

УДК 621.791

Влияние длительности периода переменного прямоугольного тока на удельную эффективную мощность сжатой дуги в аргоне при сварке алюминия

Советкин Дмитрий Эдуардович

mitya.sovetkin@yandex.ru

Ельцов Валерий Валентинович

vev@tltsu.ru

Левин Михаил Николаевич

levin.mn@mail.ru

ТГУ, Тольятти, Россия

Аннотация. Установлено, что с уменьшением длительности периода переменного прямоугольного тока действующая величина тока снижается. Показано, что изменение действующей величины тока вследствие уменьшения длительности периода практически не сказывается на величине удельной мощности сжатой дуги. Сделаны выводы, что при регулировке частоты тока в диапазоне 50–200 Гц удельная эффективная мощность сжатой дуги практически не изменяется.

Ключевые слова: аргонодуговая сварка, длительность периода, частота тока, сжатая дуга, удельная эффективная мощность

Введение. Современные сварочные источники питания, предназначенные для сварки алюминиевых сплавов, характеризуются возможностью регулировать разнополярные прямоугольные импульсы (РПИ) тока, как по длительности периода, так и длительности полярностей в периоде и их амплитуд тока. Исследования, проведенные рядом авторов, в которых определялись зависимости размеров сварного шва от длительности периода переменного прямоугольного тока, носят несколько противоречивый характер.

В работе [1] отражено влияние длительности периода переменного тока на размеры сварного шва, с уменьшением длительности периода площадь проплава увеличивается, авторы рекомендуют уменьшать длительность периода для получения узких и глубоких швов. В исследовании [2] отражено изменение геометрии наплавки при аргонодуговой сварке и с применением ультразвуковых колебаний, где отражена тенденция к уменьшению ширины проплава в обоих случаях при сохранении глубины проплавления. В работе [3] отмечается, что изменение частоты тока влияет на структурную составляющую металла шва, и проплавающую способность дуги. В работе [4] показано, что при одной и той же действующей величине тока сварки, но разной форме кривой тока, получить одинаковые размеры сварного шва не представляется возможным. В работе [5] пришли к заключению, что частота тока от 30 до 240 Гц не влияет на термический, полный КПД свободной дуги, однако мощность дуги может изменяться. Такая разноплановость данных между изменением тепловложения в изделие и размерами сварного шва затрудняет выбор параметров режимов при способе сварки с регулируемыми РПИ тока для сжатых дуг. Тем более, что в отличие от свободных дуг, сжатая

дуга способна компенсировать изменение размеров сварного шва еще и за счет регулировки диаметра сопла плазмотрона и газокINETического давления дуги. Поэтому возникает необходимость в определении параметров режимов сварки сжатой дугой при регулировке длительности периода переменного тока, влияющих на размеры сварного шва посредством определения ее эффективной мощности. Целью исследования является повышение эффективности сжатых дуг в аргоне при сварке алюминия, путем определения удельной эффективной мощности сжатой дуги в зависимости от длительности периода переменного прямоугольного тока.

Методы и материалы; результаты. Исследование удельной эффективной мощности сжатой дуги проводили от аргонодугового источника питания ANDELI MASTER TIG 250 AC/DC. Длительность периода определяли по осциллограммам тока, регистрация осуществлялась с частотой опроса 10 кГц датчика тока ДИТ-300Н, процесс наплавки производили плазмотроном с конфигурацией сжимающего сопла 6 мм, длиной канала сопла 2,5 мм. Длина открытой части дуги поддерживалась постоянной 1,7 мм. Расход плазмобразующего газа 3 л/мин, расход защитного газа 15 л/мин. Наплавку производили на алюминиевый образец АД1 толщиной 6 мм, размером 130×40×6,0 мм на весу. Процесс калориметрования осуществляли в диапазоне токов 50–200 А и частотой 50–200 Гц, с шагом 50 единиц по току и частоте выполняя по три эксперимента на каждый режим сварки.

Источник питания ANDELI MASTER TIG 250 AC/DC формирует более трапецеидальную форму тока, чем прямоугольную (рис. 1, а), что несколько отличает его например от источника BRIMA TIG 200P AC/DC с прямоугольной формой тока (рис. 1, б), это влияет на величину действующего тока сварки при регулировке длительности периода.

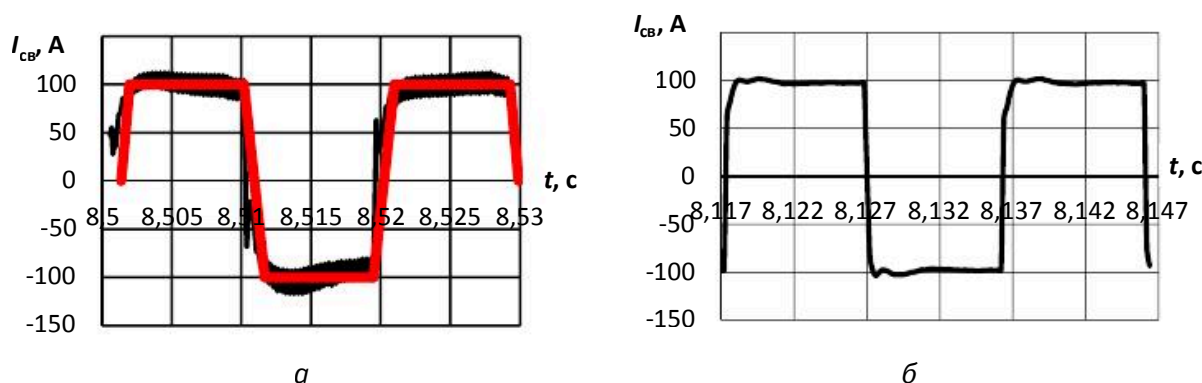


Рис. 1. Осциллограммы тока аргонодуговых источников питания:
а — ANDELI MASTER TIG 250 AC/DC; б — Brima TIG 200P AC/DC

Трапецеидальная форма тока характеризуется скоростью перехода тока через ноль, используя величину которой возможно определить изменение действующей величины тока от его амплитудной величины:

$$v = \frac{8 \cdot f \cdot I_m^3}{3 \cdot (I_m^2 - I_d^2)} \quad (1)$$

где v — средняя скорость перехода тока через ноль кА/с; f — частота переменного трапецеидального тока; I_m — амплитудная величина тока; I_d — действующая величина тока.

Определив действующую величину тока сварки, возможно оперировать параметром удельной эффективной мощности дуги, отражающую величину выделяемой эффективной мощности, дугой в изделие на ток сварки. В диапазоне 20–200 Гц с шагом 10 Гц, для источника питания ANDELI MASTER TIG 250 AC/DC определена логарифмическая зависимость изменения средней скорости перехода тока через ноль от длительности периода:

$$v = 5,0953 \cdot \ln(I_m) - 13,444. \quad (2)$$

Используя зависимости (1, 2) определены действующие величины тока сварки при различной длительности периода переменного тока у источника питания ANDELI MASTER TIG 250 AC/DC. Полученные величины характеризуются относительным отклонением от действующей величины тока, полученной с осциллограммы не более 10 %. Действующую величину тока сварки использовали для определения удельной мощности сжатой дуги.

Калориметрированием определена зависимость изменения эффективной мощности сжатой дуги и определена зависимость удельной эффективной мощности сжатой дуги от частоты переменного прямоугольного тока (рис. 2).

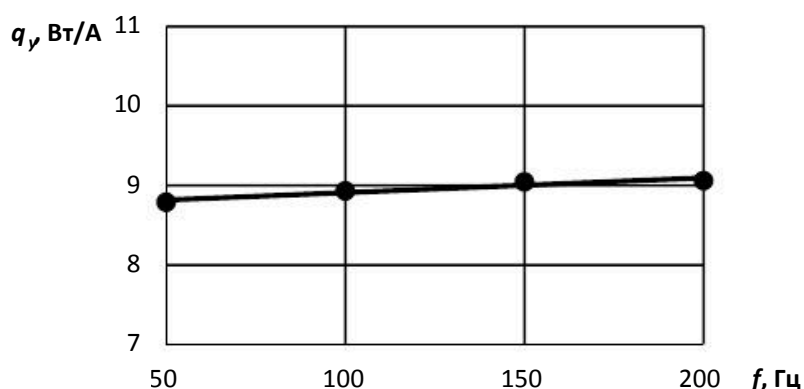


Рис. 2. Зависимость удельной эффективной мощности сжатой дуги от частоты переменного прямоугольного тока в диапазоне токов 50–200 А

Из рис. 2 следует, что при изменении длительности периода переменного прямоугольного тока удельная мощность сжатой дуги повышается, это объясняется тем, что при большей частоте переменного тока у источника питания ANDELI MASTER TIG 250 AC/DC наблюдается уменьшение действующей величины тока сварки. Известно, что для сжатых дуг с увеличением действующего тока сварки удельная мощность понижается [6].

Закключение. Регулировка длительности периода переменного прямоугольного тока не снижает удельную эффективность сжатой дуги. Однако особенности устройства схем различных источников питания при формировании импульсов тока может оказывать влияние на величину действующего тока, снижая его. Например, при сварке от источника питания ANDELI MASTER TIG 250 AC/DC увеличение частоты амплитудного тока 200 А до 200 Гц способствует снижению величины действующего тока более чем в 2 раза.

Список источников

- [1] Ищенко А.Я., Покляцкий А.Г., Яворская М.Р. и др. Влияние асимметрии разнополярного тока прямоугольной формы на параметры швов при аргонодуговой сварке сплава АМгб. *Автоматическая сварка*, 1990, № 1, с. 26–28.
- [2] Муругов Д.А. Влияние сфокусированных ультразвуковых колебаний на проплавляющую способность дуги переменного тока. *Известия Волгоградского государственного технического университета. Сер. Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении*, 2024, № 6 (289), с. 71–75.
- [3] Короткова Г.М., Славин Г.А., Филиппов М.А. Исследование процесса сварки дугой переменного тока прямоугольной формы. *Сварочное производство*, 1971, № 10, с. 4–6.
- [4] Короткова Г.М., Цепенев Р.А. Влияние формы кривой переменного тока на тепловые характеристики дуги и геометрические размеры шва. *Сварочное производство*, 1973, № 2, с. 7–9.
- [5] Потапов А.Н. *Разработка оборудования и технологии сварки алюминиевых сплавов разнополярными импульсами тока прямоугольной формы*. Дис. ... канд. техн. наук. Волгоград, 2003, 158 с.
- [6] Сидоров В.П., Советкин Д.Э. Эффективная мощность сжатой сварочной дуги с разнополярными импульсами тока. *Вектор науки Тольяттинского государственного университета*, 2021, № 2, с. 57–66.