

безпористі покриття сформовано за катодної густини струму  $2...15 \text{ A/дм}^2$  і швидкості осадження  $2...20 \text{ мкм/хв}$ . Вихід покриттів  $\text{W}_2\text{C}$  за струмом – до  $40...50\%$ , їх товщина – до  $50 \text{ мкм}$ .

На основі хроновольтамперометричних досліджень встановлено, що для забезпечення стійкого розряду спільних комплексів цирконію і бору необхідно підтримувати в розплаві  $\text{KCl-NaCl}$  молярне співвідношення  $[\text{Zr(IV)} + \text{B(III)}]:[\text{F}^-] > 1:4$  (за співвідношення  $[\text{Zr(IV)}]: [\text{B(III)}] = 1:2$ ). При цьому ВЕС призводить до виникнення однорідної фази дибориду цирконію в широкому інтервалі густин струму. Абсолютна сумарна концентрація  $\text{Zr(IV)}$  і  $\text{B(III)}$  в електроліті (в інтервалі  $0,6...30 \text{ мас.}\%$ ) не впливає на склад продукту і техніко-економічні показники процесу. Встановлено, що температурний поріг початку синтезу в досліджуваному розплаві  $923...943 \text{ K}$ , інтервал оптимальних температур для одержання покриттів  $1073...1173 \text{ K}$  за катодної густини струму  $5...20 \text{ A/дм}^2$ .

Пористість покриттів визначали, накладаючи на поверхню зразків сталей Ст. 3 і 45 фільтрувальний папір, просочений розчином гексаціаноферату (III) калію. Середня кількість пор на  $100 \text{ см}^2$  за оптимальних режимів нанесення покриттів звичайно  $4...7$ , що свідчить про їх практичну безпористість.

Мікротвердість покриттів карбіду молібдену становить  $18...19$ , карбіду вольфраму –  $29...31$ , дибориду цирконію –  $31...32 \text{ ГПа}$ . Дифузійна зона, що забезпечує адгезію покриття з основою, підтверджена якісним і напівкількісним мікрорентгеноспектральними аналізами шліфів поперечних перерізів на електронному зонді MS-46 "Самеса". Покриття плавно переходить в основу, що підтверджують стереосканограми відколів покритих зразків.

На зносо- і абразивну тривкість випробовували зразки сталі 45 з різними покриттями. Контртіло – загартована сталь. У результаті нанесення карбід-молібденових покриттів зносотривкість зразків збільшилася в  $5...7$  разів, карбід-вольфрамових – у  $6...9$ , а диборид-цирконієвих – у  $8...11$  разів. Абразивна тривкість зразків сталі 45 з покриттями карбіду молібдену зросла в  $4...6$  разів, карбіду вольфраму – в  $7...8$ , дибориду цирконію – у  $8...10$  разів.

Корозійну стійкість виробів із сталі Ст. 3, покритих  $\text{W}_2\text{C}$  і  $\text{ZrB}_2$ , перевіряли в  $3\%$ -му розчині хлориду натрію протягом 96 год, у концентрованих  $\text{HCl}$  ( $38 \text{ мас.}\%$ ),  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $95,1 \text{ мас.}\%$ ) і  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ( $85,9 \text{ мас.}\%$ ) кімнатної температури впродовж 20 год; нагрітих до  $353 \text{ K}$  і розведених до  $9,5 \text{ мас.}\%$  розчинів цих же кислот протягом 8,5 год. Швидкість корозії оцінювали за втратою маси. Корозійна стійкість виробів зростає в  $10...3000$  разів порівняно з основою, а в певних середовищах покриті зразки практично не кородують.

Отже, для підвищення поверхневої твердості, зносо-, абразивної та корозійної стійкості сталевих матеріалів можна використати гальванопокриття карбіду вольфраму і дибориду цирконію, нанесені електролізом іонних розплавів.

**Кочешков А.С., Тошева О.Ю**  
**(КПІ ім. І.Сікорського, м. Київ)**

## **КОМПЕНСУЮЧІ ДОБАВКИ ДЛЯ ГПСОВИХ ФОРМУВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ**

E-mail: asko@iff.kpi.ua

Теорія і практика ливарного виробництва дозволяє виготовляти виливки з високими службовими властивостями. Ливарна технологія може бути реалізована різноманітними засобами [1]. Враховуючи екологічні та економічні аспекти, одним з оптимальних в'язучих компонентів є високоміцний гіпс.

Відомо, що використання гіпсу у сумішах для кольорового литва дає значні переваги: точність відбитка; низьку обсипаємість; високі показники шорсткості поверхні і міцності форми та ін. [2].

Але зміни об'єму при твердінні і особливо при прожарюванні, призводять до розтріскування форми.

Для експериментів нами використані такі основні компоненти і компенсуювальні добавки при наступному вмісті (табл. 1): пірофіліт 0...20 мас. ч.; формувальний гіпс 20...30 мас. ч.; маршаліт 0...30 мас. ч.; кварцовий пісок ( $2K_3O_1O_2$ ) – решта до 100 мас. ч.; вода (понад 100 мас. ч. суміші) 35...45 мас. ч.

Таблиця 1 – Матриця експерименту

Суміш	Гіпс, мас.ч.	Вода, мас.ч.	Маршаліт, мас.ч.	Пірофіліт, мас.ч.	Пісок, мас.ч.
1	25,000	42,500	10,000	10,000	55,000
2	22,500	43,750	5,000	15,000	57,500
3	27,500	41,250	15,000	5,000	52,500
4	28,750	44,375	2,500	12,500	56,250
5	23,750	41,875	12,500	2,500	61,250
6	26,250	40,625	7,500	7,500	58,750
7	21,250	43,125	17,500	17,500	43,750
8	26,875	41,563	1,250	18,750	53,125
9	21,875	44,063	11,250	8,750	58,125
10	29,375	42,813	6,250	3,750	60,625
11	24,375	40,313	16,250	13,750	45,625
12	23,125	43,438	3,750	6,250	66,875
13	28,125	40,938	13,750	16,250	41,875
14	20,625	42,188	8,750	11,250	59,375
15	25,625	44,688	18,750	1,250	54,375
16	24,063	41,094	0,625	10,625	64,687

Результати визначення властивостей сумішей наведено у табл. 2.

Таблиця 2 – Технологічні властивості сумішей

Суміш	Текучість, мм	$\sigma_{ст}$ , 1год МПа	$\sigma_{ст}$ , 24год, МПа	$\sigma_{ст}$ після прожарювання, МПа	Обсипаємість, %
1	250	0,017	0,018	0,015	0,09
2	250	0	0,02	0,01	0,10
3	130	0,018	0,02	0,01	0,08
4	240	0,6	0,8	0,5	0,15
5	245	0	0,4	0,2	0,18
6	250	0	0,6	0,3	0,20
7	130	0,4	0,5	0,3	0,19
8	130	0,45	0,6	0,2	0,14
9	140	0,19	0,29	0,2	0,18
10	135	0,8	0,9	0,6	0,10
11	145	0,6	0,7	0,4	0,08
12	130	0,2	0,3	0,1	0,08
13	250	2,0	2,2	0,7	0,10
14	135	0,3	0,4	0,25	0,09
15	145	0,5	0,6	0,3	0,08
16	130	0,4	0,5	0,25	0,08

За результатами наших досліджень оптимізовано склади гіпсокремнеземистих сумішей з таким вмістом компонентів:

маршаліт	– 7...9 мас.ч.;
пірофіліт	– 17...19 мас.ч.;
гіпс	– 27...29 мас.ч.;
пісок	– 51...63 мас.ч.;
вода (понад сухі компоненти)	– 40...42 %.

Технологічні властивості таких сумішей наступні:

Текучість	– 130...250 мм;
Міцність при стиску через 1 год	– 1,6...1,9 МПа;
Міцність при стиску через 24 год	– 0,9...2,1 МПа;
Міцність при стиску після прожарювання	– 0,6...0,8 МПа;
Обсипаємість	– до 0,2%.

Література:

1. Евлампиев А.А. Общие положения и рекомендации при выборе процессов приготовления и составов формовочных смесей / А.А. Евлампиев, Е.А. Чернышов, А.В. Королёв // Литейное производство. – 2005. – № 8. – С. 10-13.

2. Кестенер О.Е., Бараданьяц В.К., Лапидовская Л.А, Лотарева О.Б Точное литье цветных сплавов в гипсовые и керамические формы. – М.: Машиностроение, 1968. – 287с.

**Кравченко А.І. , Юркова О.І.**  
**(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ )**

### **ФАЗОВИЙ СКЛАД КВАЗИКРИСТАЛІЧНОГО $Al_{94}Fe_3Cr_3$ СПЛАВУ ПІД ЧАС ВІДПАЛУ**

E-mail: a.kravchenko346@gmail.com

Швидкий розвиток автомобільної промисловості та пов'язані з цим потреби в підвищенні продуктивності матеріалу інтенсифікують дослідження нових високоміцних алюмінієвих сплавів. Серед різних стратегій одним з найбільш перспективних є формування неперіодичних (аморфних, квазікристалічних (КК)) та періодичних зміцнювальних фаз шляхом розпилення розплаву при високих (104...107 К/с) та проміжних (102...103 К/с) швидкостях охолодження [1].

Використання квазікристалічної фази в якості армування пластичної матриці, наприклад, алюмінієвих сплавів, забезпечує потенційне поліпшення механічних властивостей разом із підвищеною стійкістю при високих температурах. Алюмінієві сплави для експлуатації при високих температурах представляють значний інтерес, особливо в автомобільній та аерокосмічній промисловості [2].

Дана робота присвячена дослідженню фазового складу КК сплаву  $Al_{94}Fe_3Cr_3$ , після відпалу в інтервалі температур 350...600 °С, компактованого методом квазігідростатичного стиску при 2,5; 4 та 6 ГПа. З цією метою було проведено рентгеноструктурні дослідження квазікристалічного сплаву  $Al_{94}Fe_3Cr_3$ , відпаленого при температурах 350, 400, 450, 500, 550 та 600 °С.

Найбільш виразно зміни фазового складу під час відпалу спостерігаються в інтервалі кутів дифракції  $2\theta$  від 36 до 48 градусів (рис. 1).

За даними фазного рентгенівського аналізу після відпалу при 350 °С в дифракційних спектрах реєструються крім рефлексів твердого розчину  $\alpha$ -Al лише максимуми квазікристалічної і-фази. В температурному інтервалі (400...500) °С