

Секція проблем хімії і матеріалознавства

СТРУКТУРА І МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ Cu–W, ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВОГО ВИПАРОВУВАННЯ

Чорновол В. О.¹, Гречанюк В. Г.¹, Гречанюк М. І.,²
Гоц В. І.¹, Вітовецька Т. В.¹

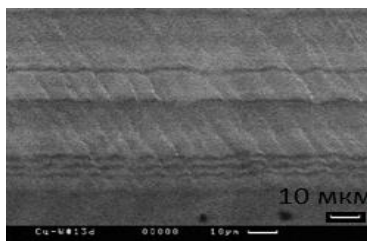
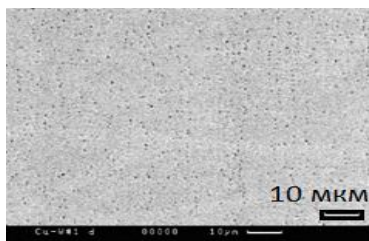
¹Київський національний університет будівництва і архітектури,

²НВП «ЕЛТЕХМАШ», м. Вінниця, e-mail: missvik@ukr.net

Досліджувані композиційні матеріали (КМ) отримували в НВП «Елтехмаш» (м. Вінниця) на установці УЕ-189 [1] з двох неза-лежних тиглів на стаціонарній підкладці.

Збільшення вмісту вольфраму в КМ Cu–W є рівномірним і здійснюється в напрямку від мідного до вольфрамового тигля. Найнижча і найвища концентрація вольфраму в градієнтному конденсаті становить 0,64 та 32,98 %(мас.).

Структура конденсатів залежить від хімічного складу компонентів та технологічних умов їх одержання. Для КМ характерна шаруватість мікроструктури з ієрархією розмірів шарів. При вмісті вольфраму до 4 % (мас.) шари слабо виражені або взагалі не виражені, структура дисперсна, відносно однорідна (рис. 1, а). При вмісті вольфраму в конденсаті більше 4 % (мас.) шари стають виразними (рис. 1, б). Переважаючим морфологічним типом структури шарів конденсованих КМ Cu–W є полігональна.



a *б*

Рис. 1. Структура КМ Cu–W при вмісті вольфраму, % (мас.):
***a* – 3,57; *б* – 20,39**

Виникнення шаруватості на макро-, мікро- і субмікронному рівнях обумовлено відповідно: технологічними факторами (електричними мікропробоями, які мають місце при проведенні технологічного процесу), домішками, що присутні у вихідних матеріалах, утворенням в паровій фазі пересичених розчинів, які при кристалізації на підкладці по механізму рідкий-твердий стан розпадаються, утворюючи відповідні мікрочасти. Товщина мікрочасти залежить від природи фаз, які утворюють пересичені розчини, температури підкладки і швидкості охолодження сконденсованого матеріалу.

Зростання вмісту вольфраму в конденсаті призводить до появи неоднорідності його розподілу по товщині конденсату. Неоднорідність виражається у вигляді концентраційних «згустків», агрегатів розмірами до 10 мкм, які в міру подальшого збагачення вольфрамом утворюють форму дискретних стовпців у вигляді конусів з округленими вершинами. Можна припустити, що стовпці є зародками утворення нової стовпчастої структури. У композитах із вмістом вольфраму до 20,39 % (мас.) ці стовпці (конусоподібні з сфероїдальними вершинами) є дискретними. При збільшенні вмісту вольфраму в конденсаті до 32,98 % (мас.) вони стають безперервними, їх доля в розрізі зразків зростає, а довжина рівна товщині макрошарів або товщині самого конденсату.

Механічні властивості мідно-вольфрамового конденсату визначали при кімнатній температурі (на повітрі) і температурі 600 °С (у вакуумі). При кожній температурі зразки випробовували в початковому стані і після вакуумного відпалу.

Залежності границі міцності σ_B , границі плинності $\sigma_{0,2}$ і відносного подовження δ КМ Cu-W від концентрації вольфраму при кімнатній температурі мають монотонний характер (рис. 2, *a*, *б*).

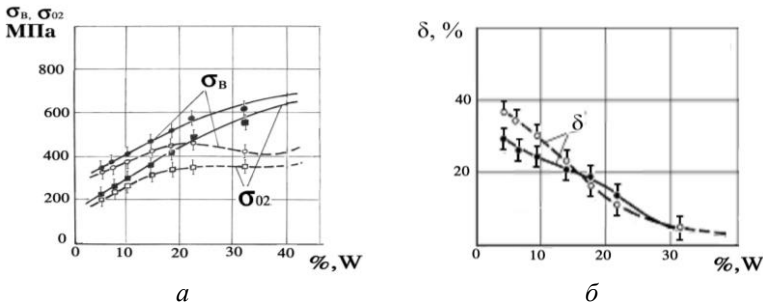


Рис. 2. Залежність границі міцності σ_b , границі плинності $\sigma_{0,2}$ (а), відносного подовження δ (б) КМ Cu–W від вмісту вольфраму при кімнатній температурі (суцільні лінії) і після вакуумного відпалу (штрихові лінії)

Спостерігається збільшення значень σ_b у вихідному стані від 346 до 676 МПа, після відпалу – від 342 до 568 МПа; $\sigma_{0,2}$ – від 221 до 644 МПа у вихідному стані та після відпалу – від 235 до 518 МПа. Ці залежності зростають пропорційно процентному вмісту вольфраму як для зразків у вихідному стані, так і для зразків після відпалу. При цьому відносне подовження зразків знижується від 29,3 % до 0,7 % у вихідному стані та від 30,2 % до 2,2 % – після відпалу.

Дослідження механічних властивостей конденсатів при температурі 600°C показали зниження характеристик міцності (у 4–5 разів) і пластичності (у 5–10 разів) у порівнянні з тим же станом матеріалів в умовах випробування при кімнатній температурі (рис. 3, а, б).

Значення σ_b підвищуються від 83 до 167 МПа у вихідному стані, від 58 до 167 МПа – після відпалу; $\sigma_{0,2}$ від 76 до 163 МПа у вихідному стані та після відпалу від 48 до 122 МПа. Відносне подовження змінюється від 24,7 % до 0,7 % у початковому стані та від 12,8 % до 0,2 % – після відпалу.

Значення мікротвердості добре корелюють з механічними властивостями. Зі збільшенням вмісту вольфраму в конденсатах мікротвердість підвищується.

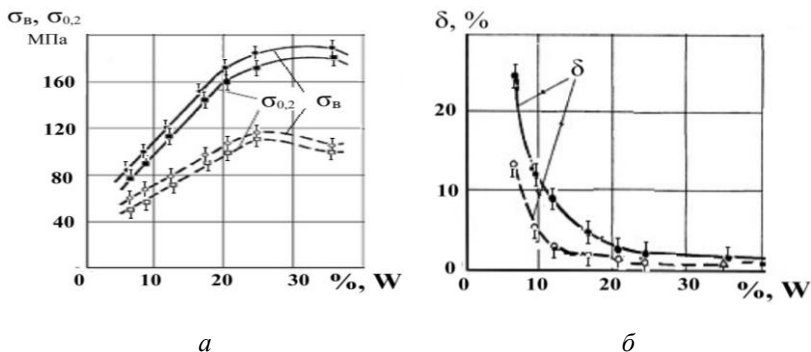


Рис. 3. Залежність границі міцності σ_b , границі плинності $\sigma_{0,2}$ (а), відносного подовження δ (б) КМ Cu–W від вмісту вольфраму при температурі 600 °С (суцільні лінії) і після вакуумного відпалу (штрихові лінії)

Література

1. Электронно-лучевая технология получения материалов для электрических контактов / Н. И. Гречанюк, В. А. Осокин, И. Б. Афанасьев [и др.] // Сборник научных трудов ИПМ им. И. М. Францевича. Серия «Композиционные материалы». – 1998. – С. 51–66.

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЛАВКИ ТА ВИПАРОВУВАННЯ-КОНДЕНСАЦІЇ ДЛЯ ОТРИМАННЯ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ І ПОКРИТТІВ

Гречанюк В. Г.¹, Гречанюк І. М.¹, Шаповалов В. О.²

Чорновол В. О.¹, Ковальчук Ю.І.¹

¹Київський національний університет будівництва і архітектури

м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31, e-mail: eltechnic777@ukr.net

²Інститут електрозварювання НАН України, м. Київ, Казимира Малевича, 11

Електронно-променева технологія може успішно застосовуватися для прямого відновлення та отримання високочистого вольфраму з вольфрамового концентрату методом електронно-променевої плавки. Світові запаси WO₃ становлять близько 1,5 млн т. Річне виробництво вольфрамових концентратів перевищує 20 тис. т. Найбільші запаси WO₃ мають Канада (310 тис. т), Ко-рейська республіка (208 тис. т) і США (135 тис. т).

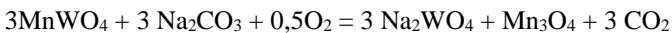
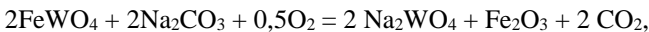
У таблиці 1 представлений хімічний склад (у %) основних компонентів руд, з яких отримують вольфрам.

Таблиця 1

Хімічний склад основних компонентів руд

WO ₃	Sn	Ca	As	Mo	S	Ba	Sb	H ₂ O	Fe	Mn
69,69	0,65	1,16	0,01	0,015	0,68	0,01	0,05	0,035	7,68	6,02

Виходячи з наведених даних, зазначений мінерал належить до групи вольфраматів. Вольфрамат (FeMn)WO₄ є твердим розчином вольфраматів заліза і марганцю. Ці мінерали мають чорний колір, характеризуються високою щільністю (7,1–7,9 г/см³) і містять до 76,3–76,8 % триоксиду вольфраму. За традиційною технологією розкладання вольфрамового концентрату проводять шляхом спікання його з содою при температурі 800–900 °С у печах, що обертаються.



Багаті вольфрамові концентрати (65–70 % WO₃) розкладаються 25–40 % розчином гідроксиду натрію при температурі 110–120 °С.