НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМЕ "МАГНЕТИЗМ" РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО НПО "МАГНЕТОН"
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ СТАЛИ И СПЛАВОВ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ им. А.А. БАЙКОВА РАН

XIII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПОСТОЯННЫМ МАГНИТАМ

25 - 29 сентября 2000 г. Суздаль, Россия

РЕПОЗИТОРИЙ БГТУ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МОСКВА
2000 г.

A-3-04c

НИЗКОЧАСТОТНЫЕ ВИХРЕВЫЕ ТОКИ И ДИССИПАТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ В УСЛОВИЯХ МАГНИТОАБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

Д.Ф. Устинович[1], В.Р. Соболь[2], О.Н. Мазуренко[2]
[1]*Физико-технический институт НАНБ, ул.Купревича, 10, 220141 Минск, Беларусь*
[2]*Институт физики твердого тела и полупроводников НАНБ*
ул.П.Бровки, 17, 220072 Минск, Беларусь

Возникновение вихревых токов в проводящих ферромагнитных материалах представляет собой одну из главных причин, обуславливающих сдвиг фазы между намагниченностью и внешним полем. Кроме этого, вихревые токи оказывают экранирующее воздействие, уменьшая амплитуду внешнего поля в глубине металла. В процессе магнитоабразивной обработки вихревые токи, противодействуя намагничиванию в ходе вращения обрабатываемой детали, вызывают возникновение эффективного момента сил торможения. Для оптимизации динамической стороны процесса абразивной обработки необходимо оценивать зависимость и величину момента диссипативных сил вихревых токов с учетом магнитных характеристик и остальных параметров процесса. В работе рассмотрена мощность диссипативных сил, сопровождающих генерацию вихревых токов для обрабатываемой детали цилиндрической формы, которая в процессе магнитоабразивной обработки вращается в поле электромагнита. Расчет базируется на макроскопических уравнениях поля. Мощность сил электромагнитного торможения определяется путем суммирования по объему детали джоулевых потерь вихревых токов, связанных с индуцированным электрическим полем. Используя условие аксиальной симметрии для длинного цилиндрического образца и дисперсионное соотношение в приближении нормального скин-эффекта, получаем мощность вихревых токов, которую легко трансформировать к эффективному тормозящему моменту на единицу длины образца

$$M_m = \frac{\mu}{\mu_0} B_0^2 \pi R^2 \left[1 + \frac{I_1^2}{I_0^2}\right]; \; I_i = I_i(kR); \; i = 0,1; \quad k^2 = i\mu_0\mu\omega\rho^{-1}$$

Здесь B_0 - внешнее магнитное поле, R– радиус детали, μ_0 и μ – магнитная проницаемость вакуума и материала детали, k – волновой вектор, ω - частота, $\omega = 2\pi n$, n - число оборотов в секунду, I_0 и I_1 - функции Бесселя нулевого и первого порядка. Анализ полученного соотношения показывает, что в зависимости от величины kR эффективный тормозящий момент изменяется в широких пределах. Для случая $kR \ll 1$ величина момента определяется объемным эффектом из-за большой величины скин-слоя. Для другого предельного случая $kR \gg 1$ отношение функций Бесселя стремится к (-1) и торможение вихревыми токами отсутствует. В случае конкретного материала тормозящий момент будет определяться магнитной проницаемостью, частотой и удельным сопротивлением. Чем больше частота, тем скиновая диссипация меньше. Материалы, обладающие большим удельным сопротивлением, будут испытывать большее торможение. Характер влияния магнитной проницаемости на процесс неупругого рассеяния энергии более сложен, поскольку с увеличением проницаемости второе слагаемое в скобке стремится к пределу высокого уровня скинирования, а общий множитель является возрастающей функцией. Комплексный характер магнитной проницаемости также следует учитывать в рассматриваемом процессе.

A-3-04c

LOW FREQUENCY VORTICAL CURRENTS AND DISSIPATIVE PROCESSES AT MAGNETOABRASIVE WORK

D.F. Ustinovich[1], V.R. Sobol[2], O.N. Mazurenko[2]
[1]Physical-Engineering Institute NASB. Kuprevich str., 10, 220141 Minsk, Belarus
[2]Institute of Solid State and Semiconductor Physics NASB
P.Brovka str., 17, 220072 Minsk

The generation of vortical currents in conductive ferromagnetics is a main cause of phase shieft between an external magnetic field and magnetization of detail placed into variable field. The vortical currents do screening action and decrease an amplitude of external magnetic field during magnetization of conductor volume. Under magnetoabrasive work the vortical currents counteract to the external magnetic field permeation when the detail rotates. This obstacle stimulates the appearance of an effective momentum being braking on its action. So this momentum impedes the rotation of detail. To optimize the process of magnetoabrasive work it is necessary to estimate the value and behavior of this vortical current dissipative momentum. In the paper the power of inelastic forces stimulated by generation of eddy currents is studied. It is accepted that the detail having a form of cylinder the length of which is higher of its diameter is placed in an external magnetic field. Magnetic field has an axial symmetry and varies in time with harmonic law. The power of electromagnetic dissipative forces is calculated via the integration of joule losses through the volume of cylinder. The calculation is based on the macroscopic equations for field under the dispersion relations relevant for conditions of local connections and normal skin effect. The integration of joule losses leads to the expression which gives a possibility to obtain the effective braking momentum per unit of length

$$M_m = \frac{\mu}{\mu_0} B_0^2 \pi R^2 \left[1 + \frac{I_1^2}{I_0^2}\right]; \; I_i = I_i(kR); \; i = 0,1; \quad k^2 = i\mu_0\mu\omega\rho^{-1}$$

Here B_0 – external magnetic field, R– radius of detail, μ_0 – magnetic constant and μ – magnetic permeability of material, k – wave vector, ω - frequency, $\omega = 2\pi n$, n – rotational numbers per second, I_0 and I_1 – Bessel functions of the first and second order. The analysis of obtained relation shows that the effective braking momentum varies in a wide scale in accordance with variation of the magnitude of parameter kR. So for the case of $kR \ll 1$ the momentum value is determined with volume process on the reason of a large depth of skin layer comparatively with the sample radius. Another limit case when $kR \gg 1$ is remarkable that the ratio of Bessel functions is close to –1. This denotes that the skin dissipation is very small when skin layer is small. The higher resistivity of material the higher braking level. The rotation frequency increase leads to diminishing of skin layer depth and total dissipation. Magnetic permeability has more complicated influence on skin dissipation. At magnetic permeability increase the bracket term of obtained equation decreases whereas the total factor is a growing function of μ. For the analysis of real material it is necessary to take into account all the parameters of task mentioned above and calculate the braking momentum assuming the existence not only skin dissipation but the processes of magnetic viscosity too. Magnetic viscosity is the important parameter for low frequencies.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГТУ