

Недужий А.М., Вернидуб А.Г.
(ФТІМС НАН України, м. Київ)

**ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ЗАЛИВАННЯ ТА ШВИДКОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ
НА СТРУКТУРУ І МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АЛЮМІНІЄВОГО
СПЛАВУ АК5М2 З ВМІСТОМ ЗАЛІЗА 2%**

E-mail: onmlptima@ukr.net

На сьогоднішній день виливки із промислових алюмінієвих сплавів виготовляють переважно із вторинної сировини (брухту, виробничих та побутових відходів). При виробництві виливків із такої сировини, при численних її переплавах, відбувається насичення алюмінієвих розплавів різними домішками, зокрема, залізом. Відомо, що залізо в промислових ливарних алюмінієвих сплавах є небажаною домішкою, оскільки зазвичай в структурі вказаних сплавів воно кристалізується у вигляді β -фази (FeSiAl_5), що має вигляд тонких голкоподібних кристалів, які значно знижують механічні властивості силумінів. Дещо рідше залізо в алюмінієвих сплавах кристалізується у вигляді α -фаз – Fe_2SiAl_8 та $(\text{FeMn})_3\text{Si}_2\text{Al}_{15}$. В промисловому алюмінієвому сплаві АК5М2, який широко використовується в ливарному виробництві, є доволі багато залізовмісних фаз, але найбільш часто в структурі вказаного сплаву можна спостерігати залізовмісні – β -фазу та α -фазу. Відомо також, що температура заливки розплаву ($T_{\text{зал}}$) і швидкість охолодження розплаву ($V_{\text{охол}}$) суттєво впливають на макро- та мікроструктуру ливарних алюмінієвих сплавів. При цьому вплив вказаних технологічних факторів на морфологію залізовмісних фаз в промислових алюмінієвих сплавах в літературних джерелах описано не в повному обсязі. Метою роботи було для алюмінієвого сплаву АК5М2 з вмістом заліза близько 2% (мас. частка елемента) встановити вплив температури заливки розплаву та швидкості охолодження розплаву на макро- та мікроструктуру твердого розчину алюмінію, а також на морфологію залізовмісних β - та α -фаз.

В якості змінних значень $T_{\text{зал}}$ вибрали: 650, 700, 750, 800 та 850 °С. Алюмінієвий розплав заливали в циліндричні сталеві форми, які забезпечували швидкість охолодження розплаву в рідко-твердому стані – 0,35 °С/с та 2 °С/с. Для

дослідження механічних властивостей сплаву, розплав заливали у витрушувальний сталевий кокіль, який дозволяв одержати два однакові зразки для випробувань вказаних властивостей. В якості контрольованих параметрів експериментів було обрано величину дендритного параметра α -твердого розчину алюмінію та площу залізовмісної α -фази (Fe_2SiAl_8). Досліджуваний алюмінієвий сплав розплавляли в чавунному тиглі печі опору, покритому всередині вогнетривкою обмазкою. Температура ліквідуса сплаву становила близько 625°C . Температуру алюмінієвого розплаву вимірювали термопарамитипу К з діаметром дроту $0,3\text{ мм}$. Після розплавлення досліджуваного сплаву, розплав із плавильної печі для заливки в кокілі відбирали розливальним ковшем, в якому була встановлена термопара. При досягненні необхідної температури заливки, розплав із ковша заливали в сталеві кокілі, які забезпечували вищевказані швидкості охолодження розплаву, а також в кокіль для одержання зразків для механічних випробувань. Перед заливкою розплаву, в кокілях для дослідження макро- та мікроструктури сплаву встановлювали термопари для запису кривих охолодження сплаву. Із одержаних виливків, упоперек їх поверхні, вирізали темплети та виготовляли шліфи для проведення металографічних досліджень. Досліджували макро- та мікроструктуру сплаву.

Проведені експериментальні дослідження дозволили зробити наступні висновки. Встановлено, що при заливці розплаву в кокілі від $T_{\text{зал}} = 650^\circ\text{C}$ та 700°C , макроструктура сплаву АК5М2 представлена тільки рівновісними кристалами твердого розчину алюмінію. Рівновісні кристали були однорідними та рівномірно розподіленими по перетину виливків. Стовпчасті кристали первинної алюмінієвої фази з'являються в макроструктурі сплаву при заливці розплаву від $T_{\text{зал}} = 750^\circ\text{C}$, 800°C та 850°C . Встановлено також, що з підвищенням $T_{\text{зал}}$ від 650°C до 850°C розмір макрозерен збільшується для обох досліджуваних $V_{\text{охол}}$ розплаву. Показано, що зі збільшенням $T_{\text{зал}}$ від 650°C до 850°C величина дендритного параметра α -твердого розчину алюмінію поступово збільшується для обох вказаних $V_{\text{охол}}$ розплаву. Встановлено, що з підвищенням $T_{\text{зал}}$ від 650°C до 850°C в структурі сплаву зменшується кількість тонкої голкоподібної

залізовмісної β -фази (FeSiAl_5) і спостерігається тенденція до збільшення площі залізовмісної α -фази (Fe_2SiAl_8), яка є більш компактною, оскільки кристалізується у вигляді «китайських ієрогліфів». При металографічних дослідженнях в структурі сплаву спостерігали також залізовмісну α -фазу ($\text{FeMn})_3\text{Si}_2\text{Al}_{15}$ у вигляді багатогранних кристалів та залізовмісну π -фазу ($\text{FeMg}_3\text{Si}_6\text{Al}_8$). Механічні властивості досліджуваного сплаву без проведення термічної обробки складалі: $\sigma_B = 139 - 197$ МПа, $\delta = 0,21 - 0,44$ % та $\psi = 0,21 - 0,44$ %.

Нейма О. В., Калюжний П. Б., Дорошенко В.С.

(ФТІМС НАН України, м. Київ)

**СПОСОБИ ЛИТТЯ ТРУБЧАСТИХ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДРУКОВАНИМИ
МОДЕЛЯМИ, ЩО ГАЗИФІКУЮТЬСЯ**

E-mail: doro55v@gmail.com

Вирішальним фактором формування нового стану ливарного виробництва є цифрові інновації, важливою складовою яких вважають 3D-друк, що сприяє революціонізації виробництва. Прогрес у технології 3D-друку може істотно змінити і вдосконалити спосіб виробництва продукції та виготовляти товари з локалізацією засобу друку по всьому світу. Об'єкт сканується чи конструюється, за допомогою програмного забезпечення оптимізується як конструкція і при автоматизованому проектуванню «нарізається» програмою на тонкі шари, які потім можна друкувати, утворюючи суцільний об'ємний виріб. 3D-друк забезпечить підприємству та окремій особі швидке виготовлення практично в будь-якому розмірі чи масштабі вироб, геометрія якого обмежена лише їхньою уявою. З іншого боку, 3D-друк є надійним і повторюваним засібом виробництва продукції на замовлення, який ще можна зробити недорогим за рахунок процесів автоматизації та розподілу виробничих потреб.

3D-друк ливарних моделей для лиття за моделями, що газифікуються (ЛГМ), відкриває перспективи отримання моделей складної геометрії, які навіть неможливо було б виготовити в прес-формах чи вирізанням з пінополістиролу