

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ТОВЩИНИ АЛЮМІНІЄВИХ ТА МАГНІЄВИХ ШТАБ ПРИ СПІЛЬНІЙ ПЛАСТИЧНІЙ ДЕФОРМАЦІЇ ПРОКАТКОЮ

Коноводов Д.В., Наконечний В.І.

Український державний університет науки і технологій, Україна

Вступ. Розвиток сучасної техніки у контексті зменшення ваги, габаритності конструкцій потребує використання нового класу конструкційних матеріалів. Шаруваті інтерметалідні композити, котрі мають підвищені експлуатаційні властивості, задовольняють цим потребам. Біметалеві композити дозволяють підвищити такі властивості поверхонь, як корозійна стійкість, електропровідність, жароміцність та зносостійкість.

Одним з можливих способів отримання біметалевих композитів є спільна пластична деформація. Для з'єднання штаб зі сплавів алюмінію та магнію може бути застосована пластична деформація у прокатних валках [1]. Процес деформація може відбуватися при попередньому нагріванні заготовок до високих температур [1] або здійснюватися при кімнатній температурі [2]. У випадку отримання біметалевих штаб, для надійного зчеплення шарів, застосовують великі ступені деформації на рівні 50%.

В роботі [3] наведено дані щодо прокатки тришарових штаб зі сплавів алюмінію та магнію при початковій температурі заготовки 360 та 410 °С з різними ступенями деформації. Їх аналіз свідчить про те, що застосування ступеня деформації на рівні 50% забезпечує надійність з'єднання шарів зі сплавів магнію та алюмінію.

Одним з методів підвищенні корозійностійких властивостей магнію може бути плакування магнію алюмінієм, адже останній має високу стійкість до корозії. Легкий магній, обгорнутий стійким до корозії алюмінієм, знижує загальну вагу конструкцій. При прокатці шари сплаву алюмінію захищають сплав магнію від віддачі тепла та виконують роль своєрідного «термосу».

Основний матеріал. На сьогодні недостатньо досліджено деформацію шарів магнію та алюмінію при спільній пластичній деформації. Метою роботи є експериментальне дослідження зміни товщини штаби зі сплавів магнію та алюмінію при спільній пластичній деформації у тришаровому пакеті.

Для дослідження використовували заготовки-пакети, які склалися з алюмінієвих та магнієвих штаб довжиною 180 мм. Штаби виготовлені зі сплаву магнію AZ31 (ASTM) та алюмінію AW-2017A (EN573). Штабу зі сплаву AZ31 товщиною 2 мм розміщували між двома штабами зі сплаву алюмінію AW-

2017А. За рахунок використання алюмінієвих штаб різної товщини, отримали заготовки пакети з розмірами $h_0 \times b_0 \times l_0 = 8 \times 70 \times 180$ мм та $12,8 \times 70 \times 180$ мм. Перед складенням у пакет усі металеві зразки були знежирені з метою видалення оксидних плівок з поверхні.

Для покращення захоплення заготовок-пакетів прокатними валками, передній кінець пакету з'єднувався заклепками по кромкам та заточувався для зменшення кута захоплення. Задні кінці заготовок-пакетів залишали вільними для можливості вільної деформації металів. Тому, при прокатці, спостерігалось деяке відносне зміщення шарів магнію та алюмінію на задньому кінці прокатаного пакету. В подальшому ці кінці обрізалися.

Перед пластичною деформацією заготовки-пакети нагрівалися в камерній електричній печі протягом 20 хвилин до температури 450 °С. Після нагрівання пакетів до необхідної температури проводилась їх прокатка на стані Дуо 210 зі ступенем деформації 50%. Швидкість прокатки складала 0,26 м/с. Зображення вихідних заготовок та прокатаних композитів представлено на рис. 1.

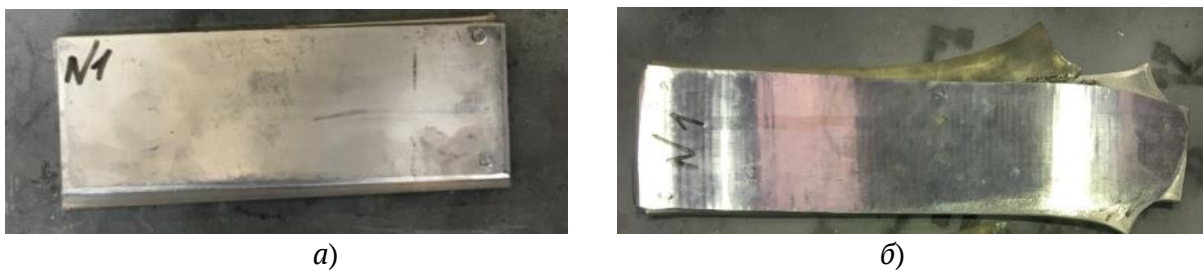


Рисунок 1 – Тришаровий пакет до (а) та після (б) прокатки

Для подальшого дослідження впливу параметрів деформації на розподіл товщини шарів, було відібрано зразки з кожного пакету для шліфування та поліровки поверхні. Для цього зразки заливали у контейнерах струмонепровідним полімером. Зразки відбиралися з середини пакета шириною 35 мм, щоб уникнути можливої похибки від впливу кінцевих та кромкових ділянок штаби.

Для детального вивчення зміни товщини шарів біметалевої штаби, було використано оптичний мікроскоп. За допомогою мікроскопа були зроблені знімки поверхні та виміряна товщина кожного шару (рис. 2).

Результати дослідження товщини шарів після пластичної деформації показали, що при заданому ступені деформації 50%, шари зі сплаву магнію отримали меншу відносну деформацію ніж шари зі сплаву алюмінію. Причому така залежність встановлена як для пакетів товщиною 8 мм, так і для пакетів товщиною 12,8 мм. При прокатці пакетів з початковою товщиною 12,8 мм, ступень деформації шару зі сплаву алюмінію складала 50 – 52%, а ступень

деформації шару зі сплаву магнію - 44%.

Для випадку прокатки пакетів з початковою товщиною 8 мм, фактична ступень деформації пакетів складала 45 %. В цьому випадку відносна деформація шару зі сплаву алюмінію коливалася на рівні 45 – 49 %, а відносна деформація шару зі сплаву магнію складала 39 %.



Рисунок 2 – Дослідження товщини шарів алюмінію та магнію на оптичному мікроскопі: а – зразок, підготовлений для дослідження на мікроскопі; б – зображення товщини зразка з розмірами шарів

Висновки. Для умов пластичної деформації тришарових штаб зі сплавів магнію AZ31 та алюмінію AW-2017A, які досліджувалися, спостерігалася різниця у відносній деформації шарів з різних сплавів. Зовнішні шари зі сплаву AW-2017A при прокатці заготовок-пакетів обтискаються більше, ніж внутрішні шари зі сплаву AZ31. При ступені деформації тришарових штаб 50%, відносна деформація шарів зі сплаву алюмінію в середньому складає 50 – 52 %, а шарів зі сплаву магнію – 44%. Для більш тонких штаб спостерігається подібна залежність.

Література

1. Changzeng Luo, Wei Liang, Zhiqiang Chen, Jianjun Zhang, Chengzhong Chi, Fuqian Yang. Effect of high temperature annealing and subsequent hot rolling on microstructural evolution at the bond-interface of Al/Mg/Al alloy laminated composites. *Materials characterization*. 2013. 84. pp. 34-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2013.07.007>
2. Changa H., Zheng M.Y., Xub C., Fanb G.D., Brokmeier H.G., Wu K. Microstructure and mechanical properties of the Mg/Al multilayer fabricated by accumulative roll bonding (ARB) at ambient temperature. *Materials Science and Engineering: A*. 2012. 543. pp. 249-256. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.msea.2012.02.083>
3. Коноводов Д.В., Сиваш В.І. Моделювання процесу гарячої прокатки тришарових штаб зі сплавів алюмінію та магнію. *Обработка материалов давлением*. 2020. №1(50). С. 259-265.

**INVESTIGATION OF THE CHANGE IN THE THICKNESS
OF ALUMINUM AND MAGNESIUM STRIPS DURING
JOINT PLASTIC DEFORMATION BY ROLLING**

Konovodov Dmytro, Nakonechnyi Vladyslav

Abstract. Magnesium alloys have good mechanical properties for applications in the automotive and aerospace industries where weight reduction is important. Unfortunately, magnesium alloys are highly susceptible to corrosion and this fact limits their use. One of the ways to prevent corrosion is to protect the magnesium layers with strip from aluminum alloy. In this study, three-layer strips made of an aluminum and magnesium alloy were obtained by the method of joint hot plastic deformation on a rolling mill. Using an optical microscope, the change in the thickness of aluminum and magnesium layers after plastic deformation was investigated. The analysis of the deformation of layers in the middle of three-layer strips showed, that at a given degree of deformation of 50%, the magnesium alloy layers received a smaller relative deformation than the aluminum alloy layers. This dependence is established both for packages with a thickness of 8 mm and 12.8 mm.

Keywords: bimetallic strip, rolling, aluminum, magnesium, layer, thickness, deformation

Reference

1. Changzeng Luo, Wei Liang, Zhiqiang Chen, Jianjun Zhang, Chengzhong Chi, Fuqian Yang. Effect of high temperature annealing and subsequent hot rolling on microstructural evolution at the bond-interface of Al/Mg/Al alloy laminated composites. *Materials characterization*. 2013. 84. pp. 34-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2013.07.007>
2. Changa H., Zheng M.Y., Xub C., Fanb G.D., Brokmeier H.G., Wu K. Microstructure and mechanical properties of the Mg/Al multilayer fabricated by accumulative roll bonding (ARB) at ambient temperature. *Materials Science and Engineering: A*. 2012. 543. pp. 249-256. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.msea.2012.02.083>
3. Konovodov D.V., Syvash V.I. Modeling of the process of hot rolling of three-layer aluminum and magnesium alloys. *Materials working by pressure*. 2020. No.1(50). pp. 259-265. DOI: [https://doi.org/10.37142/2076-2151/2020-1\(50\)259](https://doi.org/10.37142/2076-2151/2020-1(50)259)