

УДК 621.791

Влияние ультразвуковых колебаний на технологические свойства дуги переменного тока

Муругов Дмитрий Александрович

dmitry.murugov97@yandex.ru

Лысак Владимир Ильич

Савинов Александр Васильевич

Полесский Олег Александрович

Чудин Артем Алексеевич

Красиков Павел Павлович

ВолгГТУ, Волгоград, Россия

Аннотация. Приведены результаты исследований влияния ультразвуковых колебаний на проплавляющую способность дуги переменного тока при сварке алюминиевых сплавов, а также формирование, структуру, механические свойства сварных соединений. Показано, что параметры проплавлений, выполненных с воздействием на дугу ультразвуковых колебаний, значительно превосходят таковые без УЗК применения на любых режимах сварки.

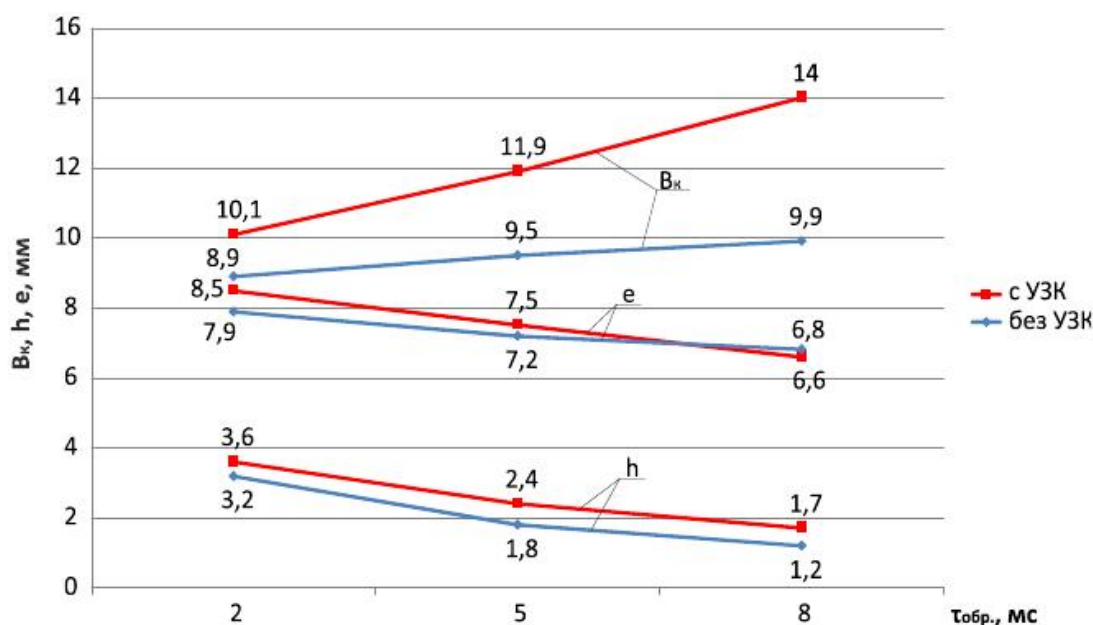
Ключевые слова: ультразвуковые колебания, алюминиевые сплавы, неплавящийся электрод, дуга, глубина проплавления

Введение. Специфические свойства алюминия, обусловившие широкое распространение его сплавов в автомобилестроении, аэрокосмической, нефтехимической, судостроительной, железнодорожной и электронной промышленности в значительной мере определяют и проблемы их сварки [1–3]. Сварка плавлением широко применяется в промышленности и является одним из ведущих методов сварки алюминиевых сплавов. Однако данный способ имеет некоторые недостатки: низкая производительность, обусловленная сравнительно невысокой тепловой эффективностью дуги и нарушением формирования швов (образования подрезов, пор, наплывов и т. п.) при высоких значениях силы тока и скорости сварки.

Методы и материалы; результаты. Целью работы являлось влияния ультразвуковых колебаний на технологические свойства дуги переменного тока с ПФИ (величина катодной очистки, проплавляющая способность и формирование сварных соединений). В качестве свариваемых материалов использовались пластины из алюминиевого сплава АМц размерами 200×150 мм толщиной 4–10 мм (присадочный материал не применялся).

При сварке на переменном токе с ПФИ глубина проплавления зависит не только от величины тока, но и от длительности импульсов тока обратной полярности. С увеличением $\tau_{обр}$ с 2 до 8 мс (при частоте переменного тока 50 Гц) ширина шва снижается ~ на 25 %, а глубина проплавления более чем в 2 раза, как с УЗК, так и без них. В случае использования ультразвука при

любых значениях $\tau_{обр}$ глубина проплавления больше, чем без УЗК (при $\tau_{обр} = 8$ мс — более чем на 40 %) (см. рисунок).



Зависимость глубины h , ширины e проплавления и ширины зоны катодной очистки B_k от длительности импульса тока обратной полярности: $F_{уэс} = 20,8$ кГц; $P_{уэс} = 60$ Вт; $I_{св} = 150$ А; $f = 50$ Гц; $L_d = 3$ мм; $d_d = 4$ мм; расход газа 18–20 л/мин; материал АМц; $\delta_{AL} = 4$ мм

Заключение. Применение ультразвуковых колебаний способствует дополнительному механическому воздействию на окисную пленку, в результате чего даже при малых длительностях обратной полярности в периоде переменного тока (менее 15 %) качество очистки окисной пленки остается хорошим. При воздействии ультразвуковых колебаний на дугу наблюдается измельчение зерна и повышение механических свойств сварных соединений (предела прочности на 40–43 %, относительного удлинения на 15–20 %).

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (проект № FZUS-2026-0003 на основании соглашения № 075-03-2026-526 от 16.01.2026).

Список источников

- [1] Atamanenko T.V., Eskin D.G. Experimental study of grain growth in aluminum melts under the influence of ultrasonic melt treatment. Materials Science Forum, 2007, pp. 987–990. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.561-565.987>
- [2] Муругов Д.А., Савинов А.В., Чудин А.А., Лысак В.И., Полесский О.А., Красиков П.П. Влияние сфокусированных ультразвуковых колебаний на проплавляющую способность дуги переменного тока. Известия ВолгГТУ. Сер. Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении, 2024, № 6 (289), с. 71–75.
- [3] Cho J., Lee J.-J., Bae S.-H. Heat input analysis of variable polarity arc welding of aluminum. Journal of Materials Processing Technology, 2017, vol. 249, pp. 89–95. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7292-y>