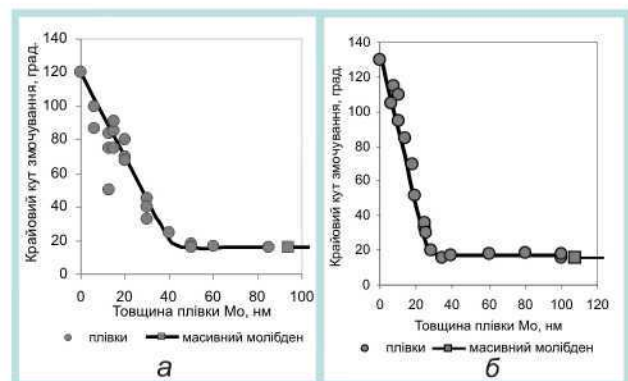
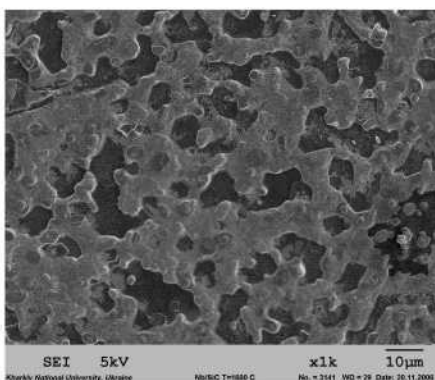


# МОРФОЛОГІЯ МЕТАЛЕВИХ НАНОПЛІВОК, ЯКІ НАНЕСЕНІ НА ПОВЕРХНЮ КЕРАМІКИ ТА ВУГЛИЦЕВИХ РЕЧОВИН, ЗМОЧУВАННЯ РОЗТОПЛЕНИМИ МЕТАЛАМИ ТА ТЕХНОЛОГІЯ З'ЄДНАННЯ (ПАЯННЯ) ЦИХ МАТЕРІАЛІВ

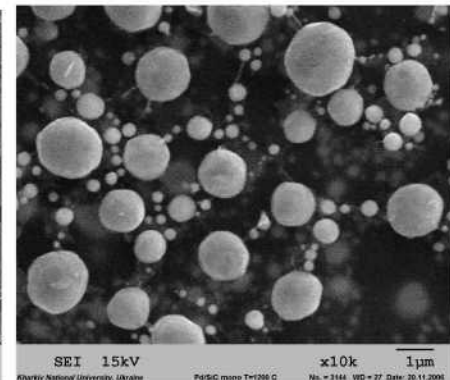
## I. Морфологія плівок та змочування їх металами



Залежність змочування міддю (а) та сріблом (б) лейкосапфіру з нанесеною на його поверхню плівкою молібдену від товщини плівки

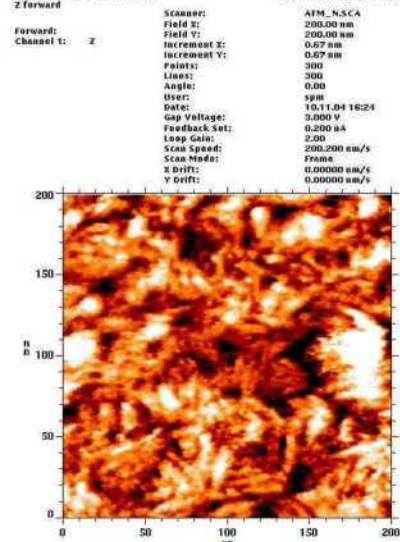


Nb плівка, нанесена на кераміку на основі SiC, після підпалу при 1600 °C (скануючий мікроскоп, x1000)

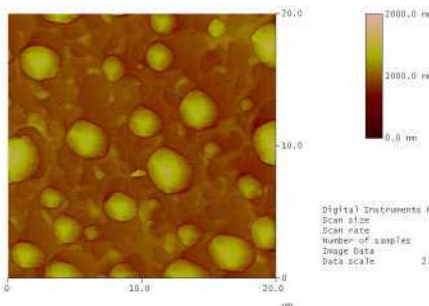
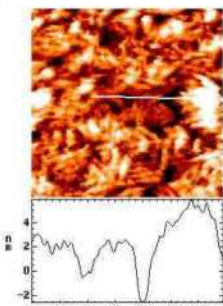


Pd плівка на монокристалі SiC, відпалена при 1200 °C у вакуумі (скануючий мікроскоп, x1000)

Cr/Al2O3#3: 12.STM-Messung am 10.11.04

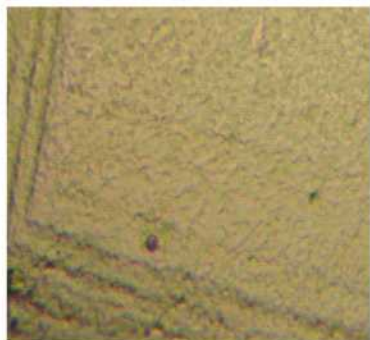
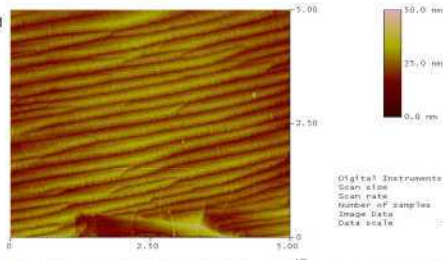


Вигляд хромової плівки завтовшки 65 нм на сапфірі під атомно-силовою мікроскопом AFM\_N\_SCA при збільшенні x800000

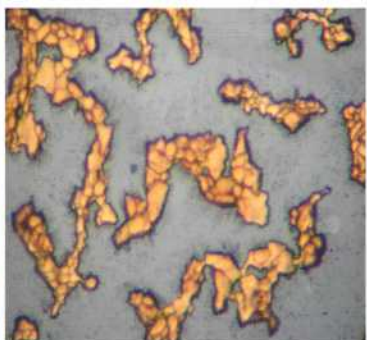


Вигляд ніобієвої плівки завтовшки 100 нм на сапфірі відпаленої у вакуумі при температурі 1600 оС під атомно-силовою мікроскопом

Вигляд родієвої плівки завтовшки 100 нм на сапфірі відпаленої у вакуумі при температурі 1400 °C під атомно-силовою мікроскопом



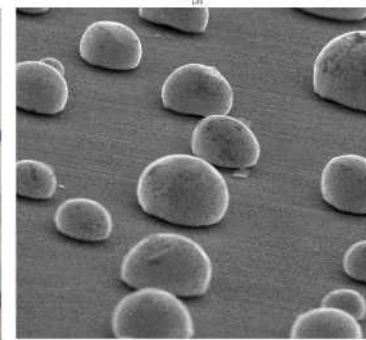
Плівка золота завтовшки 300 нм нанесена на кристал природного алмазу після відпалення у вакуумі при 1000 °C протягом 3,5 год (оптичний мікроскоп, x400)



Плівка золота завтовшки 300 нм нанесена на кристал природного алмазу після відпалення у вакуумі при 1000 °C протягом 8,5 год (оптичний мікроскоп, x400)



Плівка золота завтовшки 300 нм нанесена на кристал природного алмазу після відпалення у вакуумі при 1150 °C протягом 10 хв (оптичний мікроскоп, x400)



Плівка золота завтовшки 300 нм нанесена на скловуглець після відпалення у вакуумі при 1110 °C протягом 10 хв (скануючий мікроскоп, x300)

**МОРФОЛОГІЯ МЕТАЛЕВИХ НАНОПЛІВОК, ЯКІ НАНЕСЕНІ НА ПОВЕРХНЮ КЕРАМІКИ ТА ВУГЛИЦЕВИХ РЕЧОВИН, ЗМОЧУВАННЯ РОЗТОПЛЕНИМИ МЕТАЛАМИ ТА ТЕХНОЛОГІЯ З'ЄДНАННЯ (ПАЯННЯ) ЦИХ МАТЕРІАЛІВ**

**II. Процеси з'єднання неметалевих матеріалів**

Результати дослідження морфології металевих наноплівочок при їх відпалі були застосовані при розробці технологічних режимів з'єднання паянням та зварюванням тиском зразків та виробів з керамічних матеріалів металізованих цими плівками.

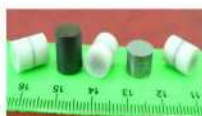
В процесі вивчення морфології металевих наноплівочок при відпалі був запропонований числовий критерій  $K = W_{\text{Амет-кер}} / \sigma_{\text{мет}}$ , який являє собою співвідношення роботи адгезії на межі метал-кераміка та величини поверхневого натягу відповідного металу і дає можливість прогнозувати коагуляційні процеси та суцільність плівки, необхідної для процесу паяння.

Співставлення ступеню змочування, критерію  $W_{\text{Амет-кер}} / s_m = K$  та морфології відпалених плівок металів завтовшки 100 нм, нанесених на  $Al_2O_3$

Механічні характеристики з'єднань (міцність на зсув) неметалевих матеріалів ( $Al_2O_3$ ), отриманих з застосуванням

Метал плівки	Характеристики металу плівки			К	Площа, зайнята металом плівки, $S_{\text{мет}}, \%$	Мікрофотографія плівки, x3000
	$\Theta^\circ$	$\sigma_{\text{мет}}, \text{мДж/м}^2$	$W_{\text{Амет-кер}}, \text{мДж/м}^2$			
Au	135	1140	342	0,3	10	
Rh	120	2000	1000	0,5	15	
Pt	120	1740	870	0,5	18	
Pd	118	1470	780	0,53	30	
Ni	115	1750	1025	0,58	36	
Ag	90	750	750	1	42	
Nb	70	1900	2546	1,34	60	
Cr	65	1600	2200	1,42	68	
Zr	10	1390	2750	1,98	95	
Ti	~0	1500	~3000	2	99-100	

Матеріал плівки	Товщина плівки, нм	Матеріал прокладки	Міцність на згин, МПа	Вид руйнування
Nb	50	Cu	30	по межі плівка-припій
	100		140	по кераміці
	100	Ag	50	по прокладці
Ti	50	Ag	100	по кераміці
	100		164	
	200		169	
	100	Cu	260	
Cr	50	Ag	90	по межі плівка-припій
	100		150	
Ni	50	Ag	90	по кераміці
	100		250	по межі плівка-припій
	100	Al	150	по алюмінієвому припою



Вид зразків для випробування на зсув, отриманих з застосуванням металевих наноплівочок



Види руйнування при зсуві керамічних зразків, з'єднаних тиском з застосуванням металевих наноплівочок: 1 – часткове руйнування по кераміці; 2, 4 – руйнування по кераміці; 3 – руйнування по межі плівка-припій



Зразки виробів з сапфіру та кераміки на основі  $Al_2O_3$  та  $ZrO_2$ , що з'єднані тиском на повітрі, з застосуванням платинових наноплівочок, які здатні працювати в окислювальному середовищі при температурі до 1600 °C: 1 - високотемпературне сапфірово-керамічне вікно (використовується для спостереження та контролю процесів нагріву та згоряння вугільної маси в металургії; за допомогою створеного приладу досягнуто значне енергозбереження: вдвічі зменшено витрати електроенергії в спеціальних металургійних печах); 2 - високотемпературний кисневий датчик.