

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202200131** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2024.04.27

(22) Дата подачи заявки
2022.10.17

(51) Int. Cl. **B22F 3/00** (2021.01)
B22F 3/12 (2006.01)
C22C 1/051 (2023.01)
C22C 29/08 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

(96) **2022000100 (RU) 2022.10.17**

(71) Заявитель:
**ЕРШОВА ЕВГЕНИЯ
АЛЕКСАНДРОВНА; МУСТАФИН
АДЕЛЬ ШАМИЛЬЕВИЧ (RU)**

(72) Изобретатель:
**Ершова Евгения Александровна,
Ершов Алексей Станиславович,
Васин Валерий Викторович,
Емельянов Евгений Николаевич (RU)**

(74) Представитель:
Кравчук А.Г. (RU)

(57) Изобретение относится к области порошковой металлургии, а именно к получению электротехнических материалов для разрывных контактов. Способ включает смешивание, пластифицирование, прессование и вакуумное жидкофазное спекание. Смешивают с использованием размольных тел порошок мелкозернистого твердого сплава WC+Co и порошок меди при следующем соотношении компонентов, мас. %: медь 30-50, твердый сплав WC+Co - остальное, при этом твердый сплав WC+Co содержит Co 2,9-8,2 мас. % и WC - остальное. В полученную смесь вводят пластифицирующий раствор, затем из пластифицированной смеси получают прессовку. Проводят вакуумное жидкофазное спекание прессовки. В процессе нагрева при вакуумном жидкофазном спекании проводят изотермическую выдержку при температуре между температурой магнитного превращения кобальта и температурой плавления меди. Вакуумное жидкофазное спекание композиционного материала проводят при температуре, равной 1,05-1,1 температуры ликвидуса системы Cu-Co с учетом соотношения компонентов. Обеспечивается улучшение характеристик и структуры твердосплавного электротехнического материала для разрывных электроконтактов, а также снижение энергоемкости получения композиционного материала.

A1

202200131

202200131

A1

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Изобретение относится к области порошковой металлургии, преимущественно может использоваться для получения электрических материалов для разрывных контактов.

Электрические материалы, работающие в условиях динамических нагрузок, помимо высоких прочности и электропроводности должны иметь достаточно высокие твердость и износостойкость. С этой целью в последнее время для изготовления электроконтактных изделий начали внедряться материалы на основе карбида вольфрама и меди с незначительным добавлением легирующих материалов. Но при этом остро стоит вопрос по технологическим особенностям их изготовления, т.к. процессы, протекающие в процессе формирования сплава, мало изучены.

Из уровня техники известно, что для изготовления разрывных контактов может применяться псевдосплав Cu-WC (Л.Е. Бодрова и др. Получение литых сплавов Cu-WC электротехнического назначения // Расплавы, №5 - 2010, с. 10-13.). Но в соответствующих источниках не приводятся технологические особенности получения сплавов Cu-WC электротехнического назначения для разрывных контактов и такие сплавы обладают недостаточной прочностью и структурной неоднородностью.

Известен контактный элемент из композиционного металлокерамического материала, состоящий из посадочной части в форме усеченного конуса высотой 3,0-4,0 мм и контактной части в форме сферы радиуса 40-50 мм, содержащего основу, мас. %: 4-20 кобальта и/или никеля, 20-60 медь, остальное карбид вольфрама, отличающийся тем, что основа дополнительно имеет добавки графита и/или дисульфида молибдена и

фосфора в виде фосфатных соединений, добавки распределены в объеме основы равномерно в количестве 0,3-3,0 мас. % каждой добавки, при этом размер зерен карбида вольфрама находится в пределах 0,5-5,0 мкм, удельное электрическое сопротивление основы не более $18 \cdot 10^{-8}$ Ом·м, твердость по Бринеллю 265-550 МПа, предел прочности на изгиб 900-1700 МПа, объемная пористость не более 0,25% (Патент RU №2404319, кл. МПК E01B 11/54, 2009).

Наиболее близким к заявляемому изобретению является способ получения материала (Патент RU №2203340, кл. МПК C22C 29/08, B22F 3/12, 2001), состоящего из меди, кобальта и карбида вольфрама, заключающийся в смешивании порошков WC, Co и Cu и добавлением в полученную смесь спиртового раствора ортофосфорной кислоты таким образом, чтобы смесь состояла из компонентов при следующих соотношениях компонентов, мас.%, %: медь 10-40, ортофосфорная кислота 0,6-6,0; карбид вольфрама и кобальт - остальное. Затем производят пластифицирование полученной массы составом растворенного в бензине каучука, а жидкофазное спекание осуществляют в вакуумных печах при температуре 1220-1350°C.

Полученный материал обладает прочностью, твердостью, но недостаточной электропроводностью, а предлагаемый способ достаточно энергоемкий и не обеспечивает стабильности свойств материала. Известно, что фосфор является один из основных раскислителей меди. При спекании фосфор растворяется в твердой меди, образуется твердый раствор, который снижает ее электро- и теплопроводность сплава на 20-30%. Другой недостаток таких сплавов является то, что в структуре содержится свободный графит, который может в виде тонкой пленки обволакивать зерна структурных составляющих. А графит в виде тонких пленок имеет фрагментированную структуру образованных графитовых струн, что на несколько порядков повышает электрическое сопротивление.

Как правило, разрывные контакты припаиваются к токопроводящей шине, но спеченные псевдосплавы практически не смачиваются при пайке припоем из-за наличия в их составе углерода. Также не приведена роль кобальта в сплаве, который практически не растворяется в меди, также как и медь с карбидом вольфрама не растворимы друг в друге. При этом известно, что кобальт является ферромагнетиком и вследствие этого возникает необходимость удаления примагниченных частиц с контакта, образующихся при эрозии в процессе эксплуатации.

Задачей заявляемого способа является повышение надежности работы разрывных электрических контактов электрических устройств и приборов.

Технический результат, получаемый в процессе решения поставленной задачи заявляемого способа, заключается в улучшении характеристик и структуры твердосплавного электротехнического материала для разрывных электроконтактов, снижении энергоемкости получения материала.

Технический результат достигается способом изготовления композиционного материала электротехнического назначения, включающим смешивание, пластифицирование, прессование, жидкофазное спекание, при этом материал смешивают с использованием размольных тел из порошка мелкозернистого малокобальтового твердого сплава WC+Co и предварительно просеянного через сито порошка меди при соотношениях компонентов: медь 30-50% мас.; смесь WC+Co с содержанием Co 2,9-8,2% мас., WC - остальное. В полученную смесь вводят пластифицирующий раствор, из пластифицированной смеси производят прессовку, которую спекают и в процессе нагревания при вакуумном жидкофазном спекании производят изотермическую выдержку при температуре между температурой магнитного превращения кобальта и температурой плавления меди, жидкофазное спекание композиционного материала проводят при температуре равной 1,05-1,1 температуры ликвидуса системы Cu-Co с учетом соотношений

компонентов.

Рассмотрим сущность изобретения на примере получения сплава, содержащего медь марки ПМС-1 ГОСТ 4960-2017 в количестве 50% мас. и твердый сплав марки ВКЗ ГОСТ 3882-74, в котором Со - 3% мас. и WC - остальное. Для получения заявляемого материала в порошок твердого сплава добавляют предварительно просеянный через сито с ячейкой 0,05 мм порошок меди и производят смешивание с использованием размольных тел в течение 70-80 минут так, чтобы медь в силу своей пластичности частично обволокла частицы кобальта и карбида вольфрама. Полученную смесь пластифицируют бензиновым раствором каучука, например, марки СКД, прессуют из пластифицированной смеси изделия - прессовки, далее спекают прессовки по технологическому процессу порошковой металлургии.

Жидкофазное спекание изделий производят в вакуумных печах. В процессе нагревания до температуры спекания производят изотермическую выдержку при температуре между температурой магнитного превращения кобальта и температурой плавления меди. Температура магнитного превращения кобальта равна 1048°C, а температура плавления меди равна 1084°C. На основании этих величин устанавливаем температуру изотермической выдержки 1060°C, выдержку производим в течение 15-20 минут. Для заявляемого соотношения компонентов этот диапазон температур находится в фазовой зоне β -Cu, которая характеризуется минимальным растворением кобальта в меди.

В процессе изотермической выдержки происходит магнитное превращение кобальта, то есть кобальт теряет ферромагнитные свойства, при этом процесс магнитного превращения не сопровождается перекристаллизацией - образованием новых зерен и изменением решетки. Наведенная намагниченность кобальта, полученная при контакте со стальными деталями технологического оборудования, исчезает, как и исчезает магнитная связь между частицами кобальта, они начинают

распределяться равномерно по всему объему заготовки. В результате по окончании формирования сплава получаем материал с практически нулевой остаточной намагниченностью.

Также в процессе изотермической выдержки выгорает пластифицирующий раствор, что придает материалу чистоту от примесей, которые могут повлиять на электрические свойства сплава.

Жидкофазное спекание композиционного материала проводят в течение 60-100 минут при температуре ликвидуса системы Cu-Co с учетом соотношений компонентов, то есть для рассматриваемого материала это 1200-1300°C. При использовании твердого сплава ВКЗ температуру спекания устанавливаем 1200°C.

Заявляемый способ смешивания компонентов композиционного материала обеспечивает равномерное распределение ингредиентов по всему объему материала, что является признаком стабильности физико-механических свойств и структуры по всему объему материала. В процессе спекания частицы кобальта за счет своей малой растворимости в меди (до 5%) при данном соотношении системы Co-Cu активно взаимодействуют с зернами карбида вольфрама, образуя граничный слой на зернах карбида вольфрама, тем самым увеличивая адгезию меди к зернам вольфрама, активизируется процесс растворения твердых фаз (мелких карбидов вольфрама) в жидкой фазе, за счет чего происходит рост крупных зерен карбида вольфрама и формирование прочного карбидного каркаса (процессы «растворения-осаждения» или перекристаллизация через жидкую фазу).

В связи с тем, что в составе используется малое количество кобальта, обеспечивается относительно невысокая температура спекания, что является существенным фактором при спекании электротехнического материала в части снижения энергоемкости процесса формирования сплава.

На фиг. 1 показана микроструктура композиционного материала электротехнического назначения после травления, на фиг. 2 - нетравленая

микроструктура композиционного материала.

Экспериментально было обнаружено, что имеющиеся в заявляемом материале зерна карбида вольфрама в процессе спекания образуют карбидный каркас - светлые участки на фиг. 1, 2, обеспечивающий высокую твердость и износостойкость изделию. Так как система Cu-Co сама по себе является несмешиваемой в термодинамических условиях, то при исследовании микроструктуры обнаружены фазы меди - темные участки на фиг. 2, которые обеспечивают высокую электропроводность и прочность композиционного материала. В итоге заявляемый материал имеет плотность 9,0-13,5 г/см³, удельное электрическое сопротивление 12-14 мкОм·см, твердость не менее НВ 500 МПа, прочность на изгиб 800-1100 МПа.

Эффективность композиционных материалов, изготовленных заявляемым способом проверялась на опытных образцах силовых контактов реле. Контакты припаивались на штатные шины контактной группы контакторов. Предварительно были исследованы свойства материалов. Дополнительно припаянные контакты были испытаны на отрыв от шины. Результаты сравнительных испытаний представлены в таблице.

Параметр	Прототип	Материал, изготовленный по заявляемому способу
Состав, % мас.	Кобальт – 4; медь – 50; графит – 1,5; фосфор в виде фосфатных соединений – 2,0; карбид вольфрама - остальное	Кобальт – 3; медь – 50; карбид вольфрама - остальное
Плотность, г/см ³	8,5	11,65
Твердость НВ, МПа	624	850
Прочность на изгиб, МПа	400	1100
Удельное электросопротивление, мкОм·см	19,9	12,9
Вид разрушения паяного шва	адгезионный	когезионный

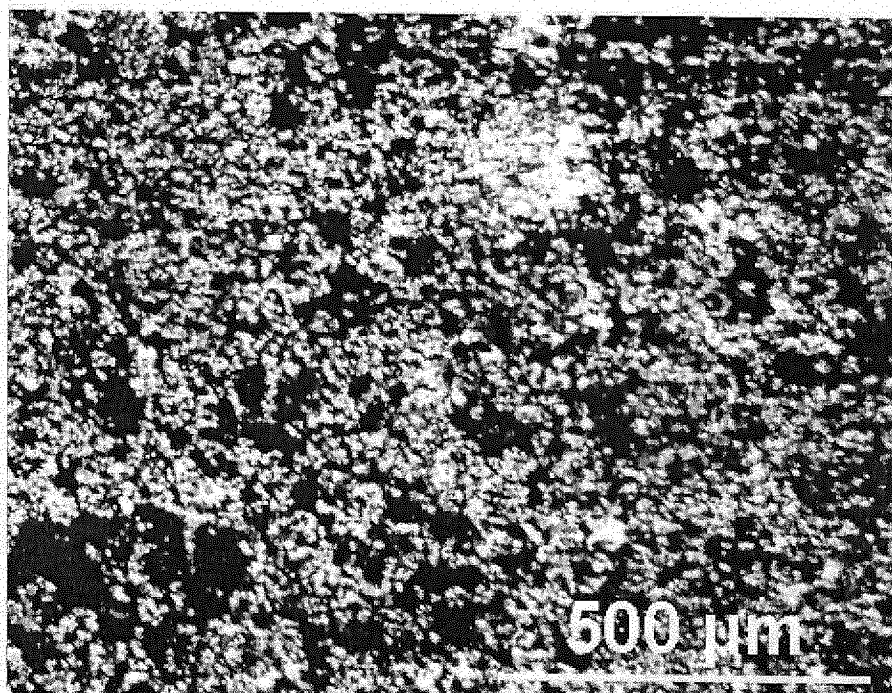
Как видно из таблицы, характеристики прототипа и предлагаемого технического решения отличаются значительно. Так как контакты контактной группы работают на встречный контакт, то здесь важна не износостойкость сплава, а именно твердость и прочность. У заявленного материала они выше, соответственно контакты из заявленного материала простоят дольше. Низкое удельное электросопротивление улучшает работу контактной группы контактора в целом. Когезионное разрушение паянного шва говорит о том, что пайка контактных пластин из материала, изготовленного по заявленному способу, имеет высокую прочность.

Таким образом, предлагаемый способ позволяет с минимальным энергопотреблением и невысокой трудоемкостью получить композиционный материал с улучшенными электрическими характеристиками, равномерной структурой, высокими прочностными показателями. Отсутствие в составе углерода, графита в чистом виде позволяет припаивать контакты без применения специальных средств, удорожающих процесс пайки.

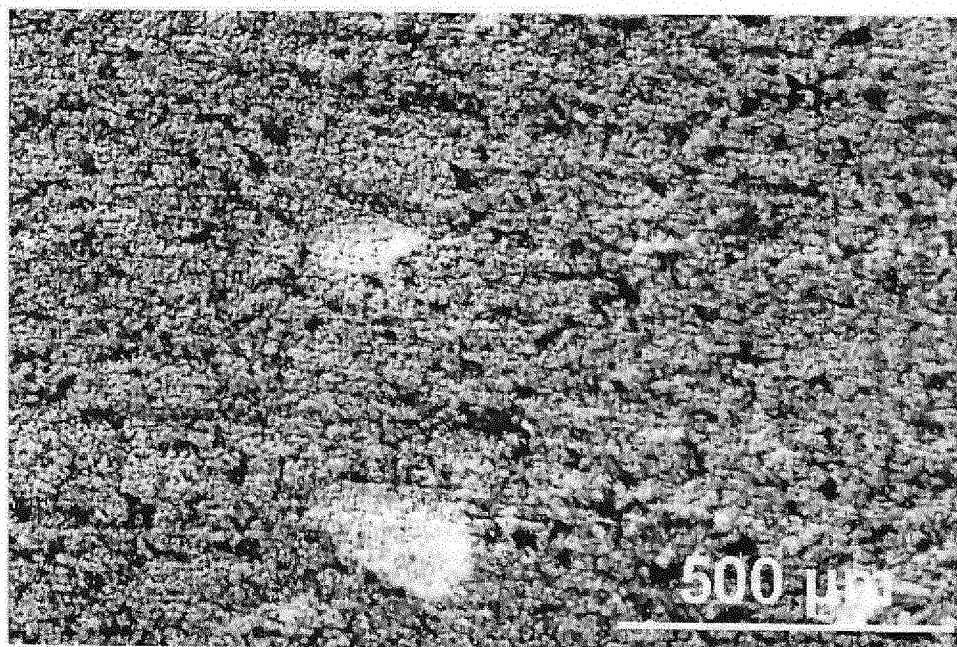
Формула изобретения

Способ изготовления композиционного материала электротехнического назначения, включающий смешивание, пластифицирование, прессование и жидкофазное спекание, отличающийся тем, что смешивают с использованием размольных тел порошок мелкозернистого твердого сплава WC+Co и предварительно просеянный через сито порошок меди при следующем соотношении компонентов, мас. %: медь 30-50, твердый сплав WC+Co – остальное, при этом твердый сплав WC+Co содержит Co 2,9-8,2 мас. % и WC – остальное, в полученную смесь вводят пластифицирующий раствор, из пластифицированной смеси производят прессовку, проводят вакуумное жидкофазное спекание прессовки и в процессе нагревания при вакуумном жидкофазном спекании проводят изотермическую выдержку при температуре между температурой магнитного превращения кобальта и температурой плавления меди, при этом вакуумное жидкофазное спекание композиционного материала проводят при температуре равной 1,05-1,1 температуры ликвидуса системы Cu-Co с учетом соотношения компонентов.

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ



Фиг. 1



Фиг. 2

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

202200131

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

B22F 3/00 (2021.01)
B22F 3/12 (2006.01)
C22C 1/051 (2023.01)
C22C 29/08 (2006.01)

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)
B22F 3/00, C22C 1/00, 29/00, E01B 11/00

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)
EAPATIS, ESPACENET, PATENTSCOPE

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
X	RU2759186C1 (ЕРШОВА ЕВГЕНИЯ АЛЕКСАНДРОВНА), 10.11.2021 стр. 3 строка 1 - стр. 6 строка 30 описания изобретения, формула изобретения, фиг. 1, 2	1
A	RU2203340C2 (ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»), 27.04.2003 стр. 3 правая колонка строки 27-63 описания изобретения, формула изобретения	1
A	US2983996A (P. R. MALLORY & CO., INC), 16.05.1961 кол. 1 строка 15 - кол. 3 строка 44 описания изобретения	1
A	US7887747B2 (SANALLOY INDUSTRY CO., LTD), 15.02.2011 кол. 5 строка 43 - кол. 6 строка 42, кол. 7 строки 7-15 описания изобретения	1

последующие документы указаны в продолжении

* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники
«D» - документ, приведенный в евразийской заявке
«Е» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее
«О» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.
"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения
«Х» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности
«У» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории
«&» - документ, являющийся патентом-аналогом
«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **20/04/2023**

Уполномоченное лицо:
Начальник отдела механики,
физики и электротехники

 Д.Ф. Крылов