, которое, как правило, ограничивает значения плотностей тока до 320 А/м^2 или ниже. Кроме того, с целью сохранения качества осадка они должны работать при температурах более 60°C . Скорость потока не является переменной, доступной на установках ЭР, поскольку увеличение скорости потока приведет к перемешиванию анодных шламов, что приведет к загрязнению нижней части полученных катодов.

Перед нами не стоит цель подробного изучения явления электроосаждения либо явления, происходящего на границе раздела электрода и электролита, известного как "электрохимический двойной слой". Тем не менее необходимо отметить, что моделирование электрохимического двойного слоя предусматривает, как и видно из его названия, два абсолютно дифференцированных слоя электролитов с разным поведением: внутренний слой, или слой Гельмгольца, и наружный, или диффузный слой (Фиг. 3).

Внутри слоя Гельмгольца происходит сложное явление преобразования меди в растворе в металлическую медь. Из-за большого скопления ионов на таком малом расстоянии, "ожидающих" отложения, модель может просто рассматривать слой Гельмгольца в качестве конденсатора, состоящего из металлической пластины (электрода) и неметаллической пластины, представляющей собой высокую концентрацию ионов в электролите. Эта неметаллическая пластина подсоединяется параллельно с импедансом резистивной характеристики, представляя энергию,

необходимую для преобразования ионных атомов металла в растворе в кристаллическую решетку металла катода (снижение меди) (Фиг. 4).

5 Что касается диффузного слоя, он состоит из концентрации ионов в диапазоне от области, близкой к слою Гельмгольца, до типичной концентрации в растворе. Отбросив
10 слой Гельмгольца, явления переноса ионов происходят по всей области от диффузного слоя до середины раствора. Это подобно миграции вследствие приложения электрического поля и диффузии вследствие вариаций концентрации. Для усовершенствования этих явлений переноса существует целый ряд методов, таких как «воздушный барботаж», заключающихся в нагнетании воздуха в электролит,
15 генерирующий гидродинамические процессы рядом с электродами, и технологии электровыделения продуктов типа «электрометалл» (EMEW), реализующей работу при особо высокой скорости потока на практике. Однако эти технологии неприменимы к массовому производству меди из-за своей высокой стоимости, ограничивающей их обработкой мало доходных решений. Вязкость электролита, препятствующая
20 механическому перемешиванию, которое электролит оказывает на электроды с целью приблизиться к реакционной зоне при электрохимическом двойном слое, ограничивает эффект вышеупомянутых технологий.

Однако существует возможность «электрического встряхивания» электролита путем варьирования тока, подаваемого на аккумуляторы, путем классического процесса
25 электроосаждения, который состоит в наложении или наложении переменного тока на постоянный с использованием конденсатора слоя Гельмгольца в качестве средства переноса для переменного электрического тока. Металлическая пластина этого конденсатора (электрода) выдерживает большие вариации поверхностного заряда, поскольку она представляет собой металлический проводник. С другой стороны,
30 изменения электрического заряда в неметаллической пластине этого конденсатора будут обязательно генерировать вариации распределения ионов в растворе, поскольку ионы занимают физическое пространство в растворе. Это означает, что перекрывающий переменный ток генерирует движение ионов вблизи границы раздела электролита и электрода, а точнее в диффузном слое (рис. 5). Это вводит в действие своеобразный "гидравлический насос", приводящий в действие ионы, находящиеся рядом с электродом,
35 в области, где методы механического перемешивания неэффективны из-за вязкости раствора.

Необходимо обратить внимание на тот факт, что если перемешивание имеет достаточно высокую частоту, то конденсатор Гельмгольца подвергнется значительным
40 колебаниям нагрузки без серьезных перепадов напряжения, поскольку его емкость чрезвычайно велика. Таким образом, явление преобразования ионов в растворе в ионы, интегрированные в металлическую решетку, происходит таким же образом, как и в случае классического процесса, но со значительным повышением качества явлений переноса вблизи электрода в раствор.

Частота, пригодная для перемешивания на поверхности раздела путем наложения переменного тока на классический процесс, определяется при помощи методов
45 испытаний импедансной спектроскопии, что приводит к значениям диапазона частот от 5 до 10 кГц. При более низких частотах возникает риск сбоя источника постоянного тока (преобразовательного трансформатора), а на более высоких частотах эффективность систем генерации переменного тока резко падает.

Вкратце, техническая проблема касается внедрения процесса наложения переменного тока на постоянный для ЭВ и ЭР в промышленных аккумуляторных процессах.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

В настоящее время все предлагаемые стратегии для реализации наложения переменного тока на постоянный ограничивались подключением источника переменного тока параллельно к той же точке подключения, используемой источником постоянного тока, или между точками в подгруппе аккумуляторов. Таким образом, источник переменного тока подвергается воздействию постоянного напряжения. Помимо этого, выдвигались различные предложения по вариациям источника, вариациям подключения шины, вариациям структуры аккумуляторов и/или сочетанию указанных выше вариаций, как показано на фиг. 6.

В случае с изобретением Грула (US 2026466) 1935 г. оно включает в себя контроллер заряда, поэтому потребление питания от первичного источника питания является приблизительно постоянным. Процесс или устройство изменяет характеристики тока, подаваемого на нагрузку, но не регулирует питание. Настоящее изобретение относится к категории, показанной на фиг. 6.c, хотя преобразовательные трансформаторы в то время даже не существовали.

В случае с изобретением Льюиса (US 2004/0211677 A1) 2004 г. мы видим новый источник, как показано на фиг. 6.b. Через этот источник проходит вся технологическая цепочка, подающая как постоянный, так и переменный ток.

Есть пример изобретения Мэтьюса (US 2007/0272546 A1). Применение данного изобретения включает в себя смену и отказ от источников постоянного тока, работавших на тот момент; смену и отказ от всего соединения через шину между источником постоянного тока и аккумуляторами; смену и отказ от всей структуры обычных аккумуляторов. Далее, новое и не стандартизированное оборудование для промышленного производства заменяет собой предыдущее оборудование.

В случае изобретения (INAPI 0817/2007) предлагается включить устройство, осуществляющее такие задачи, как вычитание, накопление и последующий возврат энергии группе аккумуляторов последовательно, как показано на фиг. 6.d. В этой конфигурации устанавливается переменный ток, доступный для наложения на постоянный ток, без необходимости менять исходную установку. Эта заявка была одобрена в Австралии, Южной Африке и Соединенных Штатах. В Соединенных Штатах она была разделена на два патента. В пункте формулы заявки первого патента описывался процесс генерации переменного тока путем последовательного вычитания, накопления и возврата энергии; в пункте формулы заявки второго патента описывалось устройство, выполняющее этот процесс. Были выданы оба патента. В Чили патент все еще находится на рассмотрении, но с положительным отчетом экспертизы.

В случае с изобретением Лагоса (INAPI 0969/2009) раскрываются две возможности реализации двух вариантов подобных устройств, чья интерпретация аналогична варианту, предложенному Бустосом в 0817/2007, однако она не включает емкостные накопители энергии. Настоящее изобретение утверждает, что группы или подгруппы аккумуляторов могут заменить функцию этих конденсаторов. По нашему мнению, эта стратегия неприменима в промышленности из-за размеров электролитических промышленных заводов; соединительные проводники будут иметь уровни индуктивности, несовместимые с работой таких устройств, как БТИЗ (биполярные транзисторы с изолированным затвором), как показано на рис. 6.e и 6.f, представленных в этой заявке.

Из приведенного выше анализа можно сделать вывод о том, что изобретение, предлагаемое в этом документе, схематически представлено на фиг. 6.g, в то время как источник переменного тока, подсоединенный к индуктору, включен в качестве части изобретения. Эта конфигурация отличается от перечисленных выше изобретений и

патентных заявок, поскольку точка соединения представляет собой точку нулевого напряжения на источнике постоянного тока. Изобретение описывается в следующей спецификации.

ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ

5 Предлагаемое решение заключается в замене точки соединения источника переменного тока точкой, находящейся между любыми двумя последовательными аккумуляторами, соединенными последовательно. В частности, оптимальной точкой соединения может стать точка между промежуточными аккумуляторами в любом типичном контуре аккумуляторов для ЭР или ЭВ. Добавление альтернативного
10 источника тока должно сопровождаться добавлением двух пассивных компонентов: индуктора и конденсатора (Фиг. 1).

Индуктор

Индуктор подсоединяется последовательно к аккумуляторам. Он выполняет функцию фильтра переменного тока и задающего устройства постоянного тока (закрывая цепь
15 для циркуляции постоянного тока). Можно наглядно представить, что этот индуктор играет роль "индуктивности намагничивания"; он делает то же, что и индуктивность намагничивания в электротрансформаторах, поддерживая напряжение переменного тока с минимальным движением переменного тока, но в таком случае он также играет роль цепи короткого замыкания для постоянного тока. Значение индуктивности
20 включенного индуктора определяется таким образом, чтобы током в индукторе можно было пренебречь на рабочей частоте источника переменного тока.

Конденсатор

Конденсатор подсоединяется параллельно группе аккумуляторов и параллельно источнику постоянного тока. Он выполняет функцию проводника переменного тока,
25 замыкая электрическую цепь, и отфильтровывает любые компоненты переменного тока, для которых существует вероятность попадания на источник постоянного тока. Значение встроенной емкости конденсатора определяется таким образом, чтобы значениями перепадов напряжения на конденсаторе, следствием циркуляции переменного тока, можно было пренебречь на рабочей частоте источника переменного тока. Следует
30 отметить, что конденсатор будет подвергаться воздействию напряжения, оказываемого источником постоянного тока на группу аккумуляторов. В этом смысле, к конденсатору необходимо подсоединить предохранители во избежание каких-либо сбоев в электрических цепях.

Источник переменного тока

35 Источник переменного тока можно внедрить в любую из доступных технологий. Рабочая частота этого источника должна находиться в диапазоне от 5 до 10 кГц (как уже было упомянуто ранее, в представлении технической проблемы). Интенсивность тока, генерируемого этим источником, зависит от значения интенсивности постоянного тока, производимого источником постоянного тока.

40 ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕЛЯХ

Теоретическая основа

С теоретической точки зрения, это изобретение является парадигматическим принципом наложения токов, когда оба источника работают независимо друг от друга. Оно демонстрирует принцип раздвоенности между индукторами, сохраняющими
45 энергию в форме магнитного поля, и конденсаторами, сохраняющими энергию в форме электрического поля. По сути, индуктор - это цепь короткого замыкания для постоянного тока и открытый контур для переменного тока высокой частоты. С другой стороны, конденсатор - это цепь короткого замыкания для переменного тока и открытый

контур для постоянного тока. Также очевидным является тот факт, что система, включающая как классические элементы, так и элементы, предлагаемые в этом решении, имеет характерную частотную характеристику.

Доступность промышленных компонентов

5 На данный момент существуют физические компоненты для безопасного внедрения таких источников тока высокого напряжения и высокой частоты. Тем не менее тот факт, что соединение устанавливается в точке "нулевого электрического напряжения", поскольку это точка между двумя аккумуляторами, ощутимо облегчает проектирование защиты источника, так как она не будет подвержена напряжению от источника
10 постоянного тока группы аккумуляторов. Наоборот, этот источник будет подавать напряжение переменного тока на индуктор, на практике представляющий собой цепь короткого замыкания источника постоянного тока. Это происходит благодаря предлагаемой инновации.

Технология источников индукционного нагрева

15 Учитывая интенсивность и частоту тока, подаваемого источником переменного тока, удобно использовать схемные решения, аналогичные используемым в источниках магнитного индукционного нагрева, используемым для штамповки, экструзионного прессования, обработки поверхности и/или для плавки металлов. В целом, эти источники разработаны с применением принципов резонанса с целью усиления электрического
20 тока. Как правило, эти источники работают на частотах в диапазоне от 250 Гц до 10 кГц, с уровнями тока от 1 до 10 кА. Все разработанные методы проектирования и изготовления источников тока высокого напряжения и высокой частоты для магнитного индукционного нагрева применимы к проектированию и производству источников наложения переменного тока на постоянный ток, производимый источниками
25 постоянного тока для ЭВ и ЭР меди и других продуктов. Это происходит благодаря предлагаемой инновации.

Использование трансформаторов и автотрансформаторов

Отдельный случай реализации процесса наложения переменного тока имеет место в случае электрорафинирования (ЭР), в ходе которого источник постоянного тока
30 подает ток на большое количество аккумуляторов, соединенных последовательно и разделенных на группы для выполнения процесса «жатвы и посадки» частями. В этом случае каждая отдельная группа аккумуляторов работает на пониженном напряжении, поскольку каждый аккумулятор для электрорафинирования работает на напряжении около 250 мВ. Таким образом, например, напряжение группы из 40 аккумуляторов
35 составляет всего 10 В. Исходя из этого разумным представляется внедрение единого источника подачи переменного тока, который подает его параллельно на несколько групп аккумуляторов, которые подсоединяются последовательно источнику постоянного тока, путем использования трансформаторов с гальваническим разделением (Фиг. 7). Вторичная обмотка трансформатора действует точно так же, как и обмотка,
40 запускающая постоянный ток и подпитывающая переменным током.

В некоторых случаях, особенно в маломасштабных установках, существует возможность подсоединить источник переменного тока через автотрансформатор, чтобы удешевить дизайн источника переменного тока; при этом ток усиливается при помощи трансформатора или автотрансформатора до вторичного напряжения, более
45 низкого по сравнению с первичным (Фиг. 8).

Реализация минимального влияния

С точки зрения промышленной реализации, предлагаемую в данном изобретении технологию можно реализовать с минимальным влиянием на установку, первоначально

приводимую в действие при помощи классического процесса ЭВ или ЭР, поскольку установку компонентов можно произвести виртуально без прерывания нормальной работы.

С точки зрения компонентов системы, в изменении или замене любого компонента исходной системы нет необходимости: источник постоянного тока (преобразовательный трансформатор) остается без изменений, а его работа не претерпевает препятствий после начала работы источника переменного тока. Структура аккумуляторов не претерпевает никаких изменений ни в процессе установки, ни в процессе работы нового источника переменного тока.

10 Работа преобразовательного трансформатора

Как уже было упомянуто ранее, установка и работа источника переменного тока не оказывает никакого влияния на преобразовательный трансформатор. Это происходит из-за того, что каждый аккумулятор, в котором реализуется наложение переменного тока, обязательно оснащен установленным конденсатором, замыкающим цепь переменного тока, и, в свою очередь, удаляет любую составляющую пульсации в напряжении постоянного тока, производимую преобразовательным трансформатором. На практике встраивание конденсатора означает применение индуктивно-емкостного фильтра (LC filter) со стороны преобразовательного трансформатора по отношению к группе аккумуляторов, где L - это индуктивность шины, подключающей преобразовательный трансформатор.

В связи с этим данная технология предназначена для защиты преобразовательного трансформатора; очевидно, что это - главное оборудование для установок ЭР и ЭВ меди (и других продуктов).

ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

25 Фиг. 1: Схема заявленного изобретения: к исходной установке добавляются следующие компоненты: индуктор между любыми двумя последовательными аккумуляторами, конденсатор параллельно с источником постоянного тока и источник переменного тока, подсоединенный к клеммам только что установленной обмотки между двумя последовательными аккумуляторами.

30 Фиг. 2: Ситуация, в которой запущен процесс электровыделения или электрорафинирования меди и других продуктов: ток выпрямителя является постоянным (DC) и подается в ванну для электролиза. Источник постоянного тока представляет собой преобразовательный трансформатор.

35 Фиг. 3: Схема двойного электрохимического слоя, состоящего из внутреннего слоя или слоя Гельмгольца и внешнего или диффузного слоя. Персонализированными секторами являются: (а) пространство внутри металлического электрода; (б) внутренний слой или слой Гельмгольца; (в) диффузный слой и (г) пространство внутри раствора.

40 Фиг. 4: Электрическая модель слоя Гельмгольца в качестве конденсатора параллельно с резистивным элементом, модулирующим потребление энергии для преобразования ионов раствора в металлические атомы кристаллической решетки.

Персонализированными секторами являются: (а) пространство внутри металлического электрода; (б) внутренний слой или слой Гельмгольца, смоделированный как конденсаторная батарея, и резистивный элемент, предоставляющий энергию для преобразования ионов раствора в металлические атомы кристаллической решетки; (в) 45 диффузный слой и (г) пространство внутри раствора.

Фиг. 5: Гидравлический насос, сгенерированный наложением переменного тока на постоянный ток классической модели: разница нагрузок металлической пластины электрода обязательно вызывает движение ионов в растворе в направлении,

перпендикулярном поверхности электрода. Персонализированными секторами являются: (а) пространство внутри металлического электрода, поверхность которого накапливает заряды на площади минимальной ширины, поскольку это металлический проводник; (б) внутренний слой или слой Гельмгольца, смоделированный как конденсаторная батарея, и резистивный элемент, предоставляющий энергию для преобразования растворенных в растворе ионов в металлические атомы кристаллической решетки; (в) диффузный слой, в котором происходит смешивание ионов в растворе в направлении электрического поля, генерируемого наложенным током; и (г) пространство внутри раствора.

10 Фиг. 6: Схема альтернативной реализации для наложения переменного тока на постоянный: (а) представляет собой типичную исходную ситуацию на установках ЭВ; (б) представляет собой реализацию, в которой исходный источник постоянного тока заменяется совершенно новым источником, способным проводить наложенный ток; (в) представляет собой реализацию с включенным в нее новым источником, изменяющим
15 исходный ток при помощи наложения высокочастотного тока, поэтому исходные шины необходимо заменить другими, восприимчивыми к высокой частоте переменного тока; (г) представляет собой реализацию процесса генерации тока с такими шагами, как вычитание, накопление и последующий возврат; (д) и (е) представляют собой ту же реализацию, что и в пункте (г), но с заменой энергонакопительных конденсаторов
20 подгруппой аккумуляторов; (ж) представляет предлагаемое изобретение.

Фиг. 7: Схема заявленного изобретения в особенности хорошо подходит для электрорафинирования (ЭР): в исходной установке трансформаторы подсоединяются в промежуточной точке, а конденсаторы подсоединяются параллельно в точке подключения источника постоянного тока. Источник переменного тока используется
25 для различных групп аккумуляторов.

Фиг. 8: Схема заявленного изобретения в особенности хорошо подходит для маломасштабных установок (ЭВ): в исходной установке автотрансформатор подсоединяется в промежуточной точке, а конденсатор подсоединяется параллельно
30 точкам подключения источника постоянного тока. Слаботочный источник/источник высокого переменного напряжения подсоединяется в первичном контуре автотрансформатора.

(57) Формула изобретения

1. Система наложения переменного тока на постоянный, питающая группу аккумуляторов для электровыделения или электрорафинирования меди и других
35 продуктов, характеризующаяся:

а) конденсатором, подсоединяемым параллельно источнику постоянного тока, питающему группу аккумуляторов,

б) индуктором, подсоединяемым последовательно между двумя последовательными
40 аккумуляторами из группы аккумуляторов, и

в) источником переменного тока, подсоединяемым параллельно индуктору, при этом, помимо постоянного тока, через индуктор протекает малая фракция переменного тока, генерируя напряжение переменного тока на его клеммах, позволяя тем самым основной фракции переменного тока протекать через группу аккумуляторов
45 с использованием конденсатора в качестве пути в схеме для переменного тока, при этом препятствия для источника постоянного тока отсутствуют.

2. Система наложения переменного тока на постоянный, питающая группу аккумуляторов для электровыделения или электрорафинирования меди и других

продуктов, характеризующаяся:

а) конденсатором, подсоединяемым параллельно источнику постоянного тока, питающему группу аккумуляторов,

5 б) вторичной обмоткой электротрансформатора, подсоединяемой последовательно между двумя последовательными аккумуляторами из группы аккумуляторов, и

в) источником переменного тока, подсоединяемым параллельно первичной обмотке электротрансформатора,

при этом, помимо постоянного тока, переменный ток протекает через вторичную обмотку трансформатора и через группу аккумуляторов, используя конденсатор в качестве пути в схеме к переменному току, при этом препятствия для источника
10 постоянного тока отсутствуют.

3. Система наложения переменного тока на постоянный, питающая группу аккумуляторов для электровыделения или электрорафинирования меди и других продуктов, характеризующаяся:

15 а) конденсатором, подсоединяемым параллельно источнику постоянного тока, питающему группу аккумуляторов,

б) фракцией обмотки электрического автотрансформатора, подсоединяемой последовательно между двумя последовательными аккумуляторами из группы аккумуляторов, и

20 в) источником переменного тока, подсоединяемым параллельно обмотке электрического автотрансформатора,

при этом, помимо постоянного тока, переменный ток протекает через фракцию обмотки автотрансформатора и через группу аккумуляторов, используя конденсатор в качестве пути в схеме к переменному току, при этом препятствия для источника
25 постоянного тока отсутствуют.

4. Система наложения переменного тока на постоянный, питающая группу аккумуляторов для электрорафинирования меди и других продуктов, характеризующаяся:

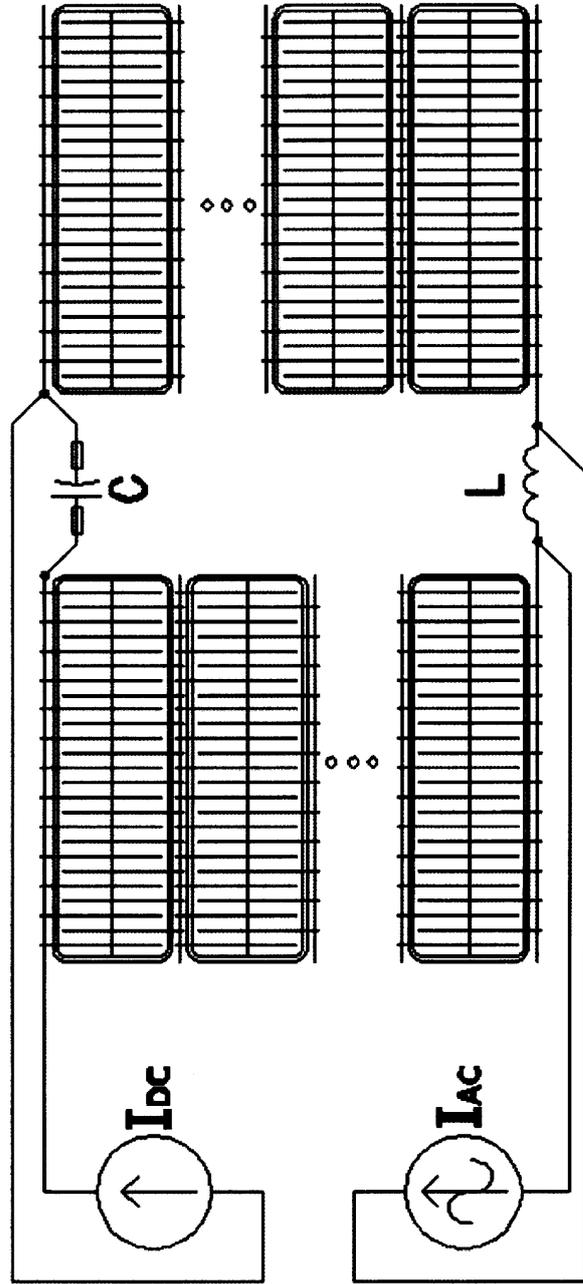
30 а) конденсатором, подсоединяемым параллельно исходному источнику постоянного тока каждой подгруппы аккумуляторов,

б) вторичной обмоткой электротрансформатора, подсоединяемой последовательно между двумя последовательными аккумуляторами из каждой подгруппы аккумуляторов, и

35 в) источником переменного тока, подсоединяемым параллельно первичной обмотке трансформаторов,

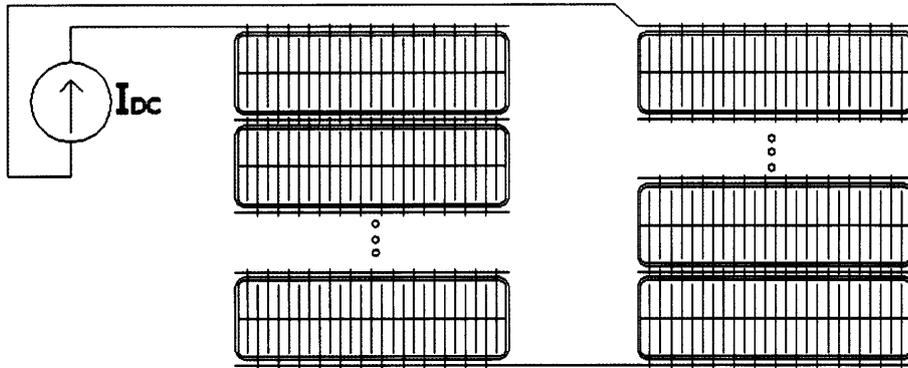
при этом, помимо постоянного тока, переменный ток протекает через вторичную обмотку каждого трансформатора и каждую подгруппу аккумуляторов, используя конденсатор каждой подгруппы в качестве пути в схеме к переменному току, при этом препятствия для источника постоянного тока отсутствуют.
40

1

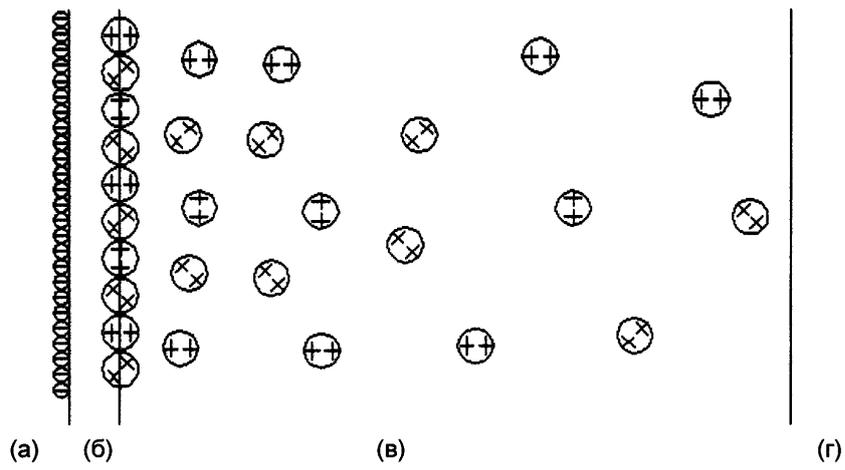


Фиг. 1

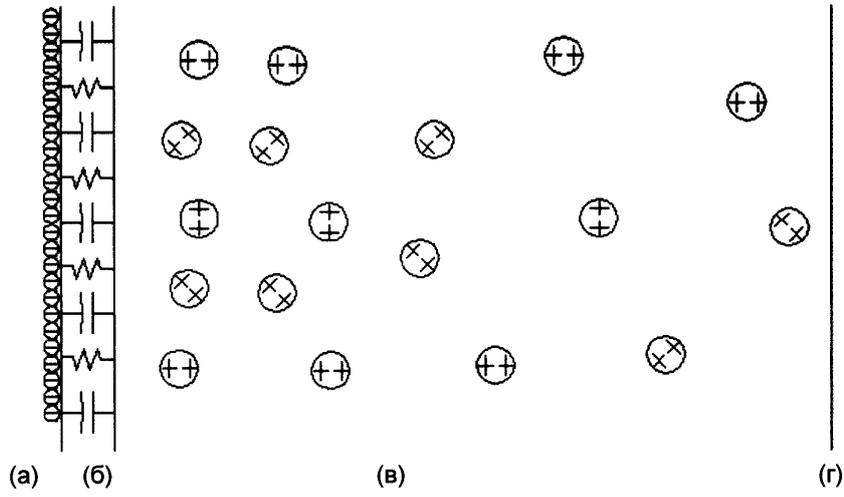
2



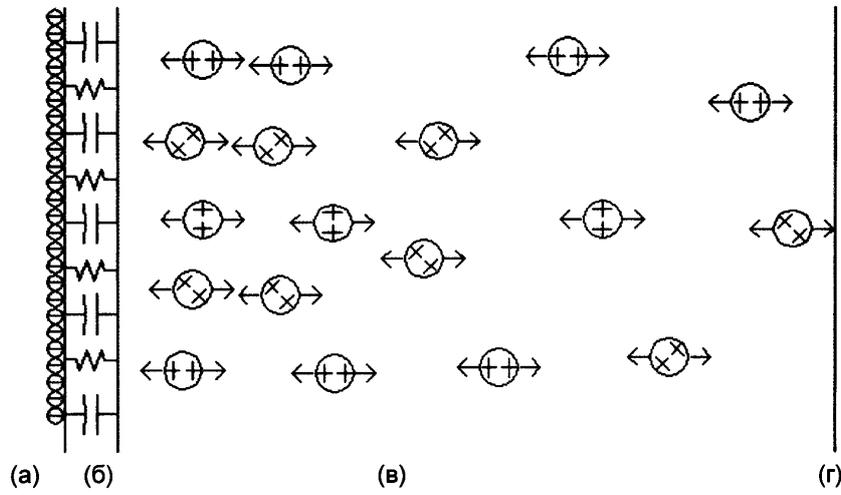
Фиг. 2



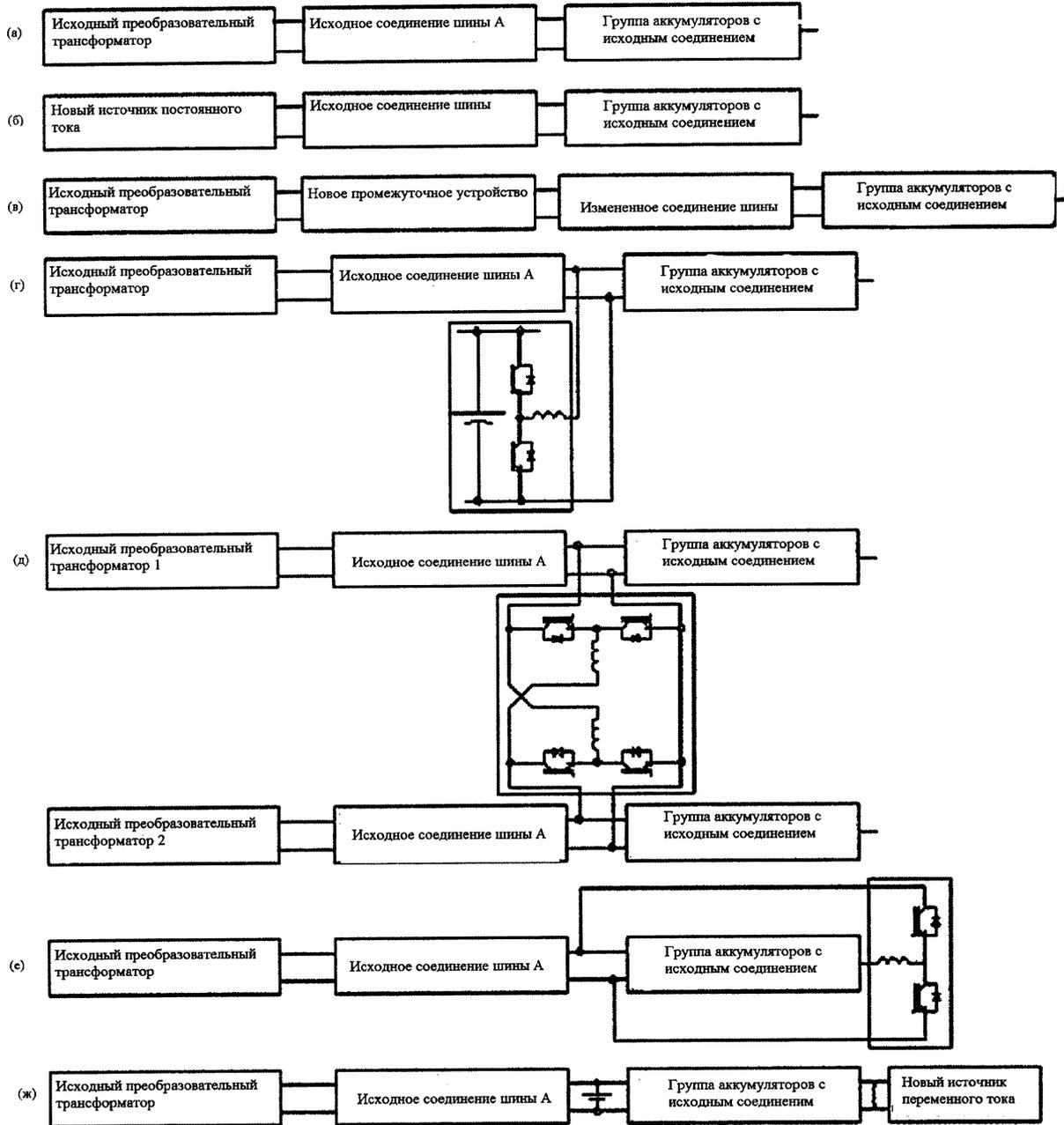
Фиг. 3



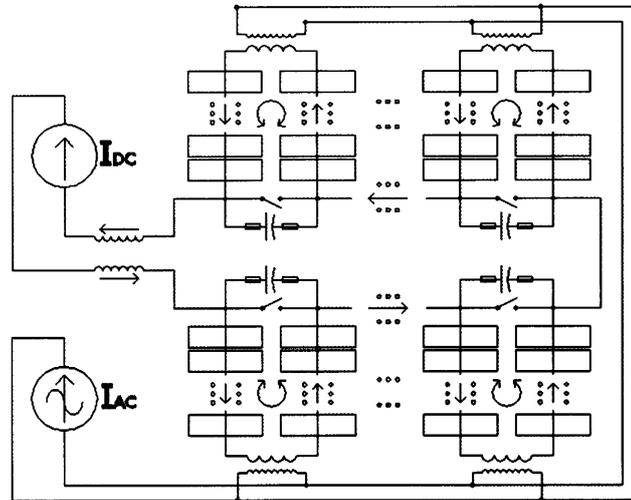
Фиг. 4



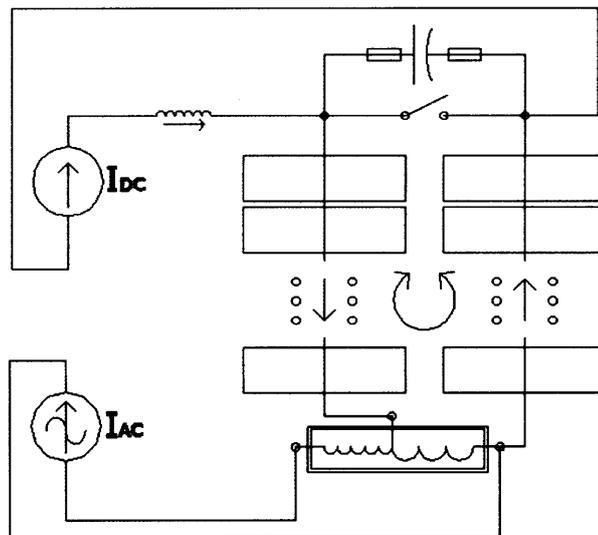
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8