

УДК 537.523: 533.924

Е.Е.Смирнов (асп. каф. ЭиЭ), Н.Г.Гимазетдинова (5 курс, каф. ЭиЭ),  
В.Я.Фролов, к.т.н.,доц.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТОКА В ЭЛЕКТРОДАХ ПРИ ЭКДР МЕТАЛЛОВ

Электроконтактнодуговая резка (ЭКДР) металлов основана на явлении электроэрозии, как следствии процесса плавления и испарения металла в результате концентрированного выделения энергии на поверхности и приповерхностном слое. Электроэрозия характеризует процесс обрабатываемости металлов и зависит от теплоемкости, плотности, температуры плавления, теплопроводности, а также электропроводности металла. Обработке, резке традиционными способами трудно поддаются сплавы ЖС6К, ЗХ2В8, сормайт, а также вольфрам, молибден и т.п. Металлы с высокими коэффициентами теплопроводности и теплоемкости имеют высокую эрозионную стойкость и хуже обрабатываются.

ЭКДР металлов, являясь одной из разновидностей электроэрозионной обработки, основана на формоизменении металлических поверхностей, производимых одновременно с нагревом и расплавлением этих поверхностей под действием электрического тока.

Процесс ЭКДР состоит из трех основных стадий. Первая стадия – элементарный контакт двух токопроводящих поверхностей электрода-инструмента (ЭИ) и электрода-детали (ЭД). Вторая стадия – образование и горение электрической дуги. Третья стадия – гашение электрической дуги. Причем на протяжении всех стадий переходных процессов идет интенсивный теплообмен в приповерхностном слое электродов и электродуговом разряде в парогазовой полости.

В данной работе производился расчет плотности тока на первой стадии процесса ЭКДР. На этой стадии контакта электродов распределение тока через площадку контактирования оказывает существенное влияние на последующий процесс нагрева инструмента и детали, а также условия образования дугового разряда.

Для расчета распределения тока в электродах была использована методика, описанная в работе [1], где результирующая формула для расчета плотности тока может быть представлена в виде

$$j(r, t) = \frac{I_m (1 - e^{-t/\tau}) \cos r_1 \Phi(r_1, t)}{8R^2 \sqrt{\sin^2 a_1 - \sin^2 r_1} \int_0^{a_1} \frac{\cos r_1 \Phi(r_1, t) r_1 dr_1}{\sqrt{\sin^2 a_1 - \sin^2 r_1}}},$$

$$\text{где } \Phi(r, t) = 1 - \frac{f \cdot J_0\left(\frac{r}{\sqrt{k_0 \tau}}\right) \cdot e^{-t/\tau}}{2\sqrt{k_0 \tau} \cdot J_1\left(f/\sqrt{k_0 \tau}\right)} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{J_0(\lambda_n r) \cdot e^{-k_0 \lambda_n^2 t}}{(k_0 \lambda_n^2 \tau - 1) \cdot J_2(\lambda_n f)}; \quad a_1 = \frac{\pi f}{2R}; \quad r_1 = \frac{\pi r}{2R}; \quad I_m -$$

максимально возможное значение тока короткого замыкания, проходящего через контактируемые электроды;  $f$  – радиус контактной площадки;  $J_0, J_1, J_2$  – функции Бесселя первого рода;  $\lambda_n$  – корни уравнения  $J_1(\lambda_n f) = 0$ ;  $k_0 = \rho_0 / \mu_0$ ;  $\rho_0$  – удельное электрическое сопротивление материала контактов при  $0^\circ\text{C}$ ;  $\mu_0$  – абсолютная магнитная проницаемость;  $\tau$  – постоянная времени.

В приведенной формуле изменение тока задавалось по экспериментальным данным для различных материалов электродов инструмента и детали до взрыва перемычки между электродами (образования электрической дуги). На рисунке в качестве примера приведено

распределение плотности тока на контактной площадке для пар электродов Fe – Cu, Fe, Al, W при  $R = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ;  $f = 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ .

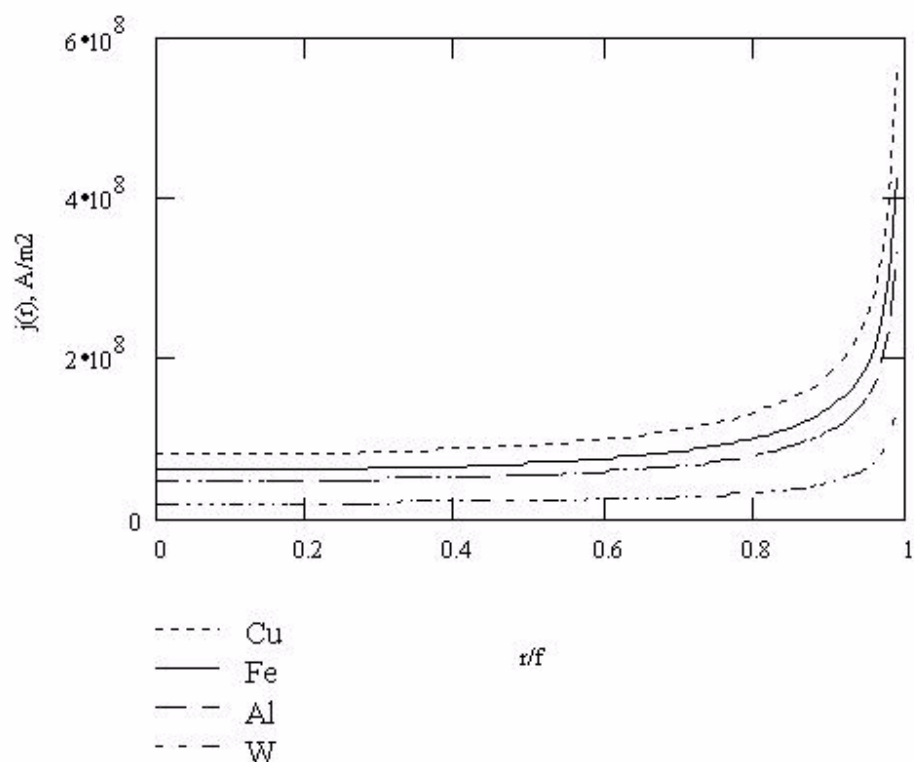


Рис. Распределение плотности тока.

Из проведенных расчетов видно, что в условиях ЭКДР сужение линий тока оказывает существенное влияние на нагрев площадки контактирования лишь на ее периферии. Причем наиболее явное изменение плотности тока имеет место для пары электродов Fe – Cu.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Карпенко Л.Н., Скорняков В.А., Сурина Г.А. Расчет нагрева замкнутых контактов с учетом поверхностного эффекта. – Электричество, №6, 1983, с. 16-21.