



(51) МПК  
*C22C 49/02* (2006.01)  
*B22F 3/26* (2006.01)  
*C22C 1/10* (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2011122212/02, 31.05.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 31.05.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.05.2011

(45) Опубликовано: 10.11.2012 Бюл. № 31

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
 поиске: DE 3240709 A, 10.05.1984. EP 2289861 A1,  
 02.03.2011. EP 1862298 A1, 05.12.2007. US  
 7799726 B2, 21.09.2010. RU 2246379 C1,  
 20.02.2005. RU 2174563 C1, 10.10.2001.

Адрес для переписки:

400131, г.Волгоград, пр. Ленина, 28,  
 ВолгГТУ, отдел интеллектуальной  
 собственности

(72) Автор(ы):

Гулевский Виктор Александрович (RU),  
 Мухин Юрий Александрович (RU),  
 Антипов Валерий Иванович (RU),  
 Колмаков Алексей Георгиевич (RU),  
 Виноградов Леонид Викторович (RU),  
 Кидалов Николай Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное  
 учреждение высшего профессионального  
 образования Волгоградский  
 государственный технический университет  
 (ВолгГТУ) (RU)

**(54) КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии и может быть использовано для получения пропиткой композиционных материалов с армирующим углеграфитовым каркасом, которые работают в условиях трения в качестве электротехнических изделий, таких как токосъемники, вставки пантографов, электротехнические щетки и т.д.

Композиционный материал состоит из углеграфитового каркаса, пропитанного матричным сплавом на основе меди, содержащим, мас. %: фосфор 4,0-8,0, цинк 0,5-12,5, железо 0,5-1,5, медь - остальное. Техническим результатом изобретения является повышение качества композиционного материала. 1 табл., 5 пр.

RU 2 466 204 C1

RU 2 466 204 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*C22C 49/02* (2006.01)  
*B22F 3/26* (2006.01)  
*C22C 1/10* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2011122212/02, 31.05.2011

(24) Effective date for property rights:  
31.05.2011

Priority:

(22) Date of filing: 31.05.2011

(45) Date of publication: 10.11.2012 Bull. 31

Mail address:

400131, g. Volgograd, pr. Lenina, 28, VolgGTU,  
otdel intellektual'noj sobstvennosti

(72) Inventor(s):

**Gulevskij Viktor Aleksandrovich (RU),  
Mukhin Jurij Aleksandrovich (RU),  
Antipov Valerij Ivanovich (RU),  
Kolmakov Aleksej Georgievich (RU),  
Vinogradov Leonid Viktorovich (RU),  
Kidalov Nikolaj Alekseevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie  
vysshego professional'nogo obrazovanija  
Volgogradskij gosudarstvennyj tekhnicheskij  
universitet (VolgGTU) (RU)**

(54) **COMPOSITE MATERIAL CONTAINING COAL-GRAPHITE FRAME SATURATED WITH MATRIX COPPER-BASED ALLOY**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: composite material consists of coal-graphite frame saturated with matrix copper-based alloy containing the following components, wt

%, phosphorus 4.0-8.0, zinc 0.5-12.5, iron 0.5-1.5, and copper is the rest.

EFFECT: improving the quality of composite material.

1 tbl, 5 ex

RU 2 466 204 C1

RU 2 466 204 C1

Изобретение относится к области металлургии и получения армированных композиционных материалов и отливок и может быть использовано для получения пропиткой композиционных материалов, имеющих армирующий углеграфитовый каркас, которые работают в условиях трения в качестве электротехнических изделий, таких как токоъемники, вставки пантографов, электротехнические щетки и т.п. детали.

Известен полученный методом порошковой металлургии спеченный материал, применяющийся для контактных вставок троллейбуса и имеющий следующий химический состав (мас.%): Pb - 12-16; Sn - 3-8; графит - 1-4; Cu - остальное (Патент РФ №2174563, кл. C22C 009/08; C22C 001/05; H01H 001/02, опубл. 10.10.2001). Материал обладает хорошей износостойкостью, но имеет неудовлетворительные прочностные свойства, а также является экологически опасным.

Известен композиционный материал, применяющийся для получения долота вращательного бурения, пропитанный матричным сплавом следующего химического состава (мас.%): P - 8,4; Cu - остальное (Патент США №4669522, кл. B22F3/26; B22F7/06; C22C 1/04, опубл. 02.06.1998), Материал обладает высокой износостойкостью, но имеет невысокие электротехнические свойства.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению является композиционный материал, пропитанный матричным сплавом на основе меди следующего химического состава (мас.%): P - 6,0-10,0; Cu - остальное, в частности, описан эвтектический сплав P - 8,4; Cu - 91,6 мас.% (Патент ФРГ №3240709, кл. C04 B 41/04, опубл. 10.05.1984). Матричный сплав указанного состава обладает более высокой прочностью и проникающей способностью, чем сплавы, рассмотренные выше. Однако для получения КМ более высокого качества необходимо повышение прочностных, литейных и электротехнических свойств матричного сплава, например жидкотекучести, усадки, проникающей способности, удельной электрической проводимости.

Техническим результатом данного изобретения является повышение качества композиционного материала, пропитанного данным матричным сплавом.

Технический результат достигается тем, что композиционный материал для электротехнических изделий, состоящий из углеграфитового каркаса, пропитанного сплавом на основе меди, содержащим фосфор, пропитан матричным сплавом на основе меди, дополнительно содержащим цинк в качестве поверхностно-активного вещества и железо в качестве инокулятора при следующем соотношении компонентов в матричном сплаве, мас.%:

Фосфор	4,0-8,0
Цинк	0,5-12,5
Железо	0,5-1,5
Медь	Остальное

Введение в состав сплава цинка и железа в указанном диапазоне концентраций приводит к повышению прочностных свойств и электрической проводимости КМ, пропитанного данным матричным сплавом, вследствие измельчения структуры сплава и выделения токопроводящих нитей соответственно. В связи с тем что температура плавления железа (1539°C) значительно выше температуры плавления медно-фосфористой основы сплава (714-800°C) и температуры ведения плавки, частицы железа за общее время пропитки растворяются медленнее в основе расплава, образуя при этом мелкодисперсные частицы в матричном сплаве, которые являются

дополнительными центрами кристаллизации и в свою очередь служат инокуляторами при затвердевании сплава. При этом цинк (температура плавления - 419,6°С) успевает раствориться за время пропитки и, являясь поверхностно-активным веществом, способствует выделению токопроводящих нитей в расплаве меди и фосфора, за счет  
5 одновременного воздействия температуры и давления, в устройстве для пропитки углеродистого каркаса.

Введение в состав сплава цинка менее 0,5 мас.% нецелесообразно ввиду отсутствия образования токопроводящих нитей, и поэтому, соответственно, нет увеличения  
10 удельной электрической проводимости сплава и КМ, пропитанного данным сплавом.

Введение в состав сплава цинка более 12,5 мас.% нерационально, т.к. приводит к перерасходу добавки, отсутствию дальнейшего значительного увеличения удельной электрической проводимости сплава и КМ, пропитанного данным сплавом.

Введение в состав сплава железа менее 0,5 мас.% нецелесообразно ввиду отсутствия  
15 измельчения структуры сплава и его инокулирующей способности, и поэтому, соответственно, нет увеличения прочностных свойств сплава и КМ, пропитанного данным сплавом.

Введение в состав сплава железа более 1,5 мас.% приводит к отсутствию  
20 дальнейшего увеличения эффекта инокулирования и повышения прочностных свойств сплава и КМ, пропитанного данным сплавом.

Предлагаемый сплав обеспечивает более высокие прочностные и электротехнические свойства матричного сплава. Кроме того, углеродистый каркас, пропитанный данным матричным сплавом, имеет более высокую плотность и  
25 прочностные характеристики.

Примеры конкретного изготовления.

#### ПРИМЕР 1

Сплав с содержанием ингредиентов: (мас. %: P - 3,5; Zn - 0,4; Fe - 0,4; Cu - остальное).

30 Приготовление сплава производится следующим образом: в расплав медно-фосфористой лигатуры марки МФ9 ГОСТ 4515-93 (с содержанием меди 90,5-91,5 мас.%, фосфора - 8,5-9,5 мас.%) в количестве 97,0 мас.% и латуни марки Л63 ГОСТ 15527-2004 (с содержанием меди 62,0-65,0 мас.%, цинка - 34,5-37,5 мас.%,  
35 железа - 0,2 мас.%) в количестве 2,0 мас.% при температуре 950°С добавляют порошок железа марки ПЖВ2.160.24 (с содержанием железа 99,5 мас.%) в количестве 1,0 мас.%. Плавление осуществляется в индукционной печи (вакуумной литейной машине Indutherm VC-400). Конструкция печи позволяет осуществлять непрерывное перемешивание ингредиентов сплава в вакууме и разливку под избыточным  
40 давлением аргона.

Изготовление КМ производится пропиткой каркаса из углеродистого марки АГ-1500 матричным сплавом под давлением 12 МПа при температуре 950°С и выдержке под давлением 20 мин.

45 В качестве технологических характеристик сплава исследовались его поверхностное натяжение по отношению к углеродистому каркасу в воздушной среде, жидкотекучесть, твердость и удельная электропроводимость.

В качестве технологических характеристик КМ определялись плотность и прочность на сжатие.

50 Для определения поверхностного натяжения сплавов изготавливались углеродистые подложки, на которые помещались навески сплава. Подложки с навесками в свою очередь помещались в алундовую трубку для нагрева в трубчатой печи. Затем по контуру капли рассчитывали поверхностное натяжение методом

Дарси. Измерение поверхностного натяжения производили при температуре 950°C.

Жидкотекучесть сплава по отношению к углеграфитовому каркасу определялась по глубине затекания сплава в отверстия диаметром 1,0 мм, выполненные в дне углеграфитового стакана. Для этого в графитовый стакан с конусным основанием вставляли углеграфитовый стакан меньшего диаметра, внутренние размеры: высота 65 мм, диаметр 22 мм с выполненными в нем 4 отверстиями. Таким образом, капли расплава, протекшего через отверстия, собирались на дне внешнего графитового стакана. Капли взвешивали и рассчитывали объем металла, протекший через отверстия. Затем рассчитывали глубину затекания сплава в отверстия. Для уточнения результатов на проникающую способность сплавы исследовали по оригинальной методике, суть которой приводится ниже.

В дне каждого стакана выполнялись четыре отверстия диаметром 1,0 мм. Проникающая способность определялась как среднее значение глубины затекания из трех опытов. Испытания проводились в атмосфере аргона.

Время изотермической выдержки сплава при температуре 950°C составляло 20 мин, постоянство металлостатического давления на дно стакана обеспечивалось заливкой сплава в стаканчик одного уровня.

Твердость матричного сплава определялась на цилиндрических образцах диаметром 20±0,2 мм и высотой 20 мм на прессе Бринелля.

Удельная электрическая проводимость матричного сплава определялась на цилиндрических образцах диаметром 20±0,2 мм и высотой 5 мм вихретоковым методом на приборе «Вихрь-АМ» по ГОСТ 27333-87 после предварительной подготовки образцов по ГОСТ 193-79.

Плотность КМ определялась как процент заполнения открытых пор. При этом объем открытых пор определялся на образцах, предварительно пропитанных водой в вакууме, с последующим определением веса и объема заполнившей образец воды.

Сходимость результатов находится в пределах погрешности 1%, с определением открытой пористости на ртутном пористометре.

Прочность КМ на сжатие определялись на цилиндрических образцах диаметром 20±0,2 мм и высотой 20 мм при настройке разрывной машины на максимальную нагрузку 10000 Н.

Матричный сплав и КМ на его основе в условиях испытаний показали: поверхностное натяжение - 1,64 Н/м, жидкотекучесть - 0 мм, температура пропитки - 950°C, твердость по Бринеллю - 105, удельная электрическая проводимость - 9,3 МСм/м, плотность - 44,3%, прочность на сжатие - 222 МПа.

#### ПРИМЕР 2

Сплав с содержанием ингредиентов: (мас. %: Р - 4,0; Zn - 0,5; Fe - 0,5; Cu - остальное).  
Приготовление сплава и условия его испытаний аналогичны примеру 1.

Поверхностное натяжение - 1,60 Н/м, жидкотекучесть - 0,1 мм, температура пропитки - 950°C, твердость по Бринеллю - 114, удельная электрическая проводимость - 9,5 МСм/м, плотность - 49,2%, прочность на сжатие - 227 МПа.

#### ПРИМЕР 3

Сплав с содержанием ингредиентов: (мас. %: Р - 6,0; Zn - 6,5; Fe - 1,0; Cu - остальное).  
Приготовление сплава и условия его испытаний аналогичны примеру 1.

Поверхностное натяжение - 1,21 Н/м, жидкотекучесть - 7,5 мм, температура пропитки - 950°C, твердость по Бринеллю - 135, удельная электрическая проводимость - 12,0 МСм/м, плотность - 58,5%, прочность на сжатие - 236 МПа.

#### ПРИМЕР 4

Сплав с содержанием ингредиентов: (мас. %: P - 8,0; Zn - 12,5; Fe - 1,5; Cu - остальное).

Приготовление сплава и условия его испытаний аналогичны примеру 1.

Поверхностное натяжение - 1,10 Н/м, жидкотекучесть - 12 мм, температура пропитки - 950°C, твердость по Бринеллю - 199, удельная электрическая проводимость - 11,5 МСм/м, плотность - 66,0%, прочность на сжатие - 246 МПа.

**ПРИМЕР 5**

Сплав с содержанием ингредиентов: (мас. %: P - 8,5; Zn - 13,0; Fe - 2,0; Cu - остальное).

Приготовление сплава и условия его испытаний аналогичны примеру 1.

Поверхностное натяжение - 1,06 Н/м, жидкотекучесть - 13 мм, температура пропитки - 950°C, твердость по Бринеллю - 205, удельная электрическая проводимость - 11,0 МСм/м, плотность - 67,5%, прочность на сжатие - 255 МПа.

Примеры варьирования составом сплава, обосновывающие влияние содержания цинка и железа в указанном соотношении на технологические характеристики сплава и КМ, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Контролируемый материал	Состав, мас. %			Медь	Результаты исследований						
	Фосфор	Цинк	Железо		Матричного сплава				КМ		
					Поверхностное натяжение, Н/м	Жидкотекучесть (глубина затекания), мм	Температура пропитки, °С	Твердость, НВ	Удельная электрическая проводимость, МСм/м	Плотность, %	Прочность на сжатие, МПа
Сплав предлагаемого состава	3,5	0,4	0,4	остальное	1,64	0	950	105	9,3	44,3	222
	4,0	0,5	0,5		1,60	0,1	950	114	9,5	49,2	227
	6,0	6,5	1,0		1,21	7,5	950	135	12,0	58,5	236
	8,0	12,5	1,5		1,10	12	950	199	11,5	66,0	246
	8,5	13,0	2,0		1,06	13	950	205	11,0	67,5	255
	4,0	6,5	1,0		1,61	0,1	950	108	10,0	49,7	224
	6,0	2,0	1,0		1,13	7,0	950	141	11,1	54,1	241
	6,0	4,0	0,5		1,16	7,4	950	130	11,3	67,9	234
	6,0	6,5	1,5		1,20	7,2	950	137	11,8	55,7	249
	Сплав - прототип Патент ФРГ 3240709	8,4	-		-	остальное	1,09	9,0	950	197	7,4

В сравнении со сплавом-прототипом (патент ФРГ №3240709) предлагаемый сплав обеспечивает повышение качества композиционного материала, имеющего большую плотность и прочность, в результате пропитки данным матричным сплавом.

**Формула изобретения**

Композиционный материал для электротехнических изделий, состоящий из углеграфитового каркаса, пропитанный матричным сплавом на основе меди, содержащим фосфор, отличающийся тем, что он пропитан матричным сплавом на основе меди, дополнительно содержащим цинк в качестве поверхностно-активного вещества и железо в качестве инокулятора при следующем соотношении компонентов в матричном сплаве, мас. %:

- Фосфор 4,0-8,0
- Цинк 0,5-12,5
- Железо 0,5-1,5
- Медь Остальное