

УДК 669.715

**РАЗРАБОТКА МЕТАЛЛОВЕДЧЕСКИХ ОСНОВ СЕЛЕКТИВНОГО  
ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ СПЛАВА AlSi10Mg**

Артём Кириллович Караваев

*Магистр 2 года,**кафедра «Материаловедение»**Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана**Научный руководитель: Ю.А. Пучков,**кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение»*

Метод селективного лазерного сплавления (СЛС) позволяет снять многие технологические ограничения традиционных технологий, значительно сократить время производства, и, зачастую, его стоимость. Однако СЛС является сложным многофакторным процессом и при опробовании новых сырьевых материалов (порошка) конечные свойства изделия не всегда могут быть предсказуемы. В работе исследованы образцы из нового отечественного порошка для аддитивного производства АСП-25 AlSi10Mg.

Частицы порошка АСП-25 AlSi10Mg обладают неправильной морфологией с формой близкой к сфероидам, присутствуют конгломераты. Размер частиц варьируется в пределах от 7 до 50 мкм. Средний размер гранул порошка составляет 23 мкм. На частицах порошка наблюдаются более мелкие сателлитовые частицы, а также небольшое количество пор, образованных, возможно, газом в процессе газовой атомизации порошка. Присутствуют отдельные частицы чистого алюминия.

Микроструктура AlSi10Mg состоит из матрицы из твердого раствора  $\alpha$ -Al, дендритной сетки из тройной эвтектики [Al + Si + Mg<sub>2</sub>Si], вытянутой в направлении отвода тепла в треке, отдельных частиц Si и мелкодисперсной  $\beta'$ -фазы Mg<sub>2</sub>Si, равномерно распределённой в структуре.

На границе перехода между соседними треками выявлены пять различных зон – дендритная эвтектическая сетка мелкая и вытянута в направлении отвода тепла в треках [1, 5]; дендритная сетка становится крупной [2], что связано со вторичным тепловым влиянием при прохождении лазерного луча по соседнему треку; снова становится мелкой [3]; затем распадается на мелкие частицы в зоне термического влияния (ЗТВ) [4], вероятно из-за повышения скорости диффузии Si в ЗТВ. Механизм образования зоны с мелкой структурой [3] пока не вполне ясен.

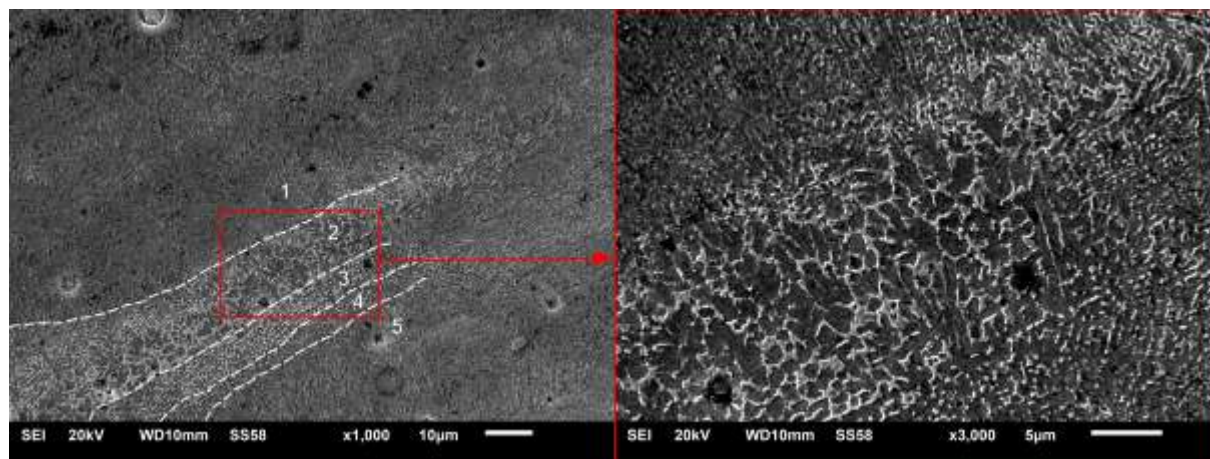


Рис. 1. Дендритное строение трека, x1000, x3000 (РЭМ)

Определены механические свойства ( $\sigma_b$ ,  $\sigma_{0,2}$ ,  $\delta$ ,  $\psi$ , КСЧ) сплава AlSi10Mg. Установлено, что отжиг для снятия напряжений в течение 2 часов при 300° (Т2) позволяет достичь высоких показателей пластичности ( $\delta=15..18\%$ ) при удовлетворительной прочности ( $\sigma_b=255..265$  МПа).

Фрактографическое исследование изломов сплава AlSi10Mg показало, что разрушение образцов происходит по магистральной трещине, развивающейся вдоль зон сплавления. Причиной зарождения трещины могут являться пора критического размера или место стыка столбчатых дендритов.

Сравнено коррозионное поведение сплава AlSi10Mg (СЛС) с аналогичным традиционным сплавом АК9ч (литьё в землю). Установлено, что коррозионные показатели AlSi10Mg выше, чем у аналогичного традиционного литейного сплава АК9ч. Потенциал питтингообразования AlSi10Mg находится выше потенциала коррозии, что свидетельствует о сравнительно низкой склонности сплава к питтингообразованию.

Таблица 1. Коррозионные характеристики AlSi10Mg и АК9ч

Коррозионные характеристики	AlSi10Mg (СЛС)	АК9ч (литьё)
Потенциал коррозии, мВ	- 714	- 422
Потенциал питтингообразования, мВ	- 467	-
Плотность коррозионного тока, мкА/см <sup>2</sup>	1,15	1,30
Линейный показатель коррозии, мкм/год	0,40	0,46
Массовые потери, г/(сут×м <sup>2</sup> )	0,095	0,108
Оценка коррозионной стойкости	Удовл. стойкий, группа 2, балл 3	

## Литература

1. *Aboulkhair N.T., Everitt N.M., Ashcroft I., Tuck C.* Reducing porosity in AlSi10Mg parts processed by selective laser melting. *Additive Manufacturing*, 2014, vol. 1, i. 4, pp. 77-86. DOI: 10.1016/j.addma.2014.08.001.
2. *Bartkowiak K., Ullrich S., Frick T., Schmidt M.* New Developments of Laser Processing Aluminium Alloys via Additive Manufacturing Technique. *Physics Procedia*, 2011, vol. 12, pp. 393-401.
3. *Buchbinder D., Schleifenbaum H., Heidrich S., Meiners W., Bültmann J.* High Power Selective Laser Melting (HP SLM) of Aluminum Parts. *Physics Procedia*, 2011, vol. 12, pp. 271-278.
4. *Fulcher B.A., Leigh D.K., Watt T.J.* Comparison of AlSi10Mg and Al6061 processed through DMLS [Annual International Solid Freeform Fabrication Symposium – An Addictive Manufacturing Conference]. Austin, 2014, pp. 404-419.
5. *Leon A., Shirizly A., Aghion E.* Corrosion Behavior of AlSi10Mg Alloy Produced by Additive Manufacturing (AM) vs. Its Counterpart Gravity Cast Alloy. *Metals*, 2016, vol. 6, i. 148, 9 p.
6. *Linzi Wang, Ying Liu, Sen Chang.* Fabrication of Spherical AlSi10Mg Powders by Radio Frequency Plasma Spheroidization. *Metallurgical and Materials Transactions*, 2016, vol. 47A, pp. 2444-2453. DOI: 10.1007/s11661-016-3384-z
7. *Mauduit A., Pillot S., Frascati F.* Application study of AlSi10Mg alloy by selective laser melting: physical and mechanical properties, microstructure, heat treatments and manufacturing of aluminium metallic matrix composite (MMC). *Metallurgical Research Technology*, 2015, vol. 112, i. 605, pp. 1-23. DOI: 10.1051/metal/2015039.