

УДК 621.7

**МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА СВАРИВАЕМЫХ  
ПОВЕРХНОСТЕЙ ОРЕБРЕННЫХ ТРУБ**

Синюков М.С., магистрант ТАММ-22, II курс  
Научный руководитель: Максаров В.В., д.т.н., профессор  
Санкт-Петербургский горный университет  
императрицы Екатерины II  
г. Санкт-Петербург

На окончательной стадии изготовления плоскоовальной трубы и оребрения предлагается производить магнитно-абразивную обработку алюминиевых поверхностей оребрения и наружной поверхности плоскоовальной трубы (если труба будет выполняться из цветного металла) с целью обеспечения необходимой шероховатости, удаления оксидной пленки перед свариванием оребрения и плоскоовальной трубы, удаления дефектного слоя, образованного на предшествовавшей операции.

Магнитно-абразивная обработка осуществляется в результате взаимодействия ферроабразивного порошка-инструмента и обрабатываемой поверхности [1,2]. Поддержание данного взаимодействия в течение периода обработки возможно благодаря магнитному полю, которое обеспечивается электромагнитами или постоянными магнитами [3].

Данный способ финишной обработки позволяет производить обработку самых различных типов поверхности: цилиндрические наружные, внутренние, плоские поверхности; тела вращения с криволинейной образующей; винтовые; с эвольвентным, трапецеидальным и другим профилем [4,5].

При проведении магнитно-абразивной обработки возможно обеспечить следующие рабочие движения [6]:

- главное движение, отвечающее за скорость резания;
- осциллирующее движение, отвечающее за перемешивание порошка, а также за процесс заточки абразивных зерен;
- движение подачи, отвечающее за смешивание зерен порошка между собой и за равномерное сосредоточивание зерен у поверхности в процессе обработки;
- дополнительные движения.

Эффективность способа магнитно-абразивной обработки оценивается по параметрам качества обработанной поверхности, в особенности по шероховатости поверхности  $R_a$ . Шероховатость поверхности особенно важна для свариваемых плоскостей изделий из алюминиевых сплавов, так как она определяет качество сварного [7,8]. С увеличением шероховатости поверхности увеличивается площадь окисления, а, следовательно, и объем оксидной пленки. Измерение шероховатости производилось при помощи профилометра Mitutoyo

Surftest SJ-210 в 4 точках по 3 измерения в каждой и вычислялась средняя шероховатость поверхности.

По результатам проведенных исследований проводилась проверка припаянных плоскостей на равномерность распределения температуры нагрева во время процесса работы путем составления теплограмм (рисунок 1). Выявлено, что поверхности, спаянные без предварительного обеспечения плоскостности и не подвергшиеся предварительной магнитно-абразивной обработке нагреваются в процессе работы неравномерно по месту припоя, в то время как технология предварительной подготовки поверхностей, описанная выше, позволяет обеспечить равномерность нагрева припаянных поверхностей, тем самым, не создавая локальных очагов перегрева и разрушения неразъемного соединения (рисунок 2).

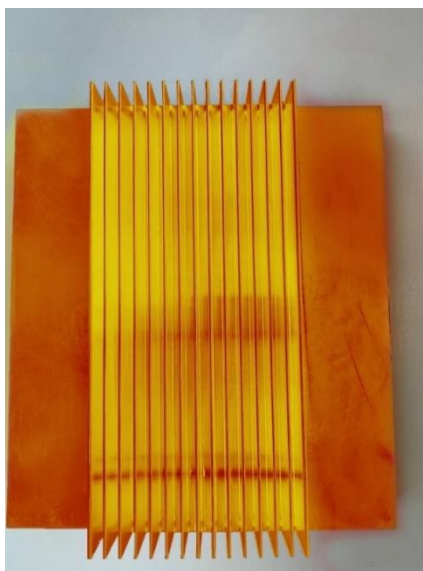


Рисунок 1 – Теплообмен плоскоовальной трубы с оребрением, плоскоовальные поверхности которой были обработаны методом МАО перед свариванием [составлено автором]

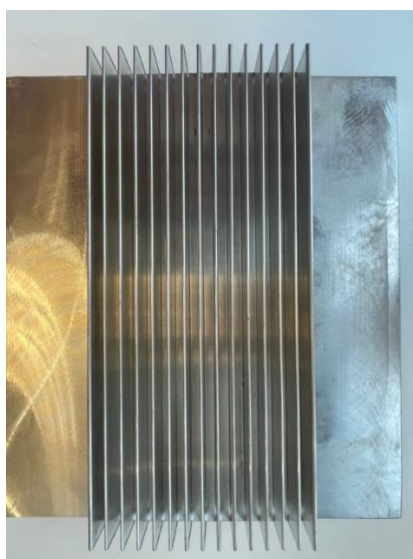


Рисунок 2 – Плоскоовальная трубы с оребрением, плоскоовальные поверхности которой были обработаны методом МАО перед свариванием [составлено автором]

Таким образом, предложен метод магнитно-абразивной обработки с целью предварительной обработки плоскоовальных поверхностей трубы перед свариванием трубы с ребрением. Технология подтвердила экспериментально свою эффективность – позволила обеспечить необходимый теплообмен и прочность сварного соединения, так как минимизировало наличие оксидных включений от оксидной пленки в сварном шве.

### Список литературы

1. Пантелеенко Ф.И., Максаров В.В., Петришин Г.В., Максимов Д.Д. Повышение производительности магнитно-абразивной обработки использованием диффузионно-легированных порошков // СТИН. – 2023. – № 3. – С. 12-16.
2. Максаров В.В., Минин А.О., Захарова В.П. Технологическое обеспечение качества расточных поверхностей изделий из алюминиевого сплава АМц на основе высокочастотного волнового воздействия // Цветные металлы. – 2023. – № 4. – С. 90-95. – DOI 10.17580/tsm.2023.04.12.
3. Chawla, G., Kumar, V., & Kumar, A. Investigation and Optimization of Parameters in Micro-Finishing of Hybrid Al/SiC/B4C MMCs by Novel MAFM Process through RSM. *Silicon*, 2021. <https://doi.org/10.1007/s12633-020-00838-y>.
4. Chawla, Gagandeep & Kumar, Vinod & Sharma, Rishi. Neural Simulation of Surface Generated During Magnetic Abrasive Flow Machining of Hybrid Al/SiC/B4C-MMCs. *Journal of Bio- and Tribo-Corrosion*, 2021. 7. <https://doi.org/10.1007/s40735-021-00587-4>.
5. Cheng, Ken-Chuan & Chen, Kuan-Yu & Tsui, Hai-Ping & Wang, A-Cheng. Characteristics of the Polishing Effects for the Stainless Tubes in Magnetic Finishing with Gel Abrasive. *Processes*. 2021, 9. 1561. <https://doi.org/10.3390/pr9091561>.
6. Cui, T., Zhang, G., Cui, Y., Jiang, L., Zhu, P., & Du, J. Effect of atomizing rapid solidification spherical abrasive finishing on the surface quality of copper-nickel alloy. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal*, 2021.
7. Jiang, L., Chang, T., Zhu, P., Zhang, G., Du, J., Liu, N., & Chen, H. Influence of process conditions on preparation of CBN/Fe-based spherical magnetic abrasive via gas atomization. *Ceramics International*, 2021, 47(22), 31367–31374. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.08.010>.
8. Jiang, L., Zhang, G., Du, J., Zhu, P., Cui, T., & Cui, Y. Processing performance of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Fe-based composite spherical magnetic abrasive particles. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 2021, 528, 167811. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2021.167811>.