// Доклады НАН Беларуси. – 2007. – Т. 51, № 3. – С. 13–18.

2. Алексеенко, В.И. Применение ультразвуковых частотно-фазовых методов для исследования ферромагнитных материалов / В.И. Алексеенко, В.И. Крылович, П.Н. Логвинович // Дефектоскопия. – 1985. – № 6. – С. 90–92.

3. Логвинович, П.Н. Исследование процессов полимеризации композитных экоматериалов для сельскохозяйственного машиностроения / П.Н. Логвинович // Агропанорама. – 2007. – № 2. – С. 19–25.

О ДИНАМИКЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ОБРАЗЦА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Соболь В.Р., БГАТУ, г. Минск
Устинович Д.Ф., ФТИ НАН Б, г.Минск
Быкова С.Л., Малишевский В.Ф., Козик В.А., УО БГАТУ, г.Минск
Кириленко А.И., МГВАК, г.Минск

Развитие энергосберегающих технологий применительно к производству промышленной и сельскохозяйственной продукции подразумевает создание более совершенных материалов, включая средства для изготовления и доводки новых машин и агрегатов. В этом ряду важное место занимает обработка изделий из твердых материалов типа стекла, керамики, металлорежущих сплавов и т.д. Импортозамещающий инструмент абразивного ряда вполне можно изготавливать в существующих на данный момент условиях, если разработать эффективные способы формирования режущих кромок из материалов типа алмаза, кубического нитрида бора и других. Оптимальная организация рабочих слоев абразивных кругов, включая упорядочение расположения частиц из сверхтвердого материала в связующей матрице, позволяет обеспечить повышение стойкости и режущей способности инструмента за счет снижения температуры в зоне резания и уменьшения энергетических затрат. Для придания режущим зернам нужной ориентации применяют электрическое или магнитное поле [1–3].

В сообщении представлены результаты дальнейшего анализа по воздействию внешнего однородного магнитного поля на цилиндричекий образец, взвешенный в жидкой среде [4]. Образец олицетворяет собой зерно из твердого материала, содержащего либо магнитные атомы, либо покрытого ферромагнетиком. В силу симметрии более низкой по сравнению с симметрией сферы образец будет испытывать воздействие внешнего поля, стремясь прийти в положение с максимальным выигрышем энергии, когда ось легкого намагничивания совпадает по направлению с внешним полем B (Рис. 1). Для оценочного расчета выбрана модель, в которой сплошной цилиндр из немагнитного материала (диа–, пара–, скомпенсированный антиферромагнетик) несет на своей поверхности феррослой. Проанализирована взаимосвязь размера образца, толщины покрытия и величины его магнитной восприимчивости, вязкости среды с характерными временными параметрами движения на основе стандартного уравнения динамики.

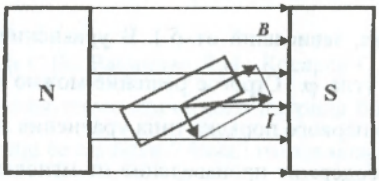

Рис. 1. Схематическое изображение воздействия внешнего магнитного поля B на намагничивающийся в этом поле образец в форме цилиндра.

Процесс разворота образца отчасти напоминает известное явление вращения магнитного диполя во внешнем однородном поле B. В данном случае результирующий магнитный момент образца является функцией угла поворота и определяется масштабом искажения поля в объеме и пространстве вокруг него, степень которого определяется характером проникновения поля в объем ферромагнетика, задаваемого геометрическим фактором размагничивания. При произвольной ориентации цилиндра по отношению к B выигрыш энергии в объеме складывается из двух составляющих поля: параллельной и нормальной

к оси. Эти составляющие неодинаковы из-за размагничивающих эффектов на поверхности и магнитная энергия непрерывно изменяется между двумя предельными значениями, отвечающими нормальной и коллинеарной ориентации цилиндра. Момент силы можно определить как производную от магнитной энергию в объеме слоя по углу. С учетом этого движение цилиндра можно представить как вращение вогруг оси, проходящей через центр масс:

$$I\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -A\frac{d\varphi}{dt} - \frac{B^2\pi DL\delta}{4\mu_0}(\chi_{\text{II}} - \chi_{\perp})Sin(2\varphi) \qquad (1)$$

Здесь I – момент инерции, A – коэффициент трения, задает момент вязких сил, μ_0 – магнитная постоянная, χ_{II} и $\chi_{\perp}$ – магнитная восприимчивость покрытия при ориентации параллельно и поперек B, D и L – диаметр и длина цилиндра, δ – толщина ферропокрытия.

В силу наличия границ раздела магнитная восприимчивость слоя χ_N не совпадает с восприимчивостью материала в слое χ : $\chi_N = \chi/(1+\chi N)$, (N – фактор размагничивания, зависящий от δ). В уравнении (1) вращающий момент является функцией угла φ. Строгое решение можно пытаться искать преобразуя (1) к уравнению первого порядка типа уравнения Абеля, которое нелинейно в том смысле, что содержит произведение от мгновенной угловой скорости и производной от этой скорости по углу. В более грубом приближении постулируем, что в исходном положении ось цилиндра отклонена от силовых линий на малый угол. Тогда момент силы можно считать линейной функцией φ и (1) сводится к традиционному уравнению движения систем вблизи равновесия под действием квазиупругой силы, с соответствующим решением:

$$\varphi = C_1 e^{\left[-\frac{A}{2I}+\sqrt{\frac{A^2}{4I^2}-\frac{B^2\pi DL\delta}{2I\mu_0}(\chi_{\text{II}}-\chi_{\perp})}\right]t} + C_2 e^{\left[-\frac{A}{2I}-\sqrt{\frac{A^2}{4I^2}-\frac{B^2\pi DL\delta}{2I\mu_0}(\chi_{\text{II}}-\chi_{\perp})}\right]t}$$

Выражение для φ характеризует в общем случае три вида движения зерна: затухающие осцилляции, релаксацию к положению равновесия и апериодический тип движения. Для рассматриваемого случая целесообразен режим апериодического либо релаксационного движения. Следовательно, технологические условия следует выбирать так, чтобы инерционная составляющая в движении была достаточно малой. Поскольку параметры решения содержат все перечисленные характеристики, вполне возможно воздействуя на меньший по модулю показатель степени в экспоненте определить B, δ, χ, требуемые для разворота за определенное время цилиндрического элемента, находящегося в вязкой жидкой среде. Для сопоставления адекватности используемого приближения с принятой моделью целесообразен лабораторный эксперимент.

Литература

1. Зайцев А.Г. Расчет числа зерен, ориентированно расположенных на рабочей поверхности шлифовального круга // Сверхтвердые материалы. – 1982. – N 6. – С. 41 – 44.

2. Ящерицын П.И., Забавская М.Т., Кожуро Л.М., Акулович Л.М. Алмазно-абразивная обработка и упрочнение изделий в магнитном поле. Мн.: Наука и техника. 1988.

3. Шипило В.Б., Дуб С.Н., Ракицкая Л.И., Косарев О.М. Особенности прямого фазового превращения пиролитического нитрида бора в кубическую модификацию и исследование ее свойств // Весці нацыянальная акадэмii навук Беларусi. Серыя фізіка-тэхнічных навук. – 2004. – N 1. – С. 8 – 13.

4. Устинович Д.Ф., Соболь В.Р. Расчет толщины ферромагнитного покрытия ориентированных алмазных зерен. // Материалы. Технологии. Инструменты. – 2003. – Т. 8, N 4. – С. 27 – 29.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ СУШКЕ ЗЕРНА В АГРОКОМБИНАТЕ «СНОВ»

Сунцова Ю.А., Коротинский В.А., Гаркуша К.Э.,
УО "Белорусский государственный аграрный технический университет", г. Минск