

А.В. Бєсов<sup>1</sup>, І.Я. Петрик<sup>2</sup>, П.І. Мельник<sup>2</sup>

## Фізико - хімічні умови одержання гомогенних порошків системи Co-Cr-Mo-Ni із заданою концентрацією компонентів

<sup>1</sup>Інститут проблем матеріалознавства ім. І.Н. Францевича НАН України,  
вул. Кржижанівського, 3, м. Київ, 03680, Україна.

<sup>2</sup>Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника, вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76000, Україна  
E-mail [ivan.petryk@rambler.ru](mailto:ivan.petryk@rambler.ru), тел.: +(03422) 59-60-80

Розроблена керована технологія одержання порошків системи Co-Cr-Mo-Ni гомогенних за хімічним складом та визначені їх технологічні властивості.

**Ключові слова:** оксидні сполуки, дифузійне насичення.

Стаття поступила до редакції 07.05.2007; прийнята до друку 14.09.2007.

### Вступ

В останні десятиліття зростає потреба в розробці промислових технологій одержання порошків з наперед заданими як технологічними, так і експлуатаційними властивостями після компактування, чи напилення у вигляді покриттів. Одним із споживачів таких порошкових матеріалів є ортопедична стоматологія, де актуальним є удосконалення способу з'єднання облицювального покриття з металевим каркасом коронки [1]. Дослідження різних матеріалів показали, що найбільш перспективними для виготовлення зубних протезів є кобальт-хромові сплави з невеликими добавками нікелю та молібдену [2].

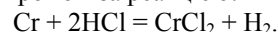
В даній роботі проведено дослідження умов одержання гомогенних порошків системи Co-Cr-Mo-Ni та визначення їх технологічних характеристик.

### I. Методика експерименту

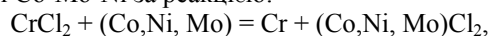
З метою забезпечення високої чистоти та керованого складу за вмістом компонент в сплаві порошку, використовувався двохетапний процес його отримання. На першому етапі одержували порошок трьохкомпонентного сплаву Co-Mo-Ni методом відновлення суміші оксидів Co, Mo, Ni у водні при температурі 1073 К на протязі трьох годин. Вихідною шихтою для одержання порошку системи Co-Ni-Mo з врахуванням необхідного вмісту металевих компонентів служила суміш складу Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> – (80,5-85%); MoO<sub>3</sub> – (4,5-7%); NiO – (2,5-4,5)% за масою. Процес відновлення супроводжується одночасно формуванням матричного сплаву Co-Mo-

Ni заданого складу у вигляді губки, яка досить легко подрібнюється.

Другий етап одержання порошку, вже системи Co-Cr-Mo-Ni, полягає у дифузійному насиченні, попередньо отриманого порошку хромом газовим методом із хромовмісного середовища [3], яке складається із суміші порошку хрому чи ферохрому, інертної добавки у вигляді оксиду Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> або MgO та хлористого амонію. При нагріванні хлористий амоній дисоціює з виділенням хлористого водню, який взаємодіє з хромом за реакцією:



Утворений хлорид хрому переходить в газову фазу і відновлюється на поверхні порошку сплаву системи Co-Mo-Ni за реакцією:



насичуючи окремі зерна цього сплаву. Температурний режим та часова витримка процесу забезпечує формування і гомогенність порошку сплаву системи Co-Cr-Mo-Ni.

Поскільки протікання дифузійних процесів приводить до спікання порошку у вигляді губки, то її подрібнювали в кульовому млині на протязі 24 годин і розділяли ситовим методом на фракції. Фракцією порошка, яка може бути використана для плазмового напилення покриття в потребах ортопедичної стоматології, являється 0,1±0,063 мм і складає приблизно 35% виходу. Для очищення порошку цієї фракції від непрореагованих хлоридів металу його піддають кип'ятінню у воді на протязі півгодини. Решта фракцій може бути використана для інших цілей.

## II. Результати дослідження та їх обговорення

Проведені дослідження з метою атестації отриманих порошків для подальшого використання в якості покриття, наносимого плазмовим методом [4], дали наступні показники:

пиктометрична густина  $\gamma_{\text{пик}} = 9,23 \pm 0,04 \text{ г/см}^3$ ;  
насипна густина  $\gamma_{\text{нас}} = 2,48 \pm 0,08 \text{ г/см}^3$ ;  
текучість  $T = 39,02 \pm 0,97 \text{ г/с}$ .

Якісний мікрорентгеноспектральний аналіз порошку, проведений за допомогою приладу SUPERPROBE – 733, показав гомогенність порошку із сплаву системи Co-Cr-Mo-Ni. На рис.1. показана мікроструктура цього порошку при різних збільшеннях. З рис.1.б чітко видно, що зерна порошку мають губчасту будову і нерівноосну форму із значенням фактора форми  $\alpha = 1,56 \pm 0,001$ .

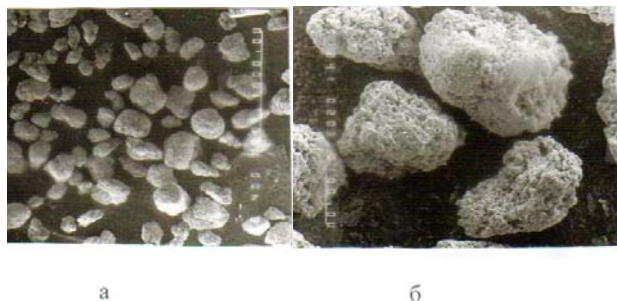


Рис.1. Мікроструктура порошку сплаву системи Co – Cr – Ni – Mo: а -  $\times 40$ ; б -  $\times 100$ .

Проведений кількісний аналіз окремих зерен порошку, після дифузійного хромування при температурі 1373 К та ізотермічної витримки на протязі 4-х годин, показав, що їх хімічний склад не відрізняється від розрахункового і відповідає складу: 68,4 – 69,5 Co; 19,9 – 24,9 Cr; 2,6 – 4,1 Ni; 4,1 – 6,6 Mo у масових процентах.

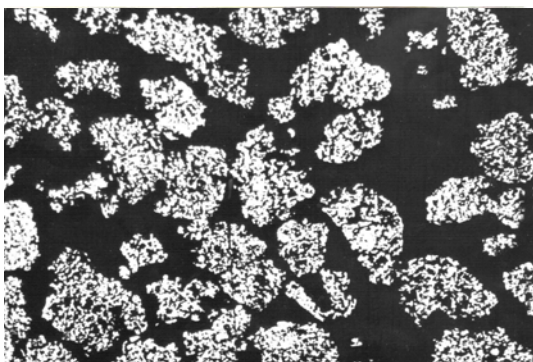


Рис.2. Мікроструктура порошку сплаву системи Co – Cr – Ni – Mo після дифузійного хромування і помолу.  $\times 100$ .

На рис.2 показана характерна мікроструктура зерен порошку сплаву системи Co-Cr-Mo-Ni, який одержували при різних режимах дифузійного насичення хромом з наступним помолом. А на рис.3.

приведена залежність середнього значення концентрації хрому в зернах порошку сплаву від температури і часу дифузійного насичення хромом. Як видно із графіка, підбираючи режим насичення, можна отримувати концентрацію хрому в зерні порошка достатньо близьку до заданої, тобто, бути керованим процесом.

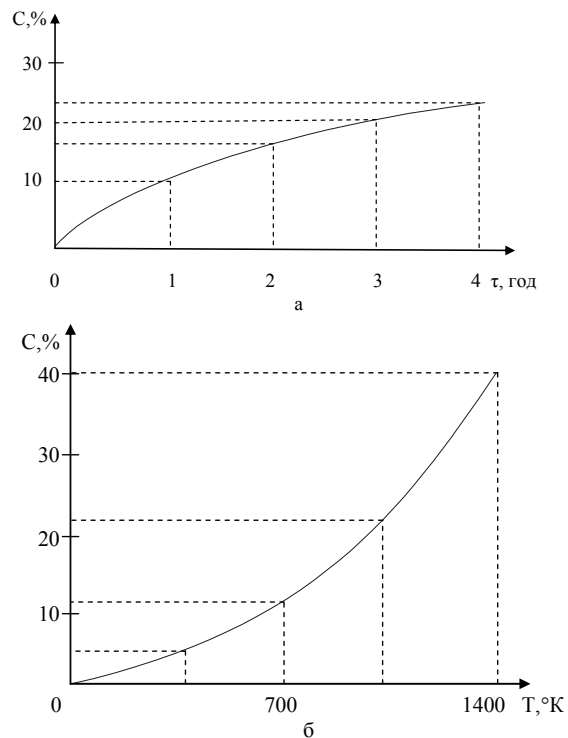


Рис.3. Залежність концентрації хрому в зернах порошку сплаву Co-Cr-Mo-Ni від а) часу насичення при температурі процесу 1375 К і б) температура процесу на протязі 4-х годин.

## Висновки

Показано, що порошок сплаву системи Co-Cr-Mo-Ni із заданим хімічним складом може бути отриманим за технологією у два етапи: одержання матричного сплаву системи Co-Mo-Ni шляхом відновлення цих елементів в певній пропорції з їх оксидів у водні із наступним дифузійним насиченням отриманого порошку хромом у хромовмісному середовищі методом газотранспортних реакцій. Такий процес є доступним, керованим і може бути промисловим.

**Бесов А.В.** – к. т. н., старший науковий співробітник;  
**Петрик І.Я.** – аспірант кафедри матеріалознавства і новітніх технологій;  
**Мельник П.І.** – доктор технічних наук, професор.

- [1] Бесов А.В., Морозов В.В. Возможности застосування плазмової технології в медицині // Металознавство та обробка металів. – 2002 - №3 – С. 62 – 66.
- [2] Бесов А.В. Металеві сплави для ортопедичної стоматології // Фізика і хімія твердого тіла. – 2002 - № 4 – С. 647 – 653.
- [3] Дубинин Г.Н. Диффузионное хромирование сплавов. – М.: Машиностроение, 1964, – 451с.
- [4] Бесов А.В., Маслюк В.А. Получение и свойства порошковых материалов и плазменные покрытия из них для ортопедической стоматологии. Межд. конф. «Новейшие технологии в порошковой металлургии и керамике». 8 - 12 сентября 2003. Киев. С. 335 – 336.

A.V. Besov<sup>1</sup>, A.V. Petryk<sup>2</sup>, P.I. Melnyk<sup>2</sup>

## Physical-Chemical Conditions of Co-Cr-Mo-Ni Homogenous Powders Receipt With the Set Components Concentration

<sup>1</sup>*Institutes of problems of material science the name of Frantsevicha of NAS of Ukraine,  
Krzhizhanivskogo Str., 3, Kyiv, 03680, Ukraine*

<sup>2</sup>*Precarpathion National University named after V. Stefanyk, Shevchenko Str.,57, Ivano-Frankivsk, 76000, Ukraine, e-mail:  
ivan.petryk@rambler.ru, phone: +(03422) 59-60-80*

The controlled technology of chemical homogeneous Co-Cr-Mo-Ni powders receipt is developed and their technological properties are obtained.

**Keywords:** oxides compounds, diffusive saturation