

**Цір Т. Г., Бабюк В. Д., Жидков Є. А., Белік В. І.**

**(ФТІМС НАН України, Київ)**

**ОТРИМАННЯ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОЇ СТРУКТУРИ У ВИЛИВКАХ  
З ЗАЄВТЕКТИЧНОГО АЛЮМІНІЄВОГО СПЛАВУ**

E-mail: tarastsir@gmail.com

В сучасному світі відбувається розвиток техніки, що вимагає нові фізико-механічні вимоги до кінцевого виробу. Заєвтектичні сплави системи Al-Si мають чудові характеристики для виготовлення виливків з підвищеними фізико-механічними характеристиками. Одним з факторів, що може впливати на характеристики матеріалів є рівномірне або ціленаправлене розподілене структурних складових у тілі виробу. Високий вміст кремнію (Si) в алюмінієвих сплавах може призводити до скупчення (сегрегації) останнього в тілі виливка. Це є певною негативною характеристикою але є можливість позитивно використати макросегрегацію кристалів первинного кремнію (КПК). Наприклад, створивши умови під час кристалізації і отримати підвищений вміст кремнію в певній частині виробу, тим самим змінивши твердість, зносостійкість і т.п.

В роботі отримано результат коли з вихідного заєвтектичного алюмінієвого сплаву АК25, з урахуванням теплофізичних параметрів процесу, у тілі виливка, отримали дві зони, що відповідають двом різним концентраціям кремнію – *зовнішня* (частина І), концентрації 31 % мас. Si з наявними кристалами первинними кремнію і *внутрішня* (частина ІІ) з 13,5 % мас. Si і повною відсутністю первинних кристалів кремнію.

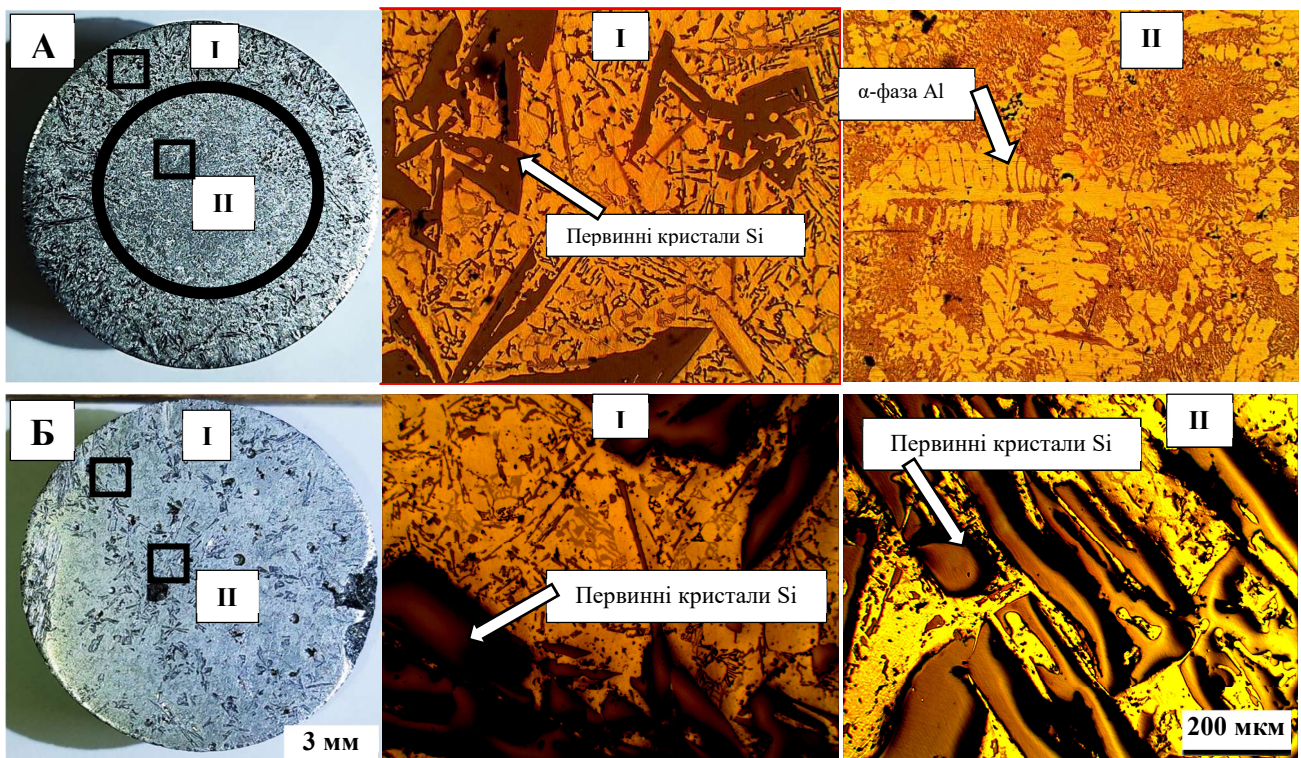
Для досліджень використовували алюмінієвий сплав АК25 (хімічний склад наведений в табл. 1), що виплавлявся в пічі опору при температурі 850 °С, в подальшому заливався в тонкостінний кокіль (товщина стінки  $\delta = 0,5$  мм). За допомогою аналогово-цифрового перетворювача отримано криві охолодження, за якими розраховували швидкість охолодження сплаву в проміжку часу від температури заливання розплаву до температури ліквідус. Швидкість охолодження для отримання диференційованої структури знаходиться в діапазоні 1,2...1,3 °С/с (рис. 1, А), для випадку коли відсутня диференційована структура 1,4...1,6 °С/с

(рис. 1, Б). Така близькість значень говорить про необхідність більш детального вивчення даного питання.

В табл. 1 наведено хімічний склад вихідного сплаву та зразка без диференційованої структури (№1 в табл. 1), зразка з диференційованою структурою, в зовнішній частині (I) (№2 в табл. 1) і у внутрішній частині (II) (№3 в табл. 1).

Таблиця 1 – Хімічний склад дослідних зразків.

| №<br>п/п | Хімічні елементи, % |             |             |            |             |            |      |       |      |        |
|----------|---------------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|------|-------|------|--------|
|          | Si                  | Fe          | Cu          | Mn         | Mg          | Cr         | Ni   | Zn    | Ti   | B      |
| 1        | 26,0                | 1,21        | 1,44        | 0,35       | 1,25        | 0,1        | 0,92 | 0,017 | 0,02 | 0,0027 |
| 2        | <b>31,0</b>         | <b>1,44</b> | 1,07        | <b>0,5</b> | 1,03        | <b>0,1</b> | 0,73 | 0,03  | 0,01 | 0,0025 |
| 3        | <b>13,5</b>         | 0,67        | <b>1,24</b> | 0,29       | <b>1,43</b> | 0,003      | 0,84 | 0,03  | 0,01 | 0,0012 |



А - зразок з диференційованою структурою; Б – зразок без диференційованою структурою

Рис. 1 – Макро- та мікроструктури дослідних зразків зі сплаву АК25

На рис. 1 наведено фотографії макро- та мікроструктури зразка з диференційованою (А) та бездиференційованою структурою (Б). На фотографіях мікроструктур (рис. 1 рядок А) спостерігається чітка різниця – в частині І зразка сплав заевтектичний зі первинним кремнієм розгалуженої форми, а в частині ІІ наявна, як первина,  $\alpha$ -фаза алюмінію. Крім перерозподілу концентрації кремнію також відбулася зміна концентрації таких елементів як заліза, марганцю та хрому. Хром повністю знаходиться в багатій на кремній частині зразка, а залізо та марганець частково підвищили свою концентрацію. Концентрація магнію та міді навпаки збільшилася в частині зразка з низької концентрації кремнію.

Вимірювана твердість за Брінеллем (НВ) зразка з диференційованою структурою відповідно становила: зовнішньої частини (І) – 104 одиниць, внутрішньої частини (ІІ) – 97 одиниць, а для зразка з недиференційованою структурою – 79 одиниць.

Ймовірно, що механізм отримання такої структури – зародки, що утворилися на стінці форми при заливці потрапили у весь об'єм вилівка і в подальшому зберігаються тільки ті зародки, що біля стінки форми і на певній відстані від неї, а ті що потрапили в центральну зону розчиняються під дією тепла ще перегрітого розплаву. Відбувається досягання швидкої об'ємної кристалізації біля стінки форми і відповідно зародки, що вже існують, будуть зростати, коли в той час зародки в центральній зоні можливо ще не утворилися. Під час зростання первинні кристали кремнію, «забирають» кремній з рідини – в результаті концентрація поза межами збагаченої зони стає нижчою від початкового складу сплаву і в даному випадку вміст кремнію знизився до 13,5 мас. %.

Розуміння, як керувати таким процесом, створить можливість для удосконалення властивостей заевтектичних сплавів системи Al-Si і розширить їх застосування промисловості.