

РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ВИХРЕВЫХ ТОКОВ В ТОНКИХ ПЛЕНКАХ

Светличный В.А., Хорошайло Ю.Е., Тулупов В.В.

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
Харьковский национальный университет внутренних дел, г. Харьков*

Выпускаемая продукция должна соответствовать стандартам качества, исходя из этого, системы контроля качества являются важнейшими составляющими любого технологического процесса. Разнообразие и сложность геометрических форм деталей современного электротехнического оборудования, увеличение электромагнитных нагрузок и связанная с этим необходимость учета нелинейности среды, определяют предельно жесткие требования к точности расчетов электромагнитных полей.

В работе рассмотрены вопросы, применения метода интегральных уравнений для расчета синусоидально изменяющихся во времени квазистационарных электромагнитных полей вихревых токов в неоднородных и проводящих в тонких металлических пленках. Необходимость решения такого рода численных задач, возникает при рассмотрении самых различных электротехнических проблем, например при рассмотрении наличия несплошности тонких ферромагнитных пленок.

Сущность метода заключается в следующем: для расчёта электромагнитного поля в любой точке пространства сначала определяются все источники поля. Заменяя электромагнитное поле в неоднородной среде суммой двух полей в вакууме – первичного, созданного токами индуктора, и вторичного, образованного наведёнными поверхностными зарядами на границе раздела сред и вихревыми токами, индуцированными в проводнике, строят итерационный алгоритм нахождения вторичных источников поля. При этом используется максимум информации о процессе.

В результате расчета, получены зависимости:

$$\sigma(Q) - \frac{1}{\pi} \oint_L \sigma(P) \left[\frac{\cos(\frac{r_{QP}}{r_{QP}} \theta)}{r_{QP}} - \frac{\pi}{L} \right] dl_P + j \frac{\omega \mu_0}{2\pi} \int_S \int_S \psi^B(M) \frac{\sin(\frac{r_{QP}}{r_{QP}} \theta)}{r_{QP}^2} dS_P = \frac{j\omega \mu_0}{2\pi} \int_V \psi^B(M) \frac{\sin(\frac{r_{QP}}{r_{QP}} \theta)}{r_{QP}^2} dv_P.$$

$$\psi^B(Q) + \frac{j\omega \mu_0 \gamma h}{4\pi} \int_S \psi^B(P) \left[\frac{1}{r_{QP}} - \frac{1}{L} \oint_L \frac{dl_M}{r_{PM}} \right] dS_P - \frac{\gamma h}{2\pi} \oint_L \sigma(P) \left[\theta(Q, P) - - \frac{1}{L} \oint_L \theta(M, P) dl_M \right] dl_P =$$

$$- \frac{j\omega \mu_0 \gamma h}{4\pi} \int_V \psi^B(P) \left[\frac{1}{r_{QP}} - \frac{1}{L} \oint_L \frac{dl_M}{r_{PM}} \right] dv_P$$

образующие полную систему интегральных уравнений. Решение системы уравнений, позволяет найти распределение $\mathcal{J}^B(Q)$ и $\mathcal{A}(Q)$, по которым определяют линейную плотность вихревого тока $\mathcal{J}^E(Q)$.