

Із підвищенням маси зливок відповідно знижується інтенсивність тепловідбору і швидкість кристалізації, а головне — відзначається значне зниження температурних градієнтів у рідкій серцевині і в твердій фазі протягом значної тривалості (40-90 год.) процесу тверднення, розвивається негативний вплив термогравітаційних та масообмінних процесів. Це призводить до того, що великі зливки та покови з них уражені дефектами фізичної та хімічної неоднорідності (седиментаційний конус, осьові дефекти несучільності, зональна Λ -подібна, та центральна V-подібна неоднорідності та ін.). Поверхня несучільностей найчастіше покрита неметалевими включеннями, що заважає зварюванню дефектів у процесі гарячої деформації і є непоправним браком.

На сьогодні головним питанням є необхідність установити дійсний механізм формування найбільш небезпечного дефекту, який важко, а іноді і неможливо видалити — Λ -подібні «шнури» в макроструктурі, та знайти засоби запобігання їх утворенню.

УДК 669.71:539.26:551.2:551.3

В. О. Щерецький, А. С. Затуловський

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ НАНОРОЗМІРНИХ ЧАСТИНОК КАРБІДІВ ТА ОКСИДІВ ВОЛЬФРАМУ В МІДНОМАТРИЧНИХ КОМПОЗИТАХ

В сучасних умовах розвитку технологій динамічно розвиваються нові гетерогенні матеріали, що дозволяють зменшити використання вартісних металів, понизити вартість триботехнічних виробів та подовжити їх термін експлуатації. Особливо це стосується триботехнічних виробів з мідноматричних сплавів, що підлягають повній заміні при зношуванні робочої поверхні, таким чином переробки потребує 80-90 % маси металу виробу. Рішенням цієї проблеми стали шаруваті в тому числі біметалеві матеріали, несучу функцію в яких виконує сталева основа, а функціональний мідний шар має товщину, що розрахована на строк служби виробу. Наразі розвиваються комплексні композиційні матеріали, що крім шаруватої структури містять композиційний функціональний шар, що подовжує термін використання та підвищує здатність виробу працювати в більш важких умовах експлуатації.

В роботі вивчено стійкість частинок карбідів і оксидів вольфраму при підвищених температурах, з метою встановлення можливостей зміцнення мідноматричних шарів нанорозмірними частинками, що мають розвинуту поверхню, а тому підвищену хімічну активність. Для визначення стійкості нанодисперсних порошків, встановлення їх стабільності в мідноматричних розплавах і розробки режимів консолідації компонентів композиту мідний сплав-нанорозмірні зміцнювачі, а також з метою виявлення твердофазних реакцій в результаті яких синтезовані частинки утворюють вторинні з'єднання з хімічними елементами мідних сплавів при нагріванні та охолодженні, проводили термічні (ДСК) дослідження зразків в середовищі повітря та аргону.

В якості зміцнювачів мідноматричних сплавів було одержано нанорозмірні частинки методом електроіскрової диспергації (ЕІД) [1, 2]. В процесі електричної диспергації дротів металів (W) одержується порошкові суміші, що в певних пропорціях складаються з оксидів, гідроксидів та чистих металів. Більш однорідними за фазовим складом є порошки карбідів отриманні в середовищах вуглеводнів (гексан, гас). При використанні гексану, фазовий склад частинок порошків стабільніший та менш різноманітний, тому гексан є раціональним вибором (порівняно з очищеним гасом) в якості середовища для синтезу карбідів методом електричної диспергації провідників-живильників, що в комбінації з гідросепарацією дозволило одержати частинки оксидів та карбідів стабільних за складом та розміром (таб. 1).

Таблиця 1 Частинок оксидів та карбідів одержаних методом ЕІД

Метал	Фазовий склад	Вміст фаз, мас. %	Дисперсність, нм
середовище дистильована вода			
	MoO ₂		
W	W _{3-x} (OH) _x	57	100
	W	40	110
	W ₃ O	3	70
середовище гексан			
W	W _x C _{1-x}	75	40
	W ₂ C _{0,85}	25	20

Розпад гідроксиду вольфраму в тоці аргону (рис.), відбувається в два етапи та супроводжується різкою втратою ваги та поглинанням тепла. Перший закінчується при температурі 123 °С, другий – 183 °С. До 914 °С загалом ідентифіковано п'ять ек-

зотермічних піків (322,4, 506,2, 545,3, 583,6 і 914,7 °С), що повторюються в циклах досліджень і пов'язані з структурними перебудовами.

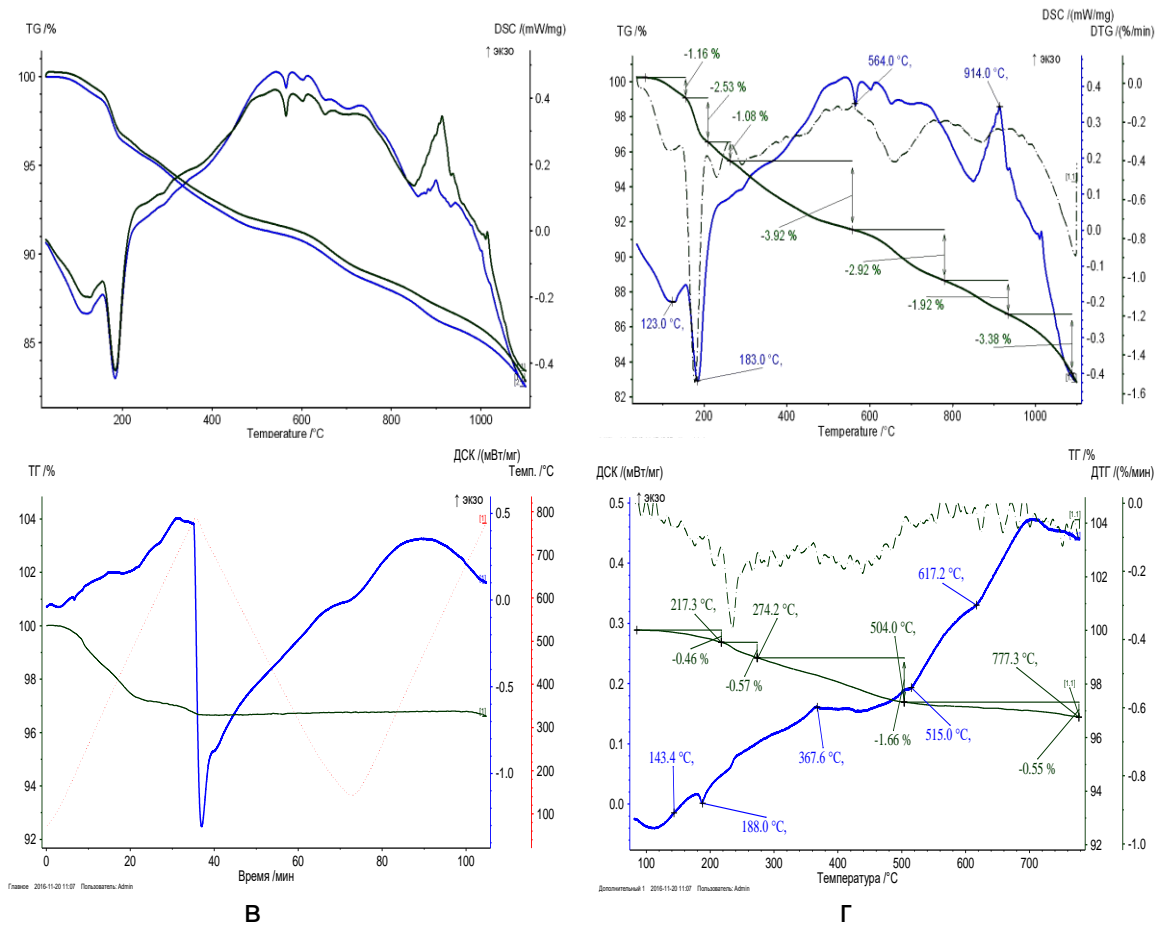


Рис. Термограми СТА (нагрівання в тоці аргону): а, б – порошку W, одержаного методом електроіскрового диспергування у воді; в, г порошку W одержаного методом електроіскрового диспергування в гексані.

При дослідженні нанорозмірних порошоків, що були одержані диспергацією дротів вольфраму в гексані, в інтервалі температур 188 – 667 °С, зафіксували ізоморфне перетворення шарів гексогонального карбиду вольфраму, коли відбувається ізоморфне перетворення гексогонального карбиду вольфраму шляхом мимовільної пошарової перебудови. Існують експериментальні та теоретичні данні, що свідчать про можливість такої пошарової перебудови нанорозмірних частинок в структури з тригональною сингонією [3, 4].

При повторних нагрівання та подальшому охолодженні порошку W, диспергованого в гексані вага зразку залишається постійною та різких змін на диференційній термічній кривій не спостерігається, що вказує на стабільність даного порошку в цьому інтервалі температур.

Загалом досліджений порошок нанорозмірного карбіду є більш термічно стабільними на повітрі і аргоні в інтервалі температур при яких можлива їх консолідація з твердою або рідкою мідною матрицею порівняно з оксидами.

Список літератури

1. *Чуистов К. В., Шпак А. П., Перекос А. Е.* Малые металлические частицы: способы получения, атомная и электронная структура, магнитные свойства и практическое использование // *Успехи физики металлов*. – 2003. – № 4. – С. 235-269.

2. *Затуловський А. С., Щерецький В. О.* Металоматричні композиційні матеріали зміцнені нанорозмірними частинками. Нанорозмірні системи: будова, властивості, технології (НАНСИС-2016): Тези V Наук. конф. / редкол.: А. Г. Наумовець та ін. — Київ, 2016. – С. 88.

3. *Christensen M., Wahnström G., Alibert C., Lay S.* Quantitative analysis of WC grain shape in sintered WC-Co cemented carbides // *Physics Review Letters* 2005. – Vol. 94. – pp. 066105–066108.

4. *Nabarro F. R. N., Luyckx S., Bartolucci U. V.* Waghmare Slip in tungsten monocarbide: I. Some experimental observations. // *Materials Science and Engineering: A*. – 2008. – Vol. 483-484. – pp. 139-142.

УДК 544.015.4:669.71-911.4/.6

О. А. Щерецький, Д. С. Каніболоцький, А. М. Верховлюк

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, г. Київ

ВПЛИВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ РОЗПЛАВУ НА ПЕРЕОХОЛОДЖЕННЯ РІДКОГО АЛЮМІНІЮ

Плавлення та кристалізація є важливими технологічними процесами для одержання якісних виливків. Термічна обробка розплаву дає можливість впливати на структуру та властивості одержаного сплаву. Вплив термообробки розплаву на процес кристалізації можна оцінити за величиною переохолодження розплаву перед затвердінням, тобто за різницею між температурою плавлення і фактичною температурою кристалізації (ΔT).

Методом диференційної скануючої калориметрії досліджено вплив термічної обробки розплаву на переохолодження рідкого алюмінію з чистотою 99,999 %. Масу