

ции по использованию и получению начальных данных, применению алгоритмов и оформлению результатов.

Библиографический список

1. Ковалев, И. В. Англо-немецко-русский частотный словарь по системному анализу / И. В. Ковалев, М. В. Карасева; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2004.

2. Ковалев, И. В. Адаптивный алгоритм обучения иностранной лексики на основе лексически связанных компонентов / И. В. Ковалев, В. О. Лесков, М. В. Карасева // Системы упр. и информ. технологии. 2008. № 4 (34). С. 78–82.

3. Ковалев, И. В. Внутряязыковые ассоциативные поля в мультилингвистической адаптивно-обучающей технологии / И. В. Ковалев, В. О. Лесков, М. В. Карасева // Системы упр. и информ. технологии. 2008. № 3.1 (33). С. 157–160.

I. V. Kovalev, V. O. Leskov, E. E. Shukshina

THE PROCESS OF FREQUENCY DICTIONARY BUILDING ON THE BASE OF LEXICAL RELATED COMPONENTS

The procedure of frequency dictionary building on the base of lexical related components and its practical use is considered. The task of frequency multilinguistic dictionary rebuilding for dataware of foreign vocabulary training technique on the basis of lexical related components is defined.

Keywords: multilinguistic adaptive training technology, lexically related component, information-terminological basis, LRC-methodic.

УДК 539.3

Ю. В. Захаров, В. В. Исакова, К. Г. Охоткин

АНАЛОГИЯ ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЯ ОБМЕННО-СВЯЗАННОЙ МАГНИТНОЙ СТРУКТУРЫ И ИЗГИБА УПРУГОГО СТЕРЖНЯ СО СЖАТИЕМ¹

Рассмотрено точное аналитическое решение задачи о перемагничивании магнитной структуры с учетом одноосной анизотропии. Получена зависимость средней по толщине слоя намагниченности от постоянного поля. Найдено точное пороговое значение параметра одноосной анизотропии, при котором начинается раскрытие петли гистерезиса. Перемагничивание магнитной структуры аналогично изгибу со сжатием упругого стержня.

Ключевые слова: гистерезис, магнитная структура, нелинейный изгиб.

Задачи о перемагничивании магнитомягкого слоя на магнито жесткой подложке с закрепленным и свободным магнитным моментом на поверхностях в постоянном магнитном поле, параллельном плоскости слоя, решались на основе аналогии с потерей устойчивости эйлера гибкого стержня под действием продольной силы постоянного направления [1]. Уравнение Ландау–Лифшица в статическом случае сводилось к уравнению типа нелинейного маятника и решалось с указанными граничными условиями. В [1] также были найдены распределения магнитного момента и пороги перехода магнитомягкого слоя в веерное состояние в зависимости от магнитного поля, приложенного антипараллельно направлению закрепления.

В работе [2] рассматривалось перемагничивание такого слоя с учетом одноосной анизотропии в плоскости слоя, что привело к уравнению типа нелинейного маятника с дополнительным членом:

$$\alpha \left(\frac{d^2 \varphi}{dz^2} \right) + h \sin \varphi - \beta \sin \varphi \cos \varphi = 0, \quad (1)$$

где φ – угол, зависящий от координаты z по толщине слоя в плоскости этого слоя между вектором намагниченности и осью x , совпадающей с осью легкого намагничивания; α – постоянная обмена ферромагнетика; $h = \text{const}$ – внешнее поле; β – константа одноосной анизотропии, $\beta < 4\pi$.

В [2] было найдено точное решение уравнения (1) в виде дробно-нелинейных комбинаций эллиптических функций, зависящих от одного параметра, определяемого величиной внешнего поля. Эти дробные выражения затем были приближенно представлены в виде полиномов, что позволило найти среднюю по толщине слоя намагниченность и показать наличие гистерезиса при перемагничивании. Порог перемагничивания был найден в виде $h_u + \beta$, где $h_u = (\pi/2)^2 \alpha / d^2$, здесь d – толщина слоя.

Рассмотрим точное решение этой задачи в виде дробно-нелинейных комбинаций эллиптических функций

$$\cos \varphi = \frac{-1 + 2k^2 s^2 - \xi^2 s^2}{1 - \xi^2 s^2}, \quad (2)$$

¹ Работа поддержана программой Минобрнауки Российской Федерации «Развитие научного потенциала высшей школы», (проект 2.1.1/735).

$$\sin \varphi = \frac{2s \left[(k^2 - \xi^2)(1 - k^2 s^2) \right]^{1/2}}{1 - \xi^2 s^2}, \quad (3)$$

где $s \equiv \text{sn}(Kz/d, k)$, здесь функция sn – эллиптический синус Якоби, $K(k)$ – полный эллиптический интеграл первого рода.

Зависимость модуля k эллиптического интеграла K от магнитного поля h определяется уравнением

$$\left(\frac{2}{\pi}\right)^2 K^2(k) - \frac{\beta}{h_u} (2k_0^2 - 1) = \frac{h}{h_u}, \quad (4)$$

эффективное поле однонаправленной анизотропии – уравнением

$$h_u = \left(\frac{\pi}{2}\right)^2 \frac{\alpha}{d^2}, \quad (5)$$

а параметры – уравнениями

$$\xi^2 = \frac{\beta}{h_u} \left[\frac{\pi k_0}{2K(k)} \right]^2, \quad (6)$$

$$k_0^2 = \frac{k^2 - \xi^2}{1 - \xi^2}. \quad (7)$$

Выражение (4), в зависимости от величины β/h_u , может иметь минимум по k . Продифференцируем это выражение по k :

$$\frac{\beta}{h_u} = \frac{4K^2(k) [E(k) + K(k)k^2 - K(k)]}{\pi^2 [-K(k)k^2 + 2k^2 E(k) + K(k) - E(k)]}, \quad (8)$$

где $E(k)$ – полный эллиптический интеграл второго рода.

Разложение правой части выражения (8) в ряд Тейлора при $k \rightarrow 0$ дает значение $\beta/h_u \approx 1/3$.

Подставив k_0^2 из (7) в выражение (6), получим явную зависимость ξ^2 от k^2 и β/h_u в виде

$$\xi^2 = \frac{1 + \lambda}{2} \left[1 - \left(1 - \frac{4\lambda k^2}{(1 + \lambda)^2} \right)^{1/2} \right], \quad (9)$$

где

$$\lambda = \frac{\beta}{h_u} \left(\frac{\pi}{2K} \right)^2. \quad (10)$$

Параметр ξ^2 при $k^2 = 0$ равен нулю, а при $k^2 = 1$ он имеет максимум, при этом $\xi^2 < 1$ независимо от величины β/h_u (рис. 1).

Построим зависимость внешнего магнитного поля от модуля k и β/h_u согласно выражению (4) (рис. 2). Эта зависимость при $\beta/h_u < 1/3$ имеет монотонный характер роста, при $\beta/h_u = 1/3$ появляется минимум, а при дальнейшем увеличении β/h_u зависимость становится двухзначной и появляется гистерезис.

Решение (2) усредним по толщине слоя. В результате получим зависимость средней по толщине слоя намагниченности \bar{m} от постоянного поля h/h_u , которая обнаруживает гистерезисный характер, начиная с некоторых значений параметра одноосной анизотропии (рис. 3).

Перемагничивание магнитомягкого слоя на магнитожесткой подложке характеризуется двумя порогами: по-

роговым значением постоянного внешнего поля, после которого происходит разворот вектора намагниченности, и пороговым значением параметра одноосной анизотропии, при котором начинается раскрытие петли гистерезиса. Правый край этой петли совпадает с пороговым значением постоянного внешнего поля $h_u + \beta$, при котором намагниченность меняется скачком. Отметим, что зависимость ширины петли гистерезиса Δ от величины одноосной анизотропии при значениях $\beta/h_u > 1$ имеет практически линейный характер (рис. 4).

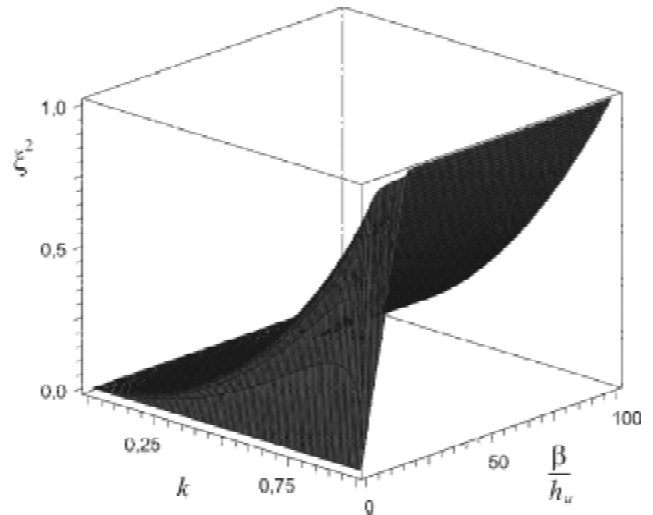


Рис. 1. Зависимость ξ^2 от модуля k и β/h_u

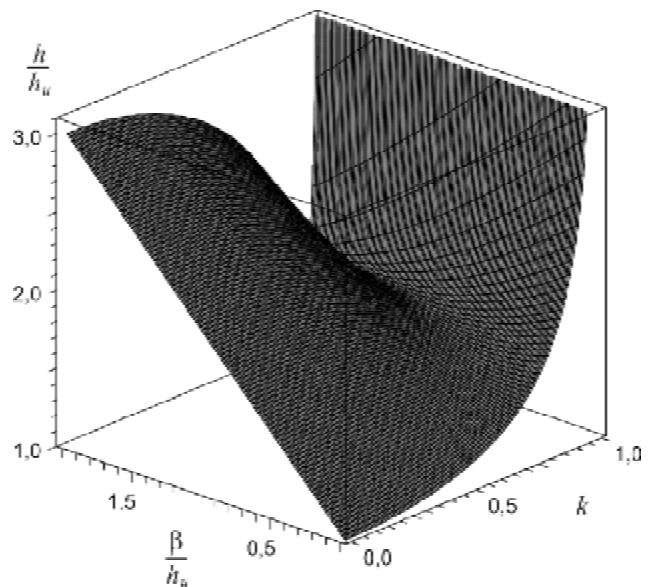


Рис. 2. Зависимость внешнего магнитного поля от модуля k и β/h_u

В работах [1; 3; 4] использовался единый статический критерий устойчивости магнитных и упругих систем и была развита нелинейная теория устойчивости этих систем при внешнем воздействии. В частности, в [3] аналитически найдены и систематизированы формы изгиба стержня при различных нагрузках постоянного направления и способах закрепления концов стержня. Полученные решения записаны в едином параметрическом виде и выражены через эллиптические интегралы и функции Якоби, зависящие от одного параметра – модуля эллип-

тических функций, определяемого граничными условиями и внешней действующей силой.

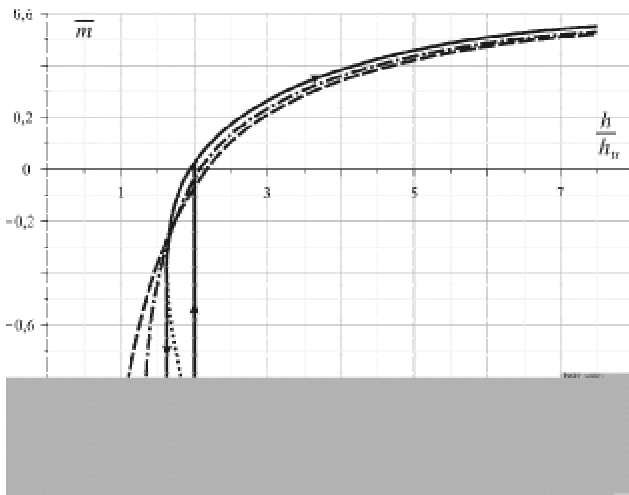


Рис. 3. Зависимость средней намагниченности \bar{m} от постоянного поля h/h_u (точками показана нефизическая область решения)

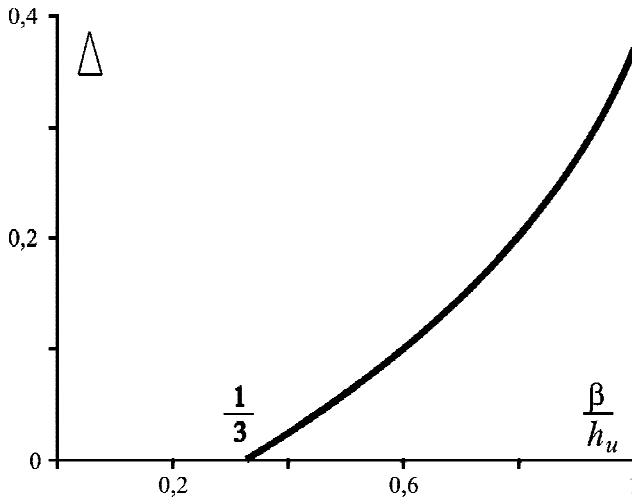


Рис. 4. Зависимость ширины петли гистерезиса от величины β/h_u

Перемагничивание магнитной системы, рассматриваемое в данной статье, аналогично нелинейному изгибу со сжатием тонкого упругого стержня, закрепленного на одном конце, под действием продольной сосредоточенной нагрузки на свободном конце.

Для описания такого изгиба авторами было получено нелинейное уравнение, аналогичное уравнению (1), для угла наклона касательной в текущей точке к линии стержня с коэффициентами, которые определяются внешней нагрузкой и материальными параметрами стержня:

$$\frac{d^2\gamma}{dt^2} + \frac{PL^2}{EI} \sin \gamma - \frac{P^2 L^2}{EI E_\tau S} \sin \gamma \cos \gamma = 0, \quad (11)$$

где P – нагрузка; E и E_τ – упругие модули; I – момент инерции; L и S – длина и сечение стержня; γ – угол наклона касательной в текущей точке к линии стержня; l – длина вдоль линии стержня; $t = l/L$ – безразмерная длина,

изменяющаяся от 0 до 1; $P_c = (\rho/2)^2 EI/L^2$ – эйлерова критическая сила. Граничные условия

$$\gamma(0) = 0, \quad \frac{d\gamma(1)}{dt} = 0. \quad (12)$$

Уравнение (11) имеет точное аналитическое решение. Построенные зависимости от нагрузки прогиба свободного конца стержня – аналога средней по толщине слоя намагниченности – имеют гистерезисный характер в зависимости от значения безразмерной величины $\rho = (2/\pi)^2 P^2 L^2 / EIE_\tau S$ (рис. 5).

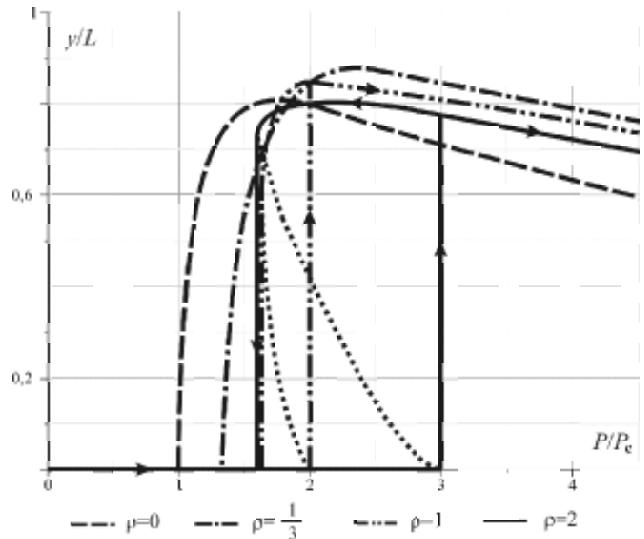


Рис. 5. Зависимость прогиба свободного конца стержня от нагрузки (точками показана нефизическая область)

Система уравнений в параметрической форме, определяющая произвольные точки профиля стержня, имеет вид

$$\begin{aligned} \frac{x}{L} &= \int_0^t \cos \gamma dt - \eta \int_0^t \cos^2 \gamma dt, \\ \frac{y}{L} &= \int_0^t \sin \gamma dt - \eta \int_0^t \cos \gamma \sin \gamma dt, \end{aligned} \quad (13)$$

где параметр $\eta = P/E_\tau S$.

Если положить $\eta = 0$, то получим известные выражения для задачи о чистом изгибе тонкого нерастяжимого стержня под действием продольной нагрузки [3].

Изгиб со сжатием упругого стержня характеризуется двумя порогами: пороговым значением продольной сосредоточенной нагрузки, после которого начинается изгиб, и пороговым значением параметра $\rho > 1/3$, при котором происходит раскрытие петли гистерезиса. При достижении этого порога упругий стержень под действием продольной нагрузки испытывает прощелкивание.

Таким образом, магнитная и упругая системы имеют одинаковый порог раскрытия петли гистерезиса. При этом при достижении данного порога в магнитной системе под действием поля скачком устанавливается некоторое распределение намагниченности по толщине слоя, а упругий стержень при нагрузке испытывает прощелкивание.

Библиографический список

1. Захаров, Ю. В. Статическая и динамическая потеря устойчивости ферромагнитного слоя при перемагничивании / Ю. В. Захаров // Докл. Рос. акад. наук. 1995. Т. 344, № 3. С. 328–332.

2. Захаров, Ю. В. Кривые намагничивания и частоты магнитного резонанса в пленках с доменной структурой на антиферромагнитной подложке / Ю. В. Захаров, Е. А. Хлебопрос // Физика твердого тела. 1980. Т. 22, № 12. С. 3651–3657.

3. Захаров, Ю. В. Нелинейный изгиб тонких упругих стержней / Ю. В. Захаров, К. Г. Охоткин // Журн. прикл. механики и техн. физики. 2002. Т. 43, № 5. С. 124–131.

4. Задачи нелинейного изгиба стержневых конструкций / Ю. В. Захаров, К. Г. Охоткин, В. В. Исакова, А. Д. Скоробогатов // Вестн. Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та им. акад. М. Ф. Решетнева : сб. науч. тр. / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Вып. 6. Красноярск, 2005. С. 46–51.

Yu. V. Zakharov, V. V. Isakova, K. G. Okhotkin

ANALOGY OF MAGNETIZATION REVERSAL OF A MAGNETIC BILAYER SYSTEM AND NONLINEAR BENDING OF A ELASTIC ROD WITH COMPRESSION

The exact analytical solution of a problem on magnetization reversal of magnetic structure taking into account uniaxial anisotropy is considered. The dependence of average on layer thickness magnetization from constant field is obtained. The exact threshold value of uniaxial anisotropy parameter at which a hysteresis loop disclosing begins is derived. The magnetization reversal of magnetic structure is similar to nonlinear bending with compression of elastic rod.

Keywords: hysteresis, magnetic structure, nonlinear bending.

УДК 661.3

П. В. Зеленков, В. В. Брезицкая, М. В. Карасева, А. П. Хохлов

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ УЗКОСПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИИ В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ

Предложена новая структура системы формирования и управления узкоспециализированной информацией в корпоративных системах. Основная отличительная особенность данной структуры состоит том, что она предполагает обработку мультилингвистической информации в рамках одного пользовательского запроса.

Ключевые слова: многоагентная система, метапоиск, узкоспециализированная информация, корпоративная система.

В настоящее время идет активное развитие информационных технологий. Одним из самых актуальных вопросов при применении данных технологий является вопрос сбора, обработки и управления информацией [1; 2]. Все более существенное место в науке и образовании занимают компьютерные информационно-поисковые системы, особенно Интернет, являющийся обширным справочным инструментом. Развитие интернет-технологий способствует тому, что ежедневно увеличивается количество информационных ресурсов, предоставленных для открытого доступа, растет объем тематико-ориентированной информации по различным предметным областям.

Расширение глобальной сети и возможностей подключения к ней обусловили существенное увеличение числа ее пользователей. При этом большая часть пользователей русскоязычного сегмента Интернета при сборе информации использует существующие поисковые сервисы общего назначения. По данным на ноябрь 2008 г., наибольшую популярность имеют следующие информационно-поисковые сервисы: Yandex, Google, Mail, Rambler,

на долю которых приходится 95 % пользовательских запросов (рис. 1).

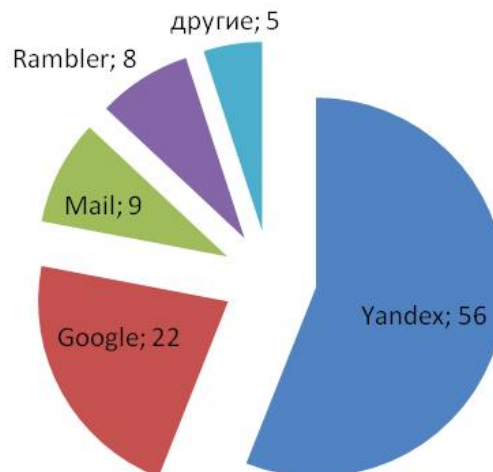


Рис. 1. Доля поисковых запросов в русскоязычном сегменте сети Интернет