

УДК 621.762.242: 669.27

І. В. Андрєсв, канд. техн. наук

Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України, м. Київ

ПРО ОБМЕЖЕННЯ В'ЯЗКО-ПЛАСТИЧНОЇ ТЕЧІЇ ТА УСАДКИ ПРИ СПІКАННІ ВИРОБІВ З ВАЖКИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ ВОЛЬФРАМУ

Представлено результати досліджень по контролю за спотворенням геометричної форми виробів із сплаву на основі вольфраму з нікель-залізною зв'язкою у процесі його спікання. Запропоновано спосіб обмеження усадки й в'язко-пластичної течії важкого сплаву при рідкофазному спіканні.

Ключові слова: *вольфрамовий важкий сплав, формозміна, спікання, обмеження усадки, в'язко-пластична течія.*

ВСТУП

Відомо, що сплави на основі вольфраму, зокрема так звані важкі сплави із зв'язкою на основі нікелю та заліза (системи W–Ni–Fe), мають високу схильність до спотворення геометричної форми виробів, яка була надана при їх формуванні, в процесі рідкофазного спікання [1–3]. В роботах [4, 5] було показано, що спотворення форми виробів відбувається одразу після появи рідкої фази у сплаві. Особливо це стосується сплавів з високим (10% і більше мас.%) вмістом зв'язуючої фази, так як при спіканні даних сплавів утворюється критичний об'єм рідкої фази (35% об. і більше) [6], що і призводить до в'язкопластичної течії сплаву системи W–Ni–Fe при його спіканні. В результаті цього може значно зростати витрата матеріалу при виготовленні з важких сплавів реальних виробів (наприклад, витрати на механічну обробку спечених заготовок). Саме тому є актуальним питання збереження геометричної форми виробів з таких сплавів, наданої їм при формуванні із порошкових сумішей в процесі спікання, що значно покращить ефективність процесу виготовлення таких виробів та зменшить витрати дорогої сировини.

На підставі викладеної вище проблеми, метою даної роботи було встановлення ефективного методу обмеження усадки та контролю в'язко-пластичної течії вольфрамових важких сплавів в процесі їх рідкофазного спікання.

Методика експерименту

Для досліджень взято сплав на основі вольфраму із вмістом вольфраму 89% (по масі) та 11% (по масі) зв'язки на основі нікелю та заліза. Співвідношення Ni та Fe складало відповідно 7/3.

Формування дослідних зразків здійснювали за допомогою гідравлічного преса із тиском пресування 70 МПа. Перед процесом формування проведено грануляцію суміші пластифікатором для покращення пресуємості. Пористість спресованих зразків складала 50 %. Діаметр спресованих зразків становив 40 мм і довжина – 150 мм. Спікання зразків здійснювали за двома методиками: одностадійного рідкофазного та двостадійного спікання. Двохстадійне спікання полягало у попередньому спіканні при температурі 1200 °С, охолодженні та наступною переупаковкою зразка перед рідкофазним спіканням. Температура рідкофазного спікання була на 30–40 °С вищою від температури появи рідкої фази у сплаві. Витримка при даній температурі складала 1 годину. Для забезпечення формування необхідних фізико-

механічних характеристик спечених зразків їх було термооброблено у вакуумі при температурі 800 °С та витримкою при вказаній температурі 48 год [7].

Результати дослідження та їх обговорення

Результати спікання модельних зразків вольфрамового важкого сплаву показано на рис.

1.

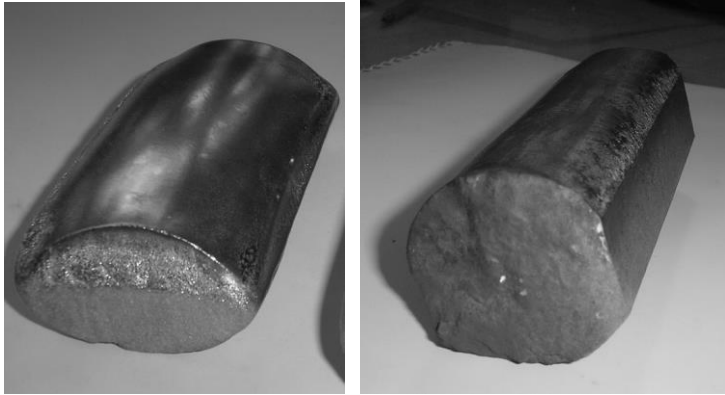


Рис. 1. Модельні зразки із вольфрамового важкого сплаву, виготовлені методом одностадійного (а) і двохстадійного спікання (б)

З рис. 1 видно, що у зразку сплаву, спеченого одностадійним спіканням, відбулася значна в'язкопластична течія, що призвело до сильної формозміни початкової геометричної форми зразка. Відношення лінійних розмірів перерізів по горизонталі до вертикалі складало 1,4. В той же час, зразок, спечений із застосуванням двохстадійного спікання, зберіг геометричну форму, яку було надано при формуванні. Відношення перерізів наближалось до 1. Схему контролю процесу усадки сплаву при його

спіканні наведено на рис. 2.

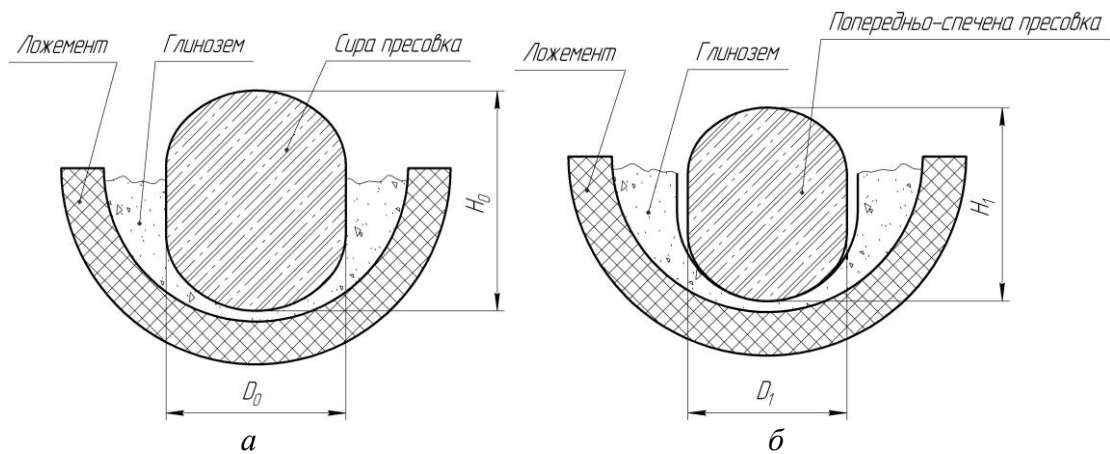


Рис. 2. Схема процесу попереднього спікання вольфрамового важкого сплаву: укладання сирової пресовки (а) та попередньо спечена пресовка (б)

Спресований зразок із розмірами D_0 , H_0 (рис. 2, а) розміщували у керамічному контейнері із засипкою з оксиду алюмінію Al_2O_3 із наступним попереднім спіканням. При цьому відбувалася часткова усадка сплаву до розмірів D_1 , H_1 (рис. 2, б). В'язко-пластична течія на даному етапі спікання була відсутня внаслідок відсутності рідкої фази на даному етапі спікання. Після охолодження попередньо спечений зразок переупаковували у контейнері відповідно до рис. 3, а та нагрівали до температури рідкофазного спікання. Внаслідок

утворення рідкої фази відбувається в'язко-пластична течія сплаву, але завдяки утворенню порожнини із корки Al_2O_3 , що виступає в ролі формоутримувача, в'язко-пластична течія сплаву відбувається тільки до розміру D_1 . При цьому усадка відбувається до розміру H_2 .

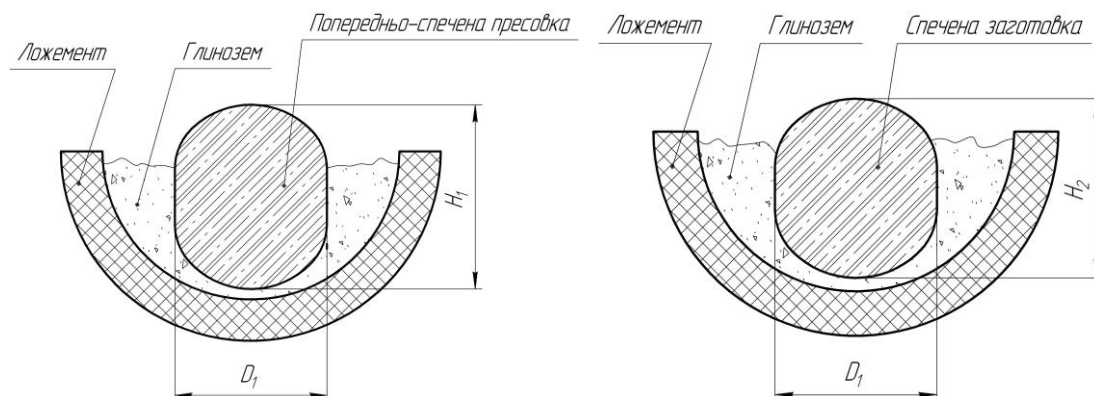


Рис. 3. Схема процесу рідкофазного спікання вольфрамового важкого сплаву: укладка попередньо спеченого зразка (а) та остаточно спечений зразок (б)

Визначення основних фізико-механічних характеристик показало, що як при одностадійному так і при двохстадійному спіканні відбувається формування необхідних для даного складу сплаву властивостей. Густина спечених зразків складала $16,95 \text{ г/см}^3$; границя міцності під час розтягу, $R_m - 920 \text{ МПа}$; відносне подовження, $\epsilon - 26\%$. Відносне відхилення від зазначених показників не перевищувало 3% .

Таким чином, з результатів викладеного дослідження можна зробити висновок: запропонований спосіб двохстадійного спікання важких сплавів із переупаковкою попередньо спеченої пресовки перед рідкофазним спіканням дозволить суттєво підвищити ефективність використання дорогих сировинних матеріалів та скоротити витрати на наступну механічну обробку спечених виробів.

Представлены результаты исследований по контролю за искажением геометрической формы изделий из сплава на основе вольфрама с никель-железной связкой в процессе его спекания. Предложен способ ограничения усадки и вязко-пластического течения тяжелого сплава при жидкофазном спекании.

Ключевые слова: вольфрамовый тяжелый сплав, формоизменение, спекание, ограничение усадки, вязкопластическое течение.

ON THE LIMITATION OF VISCO-PLASTIC FURNISHING AND SURFACE TREATMENT AT THE WILD COMPONENTS OF HARD ALLOYS BASED ON TOLFRAM

The results of studies to control the geometric shape of the distortion products alloy on tungsten based with nickel-iron binder in the process of sintering. A way to limit shrinkage and viscoplastic flow of heavy alloy during liquid phase sintering are observed

Keywords: tungsten heavy alloy, distortion of the geometrical form, sintering, shrinkage limit, viscoplastic flow.

Література

1. Rodriguez A. B., Sevillano J. G. Visoplastic flow of high density W-Ni-Fe alloys during liquid-phase sintering // Tungsten and Tungsten Alloys. Proc. of the first int. conf. on tungsten and tungsten alloys by the metal powder industries federation. November 15–18, 1992, Arlington, Virginia – № 1. – P. 61–68.
2. The effect of porosity on distortion of liquid phase sintered tungsten heavy alloys / X. Xu, A. Upadhyaya, R. M. German, R. G. Iococca // Int. J. Refr. Met. Hard Mat. – 1999. – 17. – P. 369–379.
3. Upadhyaya A., German R. M. Gravitational effects during liquid phase sintering // Mater. Chem. and Phys. – 2001. – 67. – P. 25–31.
4. Вплив вмісту зв'язки на формозміну виробів з вольфрамових сплавів в процесі рідкофазного спікання / В. П. Бондаренко, І. В. Андреев, О. М. Барановський, В. В. Щербань // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – Вып. 12. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2009. – С. 407–413.
5. Андреев І. В. Деякі аспекти в'язко-пластичної течії виробів із важких сплавів на основі вольфраму // Сверхтвердые матер. – 2015. – № 2. – С. 70–75.
6. Kingery W. D. Densification during Sintering in the Presence of a Liquid Phase. II. Experimental // J. of Appl. phys. – 1959. – 30. – N 3. – P. 307–310
7. Тяжелые сплавы типа ВНЖ-90. 1. Влияние легирования и режимов получения порошков вольфрама на их строение, микроструктуру и свойства спеченных сплавов / К. Б. Поварова, П. В. Макаров, А. Д. Ратнер, и др. // Металлы. – 2002. – № 4. – С. 39–48.

Надійшла 05.07.17

УДК 62-987:621.921.34

С. І. Шестаков, канд. техн. наук, **В. П. Бондаренко**, чл.-кор. НАН України
Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України, м. Київ

ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТВЕРДОСПЛАВНИХ МАТРИЦЬ АПАРАТІВ ВИСОКОГО ТИСКУ ДЛЯ СПІКАННЯ АЛМАЗНО-ТВЕРДОСПЛАВНИХ ПЛАСТИН

В апараті високого тиску для спікання алмазно-твердосплавних пластин встановлено розподіл основних компонент тензорів напружень і деформацій. Наведено результати оцінювання міцності та довговічності матриці. Подано рекомендації щодо її оптимального скріплення, а також за складом і структурою використовуваного твердого сплаву ВК6, що сприяє підвищенню за даними розрахунків експлуатаційної стійкості матриці в 1,8–2 рази.

Ключові слова: *твердий сплав, склад, структура, апарат високого тиску, матриця, напружений стан, міцність, довговічність.*

До найбільш перспективних виробів для оснащення гірського породоруйнівного інструменту належать алмазно-твердосплавні пластини (АТП) [1], що складаються з алмазного полікристалічного шару і підкладки з твердого сплаву, які спікаються як одне ціле за високого тиску та високої температури.