ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В.Г. КОРОЛЕНКА

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

викладачів, аспірантів, магістрантів і студентів фізико-математичного факультету

Полтава – 2011

УДК 378.6(063)(072):[51+53+004]
ББК 22.3я43+22.1я43

Друкується за ухвалою вченої ради Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка (протокол № 12 від 28.04.2011 р.).

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Ю.Д. Москаленко – декан фізико-математичного факультету, завідувач кафедри математики, доцент (головний редактор);

В.І. Лагно – проректор з наукової роботи, завідувач кафедри математичного аналізу та інформатики, професор;

О.П. Руденко – завідувач кафедри загальної фізики, професор;

Л.І. Яковенко – завідувач кафедри політекономії, професор;

Т.М. Барболіна – доцент кафедри математичного аналізу та інформатики (заступник головного редактора);

О.А. Москаленко – доцент кафедри математики;

С.М. Овчаров – доцент кафедри математичного аналізу та інформатики;

О.В. Саєнко – доцент кафедри загальної фізики.

Відповідальність за грамотність, аутентичність цитат, правильність фактів і посилань несуть автори статей.

Збірник наукових праць викладачів, аспірантів, магістрантів і студентів фізико-математичного факультету [Текст]. – Полтава: ТОВ "Фірма "Техсервіс", 2011. – 384 с.

До збірника увійшли основні результати наукових досліджень викладачів, аспірантів, магістрантів і студентів фізико-математичного факультету за 2010 рік.

Дана добірка корисна для науковців, учителів і студентів фізико-математичних факультетів.

УДК 378.6(063)(072):[51+53+004]
ББК ББК 22.3я43+22.1я43

© Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка, 2011
© ТОВ "Фірма "Техсервіс",
оформлення, 2011

Магнітна анізотропія

Марина Татушенко

У намагнічуванні магнітовпорядкованих речовин велике значення відіграє явище магнітної анізотропії. Вона виявляється в тому, що розміщення атомних магнітних моментів M_j або векторів спонтанної намагніченості I_S в одних напрямках кристалу буде енергетично більш вигідним, ніж у інших (напрямки легкого і важкого намагнічування). Найбільш проста магнітна анізотропія речовин, що мають гексагональну решітку (рис. 1, а), наприклад, кобальт. В останньому вісь легкого намагнічування при $H = 0$ розміщується вздовж гексагональної вісі c, а важкого – в базисній площині. Відповідні криві намагнічування приведені на рис. 1, б.

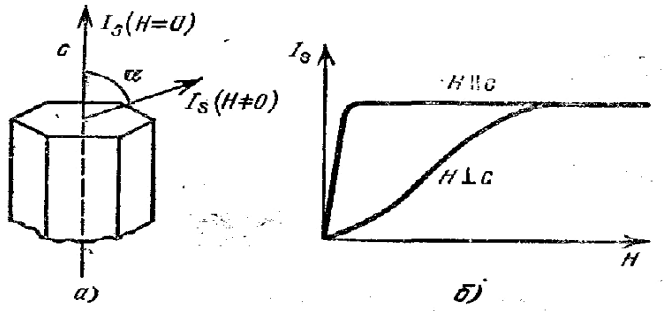

Рис. 1. Магнітокристалічна анізотропія

Анізотропія в різних напрямках в базисній площині мала і нею можна знехтувати; тоді для опису енергії магнітної анізотропії W_{ai} такого кристалу можна скористатися співвідношенням для одновісної анізотропії:

$W_{ai} = K_1 \sin^2\alpha + K_2 \sin^4\alpha$ (1), де K_1 і K_2 – константи магнітної анізотропії, що визначаються дослідно, α – кут між напрямком I_S та гексагональною віссю c. В табл. 1 приведені значення констант K_1 для деяких магнетиків.

Таблиця 1

Значення констант K_1 для деяких магнетиків

Магнетик	K_1, Äæ/ì³	T, Ê
Fe	$5\cdot10^4$	78
Ni	$-3\cdot10^3$	?
Co	$6\cdot10^5$	?
Dy	$1{,}9\cdot10^7$	?
Fe_3O_4 (магнетит)	$-1{,}1\cdot10^4$	300
$NiFe_2O_4$ (ферит-шпінель)	$6{,}87\cdot10^4$	77

Формула (1) виражає собою загальний характер залежності енергії анізотропії від напрямків у кристалі.

Існують такі мікроскопічні джерела магнітної анізотропії:

1. Механізм взаємодії обумовлений диполь-дипольною взаємодією магнітних атомів у решітці. Енергія диполь-дипольної магнітної взаємодії

пропорційна $\grave{I}_j^2$: $W_{äèï} \approx \grave{I}_j^2 / \alpha_0^3$, де α_0 – параметр решітки і може мати суттєве значення тільки в речовинах, в яких M_j великі (наприклад, в Gd).

2. Механізм одноіонної анізотропії пов'язаний із впливом анізотропного електричного поля кристалу $W_{ê}$ на спін-орбітальні взаємодії в атомі.

3. В деяких магнетиках, завдяки тому, що в них момент M_L не заморожується кристалічним полем, електронна хмарина має несферичну (анізотропну) форму. Тоді при накладанні поля H при повороті моментів M_j для двох сусідніх атомів буде змінюватися степінь перекриття цих електронних хмарин, що призведе до анізотропії обмінної взаємодії.

4. В наслідок явища магнітострикції в магнетику виникає так звана магнітопружна анізотропія. Її енергію обраховують за формулою: $W_{iï} = 3/2(\lambda_S \sigma)$, де σ – розтягуючи напруга, λ_S – магнітострикція при розтягуванні до насичення.

5. На криві намагнічування феро- і ферімагнетиків суттєвий вплив мають розміри і форма досліджуваного зразка. Довгий і тонкий циліндр легше намагнітити, ніж короткий і товстий (магнітна анізотропія форми). В короткому зразку діє розмагнічуюче поле, що пропорційне намагніченості: $Í_{ðî çì} = NI$, де N – розмагнічуючий фактор, що залежить від форми і розмірів зразка.

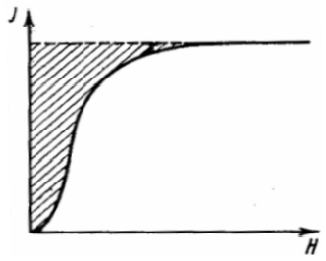

Рис.2. Заштрихована площа чисельно рівна роботі намагнічування

Наявність розмагнічуючого поля створює нестійкість вектора I_S в деяких напрямках зразка і таким чином дає вклад у магнітну анізотропію речовини.

Магнітну анізотропію найзручніше характеризувати роботою намагнічування. При намагнічуванні феромагнетика витрачається деяка енергія, що чисельно визначається площею, що обмежена віссю намагніченості, кривою намагнічування і продовженням кривої, що відповідає насиченню, до перетину з віссю намагніченості (рис. 2).

Література

1. Белов К. П. Магнетизм на Земле и в Космосе / К. П. Белов, Н. Г. Бочкарев. – М: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 192 с.
2. Киренский Л. В. Магнетизм / Л. В. Киренский. – [Издание второе, переработанное и дополненное]. – М: Наука, 1967 – 196 с.

ПРУДКА Ірина Іванівна – магістрантка

РАДУ Михайло Валентинович – студент V курсу

РАДЧЕНКО Олександр Олександрович – магістрант

РАЗУМЕНКО Олена Володимирівна – студентка V курсу

РЕДЧУК Костянтин Сергійович – старший викладач кафедри математики

РЕНДЮК Сергій Петрович – асистент кафедри вищої математики Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка імені Юрія Кондратюка

РЗАЄВА Ірина Анатоліївна – студентка V курсу

РУДЕНКО Анна Сергіївна – студентка V курсу

РУДЕНКО Олександр Пантелеймонович – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри загальної фізики

САЄНКО Наталія Іванівна – вчитель фізики гімназії № 6 м. Полтава

САЄНКО Олег Васильович – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри загальної фізики

САЄНКО Роман Олегович – магістрант

САКАЛО Олександр Євгенійович – асистент кафедри політекономії

САПУН Наталія Василівна – здобувач кафедри політекономії

СЕВРЮК Ірина Віталіївна – старший викладач кафедри математики

СЕМЕНОВ Анатолій Олексійович – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри товарознавства непродовольчих товарів Полтавського університету економіки і торгівлі

СЕМЕРЕНКО Віталій Вадимович – студент V курсу

СИРОТА Ірина Григорівна – студентка V курсу

СКРИЛЬ Сергій Іванович – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри загальної фізики

СКРИПНИК Вероніка Олегівна – студентка IV курсу

СМОРОДІНА Маргарита Андріївна – студентка IV курсу

Сергій Стеценко, Олексій Хорольський, Віталій Прокопенко, Михайло Махно. Установка для вимірювання акустичних властивостей рідин 193

Світлана Федорина, Олег Саєнко. Розрахунок вдаваної молярної стисливості водних розчинів нітрату кальцію 196

Катерина Гавриленко. Розвиток мислення учнів та організація роботи з підручником на уроках фізики 198

Таїсія Гаврилко. Парамагнітний резонанс 200

Тетяна Онищенко. Ангармонічні взаємодії у кристалах. Теплове розширення 202

Вероніка Скрипник. Складний закон (III закон Ньютона) 204

Марина Татушенко. Вплив довжини волокон скелетного м'язу в кінці діастоли на ударний об'єм 206

Юрій Попівнич. Лазерна дифрактометрія на еритроцитах 209

Наталія Солод. Методика викладання теми „Світлові явища" у середній школі 211

Лариса Стужук. Застосування здоров'язберігаючих технологій у сучасній школі 213

Олена Сук. Кристалічні тверді тіла 215

Марина Татушенко. Магнітна анізотропія 217

Сергій Телятник. Дослідження сталої Планка 219

Олександр Руденко, Роман Саєнко. Про механізм в'язкої течії в одноатомних спиртах 221

Віталій Донець, Юрій Чорногор. Використання програм-емуляторів в експерименті при вивченні розділу „Коливання і хвилі" в 11 класі 223

Вікторія Кобелецька, Владислав Сухомлин. Надрешітки напівпровідникових кристалів і нанотехнології 225