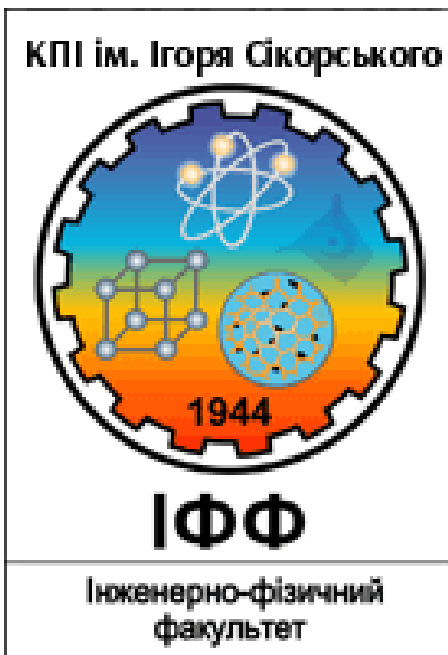




Тема роботи:



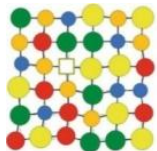
Вплив V на структуру та механічні властивості Al-Ni-Fe-Co-Cr-Ti- V_x покриттів



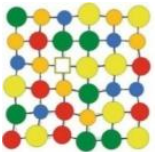
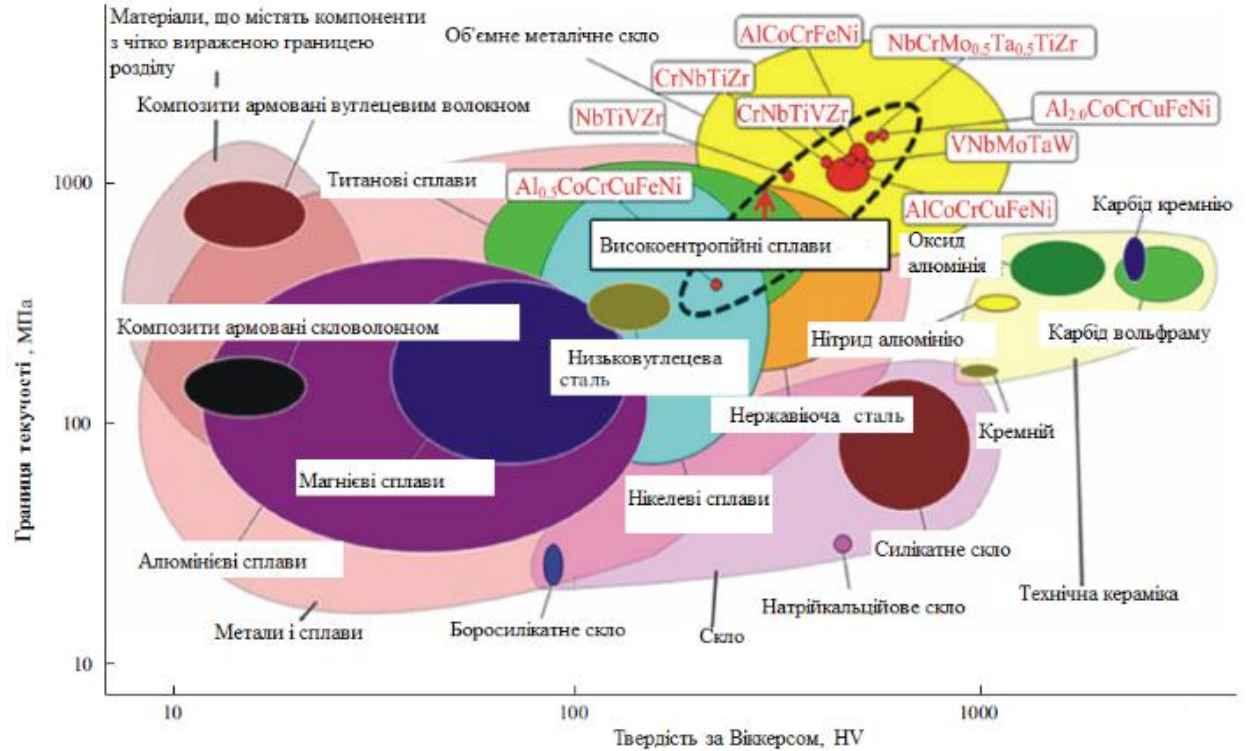
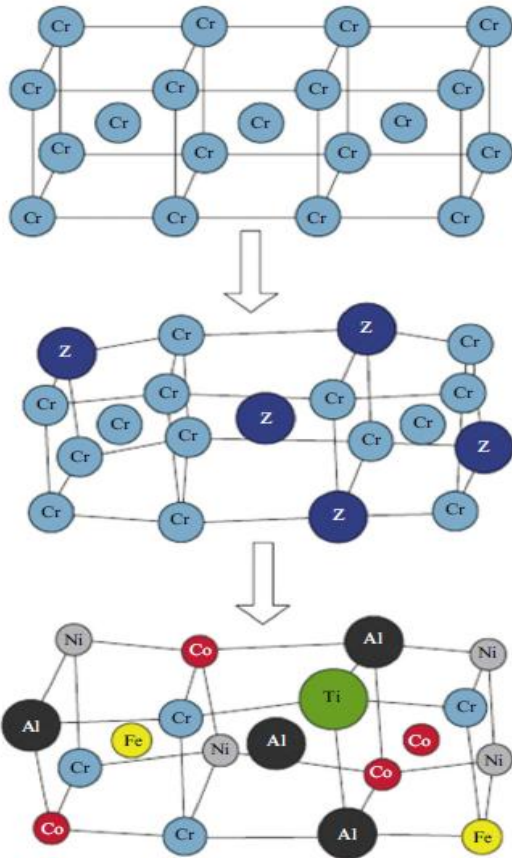
Виконала:

*студент групи ФН-71мп
Курасова Маргарита*

Керівник: *Юркова О.І.*



Актуальність теми:

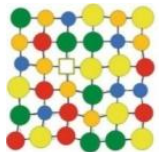


Методи отримання ВЕСів

- ❖ Гартування розплаву
- ❖ Механічне легування
- ❖ Осадження плівок з газової фази
- ❖ Наплавлення покриттів

Умови отримання твердих розчинів ВЕС

- ❑ ентропія змішування повинна знаходитись в межах $11 \leq \Delta S_{mix} \leq 19,5$ Дж/(к·моль)
- ❑ значення ентальпії змішування повинна знаходитись в межах $-22 < \Delta H_{mix} < 7$ кДж/моль
- ❑ відмінність атомних радіусів елементів сплаву не мають перевищувати 8,5%
- ❑ формування структури ВЕСів: ОЦК - $KBE < 6,87$; ГЦК - $KBE \geq 8,0$.

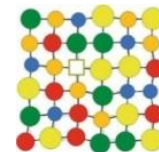


Метою роботи є дослідження впливу V на структуру та механічні властивості багатокomпонентних $Al-Ni-Fe-Co-Cr-Ti-V_x$ покриттів, отриманих методом електронно-променевого наплавлення.

Об'єкт дослідження : високоентропійні $AlNiFeCoCrTiV_x$ покриття, де $x=0; 0,5; 1; 1,5$.

Основні завдання:

- Одержати багатокomпонентні високоентропійні покриття методом електронно-променевого наплавлення суміші порошків з різним вмістом ванадію;
- Дослідити вплив ванадію на зміну фазового складу і структури покриттів $VECr$;
- Встановити вплив концентрації V на механічні властивості покриттів високоентропійних сплавів системи $Al-Ni-Fe-Co-Cr-Ti-V_x$.



Методика експерименту

Порошки Al, Ni, Fe, Co, Cr, Ti, V

↓
Дозування

↓
Змішування

↓
Виготовлення пресовок з суміші порошків

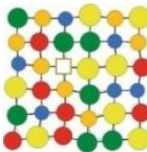
↓
Електронно-променева наплавлення

↓
**ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ,
ФАЗОВОГО ТА ХІМІЧНОГО
СКЛАДУ**

↓
**МІКРОМЕХАНІЧНІ
ВИПРОБУВАННЯ**

- Мікроструктурний аналіз (SEM)
- Рентгеноструктурний аналіз
- Мікрорентгеноспектральний аналіз

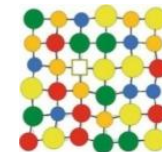
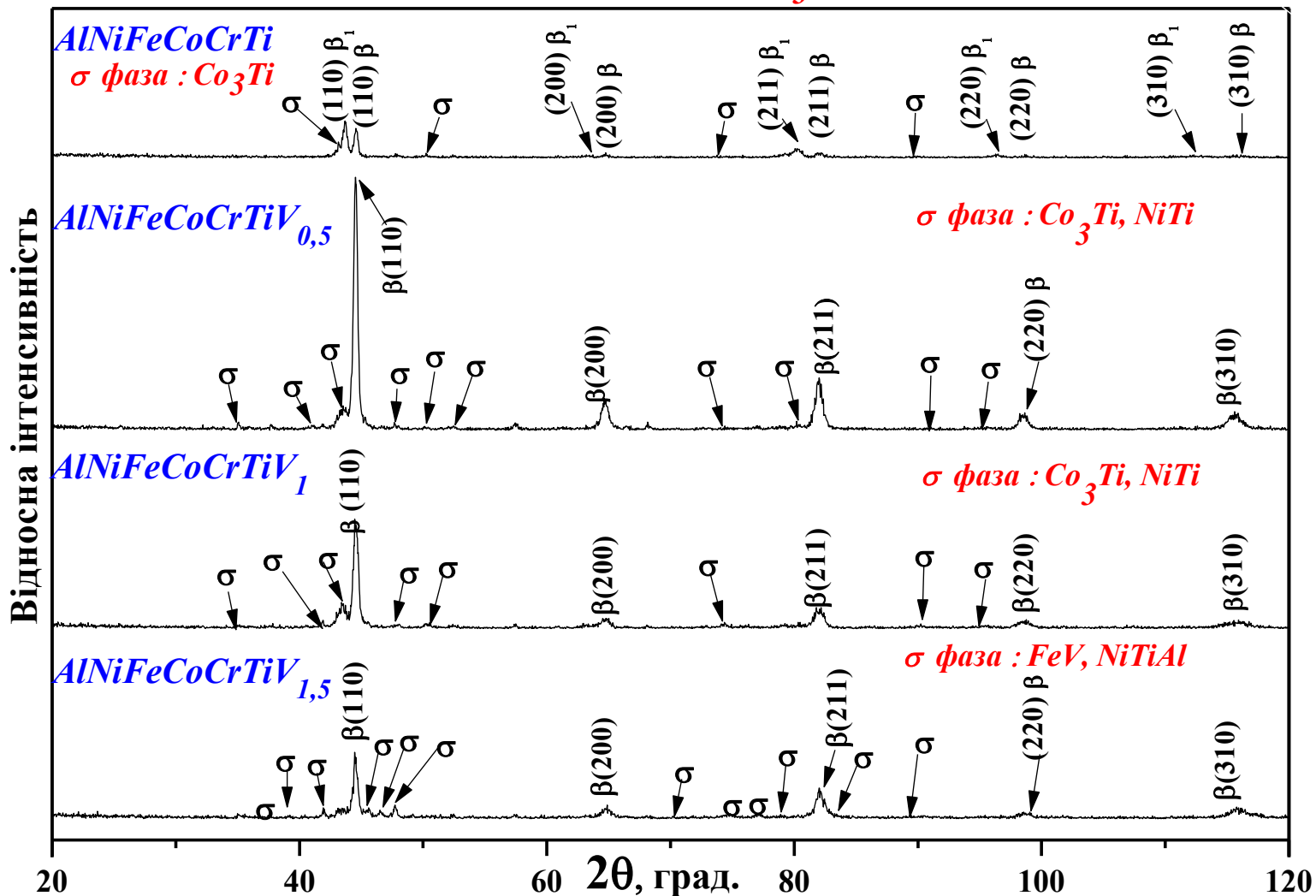
- Мікротвердість HV, НМ
- Характеристика пластичності δ_H
- Границя плинності $\sigma_{0,2}$
- В'язкість руйнування K_{1c}



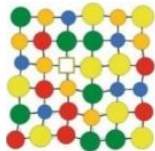
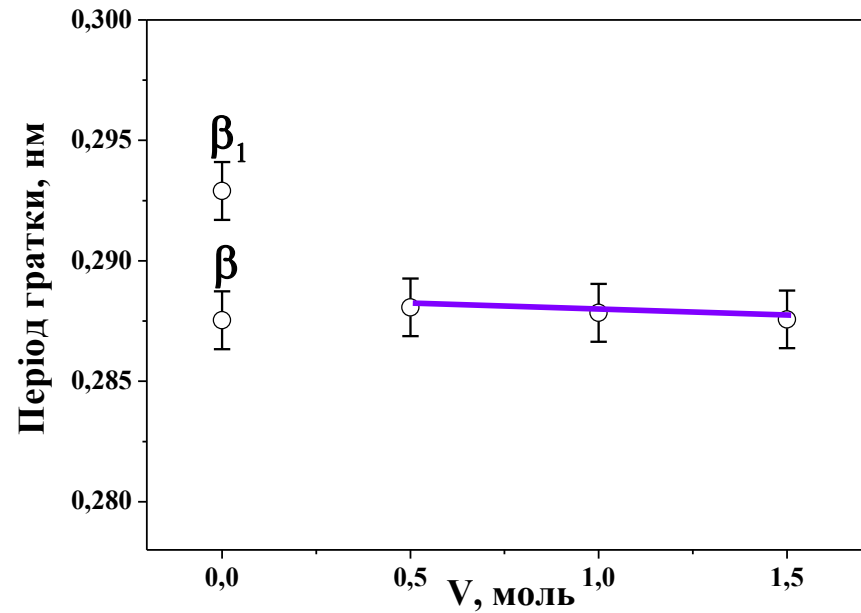
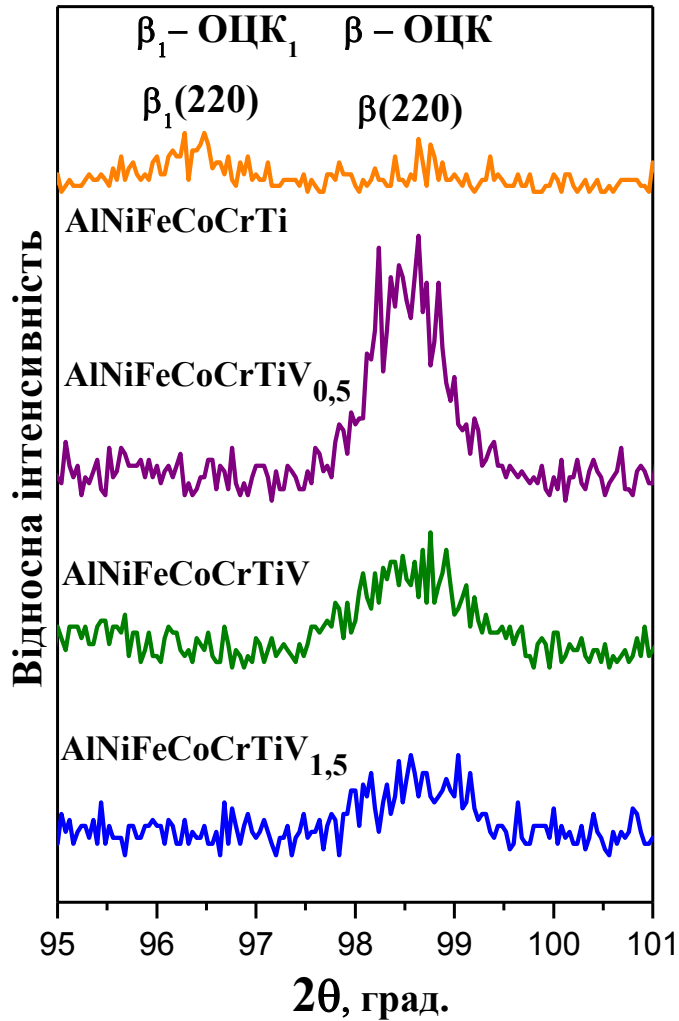
Вплив V на структуру AlCoNiFeCrTiVx

покриттів отриманих електронно-променевим наплавленням

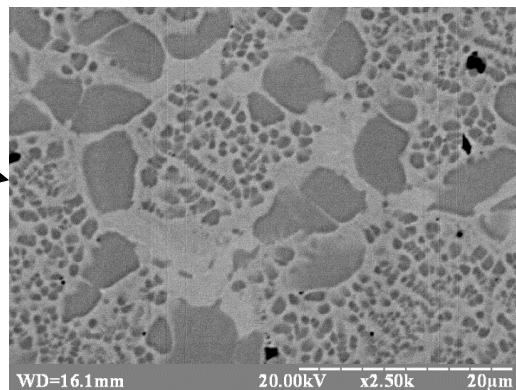
β -ОЦК β_1 -ОЦК1 σ фаза : Co_3Ti , FeV , $NiTi$, $NiTiAl$



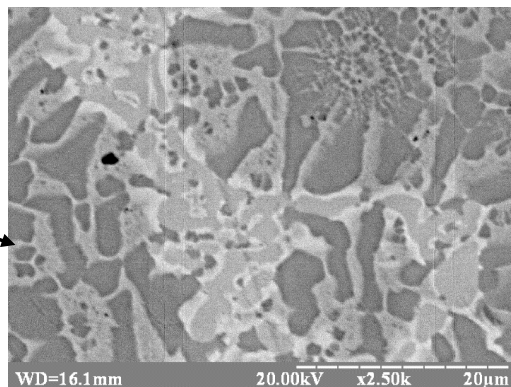
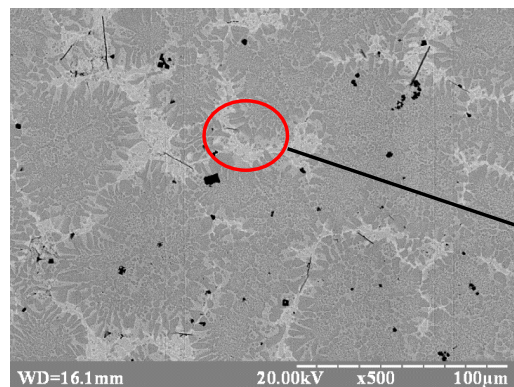
Вплив V на період кристалічної ґратки ОЦК-фази у покриттях $AlCoNiFeCrTiV_x$ отриманих електронно-променевою наплавкою



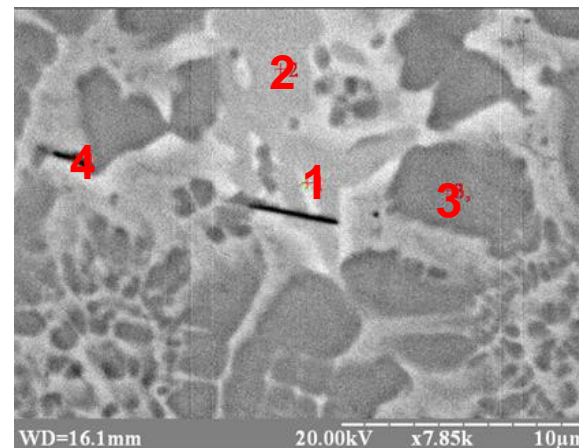
Мікроструктура високоентропійного AlCoNiFeCrTi покриття



Перехідна зона підкладка-покриття

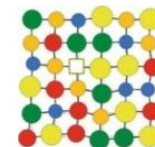


Біля поверхні покриття

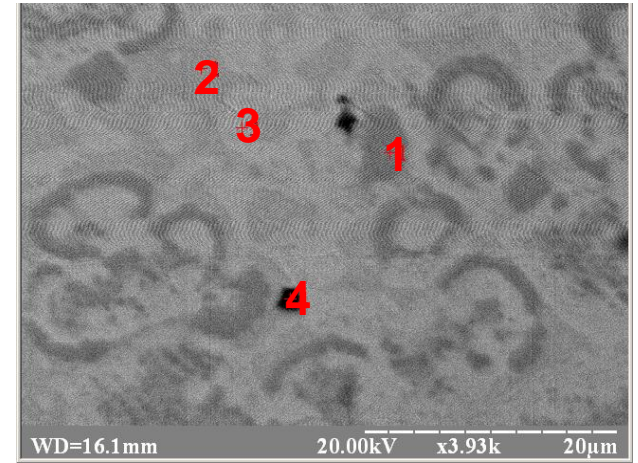
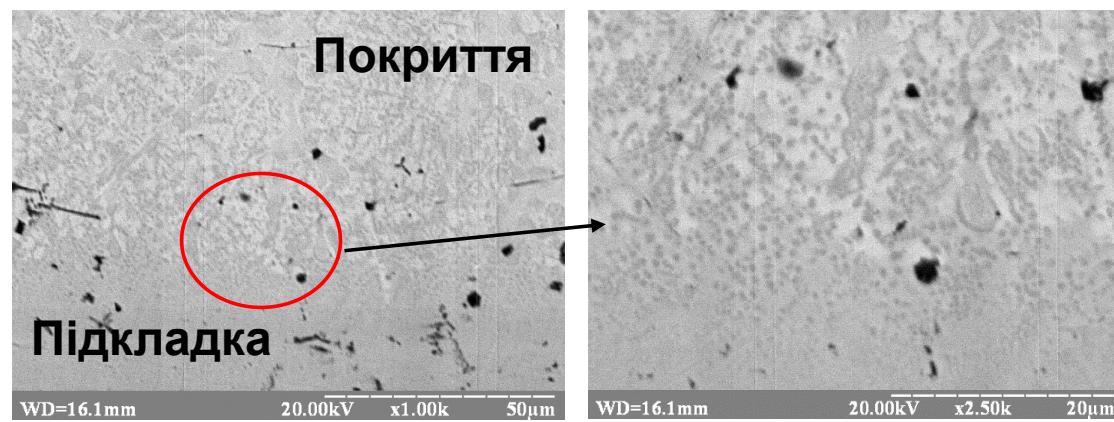


В об'ємі покриття

Елемент \ Вміст, ат%	Точка			
	1	2	3	4
Al	0,83	0,88	7,86	0,57
Ni	6,93	7,63	20,8	4,15
Fe	50,1	42,1	23,1	48,5
Co	9,85	11,7	15,8	6,05
Cr	17,5	11,1	4,95	21,8
Ti	14,5	26,4	27,3	14,4

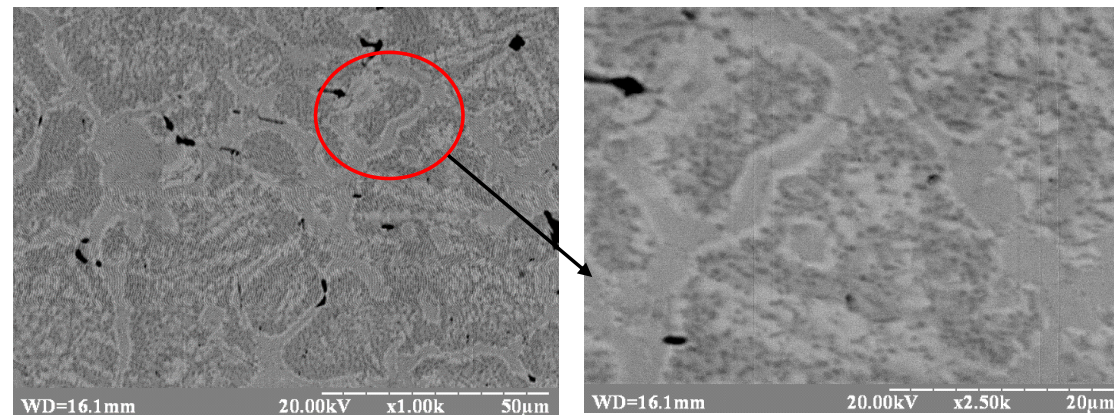


Мікроструктура високоентропійного $AlCoNiFeCrTiV_{0,5}$ покриття



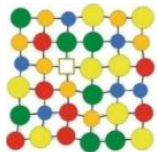
В об'ємі покриття

Перехідна зона підкладка-покриття

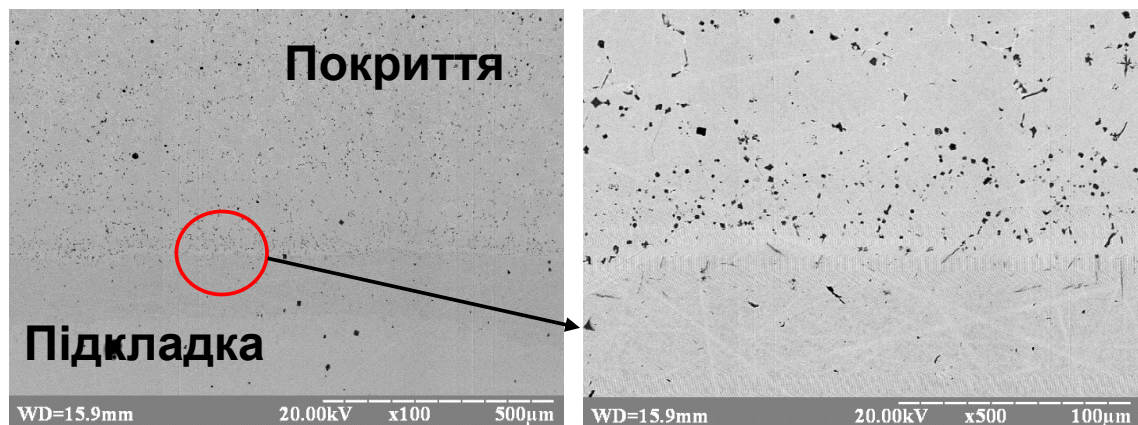


Біля поверхні покриття

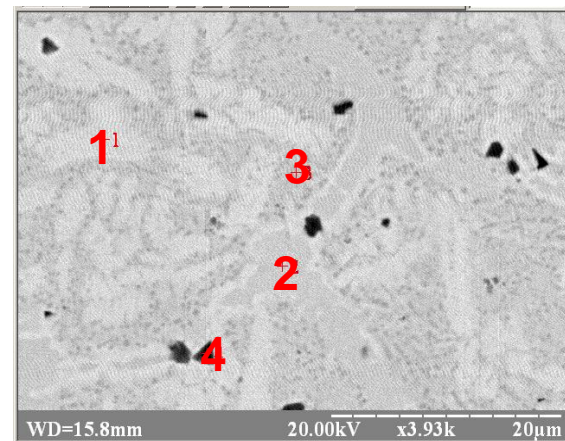
Елемент	Точка			
	1	2	3	4
Al	5,86	0,52	0,58	0,3
Ni	21,3	11,1	8,44	1,8
Fe	23,7	38,9	47,3	9,72
Co	16,7	13,3	11,5	3,14
Cr	7,27	7,19	16,4	3,77
Ti	23,1	27,9	12,9	81,1
V	2	0,97	2,59	0



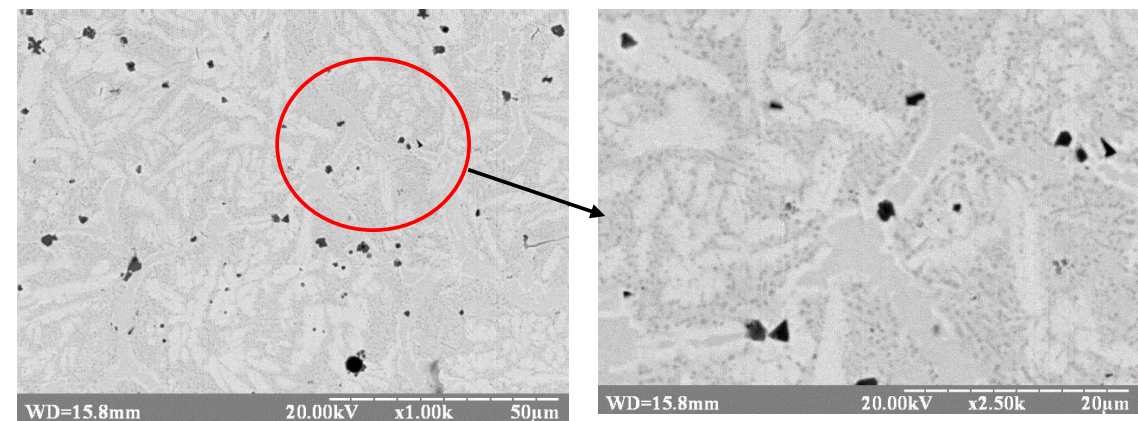
Мікроструктура високоентропійного $AlCoNiFeCrTiV_1$ покриття



Перехідна зона підкладка-покриття

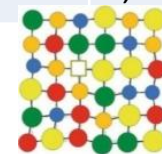


В об'ємі покриття

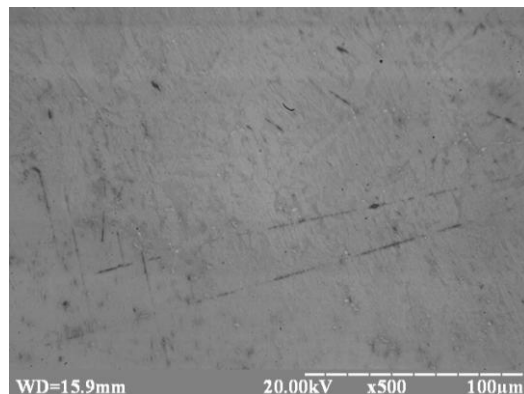


Біля поверхні покриття

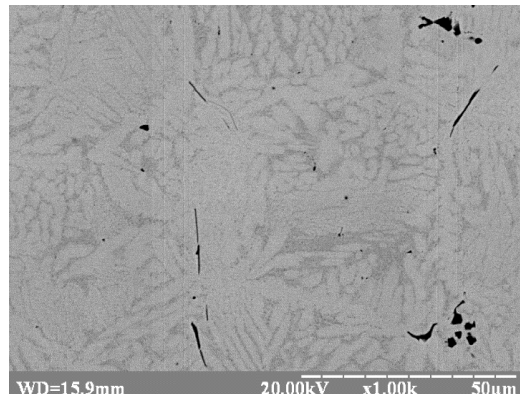
Елемент	Точка			
	1	2	3	4
Al	0,56	0,09	1,32	0,27
Ni	7,2	10,8	12,13	1,69
Fe	57	43	56,9	19,3
Co	10,5	11,6	11,08	3,45
Cr	15,1	7,34	11,8	6,16
Ti	9,48	27	6,68	69
V	15,5	2,19	0	0,7



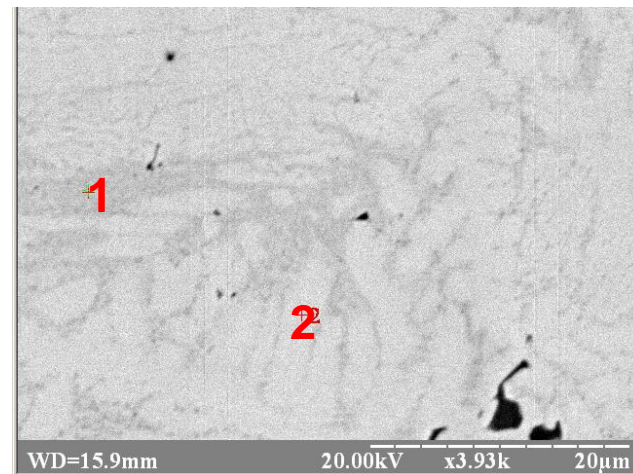
Мікроструктура високоентропійного $AlCoNiFeCrTiV_{1,5}$ покриття



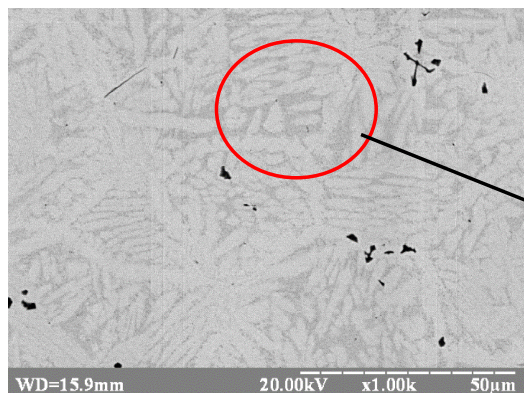
Перехідна зона підкладка-покриття



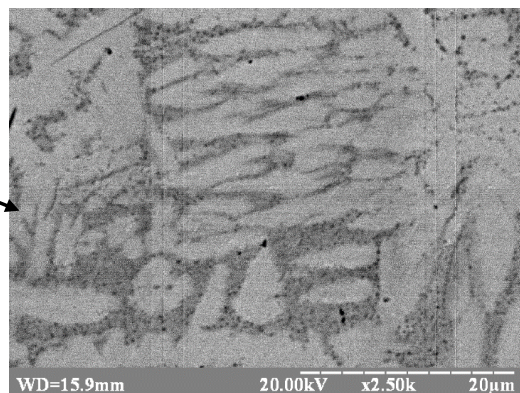
В об'ємі покриття



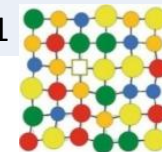
В об'ємі покриття



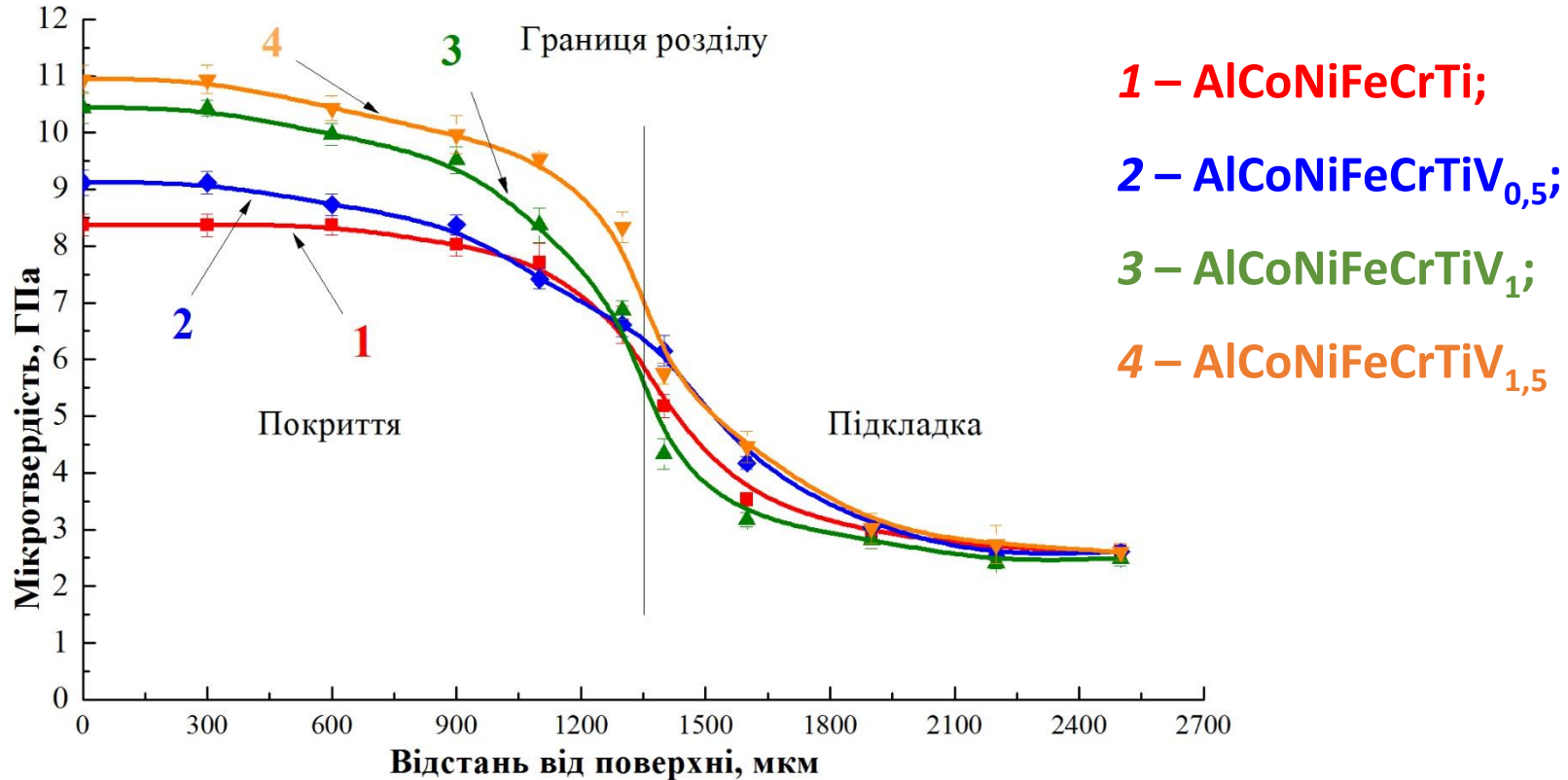
Біля поверхні покриття



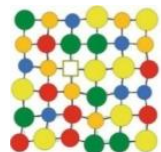
Елемент	Точки	
	1	2
Al	0,17	0,21
Ni	7,46	9,12
Fe	59,16	47,55
Co	9,16	11,35
Cr	13,65	15,13
Ti	1,45	7,49
V	8,91	9,11



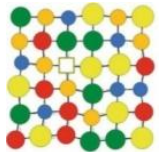
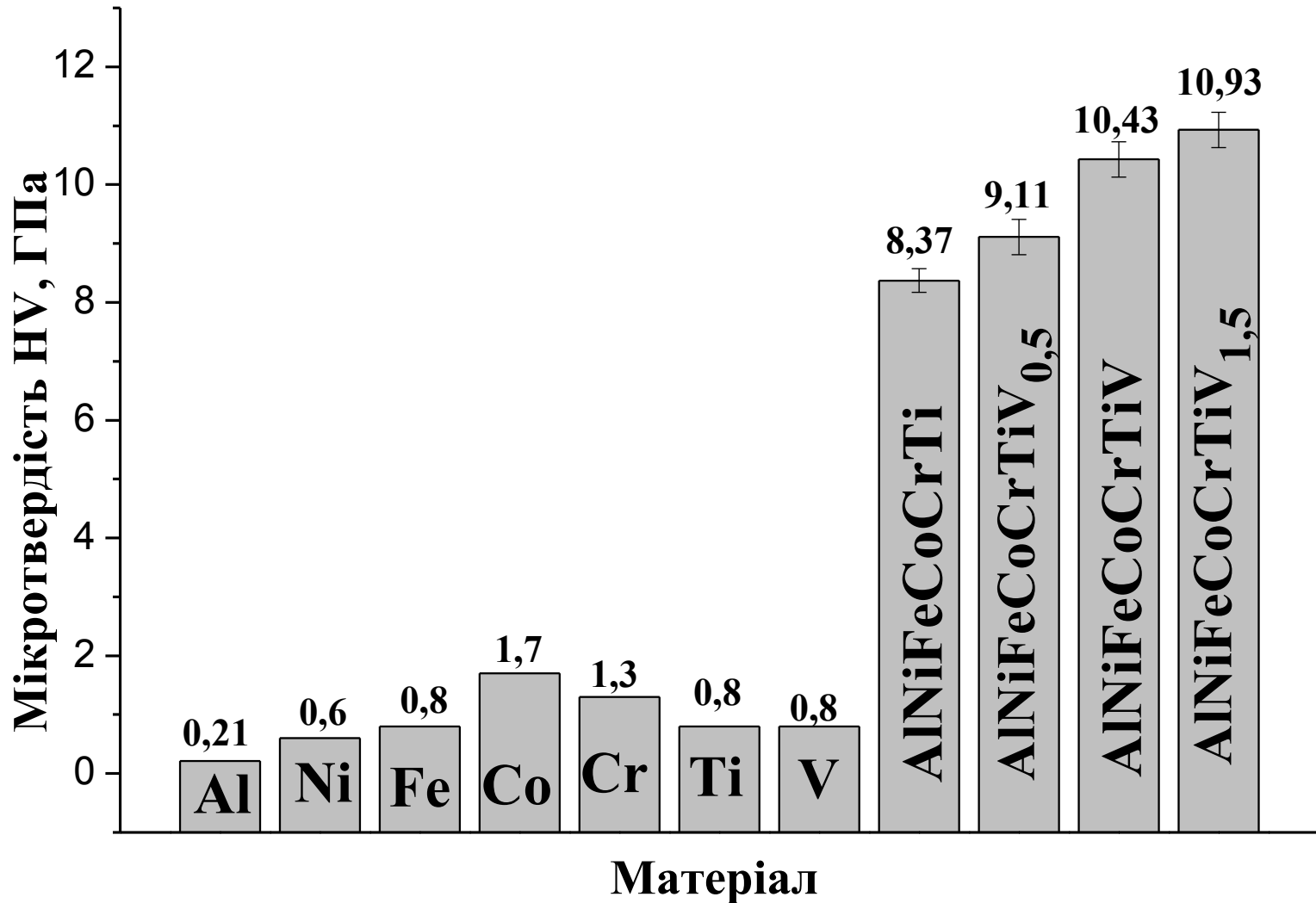
Мікротвердість AlCoNiFeCrTiV_x покриттів



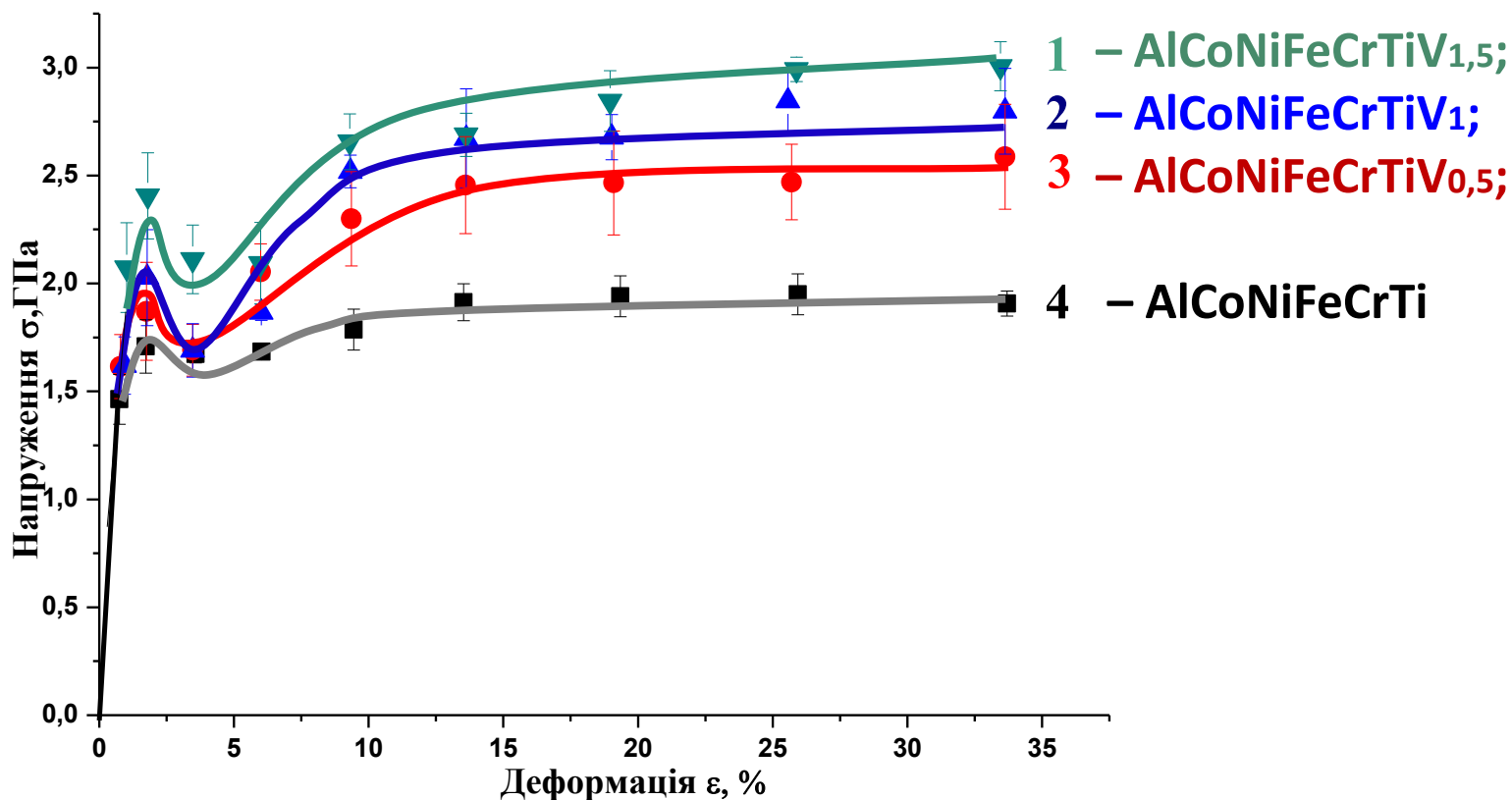
Покриття \ Параметри	Твердість HV, ГПа	Характеристика Пластичності δ _ц
AlCoNiFeCrTi	8,37	0,58
AlCoNiFeCrTiV _{0,5}	9,11	0,55
AlCoNiFeCrTiV ₁	10,77	0,49
AlCoNiFeCrTiV _{1,5}	10,97	0,46



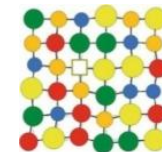
Мікротвердість вихідних компонентів та високоентропійних AlCoNiFeCrTiVx покриттів



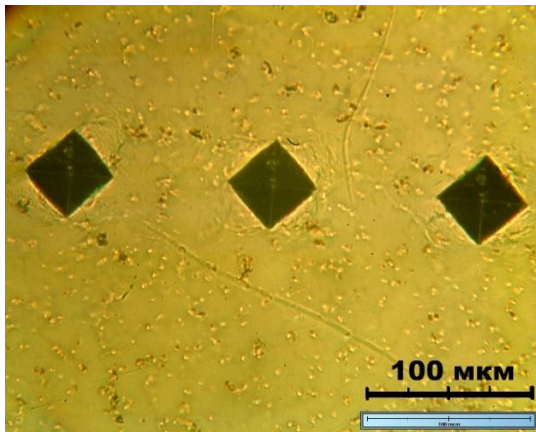
Крива «напруження–деформація» високоентропійних AlCoNiFeCrTiV_x покриттів



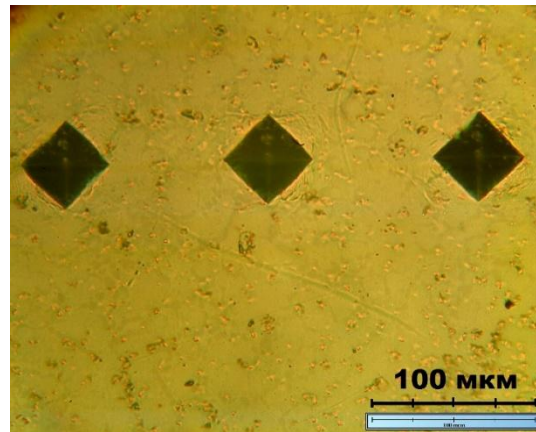
AlCoNiFeCrTiV_x покриття	Границя пропорційності σ_e , ГПа	Верхня границя текучості σ_s^h , ГПа	Нижня границя текучості σ_s^l , ГПа
AlCoNiFeCrTi	1,62	1,69	1,66
$\text{AlCoNiFeCrTiV}_{0,5}$	1,72	2,00	1,74
AlCoNiFeCrTiV_1	1,75	2,15	1,78
$\text{AlCoNiFeCrTiV}_{1,5}$	2,03	2,30	1,98



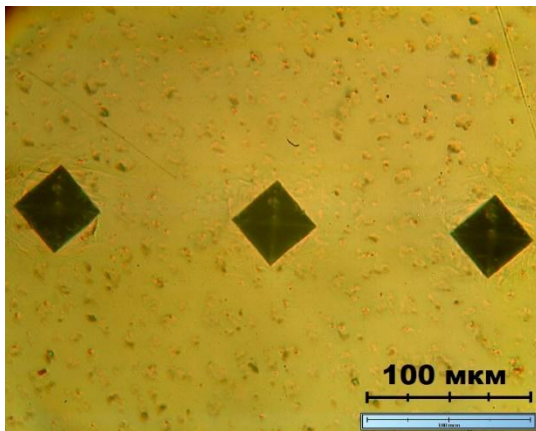
Вигляд відбитку індентора Віккерса на $AlCoNiFeCrTiV_x$ покриттях при навантаженні 10Н



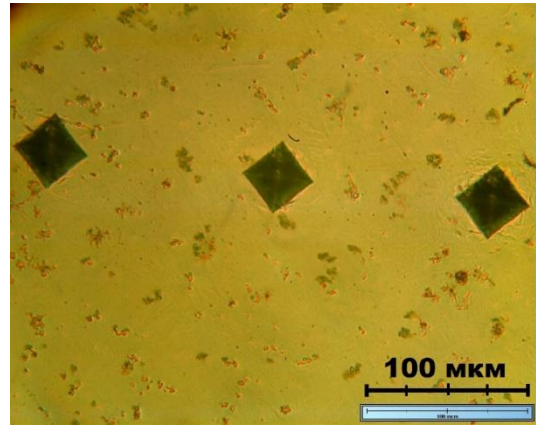
1- $AlCoNiFeCrTi$



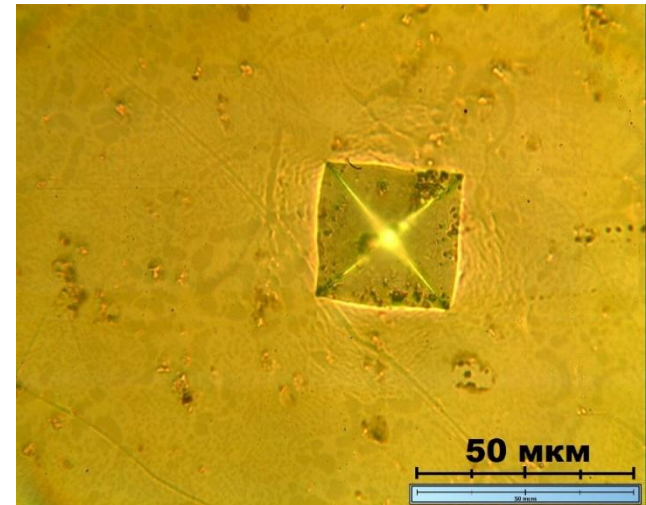
2- $AlCoNiFeCrTiV_{0,5}$



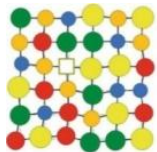
3- $AlCoNiFeCrTiV_1$



4- $AlCoNiFeCrTiV_{1,5}$



$AlCoNiFeCrTiV_{0,5}$



Висновки

В ході виконання магістерської дисертації було отримано багатокомпонентні AlNiFeCoCrTiV_x покриття та проведено комплексне дослідження отриманих зразків (мікроструктурний, рентгеноструктурний аналіз та мікромеханічні випробування).

1. Встановлено, що мікроструктура AlCoNiFeCrTiV_x покриттів, де $0 \leq x \leq 1,5$ моль є трифазною, складається з ОЦК–твердих розчинів та інтерметалідних сполук. Що корелюється з умовами формування фазового складу ВЕСів (ентальпія змішування менше – 22 кДж/моль, що зумовлює формування інтерметалідних сполук разом із твердим розчином заміщення з ОЦК структурою, формування якого обумовлюється низьким значенням концентрації валентних електронів 6,33–6,66).

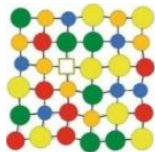
2. Показано, що додавання 0,5 та 1 моля ванадія до вихідної системи Al–Co–Ni–Fe–Cr–Ti приводить до формування покриттів з матричного ОЦК–твердого розчину та 2–х інтерметалідних сполук (Co_3Ti , NiTi), в той час як покриття AlCoNiFeCrTi має в основі два ОЦК–твердих розчина та один інтерметалід (Co_3Ti). При подальшому підвищенні вмісту ванадію до 1,5 моль, покриття містить ОЦК твердий розчин та інтерметалідні сполуки іншого складу (FeV , NiTiAl).



3. Збільшення вмісту ванадія від 0 до 1,5 моль приводить до підвищення мікротвердості сплавів від 8,37 ГПа до 10,97 ГПа, відповідно, пластичність δ_H зменшується від 0,58 до 0,46, що пояснюється збільшенням вмісту інтерметалідних складових, які виступають як зміцнюючі фаза.

4. Показано що величина границі плинності, $\sigma_{0,2}$, з додаванням до покриттів ванадію збільшується від 1,65 до 2,11 за рахунок збільшення кількості виділень σ -фази.

5. Встановлено що при випробуванні покриттів на в'язкість руйнування при навантаженні на індентор від 2 Н до 10 Н, для них не є характерним утворення тріщин, що свідчить про здатність матеріалу покриттів протидіяти крихкому руйнуванню, а саме, гальмувати розвиток крихкої тріщини.



Дякую за увагу!

