

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

ХIII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПОСТОЯННЫМ МАГНИТАМ

25 - 29 сентября 2000 г. Суздаль, Россия



ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

А-3-03с

ВЯЗКОСТНЫЕ ЭФФЕКТЫ ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЯ ПРИ
АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВД.Ф. Устинович¹, В.Р. Соболев², О.Н. Мазуренко²¹ Физико-технический институт НАНБ, ул. Купревича, 10, 220141 Минск, Беларусь² Институт физики твердого тела и полупроводников НАНБ

ул. П. Бровки, 17, 220072 Минск, Беларусь

Магнитная вязкость, характеризующая неупругие диссипативные формы потерь энергии поля, присутствует во многих технических процессах. В частности, магнитоабразивная обработка с ее подвижно связанным состоянием порошка имеет место в условиях магнитной релаксации, возникающей в металлах при воздействии переменного поля низкой частоты. При вращении детали в стационарном поле электромагнита рассеяние магнитной энергии эквивалентно противодействию эффективного момента сил. Такой тормозящий момент суммируется с затратами на резание и пластическое деформирование обрабатываемой поверхности. Изучение паразитного момента неупругих магнитных сил целесообразно для оптимизации процесса обработки.

Здесь рассматривается феноменологическая задача о процессе перемангничивания обрабатываемой детали в ходе ее вращения во внешнем поле электромагнита с учетом запаздывания во времени наведенного магнитного момента. Для частот в герцовом диапазоне, характерных для стадии грубой обработки с высокими нагрузками на инструмент, допустимо весь процесс торможения связать с комплексным характером магнитной проницаемости. В таком приближении задача о перемангничивании и тормозящем моменте неупругих сил вырождается в проблему определения масштаба необратимой магнитной энергии в объеме обрабатываемой детали. Рассмотрена макроскопическая магнитостатическая задача о характере поля в объеме длинной цилиндрической детали, находящейся во внешнем однородном поле, нормальном к образующей цилиндра. При этом учтены факторы размагничивания, включающие в себя геометрические и материальные параметры. Выражение для величины работы неупругих магнитных сил за один период обращения детали получено на основе суммирования энергии магнитного поля в объеме образца. Учитывая, что поле для каждого элементарного объема изменяется по гармоническому закону, выражение для работы приведено к эффективному значению, полученному через усреднение во времени. На основании установленных соотношений эффективный момент торможения, приведенный к единице длины детали, имеет вид:

$$M_{\text{eff}} = \frac{B_0^2 D^2}{8\mu_0} \frac{\mu_2 (\mu_1^2 + \mu_2^2 - 1)}{(\mu_1 + 1)^2 + \mu_2^2}$$

Здесь B_0 - внешнее магнитное поле, D - диаметр детали, μ_0 - магнитная постоянная, μ_1 и μ_2 - действительная и мнимая части магнитной проницаемости материала. Параметр μ_2 ферромагнетиков в диапазоне сотых - единиц герца обнаруживает экстремум, величина которого порядка 1. С учетом μ_1 , которое значительно больше 1, получаем ощутимую величину неупругих магнитных сил. Подавление торможения возможно при отстройке во частоте от указанного диапазона. Если учесть, что максимум полосы поглощения находится в области нескольких сотых герца, то предпочтителен сдвиг в область больших частот. Однако это не исключает возможности возникновения электромагнитного фактора торможения, и требует дополнительного анализа.

A-3-03c

VISCOUS EFFECTS OF MAGNETIC REVERSAL AT ABRASIVE WORK OF METAL

D.F. Ustinovich¹, V.R. Sobol², O.N. Mazurenko²

¹Physical-Engineering Institute NASB, Kuprevich str., 10, 220141 Minsk, Belarus

²Institute of Solid State and Semiconductor Physics NASB

P.Brovka str., 17, 220072 Minsk

Magnetic viscosity describes the phenomenon of inelastic and dissipative forms of magnetic energy losses. This phenomenon takes place during many technical processes. Particularly magnetoabrasive work exists at the conditions of magnetic after-effect being specific property of ferromagnetic. The rotation of detail in static field leads to dissipation of magnetic energy in volume. This is equivalent to generation of an effective momentum being opposite to rotation direction. Such braking momentum summarizes with direct costs on cutting and plastic deformation of surface. The getting of additional data about the value of this parasitic momentum of an elastic momentum forces is important for further optimization of technical processes.

In paper the phenomenological task of magnetic reversal in ferromagnetic detail during its rotation in external field is developed. The delay in the time of magnetic momentum in low frequency regime of change is analyzed. Low frequency regime denotes that process of magnetic reversal takes place per units of hertz. In this regime it is real to neglect the time dispersive processes and to connect the total effect with complexity of magnetic permeability. In this approximation the task of magnetic reversal and braking momentum transforms into problem of defining the scale of irreversible magnetic energy in the volume of processing part. For detail having the form of cylinder the magnetostatic task is solved. The scope of magnetic energy in cylinder is determined at an external magnetic field oriented orthogonal to cylinder axis. The expression for the work of inelastic magnetic forces per one cycle of rotation is applied to determine the effective momentum of braking forces. The averaged effective braking momentum per unit of length for cylindrical detail is

$$M_y = \frac{B_0^2 D^2}{8\mu_0} \frac{\mu_2(\mu_1^2 + \mu_2^2 - 1)}{(\mu_1 + 1)^2 + \mu_2^2}$$

Here B_0 is an external magnetic field, D is a diameter of detail, μ_0 is the magnetic constant, μ_1 and μ_2 are the real and imaginary parties of complex magnetic permeability of material. It is known that the permeability μ_2 for ferromagnetics at the range of frequency closed to units of hertz has an extreme with the value of about some units. However the multiplication of μ_2 and μ_1 being much higher of unit leads to a generation of tangible value of the scale of inelastic magnetic forces during rotation under abrasive work of detail. To suppress magnetic inelastic braking mechanism it is necessary to choose the regime of rotation so that the characteristic frequency of magnetic reversal is beyond of dangerous range. The sole way is to enlarge a velocity however another problem appears at high frequencies of rotation. The problem is a generation of vortical currents and the respective energy dissipation is in its action equivalent to additional momentum of braking forces. The level of magnitude of the electromagnetic braking depends on many factors including the resistive properties, frequency of rotation, magnetic permeability, the relation between sample radius and the depth of skin layer.