

Результаты расчетов возможных путей электровосстановления сульфатов натрия, калия, лития, магния для температур 900...1000 К показывают, что наиболее предпочтительными будут первые два – выделение серы и разряд до сульфид аниона. Этот вывод подтверждается литературными данными по исследованию электровосстановления сульфатсодержащих расплавов. Выбраны возможные пары компонентов для синтеза. Сульфаты и молибдаты, имеющие близкие значения потенциалов выделения серы и молибдена, рассматривались как наиболее подходящие компоненты для синтеза сульфида молибдена. При 1000 К таковыми являются:

1.  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  {потенциал выделения серы ( $E^{\circ}_S$ ) = -0,99 В} –  $\text{MgMoO}_4$  {потенциал выделения молибдена ( $E^{\circ}_{\text{Mo}}$ ) = -0,97 В};
2.  $\text{K}_2\text{SO}_4$  { $E^{\circ}_S$  = -1,38 В} –  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$ ; { $E^{\circ}_{\text{Mo}}$  = -1,40 В};
3.  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  { $E^{\circ}_S$  = -0,99 В} –  $\text{Na}_2\text{Mo}_2\text{O}_7$  { $E^{\circ}_{\text{Mo}}$  = -0,92 В}.

Для исследований нами выбрана первая пара компонентов.

На вольтамперограмме расплава  $\text{KCl-NaCl-MgMoO}_4\text{-Li}_2\text{SO}_4$  наблюдаются две волны. Первая при потенциале -0,6 В, высота ее не растет с увеличением концентрации деполяризатора, что позволяет отнести ее за счет сплавоборазования с платиной. Вторая волна наблюдается при потенциалах – (0,9...1,3) В и ее токи линейно растут с увеличением концентрации молибдата. Потенциал полупика второй волны равен -1,05, что близко к расчетному потенциалу выделения Мо из  $\text{MgMoO}_4$ . Потенциостатический электролиз при потенциале второй волны обнаруживает в качестве катодного продукта порошок молибдена. Волна электровосстановления  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  нестабильна во времени, как в чисто оксидном, так и хлоридно-молибдатном расплаве. Ее потенциал полупика равен -0,88 В относительно платино-кислородного электрода сравнения. Это значение близко к расчетному потенциалу выделения сульфид-аниона (-0,85 В).

В расплаве  $\text{KCl-NaCl-MgMoO}_4\text{-Li}_2\text{SO}_4$  реализован высокотемпературный электрохимический синтез дисперсных порошков сульфида молибдена.

**Троснікова І.Ю., Зайчук Т.П., Лобода П.І.**

*(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)*

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТВЕРДИХ СПЛАВІВ**

Незважаючи на величезний прогрес, досягнутий у виробництві твердих сплавів протягом останніх десятиліть, все ще залишаються як технологічні, так і матеріалознавчі проблеми, включаючи розробку нових удосконалених матеріалів із застосуванням сучасних технологій [1].

Тверді сплави на основі карбіду вольфраму, що на сьогодні є одними з найбільш розповсюджених інструментальних та конструкційних матеріалів у сучасному виробництві, складаються із тугоплавкої карбідної складової та пластичної цементуючої фази на основі кобальту, нікелю і, в окремих випадках, заліза, або їх поєднання. В останні десятиліття вони все більш широко використовуються в якості конструкційних деталей різних машин та механізмів. Це деталі пар тертя, прокатні валки, робочі елементи апаратів високого тиску, вставки висадочних матриць і т. п. Номенклатура сплавів постійно розширюється. Вони відрізняються фазовим складом, властивостями і структурою фаз, розмірами структурних складових, їх розташуванням в об'ємі твердосплавного виробу.

Незважаючи на широкий спектр досліджень у цій області, що дають розуміння про природу, властивості, особливості виготовлення твердих сплавів, дозволяють одержувати матеріали з високими експлуатаційними характеристиками, їх модернізація є досі актуальним завданням.

Як відомо, в сучасній науковій літературі з твердих сплавів, однією із важливих характеристик вольфрамових твердих сплавів є карбідний скелет [2].

Саме від стану та якості карбідного скелета, що формується при спіканні твердих сплавів, в цілому залежать їх фізико-механічні та експлуатаційні властивості. Його стан прийнято характеризувати формою та розміром частинок карбідної складової в сплавах.

Вихідними речовинами, що входять до складу сплавів WC-Co, є монокарбід вольфраму WC і металевий кобальт (3...6%). Щільність такого сплаву становить 14,8...15,0 г/см<sup>3</sup>. Твердість – порядку 87...90 HRC. Порошок кобальту при високій температурі плавиться і обтікає зерна карбиду вольфраму.

Мікроструктура сплавів WC-Co в основному двофазна, що складається з кристалів карбиду вольфраму і ділянок цементуючої (кобальтової) фази. Цементуюча фаза складається з кобальту, в якому розчинені невеликі кількості вольфраму і вуглецю. Розміри карбідних зерен в сплавах WC-Co в залежності від їх призначення коливаються в межах 1...5 мкм. Ділянки цементуючої фази, видимі під мікроскопом, мають зазвичай товщину 1...2 мкм. Розміри зерен кобальтової фази набагато перевищують розміри зерен карбиду вольфраму.

Ефективним доповненням технологічного процесу виробництва деталей з твердих сплавів є електронно-променевое оплавлення. Сфокусований і прискорений потік електронів, кінетична енергія яких, перетворюючись в робочій зоні в інші види (переважно в тепло), викликає нагрівання, плавлення і випаровування оброблюваного матеріалу, що в підсумку і забезпечує розмірну обробку заготовок. Таке оплавлення збільшує твердість оплавленої частини поверхні, що позитивно впливає на кінцеві властивості матеріалів.

Література:

1. Tolochin A.I., Laptev A.V., Golovkova M.E., Koval'chenko M.S. Ultrafine high-cobalt VK40 hard alloy. I. Structure and properties // Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2008. – Т. 47. – № 3-4. – С. 176-182.

2. В.П. Бондаренко, А.М. Исонкин, Р.К. Богданов, А.А. Матвейчук. Влияние зернистости высокопрочного тугоплавкого наполнителя на работоспособность алмазных буровых коронок // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения : сб. науч. тр. / Ин-т сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины. – Киев, 2010. – Вып. 13. – С. 168–173.

**Троснікова І.Ю., Лукашевич В.О., Лобода П.І.**

**(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)**

## **НОВІ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ**

На сьогоднішній день існує широка потреба в матеріалах з підвищеною міцністю для ефективної роботи в екстремальних умовах – великих динамічних навантаженнях, абразивного зношування в агресивному середовищі та при високих температурах.

Серед конструкційних високотемпературних матеріалів, що використовуються в якості конструкційних, можна виділити: суперсплави на основі нікелю і кобальту, а також інтерметаліди на основі алюмінію. Їхні робочі температури обмежуються 1000 °С. Ці матеріали вичерпують свої можливості, вище даної температури. Тому для того, щоб збільшити робочі температури, слід звернутися до інших систем сплавів, таких як кераміка і передові інтерметаліди, які б могли забезпечити вимоги щодо міцності та стійкості до окислення [1].

Одними з найбільш перспективних матеріалів являються сплави систем Mo-Si-B та Nb-Si-B, оскільки вони мають низьку питому вагу (порядку 6,1...7,2 г/см<sup>3</sup>), стійкі до окиснення в широкому інтервалі температур, за рахунок утворення на поверхні боросилікатного шару, дрібнодисперсну високощільну мікроструктуру. Сплав системи Nb-Si-B володіє високими показниками мікротвердості при кімнатній температурі,