

неоднорідності розподілу їх в локальних ділянках твердого розчину структури нерафінованих сплавів, термодинамічна стабільність виливків знижується. Домішки порушують когерентний зв'язок між γ - і γ' -фазами, підвищують дифузійну проникність міжфазних границь. Це призводить до послаблення сили міжатомної взаємодії на міжфазних границях та може сприяти утворенню пор та тріщин на границях зерен і зниженню довговічності деталей.

3. Використання високотехнологічної апаратури показало, що при проведенні повної термічної обробки та подальшому високотемпературному старінні (1000 °С, 500 год), остаточною доля **ітрію та лантану**, що зосереджується на границях зерен, нейтралізує **кремній** та **сірку**, утворюючи пори з високотемпературними хімічно інертними включеннями різної морфології всередині (переважно, сульфід LaS , оксиди ітрію). Низьку швидкість перерозподілу остаточної неметалевої вкраплень можливо пояснити зниженням дифузійної проникності міжфазних границь та відновленням сил поверхневого натягу, що сповільнюють зріст пор і розвиток у процесі динамічного напруження тріщин, як це трактується в науковій літературі.

Кивгило Б.В., Биба Є.Г., Ямшинський М.М., Мініцький А.В., Лук'яненко І.В.
(КІІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)
БІМЕТАЛЕВІ ВИЛИВКИ НА ОСНОВІ АЛЮМІНІЄВОГО СПЛАВУ
E-mail: kyvhylo.bohdan@gmail.com

В Україні та в інших країнах світу біметал, як прогресивний вид матеріалу знайшов застосування в багатьох галузях промисловості: у хімічній і нафтопереробній апаратурі, у машинобудуванні та приладобудуванні, у сільському господарстві та інструментальному виробництві. Застосування в різних галузях промисловості біметалів безперервно розширюється, що пов'язано з економією дефіцитних металів та складових компонентів сплавів: нікелю, хрому, міді, титану, молібдену тощо.

Відповідно до широкої номенклатури застосування в даний час біметал виготовляється в різних видах, а саме у вигляді листів, стрічок, смуг, прутків, дротів, тросів, фасонних профілів і труб. З цього переліку видно, що біметал випускається майже у всіх видах, у яких виробляються сталі і сплави широкого застосування.

Вибір тієї чи іншої композиції біметалу залежить від умов його роботи. Зовнішній робочий шар біметалу має бути стійким проти агресивного впливу робочого середовища, а основний повинен забезпечувати необхідну конструкційну міцність і жорсткість виробу. При цьому вартість біметалу, як правило, має бути нижчою за вартість однорідного матеріалу [1-5].

В умовах ринкової економіки при створенні ефективних технологій виробництва конкурентоспроможної продукції, особливої актуальності набуває екологія, ресурсозбереження та залучення у вторинний цикл виробництва металевих брухту та відходів [1, 4].

Одним із завдань, поставленим перед вітчизняною промисловістю, є економія матеріальних ресурсів. У зв'язку з цим комплексне використання існуючих джерел сировини і створення безвідходних виробництв стає актуальним напрямком ресурсозберігаючих технологій.

Стружка із відходів металообробки є поширеною і недефіцитною сировиною для виготовлення металевих порошків, які можна використовувати у якості каталізаторів у різних хімічних виробництвах, поліграфії, порошковій металургії тощо. Створення енергозберігаючих технологій дозволяє отримувати нові матеріали з меншими витратами. Більш раціональна утилізація стружкових відходів і повторне їх використання у виробництві дозволяє здійснювати комплексні заходи, що направлені на зниження витрат при виробництві продукції.

Нажаль, більшість із зазначених технологічних процесів обмежена, тому в конкретних умовах виробництва обирається найефективніший технологічний процес з точки зору якості поверхні, економічності, енергоємності тощо [1-5].

Метою роботи є створення та дослідження біметалевих композиційних матеріалів на основі алюмінію і відходів металообробки.

На підставі аналізу літератури для дослідження було обрано біметалеві композити на основі алюмінію з додаванням сталеві та бронзові стружки із застосуванням методу інфільтрації за допомогою вакууму.

Отримання біметалевого матричного композиту на основі алюмінію відбувалося шляхом насипання стружки певної висоти у металеву форму. В роботі прийнято наступну висоту засипання стружки у металеву ливарну форму: 40, 60 і 80 мм. Такий підхід дає змогу в майбутньому регулювати щільність отриманої заготовки із наперед заданими властивостями.

Встановлено, що підвищення висоти заповнення стружки не впливає на кристалізаційні процеси під час утворення композиту (рис. 1). Але з іншої сторони це один із параметрів, який дозволяє регулювати товщину конкретного майбутнього виробу під час проектування технології конкретного виливка.

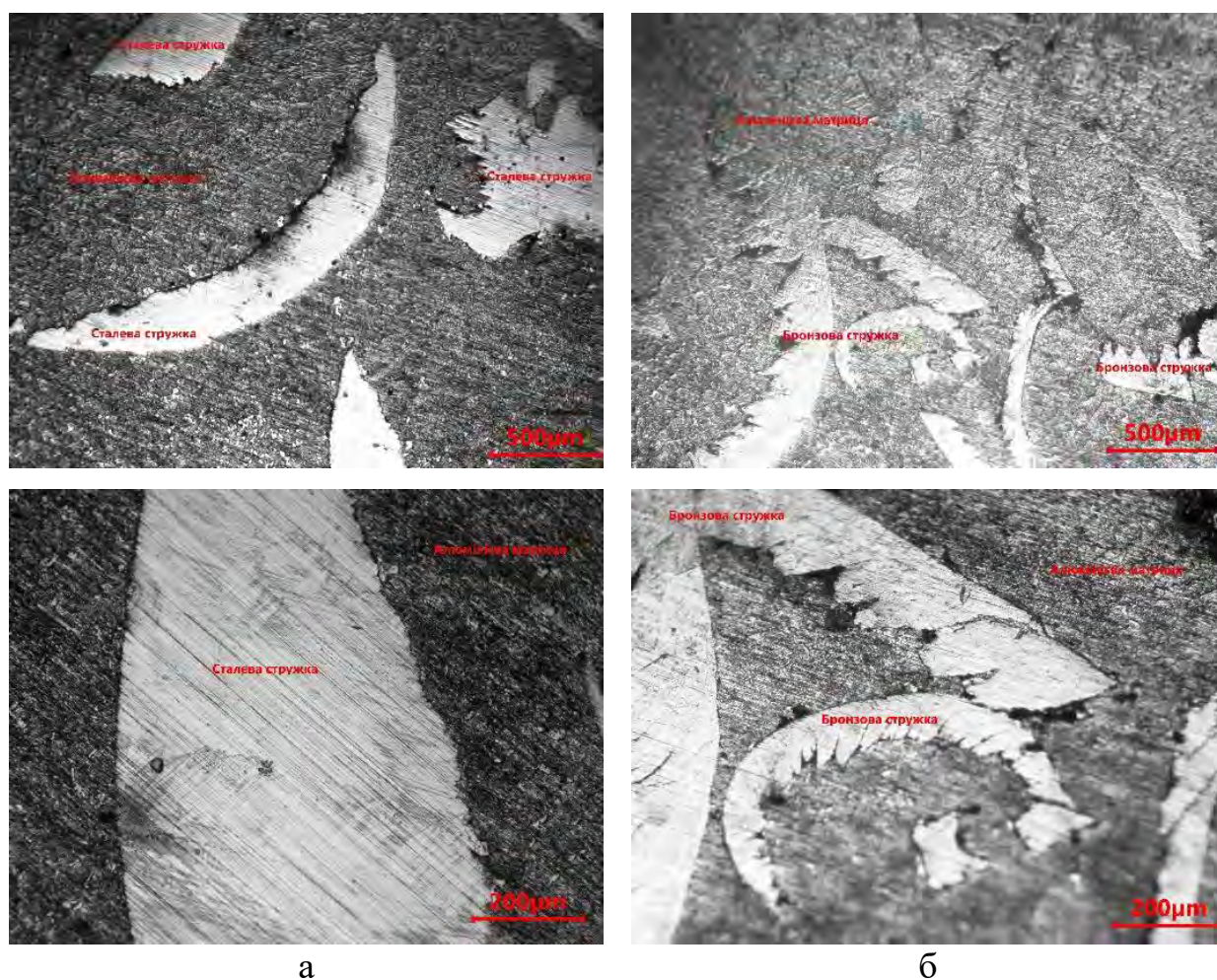


Рис. 1. Мікроструктура біметалевого композиту на основі алюмінію з додаванням сталеві (а) та бронзові (б) стружки

Мікроструктурний аналіз біметалевих композитів дозволив встановити, що алюмінієвий розплав має якісне з'єднання з поверхнею сталеві стружки, тобто спостерігається достатньо висока адгезія армувальної фази, у вигляді стружки, з алюмінієвою матрицею (рис. 1, а). Крім того необхідно відзначити, що в структурі досліджуваного зразка не спостерігається структурних дефектів у вигляді пор та порожнин, та утворюється візуально якісний перехідний шар, що забезпечує високі механічні характеристики композиту.

В результаті металографічного дослідження композиту з бронзовою стружкою (рис. 1 б) можна спостерігати дещо гірше змочування в порівнянні зі сталюю стружкою, що може бути пов'язано з більшим ступенем окиснення бронзові стружки, як і в попередньому випадку значних структурних дефектів в мікроструктурі не виявлено, проте наявні несучільності в місці контакту матриці з армувальним матеріалом.

Також слід зазначити, що слідів взаємодії між матрицею і армувальними добавками у зоні контакту виявлено не було, що свідчить про швидкість просочування, а також невисоку температуру процесу по відношенню до армувальних добавок.

Найбільш високі та стабільні за перерізом виливків властивості досягаються при отриманні однорідної та дрібнозернистої структури. Чим дрібніші розміри первинних зерен, тим вище експлуатаційні та технологічні властивості виробів. Одним з найбільш поширених засобів отримання дрібнозернистої структури є швидке охолодження у ливарній формі або просочування рідким металом армувальної фази. Крім того, до методів активного впливу на формування структури виливків можна віднести процеси, пов'язані із застосуванням зовнішнього впливу на розплав під час кристалізації. Для покращання процесів просочування в роботі використовували вакуумування металеві форми.

Для підтвердження металографічних досліджень, було проведено вимірювання щільності зразків з розмірами $20 \times 20 \times 20$ мм, які вирізали із центральної частини виливка. Результати досліджень показали, що щільність

композитів знаходиться в межах $4,2 - 4,6 \text{ г/см}^3$ і варіюється залежно від висоти засипки, що обумовлює різне співвідношення матриці і армувальної фази (рис. 2).

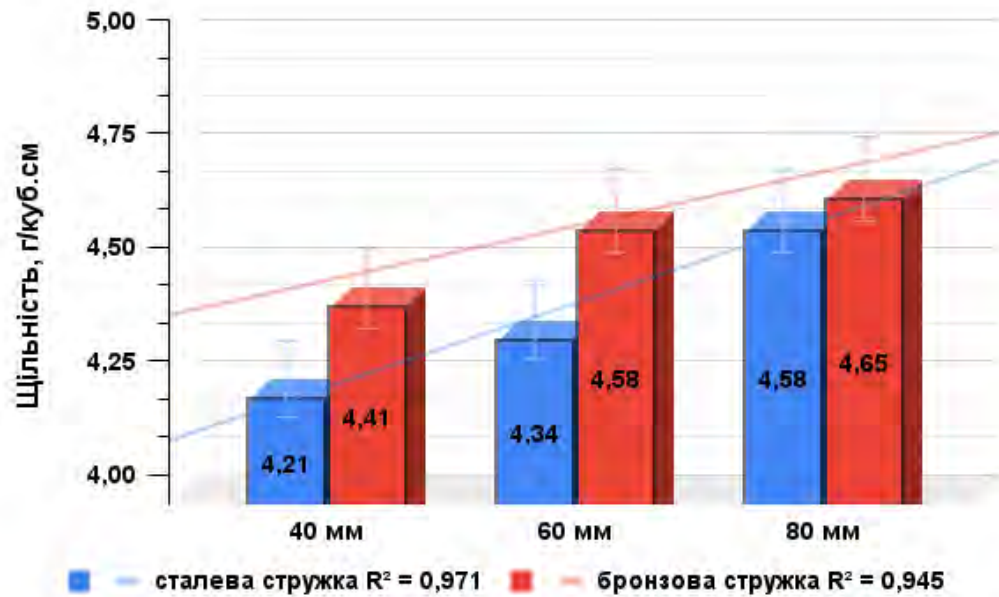


Рис. 2. Щільність біметалевого композиту залежно від матеріалу та висоти заповнення наповнювача

Одним із головних завдань є отримання композиту з низькою питомою вагою, який має високі механічні властивості.

Твердість отриманих біметалевих композитів подібна до твердості алюмінієвої матриці на основі АК7 і відповідає значенням 58-62 МПа, що свідчить про відсутність взаємодії між компонентами матриця-армувальна фаза, Підібрані технологічні параметри забезпечили відсутність інтерметалідних фаз, що можуть окрихчувати композит, що підтверджується металографічними дослідженнями.

Загалом не виникає сумнівів, що впровадження у виробництво біметалевих композиційних матеріалів на основі алюмінію і відходів металообробки сприяє не тільки підвищенню міцності і надійності матеріалу, а й сприяє поліпшенню їх механічних та експлуатаційних характеристик разом із економічним ефектом.

В результаті проведення досліджень біметалевих композитів встановлено:

- алюмінієвий розплав має якісне з'єднання з поверхнею сталевोї та дещо гірше з бронзовою стружки;
- в мікроструктурі композитів в умовах вакуумного просочування не спостерігається наявність значної кількості дефектів;
- слідів взаємодії між матрицю і армувальними включеннями не виявлено, що підтверджується металографічними дослідженнями;
- отриманий біметал має високі фізико-механічні характеристики.

Література:

1. Lipinski, T. Improvement of mechanical properties of AlSi7Mg alloy with fast cooling homogeneous modifier / T. Lipinski // Archives of foundry engineering. – Katowice ; Gliwice, 2008. – Vol. 8. – Iss. 1 – P. 85–88.
2. Березовский В.В. Применение дисперсно-упрочненных металлических композиционных материалов на основе алюминиевого сплава, армированного частицами SiC в авиационной промышленности // Новости материаловедения. Наука и техника. – 2013. – № 4 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://materialsnews.ru/plugins/content/journal/uploads/articles/pdf/38.pdf>
3. American Composites Manufacturers Association (ACMA) [Электронный ресурс]. Режим доступа : [http:// www.acmanet.org](http://www.acmanet.org).
4. Комиссар О. Н. Композиционные материалы и технологии для аэрокосмической промышленности / О.Н. Комиссар // Новости материаловедения. Наука и техника. – 2013. – № 4. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://materialsnews.ru/plugins/content/journal/uploads/ articles/pdf/32.pdf>
5. Беликов С.Б., Волчок И.П., Митяев А.А., Плескач В.М., Савченко В.А. Композиционные материалы в авиационной промышленности // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні №2, 2017 С. 32-40.