

DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-4\(42\)-75-81](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-4(42)-75-81)

УДК 621.791.04:669.018

**Лідія Вячеславівна Петрушинець¹, Юрій В'ячеславович Фальченко²,
Валерій Анатолійович Костін³, Віктор Євгенійович Федорчук⁴,
Олександр Леонідович Пузрін⁵**

¹ кандидат технічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник
відділу фізико-металургійних процесів зварювання легких металів та сплавів
Інститут електрозварювання НАН України (Київ, Україна)
E-mail: petrushynets@paton.kiev.ua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7946-3056>
ResearcherID: G-2891-2016. Scopus Author ID: 55521777800

² доктор технічних наук, завідувач відділу фізико-металургійних процесів зварювання легких металів та сплавів
Інститут електрозварювання НАН України (Київ, Україна)
E-mail: falchenko@paton.kiev.ua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3028-2964>
ResearcherID: W-2793-2017. Scopus Author ID: 7801687476

³ доктор технічних наук, старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник відділу фізико-хімічних досліджень матеріалів
Інститут електрозварювання НАН України (Київ, Україна)
E-mail: valerykkos@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2677-4667>
ResearcherID: KTI-6465-2024. Scopus Author ID: 7006517066

⁴ кандидат технічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник
відділу фізико-металургійних процесів зварювання легких металів та сплавів
Інститут електрозварювання НАН України (Київ, Україна)
E-mail: fedorchuk@paton.kiev.ua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9929-3231>
ResearcherID: W-1322-2017. Scopus Author ID: 56496648600

⁵ молодший науковий співробітник відділу фізико-хімічних досліджень матеріалів
Інститут електрозварювання НАН України (Київ, Україна)
E-mail: procesor1@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0625-2113>

ВПЛИВ ЦИКЛУ ЗВАРЮВАННЯ НА ВМІСТ ФАЗОВИХ ВИДІЛЕНЬ У СПЛАВІ МА2-1

В роботі розглянуто питання впливу параметрів зварювання та схеми пластичної деформації на розмір і розподіл фазових виділень, які утворюються в процесі дифузійного зварювання магнієвого сплаву МА2-1. Оцінку об'ємної частки й розміру фазових виділень в системі Mg-Al-Mn в магнієвому сплаві проводили у вихідному стані та після зварювання через проміжні прошарки й без них. Показано, що нагрівання сплаву МА2-1 в процесі зварювання до 420 °С призводить до суттєвого розчинення змічнюючих фаз Mg₁₇Al₁₂ або Mg₁₇(Al, Mn)₁₂, середні розміри часток яких до 3 разів більші при проведенні процесу в формуючих матрицях.

Ключові слова: магнієвий сплав МА2-1; дифузійне зварювання у вакуумі; проміжний прошарок; мікроструктура; фазові виділення системи Mg-Al-Mn.

Рис.: 6. Бібл.: 12.

Постановка проблеми. Магній є одним із найпоширеніших елементів у земній корі. Низька щільність сплавів на його основі (1,74 г/см³) сприяє впровадженню даної групи матеріалів в автомобільній, аерокосмічній, медичній та електронній промисловостях [1]. Проте ширше застосування Mg обмежується низькою пластичністю, високою електрохімічною активністю та складністю отримання надійних з'єднань [2]. Традиційні методи зварювання плавленням можуть призводити до розміцнення матеріалу в біляшовній зоні, формування крупнокристалічної структури, пор, оксидних включень, тріщин [3, 4]. З огляду на це перспективними є процеси зварювання у твердій фазі, зокрема дифузійне зварювання у вакуумі (ДЗВ), яке дає змогу уникнути більшості дефектів, характерних для плавлення. Водночас викликає науковий інтерес фазові зміни, які відбуваються не тільки поблизу і в зоні з'єднання, а й в основному металі під час процесу зварювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В багатьох публікаціях, присвячених дифузійному зварюванню магнієвих сплавів [5–7] акцентується увага на необхідності контролювати структурний стан вихідного матеріалу, зокрема середній розмір зерен, оскільки їх укрупнення призводить до падіння міцності. Намагання завадити росту зерна зводяться до зниження температури зварювання до 400...420 °С з одночасним суттєвим

збільшенням тривалості процесу до 60...180 хв, що є частою причиною утворення пор вздовж чіткої лінії контакту. Дослідженню можливості використання проміжних прошарків з Cu, Ag і Ni для підвищення якості з'єднань магнієвих сплавів присвячені роботи [8-10]. Автори пропонують проводити процес при суттєво вищій температурі 480...515 °С, але меншій тривалості 30...60 хв. Спільним для усіх перелічених прошарків є формування в ході ДЗВ багат шарової дифузійної зони, товщина окремих шарів якої залежить від вихідної товщини відповідної фольги та параметрів процесу. Також варто зазначити, що в усіх розглянутих роботах відмічається формування в стику крихких фаз систем Mg–Cu, Mg–Ag або Mg–Ni (рис. 1), наявність яких призводить до росту мікротвердості в зоні з'єднання та зниження міцності з'єднань.

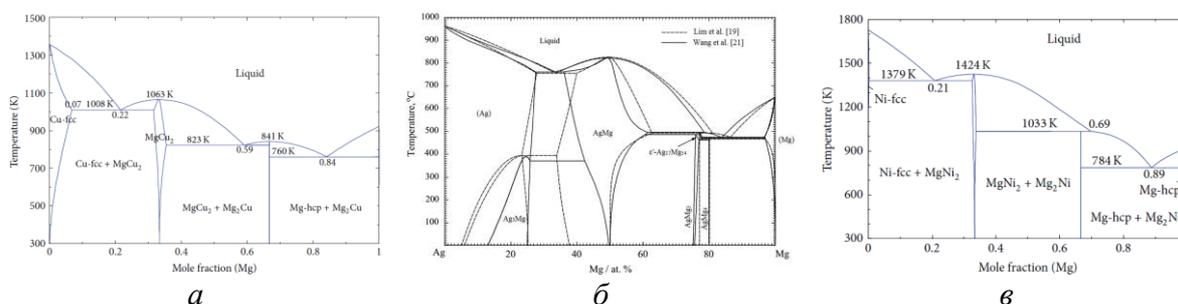


Рис. 1. Діаграми стану систем з магнієм: а – Mg–Cu, б – Mg–Ag, в – Mg–Ni [11; 12]

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. У роботах, присвячених дифузійному зварюванню магнієвих сплавів, добре описані структурні зміни, що відбуваються у стику, проте відсутня інформація щодо кількості й розмірів фазових виділень системи Mg–Al–Mn в основному металі.

Мета дослідження. Мета роботи – оцінити об'ємну частку й розміри фазових виділень системи Mg–Al–Mn (типу $Mg_{17}Al_{12}$ або $Mg_{17}(Al, Mn)_{12}$ в магнієвому сплаві МА2-1 у вихідному стані, а також після зварювання.

Виклад основного матеріалу. У дослідженнях були використані листи магнієвого сплаву МА2-1 (Mg – 3,8–5,0Al – 0,8–1,5Zn – 0,3–0,7Mn, % ваг.) товщиною 1,4 мм. Зварювання пластин розміром 15×10×1,4 мм проводили на установці П-115. Параметри ДЗВ задавали наступні: температура 420...560 °С, тиск 10 МПа, тривалість процесу 15...30 хв, вакуум $1,33 \cdot 10^{-3}$ Па. Оксидну плівку з контактних поверхонь зразків видаляли шляхом механічної зачистки шабером, після чого їх знежирювали в етиловому спирті. Як проміжний прошарок використовували фольгу зі сплавів міді М1 і титану ВТ1-0 товщинами по 30 мкм.

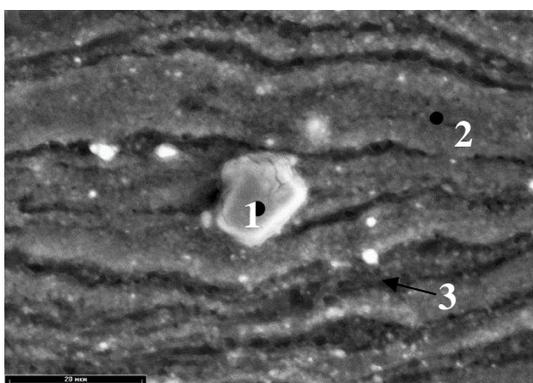
Дослідження мікроструктури зварних з'єднань проводили на поперечних шліфах на металографічному оптичному мікроскопі «Neophot-32» та скануючому електронному мікроскопу JEOL JSM-840 у режимі вторинних електронів (SEI). Електронний мікроскоп оснащено комбінованою системою енергодисперсійного мікроаналізу INCA PentaFet x3. Підготовка шліфів проводилась за стандартною методикою на високошвидкісних полірувальних кругах з використанням алмазних паст різної дисперсності. Полірування зразків проводили до 14 класу чистоти поверхні. Розмір зерна визначали лінійним методом, за допомогою окуляр-мікрометра, використовуючи від 10 до 20 полів зору.

Для визначення кількісних характеристик дисперсно-зміцнювальних фаз використовували комп'ютерну програму аналізу зображень MIPAR, яка в автоматичному режимі дозволяє визначати розміри фаз, їх розподіл, об'ємну частку та інші кількісні характеристики. Об'ємну частку фаз вимірювали безпосередньо на дослідних зразках методом площин. З використанням стандартних процедур, що було представлено у пакеті MIPAR, визначали площу, яку займає ця складова у кожному полі зору (досліджено 10 полів), а потім ділили

цю площу до загальної площі всіх ділянок, що було досліджено. З урахуванням коефіцієнта форми (відношення найбільшого до найменшого розміру для кожної фази, що була проаналізована) було визначено розподіл фаз за розміром.

За результатами мікрорентгеноспектрального аналізу було встановлено, що у вихідному матеріалі зі сплаву МА2-1 присутні фази $Mg_{17}Al_{12}$ або $Mg_{17}(Al,Mn)_{12}$ (рис. 2), об'ємна доля яких становить 2,124% з середнім розміром часточок 1,3108 мкм (рис. 3).

Було встановлено, що після проведення процесу зварювання за температури 560 °С протягом 15 хв в зразках, отриманих у вільному стані без проміжних прошарків, об'ємна частка фаз зменшується до 0,319 % (рис. 4). Термодформаційний процес ДЗВ призводить до значного розчинення інтерметалідної фази $Mg_{17}Al_{12}$ або $Mg_{17}(Al,Mn)_{12}$ в основному металі: її вміст зменшується в ~6,7 раза. Також спостерігається зменшення середнього розміру часточок в ~1,5 раза (до 0,8756 мкм). Отримані результати дозволяють зробити висновок, що запропонований режим зварювання запускає дифузійні процеси в магнієвому сплаві, які сприяють певній гомогенізації його хімічного складу.

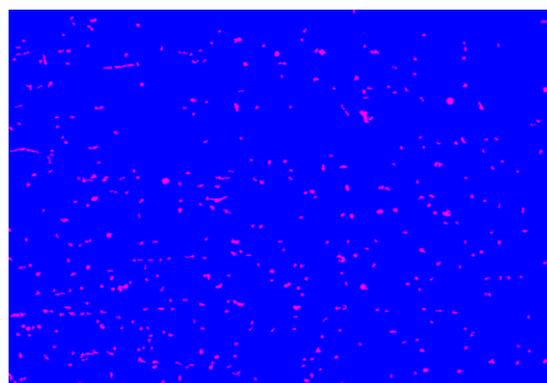
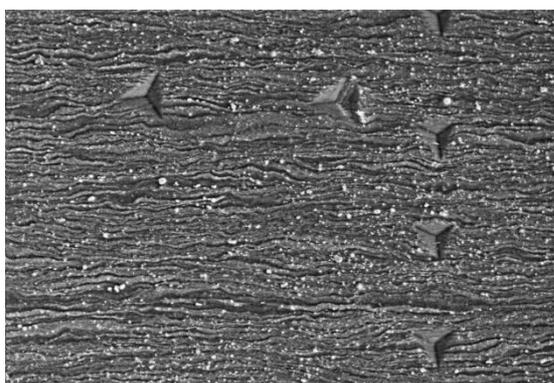


№ за/п	Вміст елементів, % ваг.		
	Mg	Al	Mn
1	16,28	28,88	54,84
2	93,65	5,86	0,49
3	78,95	18,01	3,04

а

б

Рис. 2. Мікроструктура (а) і хімічний склад (б) сплаву МА2-1 у вихідному стані.



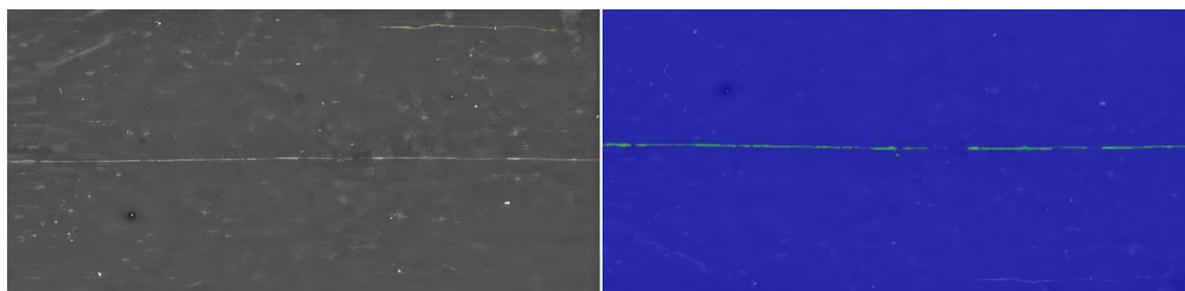
а

б

	Матриця	Частка
Об'ємна частка, %	97,876	2,124
Середній розмір, мкм	33,9067	1,3108

в

Рис. 3. Типовий вигляд сплаву МА2-1 у вихідному стані (а), відповідні бінаризовані фазові включення (б), їхні кількісні характеристики (в)

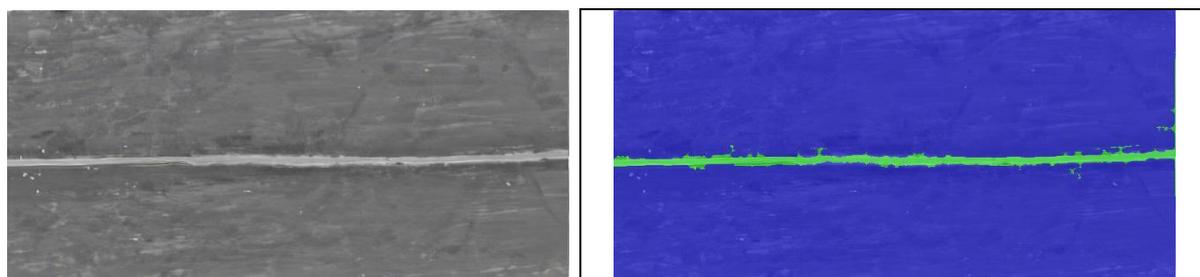


	Матриця	Частка
Об'ємна частка, %	99,968	0,319
Середній розмір, мкм	51,8443	0,8756

в

Рис. 4. Типовий вигляд ділянки з'єднання MA2-1 + MA2-1, отриманого ДЗВ на режимі: $T = 560\text{ }^\circ\text{C}$, $P = 10\text{ МПа}$, $t = 15\text{ хв}$ (а), відповідні бінаризовані фазові включення в основному металі (б), а також їх кількісні характеристики (в)

Застосування проміжного прошарку з паралельним збільшенням тривалості процесу зварювання до 30 хв і зниженням його температури до $420\text{ }^\circ\text{C}$ також призводить до зменшення об'ємної долі фаз і їхнього середнього розміру в основному металі, проте в меншому ступені ніж в попередньому зразку, до 0,867 % і 0,9454 мкм відповідно (рис. 5).

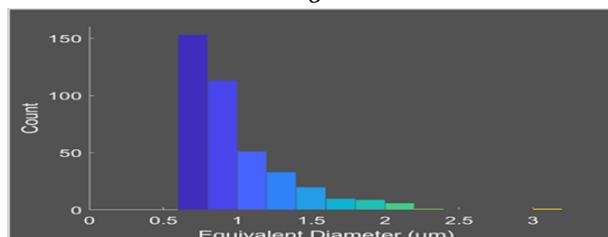


а

б

	Матриця	Частка
Об'ємна частка, %	99,913	0,867
Середній розмір, мкм	61,9573	0,9454

в



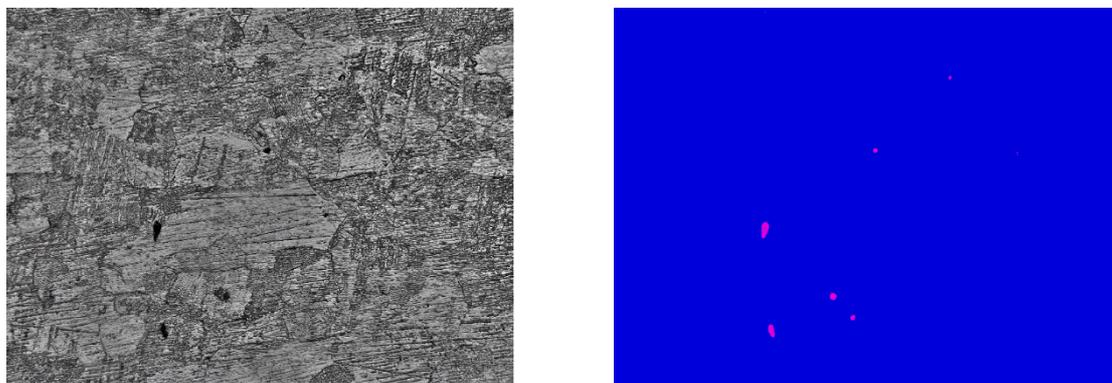
г

Рис. 5. Типовий вигляд ділянки з'єднання MA2-1 + Cu + MA2-1, отриманого ДЗВ на режимі: $T = 420\text{ }^\circ\text{C}$, $P = 10\text{ МПа}$, $t = 30\text{ хв}$ (а), відповідні бінаризовані фазові включення в основному металі (б), їх кількісні характеристики (в), розподіл фаз за розміром (г)

Застосування формуючих матриць, які сприяють інтенсивному деформуванню металу в зоні з'єднання призводить з одного боку до екстремального зменшення вмісту інтерметалідних фаз до 18 разів у порівнянні з вихідним матеріалом і становить 0,118 %, з іншого – до збільшення їх середнього розміру майже втричі (до 3,8558 мкм) (рис. 6).

Механізм укрупнення фаз в зоні з'єднання при використанні формуючих матриць, пов'язано з тим, що саме при цьому інтенсифікуються процеси пластичної деформації у зоні з'єднання біля прошарку. При цьому з залежності від типу матеріалу прошарку ця деформація буде різною – при м'яких матеріалах (Cu) вона буде не значною, тоді як при

використанні твердих прошарків (Ti, Ni) – навпаки суттєвою. При цьому буде підвищуватися щільність дислокацій у границі. І тоді навіть при незначній температурі буде реалізовуватися додатковий механізм дифузії – по ядрах дислокацій, який на порядок має більшу швидкість дифузії. Внаслідок цього буде зростати розмір окремих часток фаз шляхом розчинення дрібних (менше ніж 0,1 мкм) та їх наступного поглинання фазами більшого розміру. Саме це і відбувається на рис. 5.



	<i>a</i>	<i>б</i>
	Матриця	Частка
Об’ємна частка, %	99,888	0,118
Середній розмір, мкм	109,3767	3,8558

в

Рис. 6. Типовий вигляд ділянки з’єднання MA2-1 + Ti + MA2-1, отриманого ДЗВ у формуючих матрицях на режимі: T = 420 °C, P = 10 МПа, t = 30 хв (а), виявлені програмою MIPAR бінаризовані фазові включення в основному металі (б), а також їх кількісні характеристики (в)

Висновки. Таким чином, можна зробити висновок, що основними факторами, які впливають на об’ємну частку дисперсно-зміцнених фаз у процесі зварювання, є температура проведення процесу ДЗВ, а також схема деформування матеріалу в стику. Так проведення зварювання при 420 °C сприяє зменшенню вмісту інтерметалідної фази Mg₁₇Al₁₂ або Mg₁₇(Al,Mn)₁₂ у 2,5 раза, а при збільшенні температури процесу до 560 °C – у 6,6 разів у порівнянні з вихідним сплавом. Розміри часток при цьому змінюються не суттєво – зменшуються в 1,4...1,5 раза. Застосування формуючих матриць при температурі зварювання 420 °C призводить до екстремального зменшення вмісту інтерметалідних фаз до 18 разів і збільшення їх середнього розміру майже втричі у порівнянні з вихідним матеріалом. На нашу думку, причиною цього є зростання розміру окремих часток фаз за рахунок розчинення дрібних внаслідок інтенсивної дифузії по ядрах дислокацій.

Заява про використання генеративного ШІ та технологій на основі ШІ в процесі написання тексту статті.

Під час написання цього матеріалу автор(и) використовували ChatGPT для перевірки англійської граматики в розширеній анотації. Після використання цього інструменту/сервісу автор(и) переглянув(ли) та відредагува(ли) зміст за потреби і взяв(ли) на себе повну відповідальність за зміст публікації.

Список використаних джерел

1. Stefano Gialanella, Alessio Malandrucolo. (2020) *Aerospace Alloys*. Springer.
2. Colleen Bettles, Matthew Barnett. (2012) *Advances in wrought magnesium alloys. Fundamentals of processing, properties and applications*. Woodhead Publishing Limited.

3. Min, D., Shen, J., Lai, S., Chen, J. (2009) Effect of heat input on the microstructure and mechanical properties of tungsten inert gas arc butt-welded AZ61 magnesium alloy plates. *Materials Characterization*, 60(12), 1583–1590. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2009.09.010>.
4. Abbas, M., Khan, A., Ali, M., Kamran, M. A., Azam, K., Shakoor, A. (2014) Effect of weld current and weld speed on the microstructure and tensile properties of magnesium alloy specimens during tungsten inert gas. *Technical Journal, University of Engineering and Technology Taxila*, 19, II, 35–39.
5. Hidetoshi Somekawa, Hiroyuki Hosokawa, Hiroyuki Watanabe, Kenji Higashi (2003) Diffusion bonding in superplastic magnesium alloys. *Materials Science and Engineering A*, 339, 328–333. [https://doi.org/10.1016/S0921-5093\(02\)00127-2](https://doi.org/10.1016/S0921-5093(02)00127-2).
6. Fei Lin, Tiepeng Li, Lulu Sun, Qingsen Meng. (2012) A study on vacuum diffusion bonding of as-extruded AZ31 magnesium alloy. *Applied Mechanics and Materials*, 121–126, 10–14. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.121-126.10>.
7. Yu Yandong, Li Qiang (2005) Diffusion Bonding in Superplastic ZK60 Magnesium Alloy. *Materials Science Forum*, 488–489, 227–230. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.488-489.227>.
8. Zhang Weixiang, Du Shuangmin (2013) Investigation into Cu-interlayered Diffusion Bonding Trial of AZ31B Alloy. *Advanced Materials Research*, 631–632, 167–171. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.631-632.167>.
9. Reza Ghavami, Ayoub Halvae, Amir Hadian (2019) Effect of bonding temperature on interface properties of AZ31 magnesium alloys joined by transient liquid phase using silver interlayer. *Materials Research Express*, 6, 116519, 1–9. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/ab44df>.
10. Jin, Y. J., Khan, T. I. (2012) Effect of bonding time on microstructure and mechanical properties of transient liquid phase bonded magnesium AZ31 alloy. *Materials and Design*, 38, 32–37. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2012.01.039>
11. Mezbahul-Islam, M., Mostafa, A. O., Medraj, M. (2014) Essential Magnesium Alloys Binary Phase Diagrams and Their Thermochemical Data. *Journal of Materials*, 704283. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/704283>.
12. Terlicka, S., Dębski, A., Sypien, A., Gašior, W., Budziak, A. (2021) Determination of thermo-physical and thermodynamic properties, of Ag-Mg alloys. *Materials Today Communications*, 29, 102946. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2021.102946>.

References

1. Stefano Gialanella, Alessio Malandrucolo. (2020) *Aerospace Alloys*. Springer.
2. Colleen Bettles, Matthew Barnett. (2012) *Advances in wrought magnesium alloys. Fundamentals of processing, properties and applications*. Woodhead Publishing Limited.
3. Min, D., Shen, J., Lai, S., Chen, J. (2009) Effect of heat input on the microstructure and mechanical properties of tungsten inert gas arc butt-welded AZ61 magnesium alloy plates. *Materials Characterization*, 60(12), 1583–1590. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2009.09.010>.
4. Abbas, M., Khan, A., Ali, M., Kamran, M. A., Azam, K., Shakoor, A. (2014) Effect of weld current and weld speed on the microstructure and tensile properties of magnesium alloy specimens during tungsten inert gas. *Technical Journal, University of Engineering and Technology Taxila*, 19, II, 35–39.
5. Hidetoshi Somekawa, Hiroyuki Hosokawa, Hiroyuki Watanabe, Kenji Higashi (2003) Diffusion bonding in superplastic magnesium alloys. *Materials Science and Engineering A*, 339, 328–333. [https://doi.org/10.1016/S0921-5093\(02\)00127-2](https://doi.org/10.1016/S0921-5093(02)00127-2).
6. Fei Lin, Tiepeng Li, Lulu Sun, Qingsen Meng. (2012) A study on vacuum diffusion bonding of as-extruded AZ31 magnesium alloy. *Applied Mechanics and Materials*, 121–126, 10–14. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.121-126.10>.
7. Yu Yandong, Li Qiang (2005) Diffusion Bonding in Superplastic ZK60 Magnesium Alloy. *Materials Science Forum*, 488–489, 227–230. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.488-489.227>.
8. Zhang Weixiang, Du Shuangmin (2013) Investigation into Cu-interlayered Diffusion Bonding Trial of AZ31B Alloy. *Advanced Materials Research*, 631–632, 167–171. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.631-632.167>.
9. Reza Ghavami, Ayoub Halvae, Amir Hadian (2019) Effect of bonding temperature on interface properties of AZ31 magnesium alloys joined by transient liquid phase using silver interlayer. *Materials Research Express*, 6, 116519, 1–9. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/ab44df>.

10. Jin, Y. J., Khan, T. I. (2012) Effect of bonding time on microstructure and mechanical properties of transient liquid phase bonded magnesium AZ31 alloy. *Materials and Design*, 38, 32–37. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2012.01.039>

11. Mezbahul-Islam, M., Mostafa, A.O., Medraj, M. (2014) Essential Magnesium Alloys Binary Phase Diagrams and Their Thermochemical Data. *Journal of Materials*, 704283. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/704283>.

12. Terlicka, S., Dębski, A., Sypien, A., Gašior, W., Budziak, A. (2021) Determination of thermo-physical and thermodynamic properties, of Ag-Mg alloys. *Materials Today Communications*, 29, 102946. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2021.102946>.

Дата першого надходження статті до видання: 25.11.2025
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 09.12.2025

UDC 621.791.04:669.018

***Petrushynets Lidiia¹, Falchenko Iurii², Kostin Valeriy³,
Fedorchuk Viktor⁴, Puzrin Oleksandr⁵***

¹ PhD in Technical Sciences, Senior Researcher,
Senior Researcher of the Department of Physical-Metallurgical Processes of Welding of Light Metals and Alloys
Paton Electric Welding Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)

E-mail: petrushynets@paton.kiev.ua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7946-3056>
ResearcherID: G-2891-2016. Scopus Author ID: 55521777800

² Doctor in Technical Sciences, Senior Researcher,
Head of the Department of Physical-Metallurgical Processes of Welding of Light Metals and Alloys
Paton Electric Welding Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)

E-mail: falchenko@paton.kiev.ua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3028-2964>
ResearcherID: W-2793-2017. Scopus Author ID: 7801687476

³ Doctor in Technical Sciences, Senior Researcher, Senior Researcher of the Department of Physical-Chemical Studies of Materials
Paton Electric Welding Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)

E-mail: valerykkos@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2677-4667>

⁴ PhD in Technical Sciences, Senior Researcher,
Senior Researcher of the Department of Physical-Metallurgical Processes of Welding of Light Metals and Alloys
Paton Electric Welding Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)

E-mail: fedorchuk@paton.kiev.ua. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9929-3231>
ResearcherID: W-1322-2017. Scopus Author ID: 56496648600

⁵ Junior researcher of the Department of Physical-Chemical Studies of Materials
Paton Electric Welding Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)

E-mail: procesor1@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0625-2113>

**THE INFLUENCE OF THE WELDING CYCLE ON THE CONTENT
OF PHASE PRECIPITATIONS IN THE MA2-1 ALLOY**

The low density of magnesium alloys promotes their adoption in the automotive, aerospace, medical, and electronics industries. Wider application of Mg requires the development of reliable joining methods. Vacuum diffusion welding is a promising process, as it makes it possible to avoid most of the defects characteristic of fusion welding. At the same time, scientific interest is focused on phase transformations that occur not only near and within the joint zone but also in the base material during the welding process.

This work examines the influence of welding parameters and the plastic deformation scheme on the size and distribution of phase precipitates formed during the thermo-deformation cycle of diffusion welding of the MA2-1 magnesium alloy. Welding of the specimens was carried out both under free conditions and with the use of forming matrices, which promote intensification of metal deformation in the joint zone. The volume fraction and size of phase precipitates of the Mg–Al–Mn system in the MA2-1 magnesium alloy were evaluated both in the initial state and after welding, with and without interlayers. To determine the quantitative characteristics of dispersion-strengthening phases, the MIPAR computer image analysis software was utilized, which enables the automatic determination of phase sizes, their distribution, volume fraction, and other quantitative parameters. The volume fraction of phases was measured directly on experimental specimens using the area method.

It is shown that heating the MA2-1 alloy during the welding process to 420 °C leads to significant dissolution of the strengthening phases Mg₁₇Al₁₂ or Mg₁₇(Al, Mn)₁₂, whose average particle sizes are up to three times larger when the process is carried out using forming matrices. This is caused by an increase in dislocation density at grain boundaries and the activation of an additional diffusion mechanism – diffusion along dislocation cores – which promotes an increase in the size of individual phase particles due to the dissolution of fine particles (less than 0.1 μm) and their subsequent absorption by larger phases.

Keywords: MA2-1 magnesium alloy; vacuum diffusion welding; interlayer; microstructure; phase precipitates of the Mg–Al–Mn system.

Fig.: 6. References: 12.

Петрушинець Л. В., Фальченко Ю. В., Костін В. А., Федорчук В. Є., Пузрін О. Л. Вплив циклу зварювання на вміст фазових виділень у сплаві MA2-1. *Технічні науки та технології*, 2025. № 4(42). С. 75-81. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-4\(42\)-75-81](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-4(42)-75-81).