



УКРАЇНА

(19) UA (11) 75255 (13) C2
(51) МПК (2006)
C22C 47/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ЖАРОСТІЙКИЙ МАТЕРІАЛ

1

2

(21) 20040705816

(22) 15.07.2004

(24) 15.03.2006

(46) 15.03.2006, Бюл. № 3, 2006 р.

(72) Борковських Вадим Аркадійович, Савін Вале-
рій Васильович, Борковських Наталія Миколаївна

(73) Запорізький державний університет

(56) UA, 3807, 27.12.1994

SU, 792612, 30.12.1980

SU, 1489560, A1, 21.05.1987

RU, 2034780, C1, 10.05.1995

RU, 2218302, C2, 10.12.2003

(57) Жаростійкий матеріал на основі вуглецевого
волокна, коксу полімерного в'язучого, подрібнено-
го графіту і піровуглецю, який відрізняється тим,
що подрібнений графіт має фракцію 150-630 мкм,
а компоненти беруть у такому співвідношенні,
мас. %:

вуглецеве волокно	29-48
кокс полімерного в'язучого	10-20
подрібнений графіт	21-40
піровуглець	решта.

Винахід відноситься до електротехнічних матеріалів, які використовують в умовах високотемпературної експлуатації, а також як неметалевий жаростійкий матеріал для хімічної, авіаційної і металургійної промисловості.

Відомий жаростійкий матеріал (А. с. СРСР №792612, Н05В 3/14, 1978), який включає вуглецеве волокно, кокс полімерного в'язучого і піровуглець при такому співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглецеве волокно	51-70
кокс полімерного в'язучого	15-30
піровуглець	останнє

Недоліком цього матеріалу є високий коефіцієнт термічного розширення, що призводить до значної усадки на операціях пресування, карбонізації і термообробки та викликає високий рівень розшарування, яке призводить до браку отриманих з нього виробів, особливо виробів складної форми і великої товщини, тому що має місце різнотовщинність матеріалу, у результаті чого знижуються якісні показники виробу. Наприклад, збільшується розкид значень електричного опору при виготовленні електронагрівачів.

Спільними, з запропонованим рішенням, ознаками є: використання вуглецевого волокна, кокс полімерного в'язучого та піровуглецю.

Найбільш близьким за технічною сутністю і досягнутим результатом є жаростійкий матеріал (Патент UA 3807, МПК 5 Н05В 3/14, C04В 33/52, опуб. 27.12.94. Бюл. "Промислова власність" №6-

1), який включає вуглецеве волокно, кокс полімерного в'язучого, подрібнений графіт і піровуглець при такому співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглецеве волокно	49-58
кокс полімерного в'язучого	10-20
подрібнений графіт	10-20
піровуглець	останнє

Відомий матеріал містить подрібнений графіт фракцією не більш 90 мкм.

Недоліком цього жаростійкого матеріалу є низька щільність. Це обумовлено тим, що вуглецеве волокно, яке складає приблизно 50% у масовому співвідношенні, має низьку щільність. Крім того, розмір фракції подрібненого графіту, який входить у склад матеріалу, має значну питому площу поверхні, що забезпечує активну сорбцію газів атмосфери (особливо кисню і води). Це є причиною великої усадки на операціях карбонізації і термообробки, що призводить до виникнення залишкових напружень. А це у свою чергу веде до того, що відомий жаростійкий матеріал має недостатній рівень механічних властивостей (низькі електропровідність, міцність). Крім того, низька щільність обумовлює зменшення стійкості до окислення при нагріві.

Спільними, з прототипом, ознаками є: використання вуглецевого волокна, кокс полімерного в'язучого в кількості 10-20 мас. %, подрібненого графіту та піровуглецю.

В основу винаходу поставлено задачу розро-

(13) C2

(11) 75255

(19) UA

бити жаростійкий матеріал, який шляхом введення більшої фракції подрібненого графіту та збільшення його вмісту дозволяє підвищити щільність жаростійкого матеріалу, тим самим знизити окислення та залишкові напруження, а також собівартість за рахунок використання більш дешевих компонентів.

Запропонований жаростійкий матеріал містить вуглецеве волокно, кокс полімерного в'язучого, подрібнений графіт з фракцією 150-630 мкм і пировуглець при такому співвідношенні компонентів, мас. %:

вуглецеве волокно	29-48
кокс полімерного в'язучого	10-20
подрібнений графіт	21-40
пировуглець	останнє

Суттєвими ознаками винаходу є: використання подрібненого графіту в кількості 21-40 мас. % з фракцією 150-630 мкм, вуглецевого волокна в кількості 29-48 мас. %, кокс полімерного в'язучого в кількості 10-20 мас. %, та пировуглець - останнє.

Відмінними від прототипу ознаками є: використання подрібненого графіту з фракцією 150-630 мкм в кількості 21-40 мас. % та вуглецевого волокна в кількості 29-48 мас. %.

Раніше в жаростійкому матеріалі така фракція і такий вміст подрібненого графіту не використовувалися.

При виготовленні виробів із запропонованого жаростійкого матеріалу суттєво знижується кількість браку, тому що зменшуються залишкові напруження на стадіях карбонізації та термообробки. Вироби мають високі якісні показники (електропровідність, міцність, стійкість до окислення) за рахунок більш рівномірних властивостей унаслідок ізотропності структури.

Оптимальне співвідношення компонентів матеріалу забезпечує кращі характеристики виробів, низький рівень розшарування і низьку собівартість. При недотриманні співвідношень, які заявляються, всі показники різко погіршуються.

Запропонований жаростійкий матеріал отримують таким чином.

Вуглецеву тканину просочують в'язучим на основі термореактивних смол, висушують, отриманий препрег розрізують на частини заданих розмірів, складають пошарово, водночас проводячи пересипання подрібненим графітом; далі проводять послідовно пресування, отвердіння, карбонізацію, високотермічну обробку та ущільнення пировуглецем, шляхом пиролізу природного газу.

Приклад 1

Як вуглецеве волокно використовують тканину УРАЛ-Т22Р (ГОСТ 28005-88). Як в'язуче використовують суміш з таких компонентів (мас. %):

смола СФ-010 (ДСТ 18694-80)	47,1-51,9
спирт етиловий (ДСТ 18300-87)	41,6-47,1
уротропін (ДСТ 1381-73)	5,9-6,5

Отриману суміш заливають у ванну просочувальної машини типу МПТ-3. Через просочувальну ванну пропускають вуглецеву тканину і одночасно обжимають віджимними валиками. При цьому забезпечується рівномірне нанесення суміші по всій поверхні тканини. Після сушіння тканини отримують препрег, який містить в'язучого

30-46%. Препрег розрізують на частини розміром $1,10 \pm 0,005$ м x $0,55 \pm 0,005$ м. Ці частини складають у пакет з 17 шарів. Кожен шар препрегу посипають подрібненим графітом (ТУ 48-20-54-84) фракцією 150-630 мкм, розхід 256 ± 5 г/м². Шар графітового порошку розрівнюють спеціальним шаблоном по всій поверхні. Остаточне отвердіння відбувається на стадії пресування при температурі 140-160°C і тиску 800 ± 5 МПа. Пакет карбонізують у нейтральному середовищі при 850 ± 10 °C і швидкості підйому температури 3-6°C/год. Потім матеріал підлягає термообробці при 1900-2000°C в електричній печі протягом двох годин, після цього в пори отриманої заготовки осаджують пировуглець у кількості 10-16% шляхом обробки в середовищі метану при 975-1000°C протягом 100-120 годин.

Приклад 2

Виготовляють пластину за прикладом 1. Кожен шар препрегу посипають подрібненим графітом (ТУ 48-20-54-84) фракцією 150-630 мкм, розхід 320 ± 5 г/м². Подальшу обробку пакета проводять за режимом прикладу 1.

Приклад 3

Виготовляють пластину за прикладом 1. Кожен шар препрегу посипають подрібненим графітом (ТУ 48-20-54-84) фракцією 150-630 мкм, розхід 400 ± 5 г/м². Подальшу обробку пакета проводять за режимом прикладу 1.

Приклад 4

Виготовляють пластину за прикладом 1. Кожен шар препрегу посипають подрібненим графітом (ТУ 48-20-54-84) фракцією 150-630 мкм, розхід 480 ± 5 г/м². Подальшу обробку пакета проводять за режимом прикладу 1.

Приклад 5

Виготовляють пластину за прикладом 1. Кожен шар препрегу посипають подрібненим графітом (ТУ 48-20-54-84) фракцією 150-630 мкм, розхід 560 ± 5 г/м². Подальшу обробку пакета проводять за режимом прикладу 1.

Приклад 6

Виготовляють пластину за прикладом 1. Кожен шар препрегу посипають подрібненим графітом (ТУ 48-20-54-84) фракцією 150-630 мкм, розхід 640 ± 5 г/м². Подальшу обробку пакета проводять за режимом прикладу 1.

Приклад 7

Виготовляють пластину за прикладом 1. Кожен шар препрегу посипають подрібненим графітом (ТУ 48-20-54-84) фракцією 150-630 мкм, розхід 995 ± 5 г/м². Подальшу обробку пакета проводять за режимом прикладу 1.

Приклад 8.

Виготовляють пластину за прикладом 1. Кожен шар препрегу посипають подрібненим графітом (ТУ 48-20-54-84) фракцією 150-630 мкм, розхід 168 ± 5 г/м². Подальшу обробку пакета проводять за режимом прикладу 1.

У таблиці приведені результати випробувань отриманих жаростійких матеріалів.

В отриманих зразках вимірювали щільність матеріалу, різновтовщинність, межу міцності на згин, а також питомий електричний опір. З таблиці видно, що матеріали складу №3, 4 мають найвищу межу міцності на згин, а матеріали складу №5, 6

мають вищу щільність. При цьому практично відсутні зразки з розшаруванням і різко знижується різновшчинність матеріалу при введенні компонентів у запропонованих обсягах та з запропонованим розміром частинок подрібненого графіту. Електричний опір поступово знижується при збільшенні масової частки подрібненого графіту в матеріалі.

На прикладах 7, 8 видно, що виходячи за межі запропонованого змісту матеріалу погіршуються показники: якщо взяти більше подрібненого графіту, то межа міцності на згин різко знижується, а якщо менше, то знижується щільність матеріалу.

Були також проведені порівняльні випробування запропонованого матеріалу і матеріалу

відомого з прототипу. Результати цих випробувань наведені у таблиці. За всіма показникам запропонований матеріал кращий за матеріал прототипу. При цьому знижується собівартість виробів за рахунок зменшення масової частки високовартного вуглецевого волокна.

Використання подрібненого графіту вказаної фракції, як співнаповнювача разом з вуглецевим волокном, веде до стабілізації електричних властивостей жаростійкого матеріалу. Водночас збільшується щільність матеріалу, що призводить до підвищення його стійкості до окислення при нагріві у повітрі без погіршення механічних властивостей.

Таблиця

№ п/п	Вміст матеріалу, мас. %				Щільність, кг/м ³	Межа міцності на згин, МПа	Питомий електричний опір, мкОм×м	Різновшчинність, мм
	Вуглецеве волокно	Кокс полімерного в'язучого	Пировуглець	Подрібнений графіт				
1	47,3	16,0	15,1	21,6	1420	1670	49,2	0,7
2	46,1	16,0	11,6	26,3	1430	1710	45,6	0,5
3	41,3	16,0	13,2	29,5	1450	1750	38,3	0,4
4	37,5	16,0	14,4	32,1	1460	1750	34,3	0,5
5	35,7	16,0	12,7	35,6	1480	1720	29,7	0,3
6	32,4	16,0	14,5	37,1	1500	1690	25,9	0,5
7	25,1	16,0	14,3	44,6	1550	1610	23,6	0,5
8	53,9	16,0	13,9	16,2	1420	1670	55,7	0,8
Прото тип	50	20	15	15*	1420	1670	57,4	0,8

* - графіт фракцією не більш 90 мкм.