



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **2 413 323** (13) **C2**

(51) МПК
H01F 27/34 (2006.01)
H01B 3/20 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2009109844/07, 13.08.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.08.2007

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
25.08.2006 SE 0601743-8
23.03.2007 SE 0700748-7

(43) Дата публикации заявки: 27.09.2010 Бюл. № 27

(45) Опубликовано: 27.02.2011 Бюл. № 6

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: JP 55089380 A, 05.07.1980. RU 2071972 C1, 20.01.1997. RU 2216701 C1, 20.11.2003. RU 96102753 A, 10.05.1998. RU 94028477 A1, 27.01.1997. JP 6023572 A, 01.02.1994. CA 2072431 A1, 27.12.1992.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 25.03.2009

(86) Заявка РСТ:
SE 2007/050547 (13.08.2007)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2008/024060 (28.02.2008)

Адрес для переписки:

191186, Санкт-Петербург, а/я 230, "АРС-ПАТЕНТ", пат. пов. В.В.Дощечкиной

(72) Автор(ы):

ГУСТАФССОН Карин (SE),
ЛЕАНДЕРССОН Роберт (SE)

(73) Патентообладатель(и):

АББ РИСЁЧ ЛТД (CH)

(54) СПОСОБ ОБРАБОТКИ ОТЛОЖЕНИЙ СУЛЬФИДА МЕДИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ УСТРОЙСТВЕ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОКИСЛЯЮЩИХ АГЕНТОВ

(57) Реферат:

Предложен способ обработки отложений сульфида меди на материалах и поверхностях, контактирующих с электроизоляционным маслом внутри электрического устройства, где значительное количество электроизоляционного масла, обычно присутствующего в указанном электрическом устройстве, удалено. Сульфид меди обрабатывают окисляющим агентом, который

вступает в реакцию с отложениями сульфида меди. Окисляющий агент может включать любое соединение из диоксид хлора, пероксокислоты или озон. Предложена также система для обработки сульфида меди на материалах внутри электрического устройства, контактирующего с электроизоляционным маслом, снабженное средством для введения газообразного химического реагента в указанное электрическое устройство, а также

средство для удаления избытка газообразной среды из указанного электрического устройства. Повышение электроизоляционных свойств масла и надежности работы

электрооборудования является техническим результатом изобретения. 2 н. и 26 з.п. ф-лы, 3 ил.

R U 2 4 1 3 3 2 3 C 2

R U 2 4 1 3 3 2 3 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
H01F 27/34 (2006.01)
H01B 3/20 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2009109844/07, 13.08.2007**

(24) Effective date for property rights:
13.08.2007

Priority:

(30) Priority:
25.08.2006 SE 0601743-8
23.03.2007 SE 0700748-7

(43) Application published: **27.09.2010 Bull. 27**

(45) Date of publication: **27.02.2011 Bull. 6**

(85) Commencement of national phase: **25.03.2009**

(86) PCT application:
SE 2007/050547 (13.08.2007)

(87) PCT publication:
WO 2008/024060 (28.02.2008)

Mail address:
191186, Sankt-Peterburg, a/ja 230, "ARS-PATENT", pat. pov. V.V.Doshchechkinoy

(72) Inventor(s):
GUSTAFSSON Karin (SE),
LEANDERSSON Robert (SE)

(73) Proprietor(s):
ABB RISECh LTD (CH)

(54) METHOD TO TREAT DEPOSITS OF COPPER SULFIDE IN ELECTRIC DEVICE BY APPLICATION OF OXIDISING AGENTS

(57) Abstract:

FIELD: electricity.
SUBSTANCE: method is proposed to treat deposits of copper sulfide on materials and surfaces contacting with electric insulation oil inside electric device, where a considerable amount of electric insulation oil, usually available in specified electric device, is removed. Copper sulfide is treated with oxidising agent, which enters into a reaction with deposits of copper sulfide. Oxidising agent may include any compound of chlorine dioxide,

peroxyacid or ozone. System is also proposed for treatment of copper sulfide on materials inside electric device contacting with electric insulation oil, equipped with facility for introduction of gaseous chemical reagent into specified electric device, and also facility for removal of excess of gaseous medium from specified electric device.

EFFECT: improved electric insulation properties of oil and reliability of electric equipment operation.

28 cl, 3 dwg

RU 2 413 323 C2

RU 2 413 323 C2

Область техники

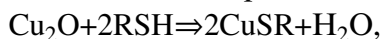
Настоящее изобретение относится к способу обработки отложений сульфида меди, присутствующих в электроизоляционных слоях в электрическом устройстве.

Предшествующий уровень техники

5 Изоляционные масла используют в самых различных устройствах в области передачи и производства электроэнергии, например, в силовых трансформаторах, переключателях ступеней трансформаторов, распределительных устройствах и реакторах. Обычно изоляционное масло представляет собой высокоочищенное
10 минеральное масло, стабильное при высоких температурах и обладающее хорошими электроизоляционными свойствами. Действие масла заключается в электрической изоляции проводников в устройстве, подавлении коронных и дуговых разрядов, а также в выполнении функции охлаждающей среды проводников в электрическом устройстве.

15 Такие электроизоляционные масла часто содержат следы реакционно-способных соединений серы, например тиолов (также известных как меркаптаны), способных реагировать с медью или окисленной медью с образованием меркаптидов меди. Меркаптиды меди могут впоследствии разлагаться, приводя к образованию сульфида
20 меди (I), Cu_2S .

Реакция может протекать как показано ниже:



25 где RSH - тиол, -SH - тиольная группа (или меркаптан), -R - алкильная группа, а RSR-тиоэфир.

Другие сераорганические соединения, особенно сульфиды, также могут быть активными либо за счет прямого взаимодействия с медью, либо за счет превращения в тиолы.

30 Сульфид меди нерастворим в масле и может образовывать налет на поверхностях и материалах, контактирующих с электроизоляционными маслами внутри электрических устройств. Например, крупногабаритные обмотки силовых трансформаторов до сих пор изолируют преимущественно бумагой, древесиной и
35 маслом, при этом, несмотря на то, что все эти материалы применяются в течение уже более 100 лет, они продолжают обеспечивать хорошее соотношение между экономическими и техническими характеристиками.

Сульфид меди является электрическим полупроводником, а потому образование полупроводящего отложения на поверхностях и материалах в электрическом
40 устройстве может ухудшить или нарушить работу устройства.

Если полупроводящий сульфид меди осаждается на изоляционном материале (обычно на целлюлозном материале, например бумаге), используемом для покрытия медных проводников в электрическом устройстве, это может вызвать ухудшение
45 изоляционных свойств, что приведет к возникновению тока утечки или к короткому замыканию. Осаждение полупроводящего сульфида меди на поверхности твердых изоляционных материалов (таких как древесина, керамика и прессованный картон) внутри электрического устройства также может создавать аналогичные проблемы.

Осаждение полупроводящего сульфида меди непосредственно на поверхностях
50 проводников может создавать проблемы, особенно если отложения образуются на поверхностях соединителей.

В документах симпозиума CIGRE (CIGRE - Conference Internationale des Grands Reseaux Electriques a Haute Tension - Международный совет по большим электрическим

системам высокого напряжения) «Oil Corrosion and Cu_2S deposition in Power Transformers (Коррозия, обусловленная кислотными компонентами масла, и осаждение Cu_2S в силовых трансформаторах)», состоявшегося в 2005 г. в Москве, Bengtsson et al. описывают результаты анализа неисправностей и лабораторное воспроизведение отложений сульфида меди Cu_2S на поверхностях и материалах силовых трансформаторов.

В патентном документе WO 2005115082, озаглавленном «Method for removing reactive sulfur from insulating oil (Способ удаления реакционно-способной серы из изоляционного масла)», описан способ удаления серосодержащих соединений из изоляционного масла путем воздействия на масло по меньшей мере одного вещества, извлекающего серу, и путем воздействия на масло по меньшей мере одного полярного сорбента.

Способ согласно патентному документу WO 2005115082 был разработан для обработки электроизоляционного масла, уже присутствующего в электрическом устройстве, при помощи удаления содержащихся в масле сернистых соединений за пределы электрического устройства, что предотвращает дальнейшее осаждение сульфида меди на материалах и поверхностях внутри электрического устройства. В настоящее время отсутствует информация относительно обработки сульфида меди, уже осажденного на поверхностях и материалах внутри электрического устройства. На сегодняшний день единственным решением проблемы удаления отложений сульфида меди на изоляционной бумаге, используемой для покрытия медных проводников, является удаление старой бумаги и замена ее новой изоляционной бумагой.

В патентном документе JP 2001311083 описано, каким образом сернистые соединения, присутствующие в электроизоляционных маслах, могут быть удалены перед использованием в электрическом устройстве при помощи хранения масла в емкости, содержащей медь либо медные сплавы. Серосодержащие соединения масла реагируют с медью и, таким образом, захватываются и удаляются из масла перед использованием в электрическом устройстве.

Сущность изобретения

Один из вариантов осуществления настоящего изобретения заключается в предложении способа, посредством которого полупроводящие отложения сульфида меди на материалах и поверхностях внутри электрического устройства обрабатываются окисляющим агентом, где удаляют значительное количество изоляционного масла, имеющегося в электрическом устройстве.

Один из вариантов осуществления настоящего изобретения реализуют при помощи изначально сформулированного способа, отличающегося тем, что окисляющий агент реагирует с указанными отложениями сульфида меди на материалах и поверхностях внутри электрического устройства, при этом в результате реакции отложения сульфида меди превращаются в соединения, являющиеся менее электропроводными. Сульфид меди является полупроводником и образование полупроводящего осадка на изоляционном материале может привести к нарушению изоляционных свойств изоляционного материала и масляной системы, что может вызвать короткое замыкание в электрическом устройстве. Этого короткого замыкания можно избежать путем удаления сульфида меди из изоляционного материала или путем превращения сульфида меди в соединения с более низкой проводимостью.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, указанный окисляющий агент включает в себя диоксид хлора ClO_2 .

Согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения указанный окисляющий агент включает в себя пероксокислоту R-O₃H.

Согласно еще одному варианту осуществления настоящего изобретения указанная пероксокислота включает в себя перуксусную кислоту C₂H₄O₃.

Согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения указанная пероксокислота включает в себя пермуравьиную кислоту CH₂O₃.

Согласно еще одному варианту осуществления настоящего изобретения указанный окисляющий агент включает в себя озон O₃.

Материалы, подлежащие обработке внутри электрического устройства при помощи настоящего способа, включают в себя любого представителя группы, состоящей из бумаги, прессованного картона, древесины и других твердых/волокнистых изоляционных материалов, контактирующих с электроизоляционным маслом.

Поверхности, подлежащие обработке внутри электрического устройства при помощи настоящего способа, включают в себя любой представитель группы, состоящей из: изолированных проводников, открытых проводников, магнитного сердечника и других твердых поверхностей, контактирующих с электроизоляционным маслом.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения предложен способ, дополнительно включающий стадию предварительной обработки отложений сульфида меди замещающим агентом перед обработкой окисляющим агентом.

Замещающий агент реагирует с отложениями сульфида меди и превращает сульфид меди в вещества, которые легче окисляются окисляющим агентом. Примерами замещающих агентов являются элементарные галогены, в особенности иод I₂ или хлор Cl₂.

Согласно варианту осуществления изобретения перед обработкой окисляющим агентом извлекают весь остаток масла, а внутреннюю поверхность электрического устройства дополнительно очищают при помощи жидкости, растворяющей электроизоляционное масло.

Настоящий способ может быть реализован на электрическом устройстве, большая часть масла из которого удалена, однако некоторое количество масла осталось на поверхностях и в материалах. Реакционные агенты, как окисляющий агент, так и возможный замещающий агент, поступают в устройство в виде газов и затем адсорбируются/растворяются в масле на поверхностях и материалах, при этом реакция протекает главным образом в масляной фазе.

Настоящий способ также может быть реализован на электрическом устройстве, большая часть масла из которого удалена и все поверхности и материалы внутри устройства затем дополнительно очищены при помощи растворителей. Очистка электрического устройства при помощи растворителей может быть выполнена путем распыления или промывания внутренней поверхности устройства растворителями, которые затем удаляют. Очистка устройства также может быть проведена введением растворителя в виде пара с последующей конденсацией пара на поверхностях и материалах. Конденсат затем удаляют из устройства.

Еще одним вариантом осуществления изобретения является система для обработки отложений сульфида меди на материалах и поверхностях внутри электрического устройства, контактирующих с электроизоляционным маслом, обычно присутствующим в электрическом устройстве, где электрическое устройство в основном освобождено от масла, при этом система включает в себя средство для введения газообразного химического реагента в электрическое устройство, а также

система включает в себя средство для удаления избытка газообразной среды из электрического устройства. В этой системе средство для введения газообразного химического реагента включает в себя временное соединение между источником химического реагента и устройством. Газообразный химический реагент может быть
5 либо окисляющим агентом, включая диоксид хлора, перуксусную кислоту, пермуравьиную кислоту, озон; либо замещающим агентом, включая иод или хлор.

Согласно варианту осуществления изобретения обработку проводят в регулируемой газообразной среде. Газообразную среду регулируют при помощи
10 регулирования параметров, таких как: влажность, температура, концентрация окисляющего агента или парциальное давление, содержание азота и кислорода.

Если используют стадию предварительной обработки отложений сульфида меди замещающим агентом, газообразную среду регулируют регулированием параметров,
15 таких как: влажность, температура, концентрация замещающего агента или парциальное давление, содержание азота и кислорода.

Для управляемого протекания реакций необходимо регулировать парциальное давление газов внутри устройства. Наиболее важными газами, подлежащими контролю, являются окисляющий агент или замещающий агент, азот, кислород и
20 влага. Для этого способа может потребоваться стадия разбавления окисляющего агента или замещающего агента нерреакционно-способным газом, таким как азот N₂. Способ может включать стадию подкрашивания газовой смеси перед введением ее в устройство.

На скорость реакции также влияет температура в устройстве, при этом одним из
25 способов регулирования температуры в устройстве является нагревание проводников в электрическом устройстве при помощи тока, протекающего в проводниках, другим способом регулирования температуры в устройстве является использование внешних нагревателей, расположенных на устройстве.

Для того чтобы реакции протекали с достаточной скоростью, агенты (окисляющий или замещающий) следует перемещать из основной массы газообразной среды внутри
30 устройства к поверхностям и материалам. Для обеспечения такого перемещения реагентов газообразная среда должна быть хорошо перемешана. Один из способов перемешивания газообразной среды внутри устройства заключается в использовании
35 перемешивающего средства, размещенного внутри электрического устройства, например вентилятора, мешалки, насоса. Другим способом перемешивания газообразной среды внутри устройства является извлечение части газообразной среды из электрического устройства и возвращение ее обратно в указанное электрическое
40 устройство, то есть наличие циркуляционной петли.

После протекания реакций с сульфидом меди продукты реакции, в основном непроводящие сульфаты меди, оставляют на материалах и поверхностях в электрическом устройстве, а электрическое устройство повторно заполняют электроизоляционным маслом, после чего оно снова готово к использованию.
45

По мере того как агенты (окисляющие или замещающие) подают в устройство, равные количества газообразной среды удаляют из устройства во избежание создания избыточного давления. Эта удаленная газообразная среда содержит некоторое количество непрореагировавшего агента, и этот непрореагировавший агент не может
50 быть выпущен во внешнюю газообразную среду. По этой причине способ включает стадию удаления или разложения (путем превращения агента в менее активные вещества) непрореагировавшего агента. Например, в случае окисляющего агента, путем пропускания удаленной газообразной среды через легко окисляющееся

вещество. Если удаленная газообразная среда содержит замещающий агент иод I_2 , этот иод может улавливаться в охлаждаемой ловушке.

Краткое описание графических материалов

Графические материалы составляют часть данного описания и включают в себя иллюстративные варианты осуществления изобретения, которые могут быть воплощены в различные формы. Следует понимать, что в некоторых вариантах различные аспекты изобретения для облегчения понимания изобретения могут быть изображены преувеличенными, упрощенными или расширенными.

Фиг.1 представляет собой блок-схему одного из вариантов осуществления изобретения.

Фиг.2 иллюстрирует технологическую схему одного из вариантов осуществления изобретения.

Фиг.3 иллюстрирует еще одну технологическую схему одного из вариантов осуществления изобретения.

Подробное описание вариантов осуществления изобретения

Здесь представлено подробное описание предпочтительного варианта осуществления. Однако следует понимать, что настоящее изобретение может быть воплощено в различных формах. Вследствие этого конкретные подробности, раскрытые здесь, должны интерпретироваться не как ограничение, а, скорее, как основа для формулы изобретения и как типичная основа для обучения специалиста в данной области техники использованию настоящего изобретения для по существу любой должным образом детализированной системы, структуры или способа.

На Фиг.1 показана блок-схема способа. В блоке 1 электроизоляционное масло удаляют из электрического устройства. Блок 2 представляет собой необязательную стадию очистки внутренней части устройства от остатков электроизоляционного масла, например, путем распыления или промывания внутренней части электрического устройства при помощи растворителей или путем конденсации паров растворителя на внутренней поверхности устройства с последующим удалением раствора/масла/растворителя.

Блок 3 представляет собой необязательную стадию предварительной обработки отложений сульфида меди на материалах и поверхностях в электрическом устройстве при помощи замещающего агента для облегчения реакции окисления, примером возможных замещающих агентов являются пары элементарного иода или йодистый водород

В блоке 4 протекает реакция окисления (обработка) сульфида меди на материалах и поверхностях. Реакция превращает полупроводящий сульфид меди, присутствующий на материалах и поверхностях в электрическом устройстве, в по существу непроводящий сульфат меди, при этом окисляющий агент из блока 6 подают в электрическое устройство, а в блоке 7 непрореагировавший окисляющий агент разлагают.

Примеры возможных окисляющих агентов, которые могут быть использованы, включают: SiO_2 , озон или перуксусную кислоту.

В блоке 5 обработку завершают и электрическое устройство заполняют электроизоляционным маслом, после чего оно может быть введено в действие снова.

На Фиг.2 показана принципиальная схема одного из вариантов осуществления изобретения. Согласно этой принципиальной схеме масло извлекают из электрического устройства 10 перед обработкой, после чего можно начинать обработку. Из средства 11 для хранения или получения окисляющего агента подают

необходимый окисляющий агент в газовой фазе для протекания реакции. Окисляющий агент подают 15 в электрическое устройство 10, газообразную среду в котором регулируют с учетом таких параметров, как:

влажность, температура, концентрация окисляющего агента, содержание азота и кислорода.

Примеры возможных окисляющих агентов, которые могут быть использованы, включают: ClO_2 , озон или перуксусную кислоту.

Если окисляющим агентом является ClO_2 , процесс следует регулировать таким образом, чтобы концентрация ClO_2 при получении или хранении, а также внутри электрического устройства не превышала 15 об.%, так как выше этой концентрации ClO_2 может разлагаться со взрывом с образованием хлора и кислорода.

Газообразную среду в электрическом устройстве 10 следует перемешивать, чтобы облегчить диффузию окисляющего агента на материалах и поверхностях внутри электрического устройства, подлежащего обработке, и обеспечить достаточную скорость реакции. На принципиальной схеме один из возможных вариантов перемешивания газообразной среды представлен в виде внутренней мешалки или вентилятора 14 внутри электрического устройства 10. Непрореагировавший окисляющий агент и избыток газообразной среды удаляют 16 и подают в устройство 12 для разрушения, где происходит удаление / реакция с остатками окисляющего агента, и остаются только безвредные продукты 17.

Если отложения сульфида меди на материалах и поверхностях в электрическом устройстве предварительно обрабатывают замещающим агентом для облегчения реакции окисления, принципиальная схема будет включать устройство 18 для хранения замещающего агента, из которого для протекания реакции замещения подают необходимый замещающий агент в газовой фазе. Клапан 19 используют для выбора того, какой агент следует вводить в электрическое устройство 10.

На Фиг.3 изображена принципиальная схема одного из вариантов осуществления изобретения. Согласно этой принципиальной схеме из электрического устройства 20 извлекают масло, после чего можно начинать обработку. Из устройства 21 для хранения или получения окисляющего агента для протекания реакции подают необходимый окисляющий агент. Окисляющий агент подают 25 в цикл 28 циркуляции, используемый для смешения окисляющего агента с газообразной средой внутри устройства. Газообразную среду в электрическом устройстве 20 регулируют с учетом таких параметров как влажность, температура, концентрация окисляющего агента, содержание азота и кислорода.

Газообразную среду в электрическом устройстве 20 следует перемешивать, чтобы облегчить диффузию окисляющего агента на материалах и поверхностях внутри электрического устройства, подлежащего обработке, и обеспечить достаточную скорость реакции. На принципиальной схеме один из возможных вариантов перемешивания газообразной среды изображен в виде цикла 28 циркуляции с насосом 23. Непрореагировавший окисляющий агент и избыток газообразной среды удаляют 26 и подают в устройство 22 для разрушения, где происходит удаление / реакция с остатками окисляющего агента, и остаются только безвредные продукты 27.

Если отложения сульфида меди на материалах и поверхностях в электрическом устройстве предварительно обрабатывают замещающим агентом для облегчения реакции окисления, принципиальная схема будет включать устройство 29 для хранения замещающего агента, из которого необходимый замещающий агент в газообразном виде подают 30 в цикл 28 циркуляции для протекания реакции замещения в

устройстве 20.

Поскольку изобретение описано применительно к предпочтительному варианту осуществления, не предполагается ограничивать объем изобретения изложенной частной формой, напротив, оно распространяется на такие альтернативы, модификации и эквиваленты, которые могут быть включены в сущность и объем изобретения, как это определено прилагаемой формулой изобретения.

Формула изобретения

1. Способ обработки отложений сульфида меди на материалах и поверхностях, контактирующих с электроизоляционным маслом внутри электрического устройства, из которого значительное количество электроизоляционного масла, обычно присутствующего в указанном электрическом устройстве, удаляют, отличающийся тем, что указанные отложения сульфида меди на материалах и поверхностях обрабатывают окисляющим агентом, который вступает в реакцию с сульфидом меди.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что окисляющий агент представляет собой диоксид хлора ClO_2 .

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что окисляющий агент включает в себя пероксокислоту.

4. Способ по п.3, отличающийся тем, что указанная пероксокислота включает в себя перуксусную кислоту $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$.

5. Способ по п.3, отличающийся тем, что указанная пероксокислота включает в себя пермуравьиную кислоту CH_2O_3 .

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что окисляющий агент представляет собой озон O_3 .

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что перед обработкой окисляющим агентом материалы и поверхности электрического устройства обрабатывают замещающим агентом, включающим в себя галоген.

8. Способ по п.7, отличающийся тем, что замещающий агент представляет собой элементарный галоген.

9. Способ по п.8, отличающийся тем, что указанный замещающий агент включает в себя йод I_2 .

10. Способ по п.8, отличающийся тем, что указанный замещающий агент включает в себя хлор Cl_2 .

11. Способ по п.7, отличающийся тем, что указанный замещающий агент включает в себя йодистый водород HI .

12. Способ по п.1, отличающийся тем, что перед обработкой извлекают весь остаток масла, а внутреннюю поверхность электрического устройства дополнительно очищают при помощи жидкости, растворяющей электроизоляционное масло.

13. Способ по п.1, отличающийся тем, что обработку агентом проводят в регулируемой газообразной среде.

14. Способ по п.1, дополнительно включающий стадию введения в электрическое устройство нереакционноспособного газа для регулирования газообразной среды.

15. Способ по п.1, отличающийся тем, что во время обработки электрическое устройство нагревают при помощи тока, протекающего через проводники.

16. Способ по п.1, отличающийся тем, что во время обработки электрическое устройство нагревают при помощи внешних нагревателей.

17. Способ по любому из пп.1-16, отличающийся тем, что во время обработки окисляющий агент распределяют в газообразной среде внутри электрического

устройства.

18. Способ по п.17, отличающийся тем, что распределение окисляющего агента осуществляют при помощи перемешивающего устройства, размещенного внутри электрического устройства, любого типа вентилятора, мешалки, насоса.

19. Способ по п.17, отличающийся тем, что распределение окисляющего агента включает в себя стадию извлечения части газообразной среды из электрического устройства и подачи ее обратно в указанное электрическое устройство для создания в устройстве турбулентной газообразной среды.

20. Способ по п.1, отличающийся тем, что соединение меди, образовавшееся в результате обработки сульфида меди указанным окисляющим агентом, оставляют на материалах и поверхностях внутри электрического устройства и электрическое устройство вновь заполняют электроизоляционным маслом.

21. Способ по п.1, отличающийся тем, что непрореагировавший окисляющий агент, выходящий из электрического устройства, подают в устройство для разрушения, в котором происходит превращение агента в менее активные вещества.

22. Система для обработки отложений сульфида меди на материалах и поверхностях внутри электрического устройства, контактирующих с электроизоляционным маслом, обычно присутствующим в электрическом устройстве, отличающаяся тем, что указанное электрическое устройство в основном освобождено от масла, при этом указанная система включает в себя средство для введения газообразного химического реагента в указанное электрическое устройство, а также указанная система включает в себя средство для удаления избытка газообразной среды из указанного электрического устройства.

23. Система по п.22, отличающаяся тем, что указанное средство для введения газообразного химического реагента включает в себя временное соединение между источником химического реагента и электрическим устройством.

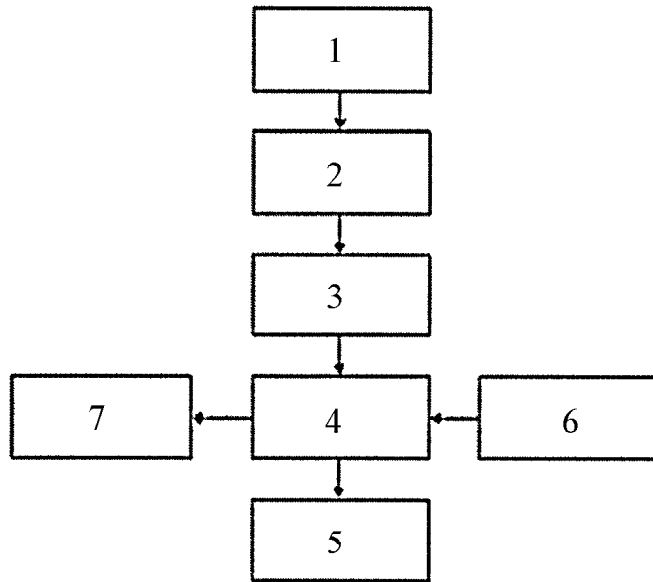
24. Система по любому из пп.22 и 23, отличающаяся тем, что указанный газообразный химический реагент может быть либо окисляющим агентом, включая диоксид хлора, перуксусную кислоту, пермуравьиную кислоту, озон, либо замещающим агентом, включая йод или хлор.

25. Система по п.22, отличающаяся тем, что указанное средство для удаления избытка газообразной среды включает в себя временное соединение между электрическим устройством и устройством для разрушения, в котором происходит превращение активных компонентов из газообразной среды электрического устройства в менее активные компоненты.

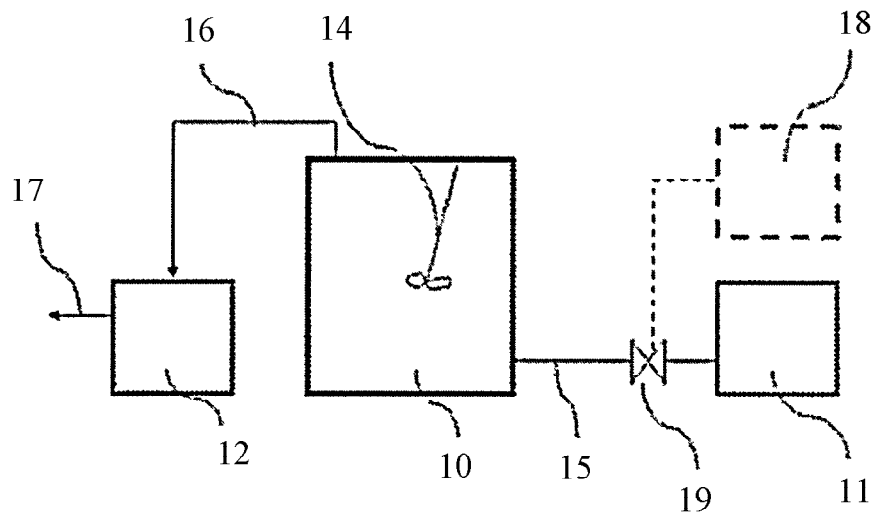
26. Система по п.22, отличающаяся тем, что система включает в себя средство для введения нереакционноспособного газа в электрическое устройство.

27. Система по п.22, отличающаяся тем, что система включает в себя средство для обогрева электрического устройства.

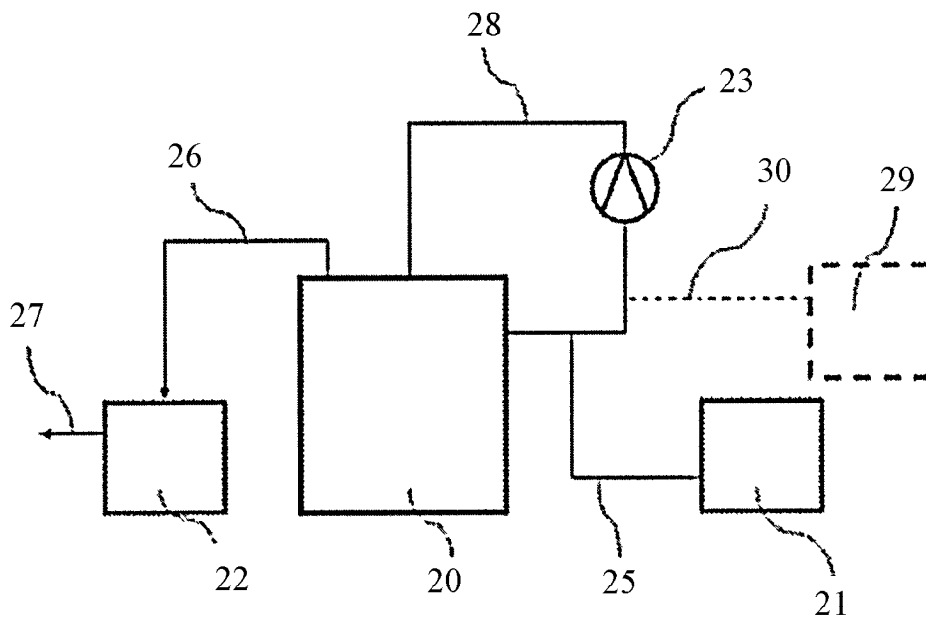
28. Система по п.22, отличающаяся тем, что система включает в себя средство для перемешивания газообразной среды в электрическом устройстве.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3