



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2012137335/02, 31.08.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
31.08.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.08.2012

(43) Дата публикации заявки: 10.03.2014 Бюл. № 7

(45) Опубликовано: 20.05.2014 Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2301847 C1, 27.06.2007. RU  
2411305 C2, 10.07.2010. SU 1628564 A1,  
20.03.2001. GB 1527980 A, 11.10.1978; . JPS  
6328659 A, 24.11.1988

Адрес для переписки:

620100, г.Екатеринбург, А/Я 1065, В.Г.  
Пономареву

(72) Автор(ы):

**Гоман Виктор Валентинович (RU),  
Перельштейн Григорий Наумович (RU),  
Сарапулов Федор Никитич (RU),  
Федореев Сергей Александрович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Общество с ограниченной ответственностью  
"Энкон-сервис" (ООО "Энкон-сервис") (RU)****(54) СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ НА ТОКОПЕРЕДАЮЩИЕ  
ПОВЕРХНОСТИ РАЗБОРНЫХ КОНТАКТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано при монтаже, ремонте и эксплуатационном обслуживании электротехнического оборудования ЛЭП, электрических станций, подстанций, контактных сетей и на заводах, выпускающих электротехническое оборудование. Токосы передающую поверхность разборного контактного соединения (РКС) очищают и обезжиривают. После нанесения на нее жидкого флюса подогревают до температуры 65-70°C. После механической очистки и удаления остатков флюса наносят на токосы передающую поверхность

сплав на основе висмута, с температурой плавления 47-60°C, толщиной не более 0,1 мм. В результате процесса контактного твердо-жидкого плавления образуется покрытие. Через 3-4 минуты после нанесения сплава на токосы передающие поверхности их охлаждают до температуры 40°C. Способ обеспечивает снижение переходного электрического сопротивления РКС, стабилизацию его величины на уровне начальной сборки в течение всего срока его эксплуатации и расширение области эффективного применения РКС. 2 з.п. ф-лы, 1 табл.

RU  
2 516 189  
C2

C2  
2 516 189  
RU



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 516 189** (13) **C2**

(51) Int. Cl.  
*C23C 26/02* (2006.01)  
*H01R 24/00* (2011.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2012137335/02, 31.08.2012**

(24) Effective date for property rights:  
**31.08.2012**

Priority:

(22) Date of filing: **31.08.2012**

(43) Application published: **10.03.2014** Bull. № 7

(45) Date of publication: **20.05.2014** Bull. № 14

Mail address:

**620100, g.Ekaterinburg, A/Ja 1065, V.G.  
Ponomarevu**

(72) Inventor(s):

**Goman Viktor Valentinovich (RU),  
Perel'shtejn Grigorij Naumovich (RU),  
Sarapulov Fedor Nikitich (RU),  
Fedoreev Sergej Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obschestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju  
"Ehkon-servis" (OOO "Ehkon-servis") (RU)**

(54) **METHOD FOR APPLICATION OF METAL COATING TO CURRENT-TRANSMITTING SURFACES OF DISMOUNTABLE CONTACT CONNECTIONS**

(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: current-transmitting surface of dismountable contact connection (DCC) is cleaned and degreased. After application of liquid flux the surface is heated up to a temperature of 65-70°C. After mechanical treatment and removal of flux excess bismuth-based alloy with melting temperature of 47-60°C and thickness less than 0.1 mm is applied to the current-transmitting surface. In result of contact hybrid melting the coating

is formed. In 3-4 minutes after application of the alloy to the current-transmitting surfaces they are cooled up to a temperature of 40°C.

EFFECT: reduction of transient electric resistance for DCC, stabilisation of its value at the level of initial assembly within the whole period of its service life, expansion of the scope of DCC efficient application.

3 cl, 1 tbl

R U 2 5 1 6 1 8 9 C 2

R U 2 5 1 6 1 8 9 C 2

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано при монтаже, ремонте и эксплуатационном обслуживании электротехнического оборудования ЛЭП, электрических станций, подстанций, контактных сетей электрифицированного транспорта, распределительных устройств промышленных предприятий и на заводах, выпускающих электротехническое оборудование.

Работа электрических сетей и электротехнического оборудования во многом зависит от качества и надежности многочисленных разборных контактных соединений (РКС) электрической цепи. Переходное электрическое сопротивление в этих соединениях является причиной значительных потерь электроэнергии, недопустимого перегрева и даже обгорания контакт-деталей, а его тенденции к росту в процессе эксплуатации приводит к нестабильности параметров электрической цепи и необходимости частых отключений, переборок, ревизии и ремонта контактных соединений, то есть к увеличению трудоемкости и стоимости эксплуатационных расходов.

Наибольшее влияние на величину переходного электрического сопротивления оказывает высокое удельное сопротивление окисных и сульфидных пленок на токопередающих поверхностях контакт-деталей РКС. Поэтому в практике все способы, позволяющие уменьшить и стабилизировать это сопротивление, направлены на разрушение целостности этих пленок и нанесение на токопередающие поверхности специальных металлических покрытий, окисная пленка которых имеет более высокую электропроводность.

Широко применяются в настоящее время оловянно-свинцовые и серебряные покрытия токопередающих поверхностей РКС, а также использование в них токопроводящих смазок. Однако способы нанесения оловянистых и серебряных покрытий (гальваника, горячее лужение, электроискровое и плазменное напыление) связаны либо с применением специального оборудования, либо с нагревом контакт-деталей до температуры 350-400°C, что во многих случаях, особенно в условиях эксплуатации на действующем электрооборудовании, исключает возможность их использования. Что касается токопроводящих смазок, то, несмотря на простоту и доступность их применения, они могут лишь улучшить стабильность переходного электрического сопротивления, не снижая его величину. Кроме того, смазки, имея в своем составе жидкую фракцию, которая может высыхать или вымораживаться, являются покрытием недолговечным. Следует также отметить, что использование токопроводящих смазок не решает такого актуального вопроса, как непосредственное соединение алюминиевых контакт-деталей с медными, которое является недопустимым из-за электрохимической коррозии, возникающей между ними при протекании тока в РКС.

Поэтому разработка новых способов нанесения защитных металлических покрытий на токопередающие поверхности РКС, доступных для применения в любых условиях эксплуатации и производства электротехнического оборудования, является весьма актуальной задачей, одним из эффективных путей снижения потерь электроэнергии, а также трудоемкости и стоимости эксплуатационных расходов.

Известен способ нанесения металлического покрытия на токопередающие поверхности РКС путем горячего лужения этих поверхностей оловянно-свинцовым припоем [Максимихин Б.А. Технологические процессы пайки электромонтажных соединений. Ленинград, «Энергия», 1980, стр.42-46].

Способ осуществляют следующим образом. Очищают токопередающую поверхность контакт-детали от грязи и обезжиривают ее ацетоном, затем наносят на нее кистью жидкий флюс для удаления окисной пленки. При лужении стали, меди и ее сплавов используют спирто-канифольные флюсы типа КЭ, КС, ЛТИ-120, ЛТИ-115.

Токопередающую поверхность разогревают паяльником или газовой горелкой до температуры 280-320°C. На нагретую до 280-320°C и покрытую флюсом токопередающую поверхность наносят паяльником небольшое количество металлического покрытия, а затем, двигая паяльник в разных направлениях, выравнивают наносимый слой равномерно по всей поверхности. В качестве металлического покрытия для стали, меди и ее сплавов наносят оловянно-свинцовые припои типа ПОС-61, ПОС-40, ПОС-18, ПОС-46.

Кроме того, нанесение с помощью этого способа металлопокрытия на алюминиевые поверхности требует подогрева этих поверхностей до температуры 400°C и выше, а нанесение припоя осуществляется втиранием последнего в токопередающую поверхность, что технологически сложно и трудновыполнимо. Результатом осуществления данного способа нанесения металлопокрытия является образование на токопередающих поверхностях контакт-деталей напайки оловянно-свинцового припоя толщиной до 0,5 мм. Необходимость разогрева токопередающих поверхностей РКС до температуры 280-320°C не позволяет использовать этот способ в реальных условиях обслуживания действующего или находящегося в стадии монтажа и ремонта электротехнического оборудования из-за высокой теплопроводности меди и ее сплавов и близости к токопередающим поверхностям участков токопроводов, покрытых изоляцией, для которой такая температура нагрева является недопустимой. Этот способ применяется главным образом в условиях стационарного заводского производства и практически не может использоваться в условиях эксплуатации действующего электротехнического оборудования.

Известны также способы нанесения металлического покрытия на токопередающие поверхности контакт-деталей РКС с помощью процесса контактного твердо-жидкого плавления с использованием легкоплавких сплавов на основе галлия (Патент РФ №2301847 от 01.12.2005 и Патент РФ №2411305 от 30.12.2008).

Однако использование галлиевого сплава в этих способах не позволяет широко применить их на заводах-изготовителях электротехнического оборудования, так как стоимость галлиевых сплавов примерно в 40 раз выше стоимости оловянно-свинцовых покрытий.

Наиболее близким к заявленному является способ нанесения металлического покрытия на токопередающие поверхности РКС, включающий очистку и обезжиривание поверхности, нанесение на эту поверхность жидкого флюса, подогрев ее до температуры 40-45°C, нанесение на нее слоя галлиевого сплава, имеющего температуру плавления не выше 30°C, толщиной не более 0,1 мм и образование металлического покрытия на токопередающих поверхностях в результате процесса контактного твердо-жидкого плавления [Патент РФ №2301847 от 01.12.2005 г.].

Способ осуществляют следующим образом. Очищают от грязи и жировых пленок токопередающие поверхности контакт-деталей РКС с помощью механической зачистки проволочными щетками, установленными на дрель, и ветоши, смоченной ацетоном или спиртом. Для удаления окисных и сульфидных пленок на эти поверхности наносят кистью жидкий флюс. Далее контакт-деталь нагревается электрофеном до температуры 40-45°C. В процессе этого нагрева флюс снимает с поверхности окисную пленку и после этой операции испаряется. Затем поверхность зачищают чистой проволочной щеткой и сухой ветошью удаляют опилки и продукты травления. После такой подготовки с помощью тампона из пенопласта равномерно наносят на токопередающую поверхность тонкий слой галлиевого сплава толщиной не более 0,1 мм, имеющего температуру плавления не выше 30°C. После выполнения этих операций РКС готово к сборке, а на

его токопередающей поверхности образуется защитное металлопокрытие толщиной 5-10 микрон, которое представляет собой твердый раствор из металла контакт-деталей (подложки) и нанесенного галлиевого сплава.

5 Это металлопокрытие обеспечивает значительное снижение переходного электрического сопротивления РКС, стабилизацию его величины на уровне начальной сборки в течение всего срока его эксплуатации и возможность непосредственного соединения медных и алюминиевых контакт-деталей без каких-либо напаек и вкладьшей, что значительно упрощает конструкцию контакт-деталей, снижает трудоемкость и стоимость их изготовления. Способ позволяет получить защитные металлопокрытия  
10 на токопередающей поверхности контакт-деталей, изготовленных из любого, применяемого для этой цели металла (медь, алюминий, свинец, сталь и сплавы на их основе).

Применение галлиевых сплавов с температурой плавления не выше 30°C позволяет осуществить способ при температуре нагрева токопередающих поверхностей контакт-  
15 детали не выше 40-45°C и при этом не требуется использования какого-либо специального оборудования, кроме набора штатного инструмента, что обеспечило возможность применения этого способа как в условиях монтажа, ремонта и эксплуатационного обслуживания электротехнического оборудования на действующих объектах электроэнергетики, так и в стационарных условиях, на предприятиях,  
20 выпускающих электрооборудование.

Кроме того, этот способ является экологически чистым, так как само металлопокрытие и галлиевые сплавы представляют собой металлы химически неактивные, не содержат токсичных металлов, а технология нанесения металлопокрытия неопасна для здоровья человека и не загрязняет окружающую среду.

25 Несмотря на техническую универсальность способа, наиболее эффективной областью его применения является прежде всего монтаж, ремонт и обслуживание электротехнического оборудования на предприятиях, осуществляющих эксплуатацию действующих объектов электроэнергетики.

Однако повышенное внимание к экологии и ужесточение экологических требований  
30 к промышленному производству в последние годы привело к тому, что возникла необходимость создания такого экологически чистого способа нанесения металлических покрытий на токопередающие поверхности РКС, на заводах-изготовителях электротехнического оборудования, находящихся, как правило, в черте больших городов и населенных пунктов, использующих традиционные технологии горячего  
35 лужения и гальваники, которые связаны с выбросом тепла и токсичных стоков в окружающую среду, а условия работы при осуществлении этих технологий являются вредными для здоровья производственного персонала, который обладал бы всеми достоинствами наиболее близкого способа, но изготовленные этим способом РКС были бы сопоставимы по затратам с РКС, полученными использованием технологии  
40 горячего лужения и гальваники.

В основу изобретения положена задача расширения арсенала способов нанесения металлического покрытия на токопередающие поверхности РКС с использованием процесса контактного твердо-жидкого плавления и области их эффективного применения путем осуществления заявляемого способа в стационарных условиях на предприятиях,  
45 выпускающих электротехническое оборудование.

Поставленная задача решается тем, что в способе нанесения металлического покрытия на токопередающие поверхности РКС, включающем очистку от грязи и обезжиривание токопередающей поверхности, нанесение на нее жидкого флюса,

подогрев, механическую очистку, удаление остатков флюса и опилок, нанесение на токопередающую поверхность легкоплавкого сплава толщиной не более 0,1 мм с образованием покрытия в результате осуществления процесса контактного твердо-жидкого плавления, согласно изобретению в качестве легкоплавкого сплава наносят сплав на основе висмута, с температурой плавления 47-60°C, подогрев ведут до температуры 65-70°C. А через 3-4 минуты после нанесения сплава контакт-детали охлаждаются до температуры 40°C.

При этом:

- на токопередающие поверхности из меди, стали и их сплавов наносят сплав с температурой плавления 57,8°C состава, мас. %:

Висмут - 49,4

Индий - 21

Свинец - 18

Олово - 11,6

- на токопередающие поверхности из алюминия и его сплавов наносят сплав с температурой плавления 60,0°C состава, мас. %:

Висмут - 50,0

Свинец - 25

Олово - 12,5

Кадмий - 12,5

- охлаждение контакт-деталей поверхностей осуществляют с помощью вентилятора, сжатого воздуха или смоченной в воде чистой ветошью.

Нанесение металлопокрытия на токопередающие поверхности контакт-детали РКС осуществляется с помощью известного в металлургии процесса контактного твердо-жидкого плавления, при котором взаимодействие твердого металла с жидким происходит ниже температуры автономного плавления твердого металла. В самом общем виде процесс состоит из двух стадий: локальное плавление твердого металла после смачивания его жидким поверхностно активным сплавом (бездиффузионная стадия), а затем диффузионное перемешивание атомов твердого металла из расплавленного объема с атомами жидкой фазы нанесенного сплава (диффузионная стадия). После затвердевания на токопередающей поверхности контакт-детали образуется пленка металлопокрытия толщиной 5-10 микрон, которая представляет собой новое вещество: твердый раствор двух металлов, отличающийся по своим физическим и химическим свойствам как от материала контакт-детали, так и от нанесенного на ее токопередающую поверхность легкоплавкого сплава.

Использование в заявленном способе легкоплавких висмутовых сплавов, имеющих температуру плавления 47-60°C, позволяет нанести это металлопокрытие при температуре нагрева контакт-детали не выше 65-70°C, что в условиях стационарного производства на заводах-изготовителях электротехнического оборудования вполне осуществимо. Цена одного килограмма висмута в 50 раз меньше цены одного килограмма галлия. Следовательно, стоимость металлопокрытий, нанесенных данным способом практически равна стоимости традиционных оловянно-свинцовых металлопокрытий.

Металлопокрытие может быть нанесено на токопередающие поверхности контакт-деталей, изготовленных из любого применяемого для этой цели металла: медь, алюминий, свинец, сталь и сплавы на их основе, при этом не требуется использование какого-либо специального оборудования, кроме штатного набора инструментов.

При осуществлении этого способа снижение переходного сопротивления РКС и его

стабилизация остаются на уровне, достигнутом в наиболее близком способе. Сравнительные данные приведены в таблице. РКС с металлопокрытием, нанесенным предлагаемым способом могут эксплуатироваться в агрессивных средах внутри помещения и на открытом воздухе при температуре от -50°C до +250°C.

5 Предлагаемый способ экологически чистый, материалы, применяемые при его осуществлении, химически не активны, не содержат токсичных и драгоценных металлов, а технология нанесения металлопокрытий не представляет опасности для здоровья производственного персонала.

10

Таблица		Дата измерения $R_{пер}$ , $M_k$ , Ом							
Материал контакт-деталей	Способ нанесения покрытия	12.05.04	10.02.05	11.04.05	12.09.05	21.11.05	10.05.06	28.06.07	03.06.08
		Cu	Лужение	15,5	15,1	15,6	14,5	14,9	15,5
Cu	Лужение								
15 Cu	По патенту 2301847	12,7	12,6	12,6	12,8	12,8	14,3	14,0	9,8
Cu	По патенту 2301847								
Cu	Лужение	25,4	46,4	51,5	57,0	57,1	65,4	73,1	72,4
Al	Без покрытия								
20 Cu	По патенту 2301847	14,5	14,5	14,3	14,8	13,6	15,0	14,8	10,3
Al	По патенту 2301847								
Al	По патенту 2301847	17,2	16,0	15,7	15,7	14,3	16,0	16,0	10,1
Al	По патенту 2301847								
25 Al	Без покрытия	220,0	273,0	279,0	275,0	276,0	288,0	294,0	280,0
Al	Без покрытия								
Дата измерения $R_{пер}$ $M_k$ , Ом		10.11.09	17.12.10	01.02.11	14.05.11	18.09.11	18.12.11	17.02.12	17.06.12
Al	Заявляемый	13,5	13,5	11,6	10,9	9,7	11,5	11,5	11,2
Al	Заявляемый								

30 Применение способа позволяет исключить явление электрохимической коррозии, непосредственно соединять медные и алюминиевые контакт-детали без каких-либо наплавов и вкладышей, что значительно упрощает конструкцию РКС, снижает трудоемкость и стоимость его изготовления.

35 В предложенном способе нанесение металлопокрытия заканчивается технологической операцией охлаждения контакт-детали до температуры 40°C. Необходимость этого объясняется следующим образом. Реальные процессы, протекающие на поверхности твердого металла при смачивании его жидким, сложны и, по мнению специалистов, только приближенно описываются с помощью известных представлений об изометрических процессах. Чаще всего эти процессы для конкретных пар твердого и жидкого металлов изучаются в специально поставленных экспериментах. В зависимости от характера и условий взаимодействия поверхность твердого металла может быть упрочена или разупрочена, охрупчена или пластифицирована, может сохранить монолитность или разрушиться с образованием трещин.

45 Время нанесения металлопокрытия с помощью процесса контактного твердо-жидкого плавления определяется его диффузионной стадией. Количественная оценка этого процесса затруднена из-за отсутствия надежных данных о диффузии в жидких расплавах. Однако экспериментальные данные свидетельствуют о том, что этот процесс проходит очень быстро, за время измеряемое десятками секунд. (Лашко Н.Ф., Лашко С.В.

Контактные металлургические процессы при пайке. М., «Металлургия», 1977).

Чтобы свести к минимуму влияние процесса контактного твердо-жидкого плавления на механические свойства контакт-деталей в способе предусмотрено нанесение жидкого сплава на токопередающую поверхность слоем толщиной не более 0,1 мм и охлаждение контакт-деталей после нанесения металлопокрытия до температуры 40 С, при которой жидкий сплав затвердевает и процесс контактного твердо-жидкого плавления прекращается. Технологический смысл этих мероприятий заключается в том, чтобы уменьшить объем жидкого сплава, участвующего в процессе и сократить время его существования до тех уровней, которые необходимы для нанесения металлопокрытия.

Способ осуществляют следующим образом. Очищают от грязи и жировых пленок токопередающую поверхность контакт-деталей с помощью ветоши, смоченной ацетоном, и механической обработки проволочными щетками, установленными на дрель. Для удаления окисной пленки на эту поверхность кистью наносят жидкий флюс (для меди, стали и их сплав - насыщенный водный раствор хлористого цинка; для алюминия и его сплавов - 10-процентный раствор едкого натрия). Далее контакт-детали нагревают электрофеном до температуры 65-70°С. Во время нагрева происходит травление рабочей поверхности, а жидкая фракция флюса испаряется. Затем чистой проволочной щеткой, установленной на дрель, поверхность зачищают и сухой ветошью удаляют продукты травления и опилки. Далее на токопередающую поверхность с помощью тампона из пенопласта равномерно наносят тонкий слой висмутового сплава, толщиной не более 0,1 мм. Для контакт-деталей из меди, стали и их сплавов наносят сплав с температурой плавления 57,8°С состава, мас. %:

Висмут - 49,4

Индий - 21

Свинец - 18

Олово - 11,6

Для контакт-деталей из алюминия и его сплавов наносят сплав с температурой плавления 60,0°С состава, мас. %:

Висмут - 50

Свинец - 25

Олово - 12,5

Кадмий - 12,5

После выдержки не более 3-4 минут контакт-детали охлаждают до температуры 40°С вентилятором или сжатым воздухом или смоченной в воде ветошью до температуры 40°С. Измерение температуры производят с помощью деревянного щупа с укрепленной на его торце термопарой.

#### Формула изобретения

1. Способ нанесения металлического покрытия на токопередающие поверхности разборных контактных соединений, включающий очистку от грязи и обезжиривание токопередающей поверхности, нанесение на нее жидкого флюса, подогрев ее, механическую очистку, удаление остатков флюса и опилок, нанесение на токопередающую поверхность легкоплавкого сплава толщиной не более 0,1 мм с образованием покрытия в результате процесса контактного твердо-жидкого плавления, отличающийся тем, что в качестве легкоплавкого сплава наносят сплав на основе висмута, с температурой плавления 47-60°С, подогрев ведут до температуры 65-70°С, и через 3-4 минуты после нанесения сплава токопередающие поверхности охлаждают до температуры 40°С.



2. Способ по п.1, отличающийся тем, что на токопередающие поверхности из меди, стали и их сплавов наносят сплав с температурой плавления 57,8°C состава, мас. %:

5	Висмут	49,4
	Индий	21
	Свинец	18
	Олово	11,6

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что на токопередающие поверхности из алюминия и его сплавов наносят сплав с температурой плавления 60,0°C состава, мас. %:

10	Висмут	50
	Свинец	25
	Олово	12,5
	Кадмий	12,5

15

20

25

30

35

40

45