



ILMIY AXBOROTNOMA

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

SCIENTIFIC JOURNAL

2018-yil, 5-son (111) ANIQ VA TABIIY FANLAR SERIYASI

Matematika. Informatika.

Fizika. Kimyo. Biologiya. Geografiya. O'qitish metodikasi

Samarqand viloyat matbuot boshqarmasida ro'yxatdan o'tish tartibi 09-25.
Jurnal 1999-yildan chop qilina boshlagan va OAK ro'yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR
BOSH MUHARRIR O'RINBOSARLARI:

R. I. XALMURADOV, t.f.d. professor
H.A. XUSHVAQTOV, f.-m.f.n., dotsent
A. M. NASIMOV, t.f.d., professor

TAHRIRIYAT KENGASHI:

M. X. ASHUROV	- O'zFA akademigi	A. A. ABULQOSIMOV	- geogr.f.d., professor
T. M. MO'MINOV	- O'zFA akademigi	J. D. ELTAZAROV	- fil.f.d., professor
SH.A.ALIMOV	- O'zFA akademigi	D. I. SALOHY	- fil.f.d., professor
S.N. LAKAYEV	- O'zFA akademigi	S. A. KARIMOV	- fil.f.d., professor
T.RASHIDOV	- O'zFA akademigi	T. SH. SHIRINOV	- tar.f.d., professor
S. S. G'ULOMOV	- O'zFA akademigi	M.D.DJURAKULOV	- tar.f.d., professor
N. N. NIZAMOV	- f.-m.f.d., professor	I. M. SAIDOV	- tar.f.d., professor
A. S. SOLEEV	- f.-m.f.d., professor	B. O. TO'RAYEV	- fals.f.d., professor
I. A. IKROMOV	- f.-m.f.d., professor	O.M. G'AYBULLAYEV	- fals.f.d., professor
B. X. XO'JAYAROV	- f.-m.f.d., professor	J.YA.YAXSHILIKOV	- fals.f.d., professor
I. I. JUMANOV	- f.-m.f.d., professor	M. Q. QURONOV	- ped.f.d., professor
E. A. ABDURAXMONOV	- k.f.d., professor	X. I. IBRAGIMOV	- ped.f.d., professor
N. K. MUXAMADIYEV	- k.f.d., professor	N. SH. SHODIYEV	- ped.f.d., professor
J. X. XO'JAYEV	- b.f.d., professor	E. G'. G'OZIYEV	- psixol.f.d., professor
Z. I. IZZATULLAYEV	- b.f.d., professor	SH. R. BARATOV	- psixol.f.d., professor
Z. F. ISMAILOV	- b.f.d., professor	B. Q. QODIROV	- psixol.f.d., professor
S. B. ABBOSOV	- geogr.f.d., professor	R. A. SEYTMURATOV	- i.f.d., professor
L. A. ALIBEKOV	- geogr.f.d., professor	B. X. TO'RAYEV	- i.f.d., professor

Obuna indeksi – yakka tartbidagi obunachilar uchun - 5583,
tashkilot, korxonalar uchun - 5584

MUNDARIJA/СОДЕРЖАНИЕ/CONTENTS

МАТЕМАТИКА / МАТЕМАТИКА / MATHEMATICS		
Боймуродов Д., Рахмонов А.А.	О решении функциональных уравнений заданных дифференциальными уравнениями	5
Абраев Б.У.	Фазовые переходы для одного модели с бесчисленным множеством значений спина на дереве Кэли	8
Каршибоев Х.К., Джалилов Ш.А.	Перенормированные координаты для гомеоморфизмов окружности с одной точкой излома	12
Нийёзов И.Э., Бегматов Т.	О задаче Коши для системы моментной теории упругости	16
Мардонов Ж.А.	О продолжение Лапласова поля	20
Lakaev S.N., Almuratov F.M.	Panjarada bir zarrachali Schrödinger operatori xos qiymatlari va ularning yoyilmalari	24
Бегматов А.Х., Исмоилов А.С.	Задача восстановления функции в полосе по кривым с особенностями	33
Lakaev Sh.S., Muminov Z.E.	On negative eigenvalues of the discrete schrödinger operator with non-local potential	39
Muminov U., Xidirova Sh.B., Qarshiyev E.	Shturm-Liuivill chegaraviy masalasining regularlashtirilgan izini hisoblash	43
FIZIKA / ФИЗИКА / PHYSICS		
Курбонов А.К., Рахматуллаев И.А., Семенов Д.И., Горелик В.С., Сабилов Л.М., Хафизов А.Р.	Спектры одно- и двухфотонно-возбуждаемой люминесценции лекарственных препаратов, находящихся в фотонных ловушках	50
Khasanov Sh., Akhmedova G.	Determination the activity of the natural radioactive isotope K-40 and the technogenic radionuclide Cs-137 in the trunks of perennial trees	54
Arziqulov E. U., Eshmatov S.Q., Ne'matov O. S., Turg'unov O. Z.	G'ovak materiallar elektrofizik, magnetotransport va galvanomagnit xossalari o'ldash tajriba qurilmasi	56
Murodov S.N., Badalov Q.A.	De sitter impuls fazosi va uning giperboloidi	61
Халманов А.Т.	Лазерная спектроскопия ультрамалых концентраций атомов и аэрозолей в различных фазовых состояниях вещества	65
Уринов Х.О., Жуманов Х.А., Хидиров А.М., Жураев Й.Т., Уринов Ж.О., шмирзаевМ.Э	С помощи магнетокалорической эффекта создать новые типы магнитных холодильных машин	72
Kuvandikov O.K., Eshburiyev R.M., Nurimov U.E., Kayumov Kh.A.	Investigation of the magnetic fluid viscosity on $NiFe_2O_4$ base	75
Arziqulov E.U., Srajev S.N., Ne'matov O.S., Yuldashev F.M.	Mis bilan legirlangan kremniyda kirishmalar o'rtasida o'zaro ta'sirlashuv	77

UDK: 538 681

**С ПОМОЩИ МАГНЕТОКАЛОРИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТА СОЗДАТЬ НОВЫЕ
ТИПЫ МАГНИТНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН**Х.О.Уринов¹, Х.А.Жуманов¹, А.М.Хидиров¹, Й.Т.Жураев², Ж.О.Уринов¹, М.Эшмирзаев¹.¹Самаркандский филиал Ташкентского университета информационных технологий²Самаркандский государственный университетE-mail: abduvali.xidirov@mail.ru

Аннотация. Изложена теория магнитокалорического эффекта в кубическом, одноосном и поликристаллическом ферромагнетиках с учетом вращения намагниченности. Обсуждены вопросы создания новых холодильных машин, использующих магнитокалорический эффект.

Ключевые слова: вращение вектора намагниченности, тонкие магнитные плёнок, магнитоупорядоченные кристаллы, неупорядоченные магнетики.

**Магнетокалорик эффект ёрдамида янги турдаги магнитли совутиш
машиналарини яратиш**

Annotasiya. Maqolada magnitokalorik effektini kubik, bir o'qli va polikristall ferromagnit materiallarda magnitlanishni aylanishini hisobga olib, nazariy jihatdan bayon etilgan. shuningdek magnitokalorik effektdan foydalanib, yangi turdagi sovitish mashinalarini ishlash jarayoni taklif etilgan.

Kalitli so'zlar: magnitlanish vektorining aylanishi, yupqa qatlamli magnitli qoplamalar, tartibli magnit kristallar, notartibli magnitiklar.

**With the help of the magnetic and caloric effect to create new types of magnetic
refrigerating machines**

Abstract. We present the theory of the cubic, uniaxial and polycrystalline ferromagnetics taken into account rotation of magnetic moment. We discussed question of the creating new magnetic refrigerators.

Keywords: rotation of magnetizability vector, thin magnetic film, magneto-ordered crystal, disordered magnets.

Магнитокалорический эффект (МКЭ) заключается в изменении температуры магнитного образца при изменении наложенного на него внешнего магнитного поля. Причиной этого эффекта является изменение магнитного состояния вещества и, следовательно, его внутренней энергии. МКЭ в парамагнетиках уже нашел широкое применение в технике криогенных температур, в то время как исследование МКЭ и его практическое применение в ферро и ферримагнетиках требуют дальнейшего развития.

Измерение МКЭ в магнитоупорядоченных веществах может проводиться при двух принципиально различных условиях:

- при изменении напряженности магнитного поля без изменения его ориентации относительно образца;

- вращении магнитного поля относительно выделенных направлений в образце.

В первом случае для изотропного образца характерно изменение обменной энергии, во втором - изменение энергии магнитной анизотропии.

В последние годы обоснована перспективность создания новых типов холодильных машин, использующих МКЭ в ферромагнетиках [1]. Это прежде всего связано с достижениями в области физики твердого тела.

Один из типов магнитной холодильной машины предложен в [2;3]. Ферромагнитное рабочее тело циклически перемещается между приемником и источником теплоты в неоднородном магнитном поле. В зоне сильного магнитного поля оно изотермически намагничивается, и выделенная теплота передается приемнику. В зоне слабого магнитного поля вследствие размагничивания тело охлаждается, и ему передается теплота от источника. В качестве рабочего тела был использован металлический гадолиний. МКЭ в гадолинии достигает 14 К при включении магнитного поля $H = 70$ кЭ при температуре Кюри 293 К.

Использование гадолиния в возвратно-поступательной машине обеспечило градиент температур 46 К.

Исследование вклада вращения намагниченности в МКЭ позволило сформулировать новый принцип магнитного охлаждения. Рассмотрим композиционный ферромагнетик, выполненный из пар блоков, имеющий намагниченности M_1 и M_2 и константы одноосной анизотропии K_1 и K_2 разных знаков [4-7]. Можно показать, что вращающий момент такого композита во внешнем магнитном поле напряженностью H имеет вид.

$$L = (k_1 V_1 + k_2 V_2) \sin 2\varphi + \left(\frac{k_1^2 V_1}{M_1} + \frac{k_2^2 V_2}{M_2} \right) \frac{\sin 4\varphi}{H}, \quad (1)$$

где V_1 и V_2 — суммарные объемы блоков; φ - угол между напряженностью магнитного поля и одной из осей легкого намагничивания. Адиабатическое изменение температуры при повороте ферромагнетика в магнитном поле на угол $\Delta\varphi$.

$$\Delta T = - \frac{T}{c_\varphi} \frac{dL}{dT} \Delta\varphi, \quad (2)$$

Очевидно, что полное изменение температуры ΔT за период вращения композиционного ферромагнетика в постоянном магнитном поле равно нулю. Однако если его вращение происходит в меняющемся по амплитуде магнитном поле, то ΔT может быть отличен от нуля. В частности, если напряженность магнитного поля меняется от H_1 до H_2 при вращении рабочего тела на угол

$$d/4, \text{ то полное изменение температуры за период будет} \\ \delta T = 2T * \left[\frac{2k_1 V_1}{M_1} + \frac{2k_2 V_2}{M_2} \frac{dk_2}{dT} - \frac{k_1^2 V_1}{M_1} \frac{dM_1}{dT} - \frac{k_2^2 V_2}{M_2} \frac{dM_2}{dT} \right] * \left(\frac{1}{H_1} - \frac{1}{H_2} \right), \quad (3)$$

В зависимости от величин констант магнитной анизотропии, намагниченностей и их производных по температуре, а также от знака разности $\left(\frac{1}{H_1} - \frac{1}{H_2} \right)$ можно получить нагревание или охлаждение тела.

Сделаем оценки изменения температуры рабочего тела за период.

$$M \approx_{1,2} 10^4 \text{ Гс}, \quad \frac{dk_{1,2}}{dT} \sim \frac{10^3 \text{ эрг}}{\text{см}^3 \text{ К}}, \quad \frac{dM_{1,2}}{dT} = 10^{-1} \frac{\text{Гс}}{\text{К}}, \quad c \sim \frac{10^7 \text{ эрг}}{\text{см}^3 \text{ К}}, \quad H \sim 10^3 \text{ Э}, \quad T \sim 10^3 \text{ К}, \quad \delta T = 10^{-2} \text{ К},$$

что в данном магнитном поле по порядку величины соответствует магнитокалорическому эффекту, связанному с изменением магнитной части энтропии изотропного образца при намагничивании. Существенной особенностью этой холодильной машины является непрерывное охлаждение рабочего тела.

Наиболее близким к приложению является рабочее тело магнитной холодильной машины, выполненное из анизотропного ферромагнетика. Адиабатическое охлаждение в данном случае осуществляется не размагничиванием ферромагнетика, а вращением магнитного момента от направления оси легкого намагничивания (ОЛН) к направлению оси трудного намагничивания, которое может быть реализовано вращением ферромагнетика в однородном магнитном поле [7].

Поставленная цель достигается тем, что рабочее тело из анизотропного ферромагнетика выполнено в виде многослойной структуры с магнитной поверхностной анизотропией каждого из слоев.

На рис.1. показан принцип работы рабочего тела. Рабочее тело представляет собой набор слоев анизотропного ферромагнетика, каждый из которых обладает поверхностной анизотропией. Рабочее тело вращается в однородном магнитном поле, напряженностью H . При повороте рабочего тела на угол от $\psi=0$ до $\psi = \frac{\pi}{2}$ над ним совершается работа на вращение магнитного момента от оси легкого намагничивания (в плоскости пленки) к оси трудного намагничивания (нормаль к плоскости пленки), что в соответствии с результатами приводит к охлаждению рабочего тела и забираанию тепла от источника 4. При повороте рабочего тела на угол от $\psi = \frac{\pi}{2}$ до $\psi = \pi$ ситуация противоположная, и выделившееся тепло передается теплообменнику 5. Далее цикл повторяется.

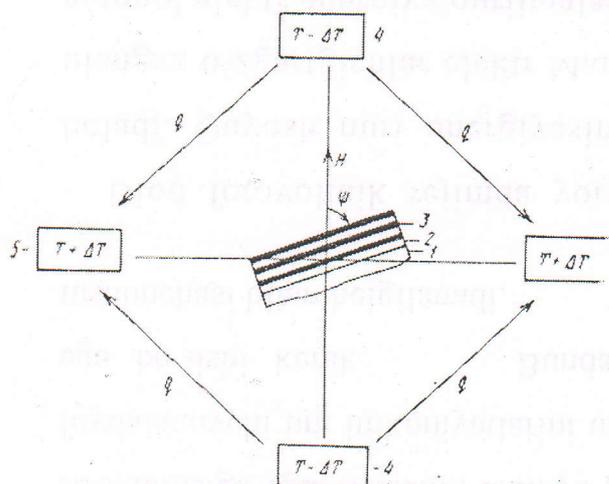


Рис.1. Принцип работы рабочего тела.

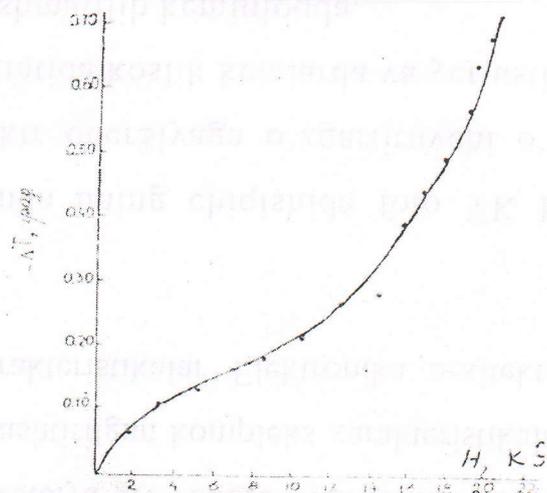


Рис.2 Температурной зависимости на магнитного поля.

Были приготовлены пленки никеля толщиной $1000-3000 \text{ \AA}$. Подложками являлись пластинки слюды и оксида магния.

На рис.2. показано экспериментальные кривые, температурных зависимости на магнитного поля.

Измерения температуры проводились при намагничивании с помощью пленочных термодатчиков из диоксида ванадия, наносимых на поверхности пленки и подложки.

МКЭ при направлении магнитного поля нормально к плоскости пленки.

Полученные результаты согласуются с предложением о вкладе поверхностной анизотропии в МКЭ.

Рабочее тело магнитной холодильной машины из анизотропного ферромагнетика, отличающееся тем, что с целью снижения энергозатрат оно выполнено в виде многослойной структуры с магнитной поверхностной анизотропией каждого из слоев.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- исследован магнитокалорический эффект в магнитоупорядоченных монокристаллах с учетом процессов вращения намагниченности;
- получено выражение для магнитокалорического эффекта в ферромагнитном поликристалле, хорошо описывающее экспериментальные результаты;
- предложен новый принцип работы магнитной холодильной машины, рабочим телом которой является композиционный ферромагнетик с взаимно перпендикулярными осями легкого намагничивания. Охлаждение рабочего тела реализуется при его вращении в синхронно изменяющемся по амплитуде внешнем магнитном поле.

Литература

1. Белов, К.П. Магнитокалорические эффекты в редкоземельных магнетиках, перспективы технических приложений/К.П.Белов, С.А.Никитин//Магнитные свойства кристаллических и аморфных сред. Новосибирск: Наука, 1989. С. 19-42
2. Kuzmin, M.D. Magnetocaloric effect. Pt.1. An introduction to various aspects of theory and practice /M.D.Kuzmin, A.M.Tishin//Cryogenics. 1992. Vol. 32. №6. P. 545.
3. Kuzmin, M.D. Magnetocaloric effect. Pt.2. Magnetocaloric effect in heavy rare earth metals and their alloys and application to magnetic refrigeration / M.D.Kuzmin. A.M. Tishin // Cryogenics. 1993. Vol. 33. № 9. P. 545.
4. Babkin E.V., Urinov Kh.O. Chariyev A.A., Dolgarev A.A. Metall-Insulator phase transition I VO: Influence of films thickness and substrate. Thin Solid Films-1987.-V.150.-P.11-14.
5. Бабкин Е.В., Уринов Х.О. Анизотропия магнитокалорического эффекта в ферромагнитных кристаллах. ФТТ. 1990. Т.32. вып.7.С.2025-2028.
6. Бабкин Е.В., Баранов Г.И., Уринов Х.О. Магнитное охлаждение композиционного ферромагнетика. //- Письма в ЖТФ, 1991.- Т. 17, вып.5. – С.10-12.