

Магістерська дисертація

зі спеціальності 8.05040303 Композиційні та порошкові матеріали, покриття
на тему:

«МІКРОСТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ ПОРОШКОВОЇ МІДІ, ЗМІЦНЕНА ДИСПЕРСНИМИ ЧАСТИНКАМИ ВОЛЬФРАМУ»

*Місце виконання роботи: Інститут проблем матеріалознавства
ім. І.М. Францевича НАН України*

Виконала: студентка гр.ФК-1м, Савкова Марина Ігорівна

*Керівники: акад. НАН України, д.т.н., проф. Скороход В.В.
пров.н.с. Гетьман О.І.*

Мета роботи – встановлення закономірностей формування мікроструктури порошкової міді, зміцненої дисперсними частинками вольфраму, отриманих методом ударного гарячого пресування у вакуумі та методом послідовної допресовки та відпалу.

Об'єкт дослідження: композиційні матеріали на основі порошкової міді, зміцненої дисперсними частинками вольфраму.

Предмет дослідження: мікроструктура композиційних матеріалів на основі порошкової міді, зміцненої дисперсними частинками вольфраму.

Методологічна схема виготовлення і дослідження зразків КМ Cu - (2, 5, 10)об% W



Електроопір (ρ_0) в зразках КМ Cu-W і Cu

Матеріал	Метод ударного пресування		Метод допресовки-відпалу	
	ρ_0 , мкОм·см	ρ_0/ρ_{Cu}	ρ_0 , мкОм·см	ρ_0/ρ_{Cu}
Cu– 2% (об.)W	1,92	1,13	1,77	1,04
Cu–5% (об.)W	2,02	1,19	1,88	1,10
Cu–5% (об.)W*	-	-	2,13	1,25
Cu–10% (об.)W	2,17	1,28	2,08	1,22
Cu	-	-	1,70	1

* – високошвидкісне вихрове змішування

Залежність твердості композитів Cu-W від вмісту W

Матеріал	H, МПа	
	Ударне пресування	Допресовка і відпал
Cu-2% (об.)W	950	1110
Cu-5% (об.)W	1120	1180
Cu-10% (об.)W	1230	1270
Cu	840	884

Майстерська робота
за кафедрою ВТМ та ПМ
НТУУ "КПІ" 2015 рік

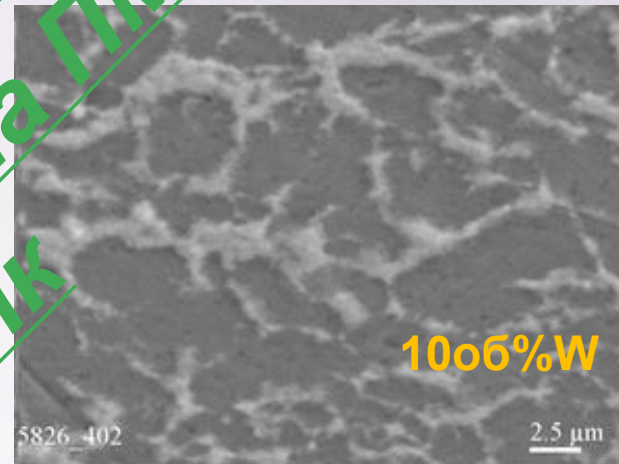
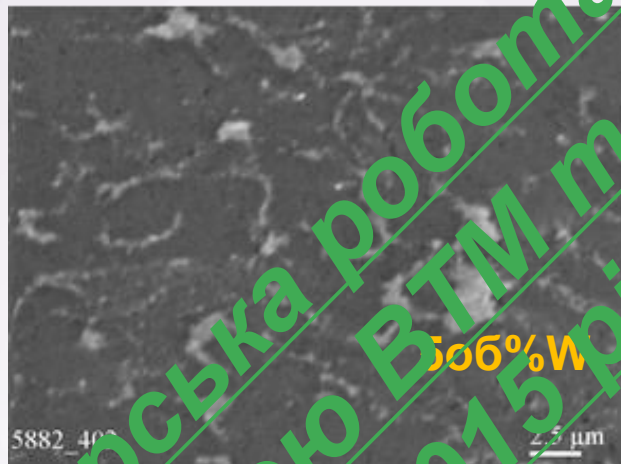
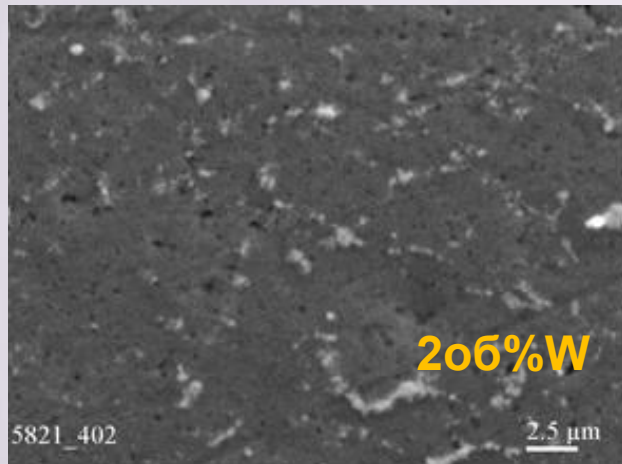
Механічні властивості композитів Cu-W, отриманих методом ударного пресування, при розтягуванні і стискуванні залежно від вмісту вольфраму

W, (об.)%	При розтягуванні				При стиску	
	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$	δ , %	ψ , %	σ_B , МПа	звуження, %
2	285	191	23,0	63,6	343	41,2
5	317	217	16,4	41,0	381	36,2
10	360	258	13,2	16,2	421	26,7

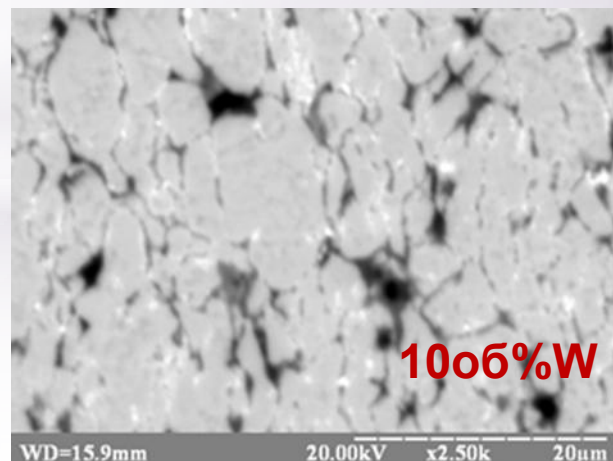
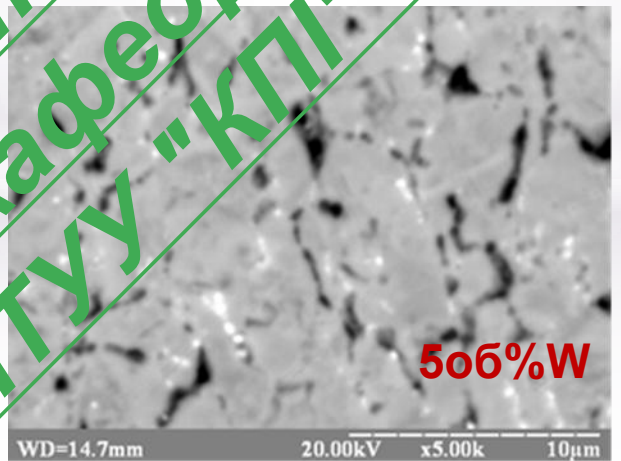
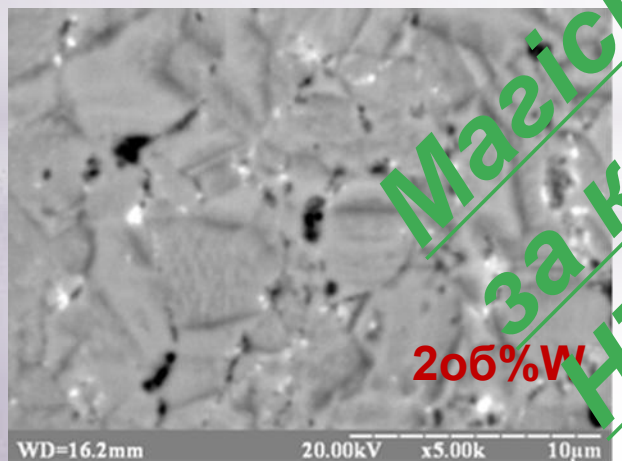
Магістерська робота
за кафедрою ВТМ та ПМ
НТУУ "КПІ" 2015 рік

Мікроструктура зразків КМ Cu–W, отриманих методом ударного пресування

Нетравлені шліфи



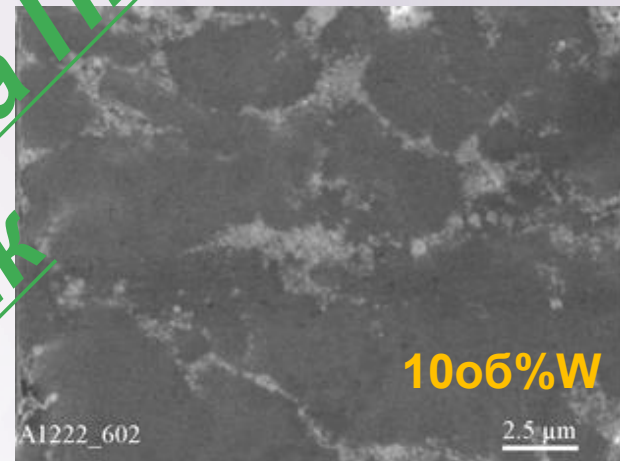
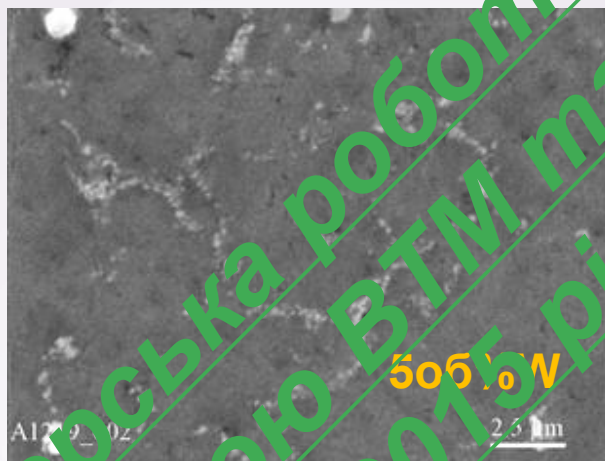
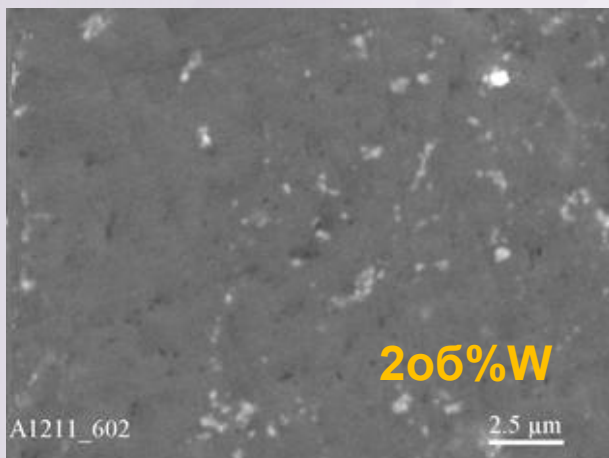
Травлені шліфи



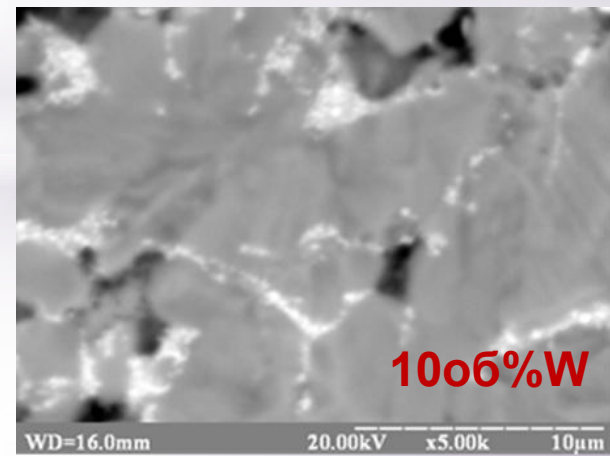
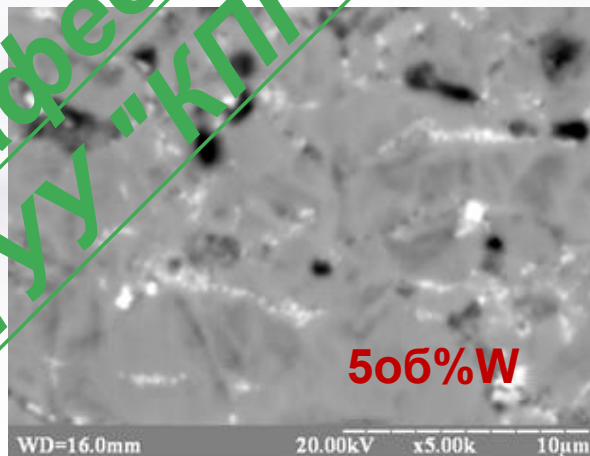
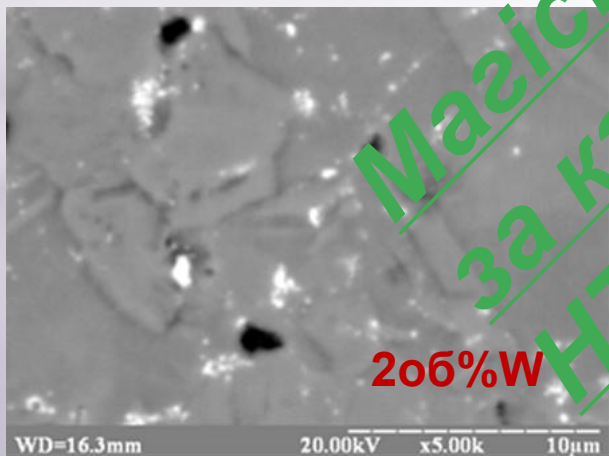
Магістерська робота
за кафедрою ВТМ та ПМ
НТУУ "КПІ" 2015 рік

Мікроструктура зразків КМ Cu–W, отриманих методом послідовних операцій допресовки та відпалу зразків

Нетравлені шліфи



Травлені шліфи



Магістерська робота
за кафедрою ВТМ та ПМ
НТУУ "КПІ" 2015 рік

Характеристики мікроструктури зразків КМ, визначених металографічним методом і методом гідростатичного зважування

Технологія	№	Об'ємна доля				Діаметр пор, мкм
		W, (об. %)		Пористість, %		
		Експ.	Мет.	Експ.	Мет.	
Ударне пресування	4182	2	1,6	0,4	1,9	0,5
	4177**	5	1,8	2,4	4,0	0,4
	4179	5	1,6	0,5	3,7	0,6
	4181	10	3,1	0,9	5,5	1,1
Допросовка та відпал	23	2	3,7	2,5	6,2	0,9
	13	5	3,5	3,5	3,7	0,7
	33*	5	4,2	4,1	7,8	0,9
	3	10	4,0	4,5	5,6	1,1

*- високошвидкісне вихрове змішування

** – без відпалу суміші порошоків у водні після змішування

Статистичні параметри розподілів по розмірам зерен Cu і частинок W в КМ, отриманих методом ударного пресування

№ зразка	C _W , %	Частинка (зерно)	Число частинок (зерен)	Медіанне значення	Середнє значення	СКВ
4182	2	Cu	233	2,3	2,5	0,7
		W	141	0,2	0,2	0,1
4177**	5	Cu	478	2,7	2,7	0,7
		W	331	0,2	0,2	0,1
4179	5	Cu	297	2,9	2,8	0,7
		W	410	0,2	0,2	0,1
4183	10	Cu	182	2,5	2,5	0,9
		W	587	0,2	0,2	0,1

** - без відпалу суміші порошків у водні після змішування

Статистичні параметри розподілів по розмірам зерен Cu і частинок W в КМ, отриманих методом послідовних операцій допресовки та відпау

№ зразка	C_w , %	Частинка (зерно)	Число частинок (зерен)	Медіанне значення, мкм	Середнє значення, мкм	СКВ
23	2	Cu	228	2,2	2,3	0,8
		W	526	0,2	0,2	0,1
13	5	Cu	196	2,6	2,4	0,7
		W	643	0,2	0,2	0,1
33*	5	Cu	237	2,2	2,3	0,7
		W	721	0,2	0,2	0,1
3	10	Cu	209	2,3	2,2	0,9
		W	768	0,2	0,2	0,1
54	-	Cu	412	9,6	10,5	5,6

*- високошвидкісне вихрове змішування

Узагальнені характеристики мікроструктури досліджуваних зразків КМ

Технологія	№	Об'ємна доля W, (об.)%	Середній розмір зерен W, мкм	Середній розмір зерен Si, мкм	Розмірний фактор, мкм	Матрич- ність
Ударне пресування	4182	2	0,2	2,6	0,08	0,19
	4177**	5	0,2	2,7	0,07	0,38
	4179		0,2	2,8	0,07	0,39
	4183	10	0,2	2,5	0,08	0,53
Послідовні операції допресовки	23	2	0,2	2,3	0,09	0,17
	13	3	0,2	2,4	0,08	0,35
	35*		0,2	2,3	0,09	0,34
та відпалу	3	10	0,2	2,2	0,09	0,50
	Сi	-	-	10,5	-	-

* – високошвидкісне вихрове змішування

** – без відпалу суміші порошків у водні після змішування

ВИСНОВКИ

- Проведено аналіз зв'язку типу і параметрів мікроструктури зразків порошкової міді, зміцненої дисперсними частинками вольфраму (2, 5, 10 об.%), що були отримані методами ударного гарячого пресування у вакуумі і методом послідовних операцій з їх фізико-механічними характеристиками.
- Встановлено, що основний вплив на тип мікроструктури, електропровідність і механічні характеристики КМ Cu-W спричиняє об'ємна доля дисперсних частинок вольфраму. При об'ємній долі 2% W величина ступеня матричності КМ Cu-W незначна і складає лише 13-14%. При об'ємній долі 10% W величина ступеня матричності зразків уже становить 46-48% і композиції характеризуються матрично-статистичним типом структури. Одночасно зразки, отримані методом ударного пресування, мають більші величини ступеня матричності, ніж зразки, отримані методом допресовки і відпаалу. Це корелює із даними електроопору і твердості зразків КМ Cu-W. Композиційні матеріали Cu-W, отримані методом допресовки і відпаалу характеризуються кращими електропровідними і міцнісними характеристиками, незважаючи на те, що вони мають вищу пористість (2,5-4,5%).

ВИСНОВКИ

- Встановлено, що середній розмір зерен міді в КМ Cu-W знаходиться в діапазоні від 2,2 до 2,8 мкм і характеризується в 4-5 разів меншою величиною, ніж в спеченій міді, де середній розмір зерна складає 10,5 мкм. Такі параметри мікроструктури КМ Cu-W забезпечили підвищення характеристик міцності і твердості при незначній втраті пластичності.
- Показано, що при високошвидкісному вихровому змішуванні вихідних порошків в КМ Cu-500%W частинки вольфраму більш досконало обволікають зерна міді, однак у мікроструктурі зразків виявлено частинки алмазу, якими були покриті стінки змішувача. Це свідчить про появу забруднення, що вплинуло на збільшення електроопору цих зразків.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

Магістерська робота
за кафедрою ВТМ та ПМ
НТУУ "КПІ" 2015 рік