

УДК 669.715:53.092

Павленко Д.В.¹, Щетініна М.О.²

¹ канд. техн. наук, проф. НУ “Запорізька політехніка”

² ст. лаборант НУ “Запорізька політехніка”

ВПЛИВ КРУЧЕННЯ ПІД ВИСОКИМ ТИСКОМ НА ТВЕРДІСТЬ СИЛУМІНУ, ОТРИМАНОГО СЕЛЕКТИВНИМ ЛАЗЕРНИМ СПІКАННЯМ

Ливарні алюмінієві сплави на основі системи Al-Si знаходять широке застосування у різних галузях промисловості завдяки високій зносостійкості і невеликій густині. У теперішній час активно розвиваються також технології отримання деталей з них на основі методів адитивних технологій. Однак головною проблемою цих сплавів є досить низькі характеристики міцності та пластичності. Оскільки основним фактором, що знижує міцність доєвтектичних силумінів, є грубі включення кремнію в евтектиці, то підвищення дисперсності його кристалів є найважливішим завданням, спрямованим на покращення властивостей. З цією метою використовуються різні методи впливу на структуру: модифікування натрієм, термічна обробка тощо. Одним з перспективних методів, який можливо застосовувати для деталей, отриманих методами адитивних технологій, є інтенсивне пластичне деформування (ІПД).

Метою роботи було дослідження впливу параметрів ІПД шляхом кручення під високим тиском на твердість доєвтектичного силуміну, отриманого за допомогою селективного лазерного спікання.

Зразки отримували шляхом селективного лазерного спікання порошкової суміші, яка мала хімічний склад: Si – 9,6%, Mg – 0,3%, Fe – 0,1%, Mn – 0,1%, решта – Al, на 3D принтері фірми Conceptlaser. Інтенсивна пластична деформація крученням під високим тиском зразків циліндричної форми (діаметр 10 мм, висота 1 мм) здійснювалась шляхом прикладання тиску 5 ГПа і прокручуванням на 5 повних обертів при кімнатній температурі. Швидкість кручення становила 0,5 і 1 об/хв. Еквівалентна деформація обох зразків складала ~90. Густина зразків визначали методом гідростатичного зважування, яке проводилось на електронних аналітичних вагах типу XA 310/X.

Результати досліджень показали, що густина зразка у вихідному стані становила 2558 кг/м³, після кручення зі швидкістю 0,5 об/хв – 2775 кг/м³, а зі швидкістю 1 об/хв – 2162 кг/м³. Отже, густина зразків після деформування крученням під високим тиском змінювалась неоднозначно: при крученні з

більшою швидкістю вона зменшувалась на 15%, а при крученні з меншою швидкістю – збільшувалась на 8%.

Вимірювання мікротвердості виконували на мікротвердомірі HVA-1 при навантаженні 0,5 Н. Дослідження розподілу мікротвердості вздовж діаметру зразків показало (рис. 1), що після ПД у них виникає радіальний градієнт зміцнення. Значення мікротвердості у центральній частині обох зразків виявились приблизно на 18% меншими, ніж на периферії. Результати досліджень подібного за хімічним складом сплаву показують [1], що рівномірний радіальний розподіл мікротвердості зразків не досягається навіть при набагато більших ступенях деформації (10 обертів).

З рис.1 видно, що швидкість деформації у значній мірі впливає на величину мікротвердості зразків: при меншій швидкості кручення твердість поверхневого шару більша. Це суперечить даним з дослідження Al 1050 [2], де різна швидкість деформації (0,2 і 5 об/хв) приводила до одних і тих самих значень мікротвердості протягом усього процесу деформування. Варто зазначити, що густина зразків та значення їх мікротвердості між собою не корелюють. Це може свідчити про протікання процесів як зміцнення, так і знеміцнення під час обробки.

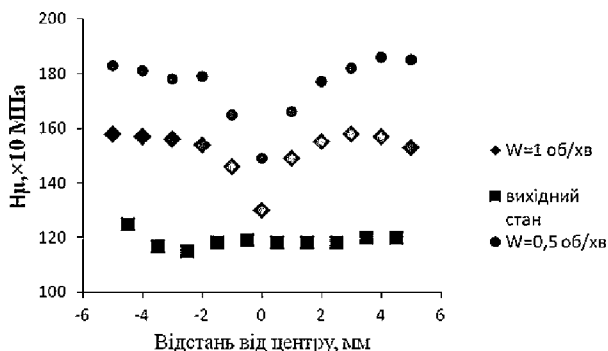


Рисунок 1 – Розподіл мікротвердості вздовж поперечного перерізу зразків.

Отже, з метою зміцнення доевтектичного силуміну інтенсивною пластичною деформацією шляхом кручення під високим тиском варто враховувати не лише величину тиску і деформації, але й швидкість деформування. Перспективою подальших досліджень є вивчення особливостей структури, механічних та фізичних властивостей зразків, оброблених крученням під високим тиском з різними режимами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Yusuf, S.M. Effect of sample orientation on the microstructure and microhardness of additively manufactured AlSi10Mg processed by high-pressure torsion / S.M. Yusuf, M. Hoegden, N. Gao // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2020. – № 106. – P. 4321–4337.
2. Influence of High-Pressure Torsion Straining Conditions on Microstructure Evolution in Commercial Purity Aluminum / Y. Todaka, M. Umemoto, A. Yamazaki and others // Materials Transactions. – 2008. – Vol.49, № 1. – P. 7–14.