

КРИСТАЛІЗАЦІЯ ЗАЕВТЕКТИЧНОГО СИЛУМІНУ АК18 ПРИ ДІЇ ЗОВНІШНЬОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ

Канд. техн. наук, доц. Доній О. М. студ. Наріжна Т. М.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського»,

Інженерно-фізичний факультет, кафедра МТО

E-mail: dosha@iff.kpi.ua tmnarizhna@gmail.com

Показано наявність впливу електромагнітного поля на міцність сплаву. Встановлено, що зовнішнє електромагнітне поле при кристалізації призводить до подрібнення структури сплаву АК18. Використання даного методу обробки є технологічно та економічно вигідним, тому його застосування і розвиток є актуальним і перспективним напрямом, зокрема для виробництва деталей двигунів внутрішнього згорання.

Силуміни широко використовуються в промисловості, але без певної обробки вони мають крупнозернисту структуру, яка в свою чергу погіршує властивості сплаву [1].

Метою даної роботи було проведення експериментів для дослідження впливу електромагнітного поля на структуроутворення сплаву АК18.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі:

- 1) Провести дослідження впливу електромагнітного поля на структуру сплаву АК18 під час кристалізації.
- 2) Визначити вплив електромагнітного поля на структуру та міцність на розрив у сплаві АК18.
- 3) Одержати розподіл фаз та визначити їх хімічний склад.

В даній роботі проведено досліди по виплавці алюмінієвого сплаву з використанням в якості шихтових матеріалів різносортної шихти. Для одержання дослідних виливків сплаву АК18 обрано промислові відходи сплавів АК12, АК18 та А95 у вигляді обрізків та стружки, а також лігатура AlSi50(B). Використання вторинної та різносортної сировини в проведенні дослідження є важливим рішенням, що забезпечує ресурсозберігаючий підхід для вирішення прикладних промислових задач.

Першочергово необхідно одержати сплав АК18 відповідно з хімічним складом ДСТУ [2]. Для цього були проведені стандартні розрахунки складу шихти та почерговість введення її компонентів.

Дослідні плавки проводились в лабораторній шахтній печі опору СШОЛ-1.1,6/12. Шихту було розплавлено в сталевому тиглі, пофарбованому дінексиліманітовою фарбою на рідкому склі при температурі 850-900 °С для забезпечення розчинення всіх тугоплавких фаз та нівелювання структурної спадковості.

Метал заливали з температури 800-825°С (після нагрівання проводилося підстужування до вказаної температури) в графітовий кристалізатор Ø70 мм і висотою 250 мм. Товщина стінок кристалізатора дорівнювала 30 мм і забезпечувала повільний тепловідвід. Отримані циліндричні виливки мали висоту 170-200 мм і масу 1,7-2 кг. Кристалізатор розміщується всередині системи накладення електромагнітного поля.

Виливки зі сплаву АК18 було одержано двома шляхами – з накладанням ЕМП та без нього. Накладення поля після заповнення кристалізатора тривало до моменту його кристалізації і становило 10-15 с. Рух силових ліній поля при цьому йшов від стінок до центру кристалізатора.

Одержаний сплав АК18 мав відхилення від норми вмісту Fe, тому в сплаві могли утворитися голкоподібні фази типу Al_5SiFe . Зважаючи на невелике збільшення вмісту Fe, було мало ймовірним знаходження цих фаз та оцінити вплив на їх форму і розміри електромагнітної обробки. Тому, для зв'язування Fe було додано незначну кількість Mo, що забезпечило утворення більш помітних та контрастних фаз і полегшило оцінку досліджуваного впливу.

На першому етапі досліджень було застосовано світлову металографію для попереднього аналізу структури сплаву, оцінювання розмірів структурних складових та їх розподілу. Основну увагу було приділено формі та розмірам кристалів первинного Si та їх розподілу в об'ємі досліджуваних зразків.

Структура необробленого сплаву характеризувалася нерівномірним розподіленням евтектики, включеннями Si великого розміру та різної форми, переважно з гострими кутами. Si був нерівномірно розподілений по структурі та переважно знаходився у вигляді скупчень. Гострі кути фази Si відіграють роль концентраторів напружень, тому виріб з такого сплаву матиме невисокі механічні властивості.

Структури обробленого електромагнітним полем сплаву АК18, порівняно з попереднім випадком, мала більш рівномірно розподілену евтектику, розміри включень первинного Si були значно меншими, а їх форма наближалася до глобулярної, що безперечно є кращим з точки зору впливу на механічні властивості.

Згідно металографічного аналізу, в сплаві АК18 після електромагнітної обробки під час кристалізації, розміри часток первинного Si знаходились в межах 40 – 70 мкм, порівняно з 70 – 150 мкм в необробленому сплаві.

Ще одним важливим питанням є аналіз механічних властивостей сплаву. Відомо, що зазвичай силуміни піддають литтю під тиском, а досліджувані в роботі зразки кристалізувалися досить повільно в графітовій формі. Тим не менш, було проведено випробування для дослідження принципового впливу електромагнітної обробки на метал під час кристалізації. В результаті було отримано, що міцність на розрив необробленого сплаву становила 85 МПа, а після обробки міцність була 92 МПа.

Загальний низький рівень міцності є закономірним, з огляду на використану сировину, хімічний склад сплаву, умови плавки та лиття. Разом із цим, більш ніж помітним є вплив обраної технології обробки металу при кристалізації, що чисельно виражається у підвищенні міцності на 8%.

Для одержання розподілу фаз та визначення їх хімічного складу було застосовано растрову електронну мікроскопію.

В результаті структура мала неоднорідність розподілу як основних фаз в цілому, так і легуючих елементів на межах зерен.

Аналіз зображення та локального хімічного складу показав утворення фази $Al_{15}(FeMn)_3Si_2$, яка не мала класичної голчастої форми, що обумовлено дією Mo. Також імовірно утворення складних евтектик, які містять Fe.

Дані локального хімічного аналізу фаз показали в структурі фази типу $Al_{15}(FeMn)_3Si_2$, які містили Mo. Замість протяжних включень голчастої форми можемо спостерігати досить компактні включення ромбовидної форми. Крім того, було визначено наявність фази первинного Si і твердий розчин на основі Al.

Підсумовуючи вищесказане можна підвести підсумки, що в роботі було

1. Показано наявність впливу електромагнітного поля на міцність сплаву. Визначено, що в силуміні без обробки показник міцності становить 85 МПа, а з використанням електромагнітного поля 92 МПа.

2. Показано, що зовнішнє електромагнітне поле при кристалізації призводить до подрібнення структури сплаву АК18, фаза первинного Si значно змінює розміри (зменшується в кілька разів) та форму (стає однорідною кубоподібною).

3. Використання даного методу обробки є технологічно та економічно вигідним, тому його застосування і розвиток є актуальним і перспективним напрямом, зокрема для виробництва деталей двигунів внутрішнього згорання.

ЛІТЕРАТУРА

- 1) Белов Н.А., Савченко С.В., Хван А.В. Фазовый состав и структура силуминов. Справочное издание. - М.: «МИСИС», 2007. - 283 с.
- 2) ГОСТ 30620-98 «Сплавы алюминиевые для производства поршней».