



підкронблочного типу / Слабий О. О. // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. 2014. № 3 (52) С. 88-100

УДК 621.822.9

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ КІЛЕЦЬ ТОРЦЕВИХ УЩІЛЬНЕНЬ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ ІЗ КЕРМЕТІВ НА ОСНОВІ КАРБІДУ ХРОМУ МЕТОДОМ ПРОСОЧУВАННЯ СПЛАВАМИ СИСТЕМИ CU-NI-MN

Т.А. Шіхаб, П.М. Присяжнюк, Я.А. Криль

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти
і газу,*

*76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, e-mail:
pavlo1752010@yandex.ua*

Широке використання вольфрамівих твердих сплавів систем WC-Co та WC-Ni для виготовлення ущільнюючих кілець торцевих герметизаторів відцентрових насосів у багатьох випадках є не виправданим через загальносвітову тенденцію росту цін на вольфрамову сировину. За останні 5 років ціни на вольфрам зросли практично у 2 рази від ~ 20 до ~ 40 \$/1 кг [1], крім того основним світовим експортером вольфрамової сировини (84 %) є КНР, яка водночас є і його основним споживачем (більше 50 % світового попиту). Враховуючи, що внутрішній ринок КНР динамічно розвивається, збільшується частка вольфрамової сировини спрямована на забезпечення внутрішніх потреб, а це у свою чергу представляє загрозу для вольфрамового сектору за межами КНР через суттєве зниження об'ємів поставок [2]. Тому з метою економії енергоресурсів пошук матеріалів альтернативних до вольфрамівих твердих сплавів, зокрема триботехнічного призначення залишається актуальною проблемою у нафтогазовій енергетиці.

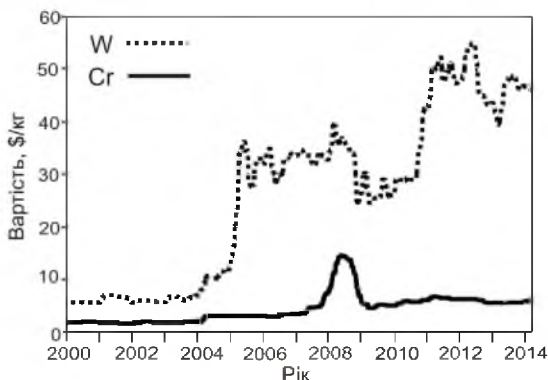


Рисунок 1 – Порівняльна характеристика динаміки росту цін на W та Cr [3]

Альтернативним матеріалом для виготовлення ущільнюючих кілець, є зокрема вищий карбід хрому (Cr_3C_2), який

характеризується достатньо високим рівнем фізико-механічних характеристик поряд із високою корозійною стійкістю у різного роду хімічно активних газових та рідких середовищах. Крім того вартість металевого компоненту карбіду хрому є практично у 10 разів нижчою ніж карбіду вольфраму (рис. 1), при цьому його питома маса є нижчою приблизно у 2,3 рази. Важливою відмінністю Cr_3C_2 від більшості тугоплавких карбідів IV – VI груп періодичної системи елементів є змочуваність міддю та мідними сплавами [4].

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика властивостей карбідів вольфраму та хрому [5]

| Сполука | Мікротвердість, ГПа | Модуль пружності, ГПа | Питома маса, г/см ³ | Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м·К | Коефіцієнт термічного розширення, 10 ⁻⁶ ·К ⁻¹ |
|-----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---|
| Cr_3C_2 | 18 | 380 | 6,7 | 13 | 11,7 |
| WC | 17,1 | 710 | 15,7 | 29 | 3,9 |

Застосування Cr_3C_2 у чистому вигляді гальмується у першу чергу його низькою тріщиностійкістю зумовленою характером хімічного зв'язку, тому, як правило, він застосовується у вигляді



керметів з нікелевою та нікель-хромовою зв'язкою, однак тріщиностійкість таких матеріалів у багатьох випадках є недостатньою. Перспективним матеріалом для застосування у ролі зв'язки у композитах на основі карбїду хрому є дисперсійно-твердіючі сплави системи Cu-Ni-Mn. За даними [6] найбільш висока здатність до зміцнення при термообробці (гартування та штучне старіння) спостерігається для марганцевих мельхіорів із масовим вмістом Cu – 60 мас. % (решта Ni та Mn в однакових пропорціях), твердість після такої термообробки збільшується більше ніж у 3 рази (від 1,4 до 5 ГПа), а міцність під час розтягування (1550 МПа) наближається до міцності сталей, крім того наведеним сплавам характерна висока корозійна стійкість. Низька температура плавлення вказаних сплавів, а також високий вміст адгезійно-активного Mn дозволяє рекомендувати для отримання кілець торцевих ущільнень із композитів $Cr_3C_2 - Cu-Ni-Mn$ метод просочування пористого карбїдного каркасу розплавом.

Для отримання ущільнюючих кілець порошок Cr_3C_2 за ТУ 6-09-03-10-75 змішували у кульовому млині із пластифікатором (5 %-ний розчин каучуку у бензині) у кількості 30 % від маси порошку. Після сушіння і грануляції отриманої суміші її пресували у заготовки необхідної форми методом одностороннього холодного пресування у сталевій прес-формі (тиск 500 МПа). Сформовані таким чином заготовки (із вмістом 60 об. % Cr_3C_2) поміщались в алундові тиглі із наважками (для заповнення 100 % пор) марганцевого мельхіору марки МНМц 60-20-20 (ТУ 48-21-486-75). Після цього проводилось нагрівання заготовок у вакуумній печі СШВЛ із ізотермічними витримками за режимом наведеним на рисунку 2. На етапі I (при 900 °С) ізотермічна витримка проводилась з метою видалення пластифікатора та попереднього припикання карбїдних частинок. Після цього, при нагріванні до 1100 °С (етап II) проходить плавлення мельхіору та заповнення розплавом пористої заготовки. Далі, після охолодження до 600 °С, проводилась ізотермічна витримка з метою гомогенізації сплаву-зв'язки (етап IV) і подальше охолодження до 400 °С та ізотермічна витримка при цій температурі протягом $\sim 360 \cdot 10^3$ с для забезпечення виділення інтерметалідів у процесі штучного старіння (етап V).

Структура отриманого матеріалу (рисунок 3) представляє собою рівномірно розподілені округлі та огранені зерна карбідної фази (темна фаза, рис. 3) у прошарках між якими знаходиться матриця із марганцевого мельхіору. Таке розміщення структурних складових відповідає правилу Шарпі щодо забезпечення високого рівня антифрикційних властивостей матеріалу.

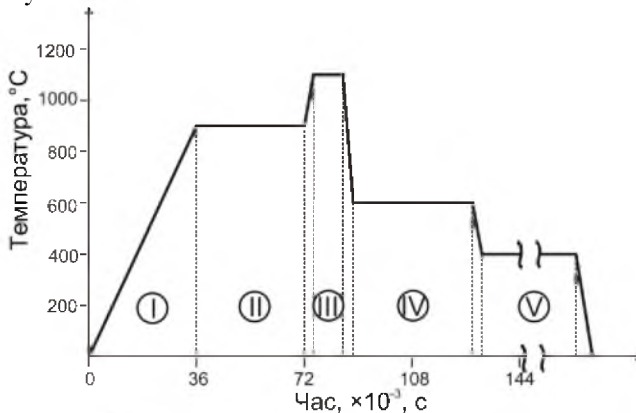


Рисунок 2 – Режим отримання керметів системи Cr_3C_2 – Cu-Ni-Mn

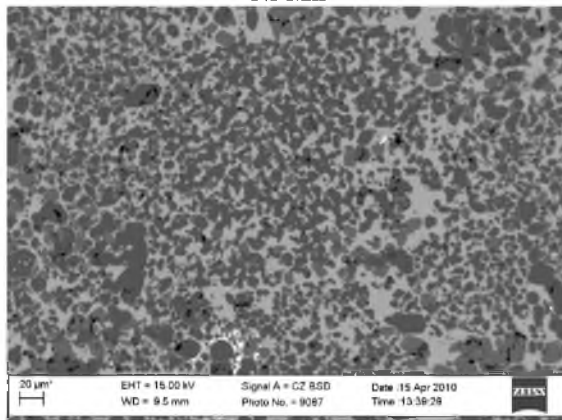


Рисунок 3 – Структура керметів системи Cr_3C_2 – Cu-Ni-Mn



Отже, у результаті роботи запропоновано технологію виготовлення кілець торцевих герметизаторів із безвольфрамових керметів системи $\text{Cr}_3\text{C}_2 - \text{Cu-Ni-Mn}$, які характеризуються матрично-армованою структурою та поєднанням дисперсійного та дисперсного зміцнення. Їх рекомендується застосовувати для ущільнень категорії I-III за класифікацією Маєра [7].

Література

1. Whittaker P. Global tungsten prices show signs of stabilising / P. Whittaker // Powder Metallurgy Review. –2014 –vol. 4, №2. – P. 20.
2. Мировой рынок вольфрама [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.cmmarket.ru/markets/woworld.htm> – Назва з титул. екрану. – Мова. рос.
3. Materials information system [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://setis.ec.europa.eu/mis/material/chromium> – Назва з титул. екрану. – Мова. англ.
4. Панасюк А.Д. Стойкость неметаллических материалов в расплавах : Справочник / Панасюк А.Д., Фоменко В.С., Глебова Г.Г.–К.: Наукова думка, 1986. – 351 с.
5. Самсонов Г.В. Тугоплавкие соединения, (справочник) / Самсонов Г.В., И.М. Винницкий [2-е изд.]. – М. : Металлургия, 1976. – 560 с.
6. Осинцев О.Е. Медь и медные сплавы. Отечественные и зарубежные марки: Справочник / О.Е. Осинцев, В.Н. Федоров – М.: Машиностроение, 2004. – 336 с.
7. Э. Майер Торцовые уплотнения (пер. с нем.) / Майер Э. – М. : Машиностроение, 1978. – 288 с.