

Смірнова Я. О., Гурія І. М.
(КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ)

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА
МІКРОСТРУКТУРУ ШАРУВАТОГО ТИТАН-АЛЮМІНІЄВОГО
КОМПОЗИТУ СИСТЕМИ VT1-0/AK8M**

E-mail: yana.luschay@gmail.com

Постійний розвиток високотехнологічних галузей промисловості вимагає нових матеріалів, до яких можна віднести й шаруваті титан-алюмінієві композити, властивості яких дозволяють використовувати їх для обшивки літаків, корпусів суден [1] та інших функціональних та конструктивних застосувань [2–3]. Для виготовлення титан-алюмінієвих композиційних матеріалів використовують як технічно чисті алюміній та титан, так і їх сплави систем Ti-Al-V, Al-Cu, Al-Mn, Al-Mg, Al-Zn та Al-Si.

У попередніх роботах [4–6] досліджено шаруваті титан-алюмінієві композити систем VT1-0/Al, VT6/Al та Ti-TiB/Al, виготовлені методом рідкофазного формування, які продемонстрували покращені показники питомої міцності та здатність до пластичного деформування. Серед алюмінієвих сплавів практичний інтерес, завдяки широкому діапазону фізичних та механічних властивостей, представляють силуміни. У даній роботі для досліджень обрано доевтектичний силумін марки AK8M, наявність міді у якому підвищує міцність, жароміцність та здатність до оброблення різанням.

Метою даною роботи є дослідження впливу технологічних параметрів, а саме температури розплаву та часу витримування, на мікроструктуру шаруватих титан-алюмінієвих композиційних матеріалів системи VT1-0/AK8M, виготовлених методом рідкофазного формування.

Алюмінієвий сплав марки AK8M та пластини титану марки VT1-0 товщиною 1 мм використовували як вихідні матеріали. На поверхню титанових пластин наносили флюс евтектичного складу KF-AlF₃ і збирали їх у пакети з шириною зазору 1 мм між пластинами. Отримані пакети просочували та витримували у

розплаві алюмінієвого сплаву протягом 1, 5, 10 та 15 хв. Температура розплаву складала 670 та 720 °С.

Мікроструктуру отриманого композиту системи ВТ1-0/АК8М досліджували на скануючому електронному мікроскопі «РЕМ-106И» з енергодисперсійним аналізатором хімічного складу.

Встановлено, що незалежно від температури та часу витримання пакетів у розплаві між титановими пластинами та алюмінієвим сплавом утворюється перехідний шар без очевидних пустот і помітних дефектів (рис. 1).

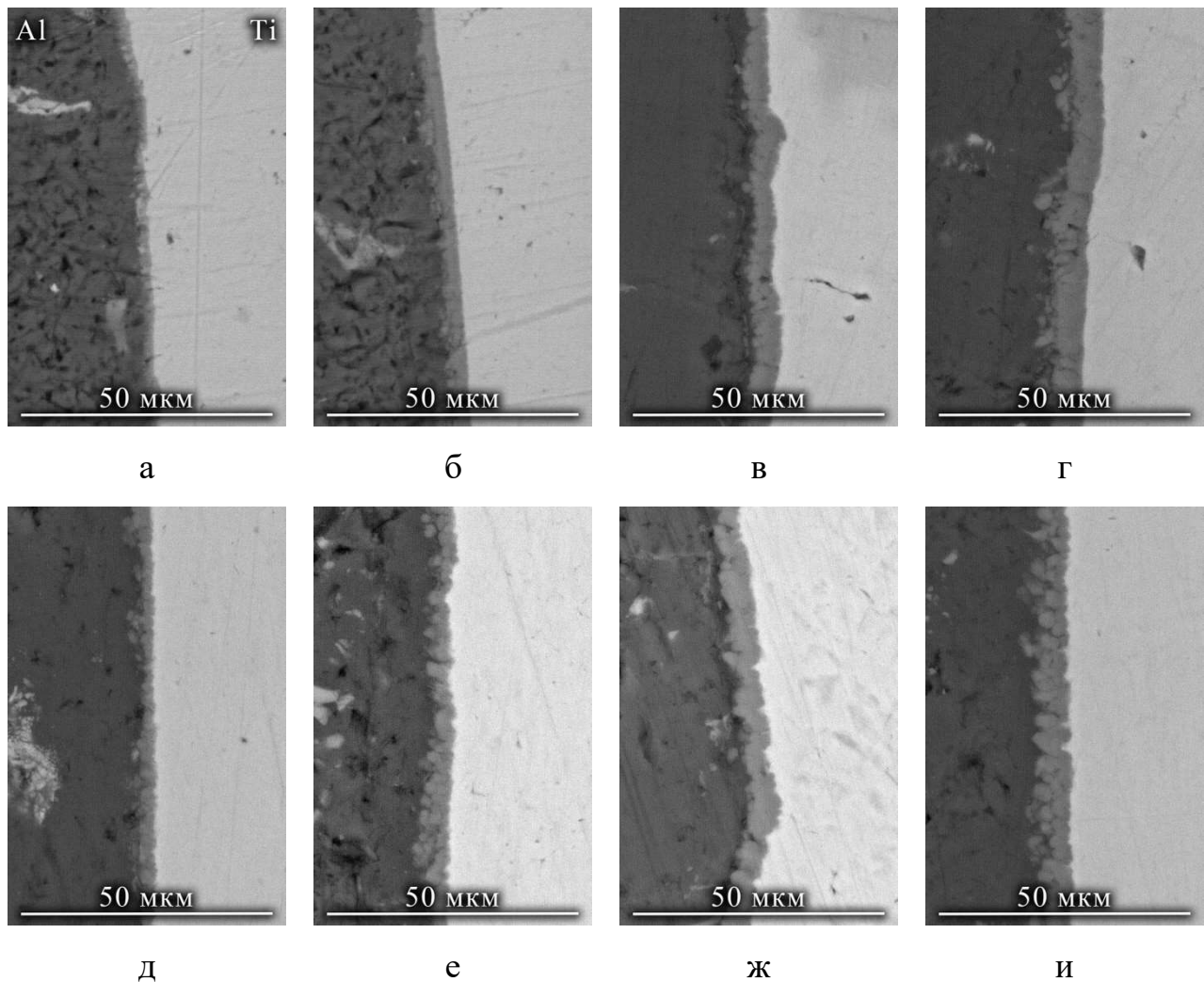


Рис. 1. Мікроструктура зони взаємодії тришарових композитів системи ВТ1-0/АК8М, просочених та витриманих у розплаві температурою 670 °С (а–г) та 720 °С (д–и) протягом 1 (а, д), 5 (б, е), 10 (в, ж) та 15 хв (г, и)

За температури 670 °C збільшення часу витримувannya від 1 хв до 15 хв призводить до збільшення товщини перехідного шару від $6 \pm 1,6$ мкм до $29,1 \pm 3,9$ мкм відповідно. Концентрація елементів у перехідному шарі складає 13,05 – 38,75 ат. % Ti, 48,89 – 80,52 ат. % Al та 6,43 – 21,49 ат. % Si.

За температури 720 °C збільшення часу витримувannya від 1 хв до 15 хв призводить до збільшення товщини утвореного перехідного шару від $8,6 \pm 2,3$ мкм до $27,3 \pm 4,4$ мкм відповідно. Концентрація елементів у перехідному шарі складає 11,18 – 38,6 ат. % Ti, 54,00 – 78,49 ат. % Al та 6,02 – 17,87 ат. % Si.

Збільшення температури розплаву від 670 °C до 720 °C значним чином не вплинуло на товщину перехідного шару за однакового часу витримувannya, всі зміни значень знаходяться у межах похибки.

У результаті зміни ширини зазору між титановими пластинами від 0,5 до 1,5 мм, і як наслідок – зміни об'ємної частки алюмінію у композиті, відбувається зміна границі міцності на розтяг від 386 ± 15 МПа до 339 ± 6 МПа. Руйнування отриманих композитів у результаті випробувань на розтяг не призводить до відшарувань титанових шарів від алюмінію, що свідчить про високу міцність їх зчеплення.

Таким чином, виготовлений шаруватий композиційний матеріал системи BT1-0/AK8M є відмінним кандидатом для конструкційних та функціональних застосувань, які вимагають поєднання низької ваги та високої міцності.

Література

1. Wang Y., Du J., Xiao H. Interfacial evolution and coordinated deformation mechanism of Ti/Al laminated metal composites prepared by diffusion bonding // Journal of Materials Research and Technology. – 2023. – Vol. 27. – P. 4541–4551.
2. Sano T., Catalano J., Casem D., Dandekar D. Microstructural and mechanical behavior characterization of ultrasonically consolidated titanium-aluminum laminates. Army Research Lab Aberdeen Proving Ground Md Weapons and Materials Research Directorate. – 2009.

3. Qi Z., Xiao H., Yu C., Xu P., Wu Z., Zhao Y. Preparation, microstructure and mechanical properties of CP-Ti/AA6061-Al laminated composites by differential temperature rolling with induction heating // Journal of Manufacturing Processes. – 2019. – Vol. 44. – P. 133–144. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2019.05.053>

4. Smirnova Y., Huriia I., Loboda P. Liquid phase fabrication technology of layered Ti/Al composite // U.P.B. Scientific bulletin, Series B: Chemistry and Materials Science. – 2021. – Vol. 83, № 4. – P. 273–282.

5. Смірнова Я. О., Гурія І. М. Мікроструктура та механічні властивості шаруватого литого композиту ВТ-6/Al // Метал і лиття України. – 2022. – Т. 30, № 1. – С. 84–90. <https://doi.org/10.15407/steelcast2022.01.084>

6. Смірнова Я. О., Лобода П. І., Гурія І. М., Борц Б. В. Вплив вальцювання на структуру та властивості шаруватих композиційних матеріалів системи Ti–Al, сформованих інфільтрацією розплавом алюмінію // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2025. – Т. 61, № 1. – С. 5–12. <https://doi.org/10.15407/pcmm2025.01.005>

**Соколовський М. В., Бернацький А. В., Юрченко Ю. В., Сіора О. В.,
Бондарєва В. І., Набок Т. М., Курило В. А.
(ІЕЗ імені Є.О. Патона НАН України, Київ)**

**ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОТУЖНОСТІ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ
НА МІКРОСТРУКТУРУ ЕЛЕМЕНТІВ З КОРОЗІЙНОСТІЙКОЇ
ВИСОКОЛЕГОВАНОЇ СТАЛІ, НАПЛАВЛЕНОЇ НА ГОТОВУ ДЕТАЛЬ**

E-mail: m_sokolovskyi@paton.kiev.ua

Актуальною проблемою багатьох галузей промисловості є виготовлення та ремонту виробів, у конструкції яких наявні функціональні елементи, які за своїми характеристиками значно відрізняються від самих деталей та призначені для виконання різного комплексу певних відповідальних завдань. Зазвичай, ці елементи створюються за допомогою аргоно-дугового наплавлення, мікроплазмового наплавлення та інших процесів. Але вироби, одержані з використанням таких технологій, мають значну частку браку через високий шанс появи дефектів. В даній роботі, з метою встановлення закономірностей впливу параметрів процесу лазерного наплавлення металу на структуроутворення,