

Пригунова А.Г.<sup>1</sup>, Петров С.С.<sup>2</sup>, Пригунов С.В.<sup>3</sup>, Дядюра А.С.<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>ФТІМС НАН України, м. Київ; <sup>2</sup>НМетАУ, м. Дніпро;

<sup>3</sup>КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)

## ВПЛИВ ОБРОБЛЕННЯ РОЗПЛАВУ ІМПУЛЬСНИМ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ НА СТРУКТУРУ І ВЛАСТИВОСТІ СПЛАВУ АК5М2 В ЛИТОМУ ТА ТЕРМООБРОБЛЕНОМУ СТАНАХ

andreyka94@ukr.net

Виробництво первинного алюмінію на території України відсутнє. Для забезпечення потреби промисловості в алюмінієвих сплавах використовується вторинна сировина – брухт та відходи, які містять значну кількість шкідливих домішок, головним чином заліза, яке погіршує фізико-механічні та ливарні властивості виливків.

Численні дослідження структури і властивостей в рідкому і твердому станах свідчать про їх генетичний взаємозв'язок. У технологічному ланцюзі "шихта – розплав – вилівок" рідина несе інформацію про природу сировинних матеріалів, їх якість та є благодатним об'єктом для поліпшення структури і властивостей литих виробів фізико-хімічними впливами на розплав, зокрема електричним струмом.

Наявність подвійних і потрійних евтектик, у складі яких є інтерметалід  $\text{FeSiAl}_5$  ( $\beta$ ) у вигляді грубих пластин – концентраторів напруження, є ключовою відмінністю між первинними сплавами та вторинними. Зміну структури і властивостей, а також вплив термічного оброблення на сплав АК5М2 після оброблення його в рідкому стані імпульсним електричним струмом не досліджено.

У вихідному сплаві АК5М2 при співвідношенні  $\text{Mn:Fe} = 0,35$  після твердого розчину алюмінію з рідини виділяється фаза  $(\text{Fe,Mn,Cu})_3\text{Si}_2\text{Al}_{15}$  ( $\alpha$ ) за евтектичними реакціями:  $\text{P} \rightarrow \alpha + \text{Al}_\alpha$  і  $\text{P} \rightarrow \alpha + \text{Si} + \text{Al}_\alpha$ , але її об'ємна частка не перевищує 1,3%. Фаза  $\beta$  разом з алюмінієм і кремнієм входить до складу потрійної евтектики ( $\beta + \text{Si} + \text{Al}_\alpha$ ) і є основною структурною складовою.

Оброблення рідкого сплаву АК5М2 імпульсним електричним струмом у діапазоні частот від 500 до 6000 Гц, при зміні щільності від 5 до 35  $\text{A}/\text{cm}^2$ , призводить до практично повної заміни фази  $\beta$  на  $\alpha$ . Найбільш ефективним режимом оброблення є:  $\nu = 500$  Гц,  $j = 7 \dots 20$   $\text{A}/\text{cm}^2$ , що сприяє підвищенню міцності вторинного сплаву АК5М2 на 50%, пластичності у 3,6 рази, твердості на 15%. За рівнем механічних властивостей це відповідає сплавам АК5М і АК5Мч, що виплавляються з первинних металів.

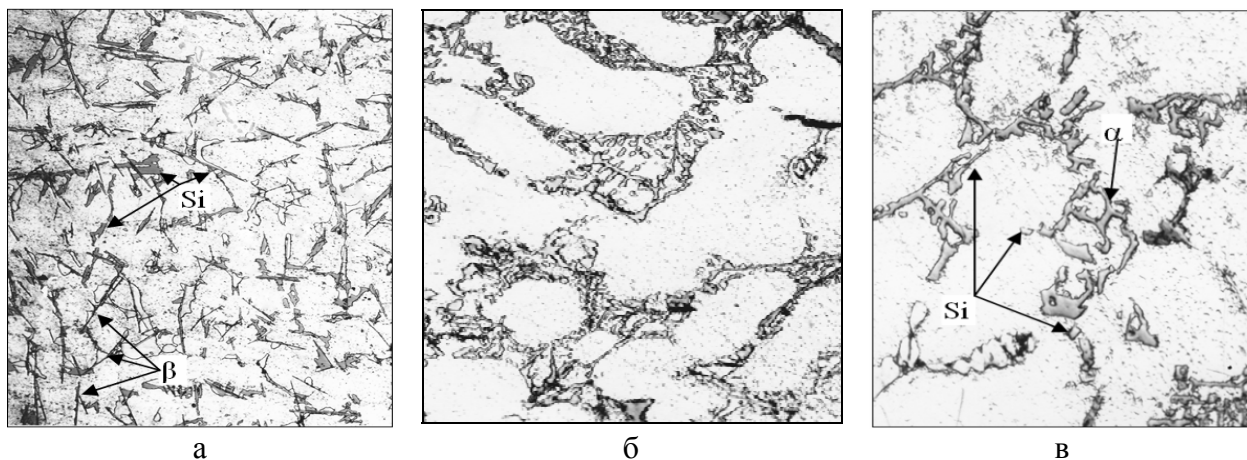


Рис. 1. Мікроструктура сплаву АК5М2: а – вихідний сплав, б – після оброблення імпульсним електричним струмом, в – після додаткового термічного оброблення (Т6)

Термічне оброблення сплавів, виготовлених із вторинної сировини і оброблених у рідкому стані однополярним імпульсним електричним струмом, засвідчило, що, незважаючи на те, що процес тверднення здійснюється за метастабільною діаграмою нерівноважного стану, залізовмісні фази, які формуються, характеризуються стабільністю структури та морфології (рис. 1).

Термічне оброблення виливків, одержаних із сплавів, оброблених в рідкому стані однополярним імпульсним електричним струмом, сприяє додатковому підвищенню їх механічних властивостей. Зокрема, при режимах Т5, Т6 зростання межі міцності і лінійного подовження відповідно складає 25,0% і у 1,1 рази, при підвищенні твердості сплаву на 10,1%. При цьому, різниця у властивостях між вихідним сплавом і таким, що був оброблений імпульсним електричним струмом з наступним термічним обробленням за режимами Т5, Т6, досить суттєва і становить: міцність, пластичність і твердість сплавів підвищилися відповідно на 32,3%, у 4 рази і на 1,3%.

**Прыгунова А.Г., Кошелев М.В., Шеневидько Л.К., Бабюк В.Д.,  
Житков Е.А., Вернидуб А.Г.  
(ФТИМС НАН України, г. Киев)**

### **ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ СПЛАВА АД31, ОБРАБОТАННОГО В ЖИДКОМ СОСТОЯНИИ КРАТКОВРЕМЕННЫМИ ИМПУЛЬСАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА**

Ранее установлено положительное влияние обработки расплава электрическим током на структуру и свойства литейных сплавов системы Al-Si. В работе исследованы параметры кристаллизации, микро- и макроструктура деформируемого сплава АД31 (мас. %: Cu-0,1; Mg-0,45...0,9; Mn-0,1; Zn-0,2; Fe-0,5; Si-0,2...0,6; Ti-0,15) после воздействия на жидкую фазу ( $t = 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) кратковременными импульсами электрического тока, с периодическим (циклическим) изменением их частоты от 30 до 30000 Гц. Общее время процесса не превышало 5...6 с. Охлаждение расплава осуществлялось со скоростью порядка  $2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ . Результаты дифференциального термического анализа (ДТА) процесса кристаллизации сплава АД31 представлены на рис. 1.

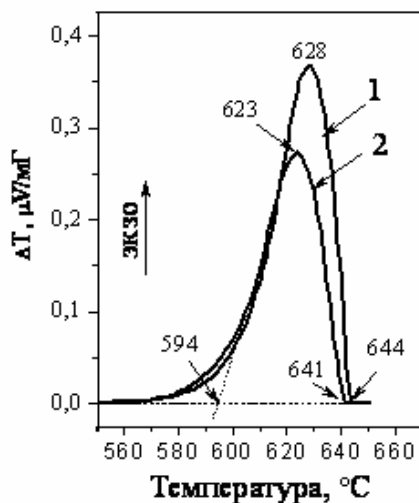


Рис. 1. Приведенные кривые ДТА образцов исходного сплава АД31 (1) и обработанного импульсным электрическим током (2)

Они свидетельствуют, что электрический ток приводит к понижению температуры начала кристаллизации, при практически одинаковой с исходным расплавом температурой полного затвердевания. Уменьшается скрытая теплота кристаллизации. Наиболее вероятно, это связано с гомогенизацией и уменьшением размера структурных составляющих (кластеров) расплава. Уменьшается величина макрозерна (рис. 2), которая в центральной части слитка в среднем составляет: 300...500 мкм – в исходном образце, 100...200 мкм – в обработанном электрическим током.