

**Чернявський В.В., Юркова О.І.**  
(НТУУ «КПІ», м. Київ)

**ВПЛИВ АІ НА ФАЗОВИЙ СКЛАД І КІНЕТИКУ ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОГО ЛЕГУВАННЯ ВИСОКОЕНТРОПІЙНИХ СПЛАВІВ СИСТЕМИ  $Al_x-Cu-Ni-Fe-Ti$**   
E-mail: vadikv13@gmail.com

Робота присвячена дослідженню впливу концентрації Al на формування фазового складу та кінетику процесу механічного легування (МЛ) багатокомпонентних  $Al_xCuNiFeTi$  сплавів, де  $x = 0; 0,5; 1$  моль.

МЛ проводилося в високоенергетичному планетарному млині в розмольних стаканах із нержавіючої сталі з розмольними шарами зі сталі ШХ6, Ø 10 мм, в середовищі спирту із співвідношенням маси порошку до маси шарів 1:10 відповідно.

Фазові перетворення та формування структури сплавів на різних етапах МЛ досліджували за допомогою рентгенівського дифрактометра Rigaku Ultima IV (Японія) в монохроматичному мідному  $K\alpha$ -випромінюванні.

Під час синтезу сплаву  $Al_{0,0}CuNiFeTi$  вже на перших етапах МЛ (1 год.) відбувається процес сплавоутворення, про що свідчить перекриття дифракційних максимумів від Cu, Ni і Fe (рис. 1). Збільшення часу МЛ до 5 год. відображається в розширенні дифракційних максимумів і зменшенні їх інтенсивності, що є наслідком диспергування зернової структури порошоків до нанокристалічної за рахунок безперервної динамічної рекристалізації. При цьому відбувається формування двох твердих розчинів:  $\beta$ -фази ОЦК і  $\alpha$ -фази з ГЦК структурою, також відбувається повне розчинення Ti, на що вказує відсутність дифракційного максимуму на куті  $2\theta \approx 35^\circ$ . Це свідчить про закінчення процесу сплавоутворення. Підтвердженням цього є відсутність змін у дифракційній картині, тобто відсутність фазових та структурних перетворень при збільшенні часу МЛ до 10 год.

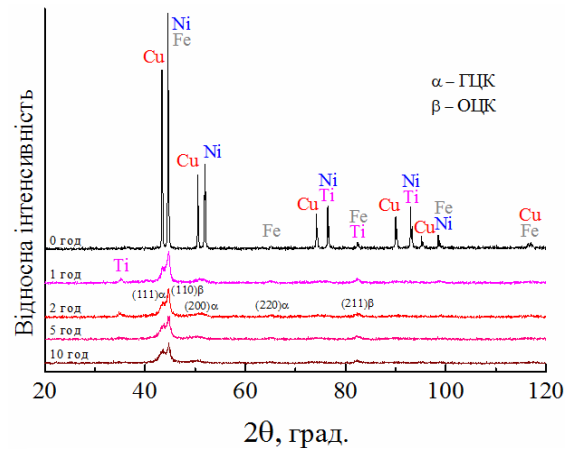


Рис. 1. Спектри рентгенівської дифракції на різних етапах МЛ сплаву  $Al_{0,0}CuNiFeTi$

При додаванні 0,5 моль Al, процес МЛ сповільнюється. Так у сплаві  $Al_{0,5}CuNiFeTi$  сплавоутворення починає протікати після 2 год. МЛ (рис. 2, а), та лише після 5 год. МЛ спостерігається формування двох твердих розчинів ОЦК і ГЦК:  $\beta$ -фаза і  $\alpha$ -фаза. Збільшення часу МЛ до 10 год. сприяє формуванню ОЦК-твердого розчину та невеликої кількості ГЦК-фази, при цьому спостерігається неповне розчинення Ti.

МЛ сплаву  $AlCuNiFeTi$  починає відбуватись після 2 год. МЛ (рис. 2, б). Формується ОЦК-твердий розчини і невелика кількість ГЦК-твердого розчину. Протягом 15 год. МЛ проходить повне розчинення Ti і ГЦК-фази з утворенням пересиченого твердого розчину із ОЦК кристалічною решіткою.

З вищерозглянутих досліджень зроблено висновок, що алюміній є стабілізатором ОЦК-фази, оскільки в сплаві  $Al_{0,0}CuNiFeTi$  присутні дві фази ОЦК і ГЦК. При збільшенні концентрації Al частка ОЦК-твердого розчину в сплаві збільшується, про що свідчить співвідношення інтенсивності дифракційних максимумів  $(110)$  ОЦК та  $(111)$  ГЦК. При цьому збільшується час до початку активації процесу МЛ та збільшується час процесу МЛ.

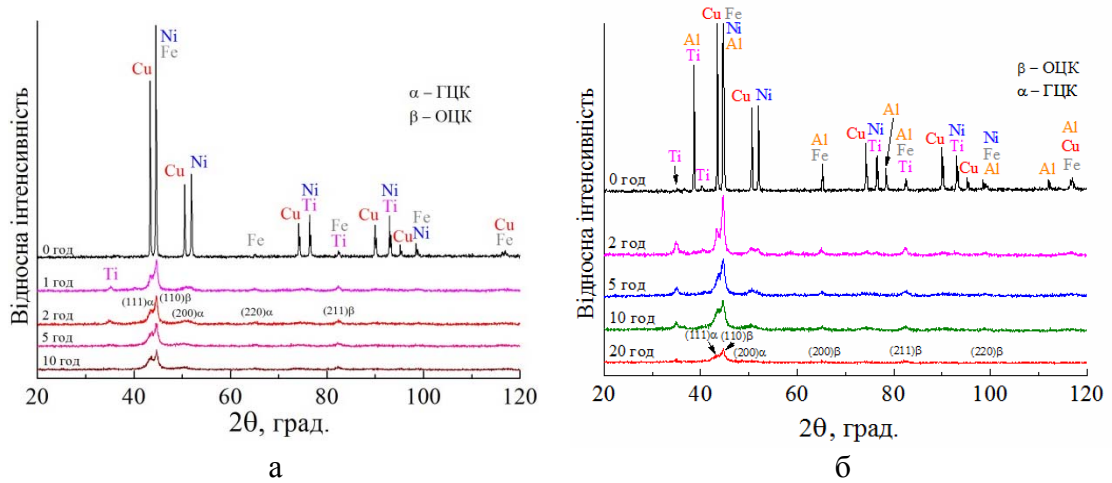


Рис. 2. Спектри рентгенівської дифракції на різних етапах МЛ: а –  $Al_{0.5}CuNiFeTi$ ; б –  $Al_{1.0}CuNiFeTi$