



МАГНИТНОЕ ОБЩЕСТВО

Магнитное общество – МООСМ "Магнитное Общество" – самостоятельная творческая профессиональная общественная организация, объединяющая на добровольных началах специалистов, связанных с решением научных, научно-технических и производственных задач магнетизма.

БЮЛЛЕТЕНЬ

ТОМ 13

май 2012г.

№1

Номер содержит обзор, посвященный спиновым структурам, новости магнетизма со страниц зарубежных сайтов, а также информацию о конференции НМММ-22 и Летней Школе по Физике Твердого тела и Магнетизму. Желаем приятных майских праздников!

20 лет Бюллетеню

Скоро исполнится 20 лет с момента выхода первого номера нашего Бюллетеня (июль 1992 г., гл. редактор Рудашевский Е.Г.), и мы, конечно, не могли обойти молчанием эту дату.

Что представлял собой тогда Бюллетень? Это был одинарный лист формата А4 с двусторонней печатью. На первой полосе располагалось приветствие академика А.М. Прохорова и краткая статья первого президента МАГО М.А. Розенблата об Обществе, его целях и планах. Далее шли календарь совещаний и конференций на 92-93 гг., краткий отчет о созданных научно-технических комитетах МАГО и другая информация. Тираж составлял более 200 экземпляров.



Каким станет Бюллетень в будущем, во многом, зависит от вас, наши читатели. Мы призываем присылать информацию, представляющую интерес для членов сообщества в форме кратких заметок об оригинальных исследованиях, а также обзоров в области магнетизма.

100 лет со дня рождения Виталия Ивановича Кармазина



23 марта 2012 г. исполнилось 100 лет со дня рождения Виталия Ивановича Кармазина, доктора технических наук, профессора Национальной Горной Академии Украины, главного редактора республиканского межотраслевого научно-технического журнала «Обогащение полезных ископаемых», члена редколлегии международного журнала

«Магнитная и электрическая сепарация», научного руководителя отдела магнитного обогащения проблемной научно-исследовательской лаборатории Национальной Горной Академии Украины.

Научная и техническая деятельность Виталия Ивановича Кармазина, одного из учеников школы Н.Н. Доброхотова и И. Н. Плаксина, получила высокую оценку и международное признание. Он успешно работал над решением проблем обогащения магнетитовых и окисленных кварцитов с получением суперконцентратов для бездоменной металлургии, удаления серы при обогащении углей, внедрения новых магнитно-гравитационных технологий обогащения марганцевых руд и комбинированных схем обогащения россыпных титано-цирковых руд и др.

Виталий Иванович Кармазин был основоположником исследований по созданию технологии обогащения железных кварцитов, как нового вида сырья для черной металлургии, руководил работой первой Криворожской опытной фабрики по обогащению магнетитовых кварцитов, в качестве руководителя отдела обогащения руд НИГРИ, а затем в качестве заместителя директора института Механобрмет по научно-исследовательской работе, руководил пуском и наладкой первенца черной металлургии СССР Южного горно-обогатительного комбината.

Он заложил научные основы рудоподготовки, предварительного обогащения руд, и раскрытия минералов, мокрой магнитной сепарации руд железа, марганца, хрома и редких металлов, высокоградиентной магнитной сепарации руд и углей, и добивался повсеместного внедрения сухого магнитного обогащения дробленой руды перед обогащением на

всех железорудных горно-обогатительных комбинатах (ГОК) стран СНГ;

Виталий Иванович всегда умел теоретически обосновать и найти практическое решение многих проблем обогащения полезных ископаемых: магнитизирующий обжиг, высокоградиентная сепарация в сильном магнитном поле, сепарация с применением сверхпроводящих магнитных систем, горячее брикетирование металлургических железорудных концентратов, новые процессы самоизмельчения, процессы подземного обогащения сухого обогащения для решения экологических проблем горной промышленности и многое другое.

Направленный на педагогическую работу как профессор, он руководил кафедрой обогащения полезных ископаемых в Национальной Академии горной промышленности Украины. Виталий Иванович Кармазин – основатель одной из крупнейших школ ученых в области магнитного обогащения минералов, получавшей признание горно-обогатительной общественности, как в России и Украине, так и за границей.

Виталий Иванович – автор больше чем 350 научных работ, среди них основополагающие монографии, десятки учебников, а также 85 изобретений и международных патентов. В 2001 он написал первый учебник «Магнитные и электрические методы обогащения» на украинском языке. Сепараторы, конструкции которых были основаны на изобретениях В.И. Кармазина, уже много лет успешно работают на ряде обогатительных фабрик Никопольского, Чиаурского, Лисаковского, Криворожского бассейнов и на Вольногорском, Оленегорском и других горно-обогатительных и горно-металлургических комбинатах. Они заменили экологически опасные технологии и позволили резко уменьшать вредные выбросы в воду и окружающую атмосферу.

Совместно с институтом Гипромашобогатение и МГГУ, он проектировал новые технологии для подземного и сухого обогащения руд и металлизации концентратов с целью уменьшения экологического вреда, вызываемого операциями горнодобывающей промышленностью.

Виталий Иванович подготовил много инженеров, студентов и аспирантов, кандидатов и докторов наук, и поднял мастерство рабочих горно-обогатительных комбинатов и фабрик. Среди его учеников большие специалисты, доктора технических наук П.Е. Остапенко, А. Я. Денисенко, В. В. Кармазин, П. А. Усачев, П. И. Зеленов, П.И. Пилов, А. М. Туркенич, С.И. Черных, Р.С. Улубабов и многие другие.

Многие из его идей, которые он начинал реализовывать и которые при его жизни казались почти фантастическими, уже внедрены в промышленность с огромным экономическим эффектом. Это, в первую очередь:

- перевод Лебединского ГОКа, использующего самоизмельчение и самую передовую технологию обогащения на выпуск готовой металлургической продукции: металлических брикетов, электростали, а в скором времени и проката;
- повсеместное внедрение сухого магнитного обогащения дробленой руды перед обогащением на всех железорудных ГОКах стран СНГ;

- стадийное выделение магнетита по мере его раскрытия на некоторых железорудных ГОКах;
- внедрение новых магнитно-гравитационных технологий обогащения марганцевых руд;
- внедрение комбинированных схем обогащения россыпных титано-циркониевых руд;
- разработка и внедрение техники и технологии самоизмельчения руд и материалов (сухого и мокрого, рудогалечного, газоструйного и др.);
- разработка и внедрение техники и технологии высокоградиентной сепарации различных руд и материалов
- внедрение процессов и аппаратов для обогащения углей в тяжелых средах и их магнитного обессеривания.

Нет сомнения в реализации предсказанных им конструкций магнитных сепараторов будущего и многих других идей Виталия Ивановича, таких, например, как создание подземных ГОКов и др.

Празднуя столетний юбилей Виталия Ивановича, мы отмечаем его большую роль в решении современных проблем обогатительной техники и технологии. Можно смело утверждать, что идеи Виталия Ивановича живут, работают и развивают горно-металлургическую промышленность благодаря живучести их алгоритмов и благодаря обширной школе его учеников, как в странах СНГ, так и в дальнем зарубежье. Он продолжает жить в своих делах, в деятельности созданной им научной школы на благо новых поколений.

Московский государственный горный университет,
Национальная горная Академия Украины,
ОАО «Михайловский горно-обогатительный комбинат»,
Редакция Горного журнала.
Магнитное общество РФ

Спиновые структуры на новом витке

Хорошо известно, что наряду с ферро- ферри- и антиферромагнетиками существует большой класс веществ, в которых магнитное упорядочение принимает форму спиновой спирали, несоизмеримой с периодом кристаллической структуры. Оно может быть вызвано различными причинами: конкурирующими обменными взаимодействиями, наличием антисимметричного обмена [1,2], нарушением пространственной инверсии в магнитных сегнетоэлектриках [3] или на поверхности магнитного вещества [4-6]. Эта особая магнитная фаза вещества имеет все признаки магнитного упорядочения: наличие параметра порядка с характерными зависимостями от температуры или магнитного поля, разбиением на домены, образованные спиралями с противоположным направлением вращения спинов, наличием магнитного гистерезиса. Кроме того, они обладают рядом особых свойств, о которых пойдет речь ниже. В перспективе ожидается, что вещества с магнитными спиралями по функциональности не будут уступать жидким кристаллам (в которых также наблюдаются подобные спиральные структуры), что найдет применение в спиновой электронике и магнитной памяти.

1. Два типа пространственно модулированных спиновых структур

Где-то между магнитной структурой, определяемой на масштабах магнитной ячейки, и микромагнитной структурой на масштабах микронов лежит область пространственно модулированных спиновых структур (ПМСС), в которых параметр порядка изменяется с периодом в десятки нанометров.

Если модуль вектора магнитного параметра порядка остается постоянным, то ПМСС можно разбить на две основные группы. К первой относятся магнитные спирали – геликоиды, в которых вектор намагниченности или антиферромагнетизма вращается в плоскости, перпендикулярной направлению модуляции $\mathbf{k}$ (рис. 1 а), ко второй группе относятся ПМСС, в которых вектор вращается в плоскости, содержащей направление модуляции (рис. 1 б).

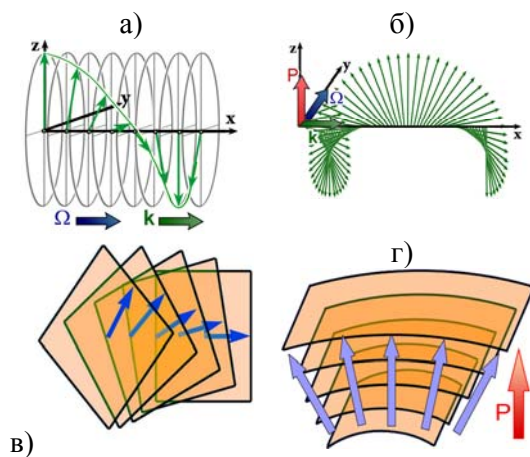


Рис. 1 Пространственно модулированные спиновые структуры а) спиновая геликоида б) спиновая циклоида; а также аналогичные им по симметрии деформации, соответственно: в) кручения г) изгиба.

Наличие ПМСС приводит к исчезновению определенных элементов симметрии, в этом смысле ситуация сходна с понижением симметрии кристалла при деформациях (рис. 1 в, г). Геликоида, аналогичная кручению (рис. 1, в), исключает зеркальную плоскость и среда становится *киральной* (от греч. *χειρ* – рука). Соответственно, спирали делятся правые и левые, т.е. в которых вектор магнитного параметра порядка вращается по часовой стрелке или против нее.

Киральность определяется по знаку смешанного произведения:

$$\sigma = (\mathbf{k} \cdot [\mathbf{S}_1 \times \mathbf{S}_2]), \quad (1)$$

где $\mathbf{S}_1$, $\mathbf{S}_2$ — спины соседних атомов, а их векторное произведение направлено вдоль оси вращения намагниченности Ω .

Случай циклоиды аналогичен изгибу материала и должен приводить к тем же физическим следствиям, например *флексозлектрическим* эффектам в кристаллах (от лат. «флекс» – изгибать), состоящим в возникновении электрической поляризации при изгибе. Действительно, градиент деформации выделяет полярное направление в кристалле, создавая предпосылки для возникновения поляризации. Подобно тому, как направление вращения вектора геликоиде

задавалось киральностью, для циклоид также вводят аналогичную характеристику, но в отличие от собственно киральности (1), являющейся скаляром, в случае циклоиды говорят о *векторной киральности*, от которой зависит направление электрической поляризации:

$$\mathbf{P} \sim [\mathbf{k} \times [\mathbf{S}_1 \times \mathbf{S}_2]] \sim [\mathbf{k} \times \Omega] \quad (2).$$

2. Побочное дитя спиновой структуры

Возникновение электрической поляризации при пространственной модуляции спина – явление настолько необычное, что заслуживает отдельного рассказа, тем более что оно послужило одной из причин бума в области *мультиферроиков* – сред с магнитным и электрическим упорядочением. В большом их числе сегнетоэлектрическое упорядочение было обязано своим рождением именно спиновым структурам [7-9]. Ранее в Бюллетене 2008 года уже рассказывалось о магнитоэлектрических эффектах, возникающих в таких «спиральных» мультиферроиках [10], но этот рассказ стоит дополнить, пожалуй, наиболее убедительной демонстрацией электрических свойств магнитных спиралей – наличие доменов, образованных с циклоидами противоположных киральностей, которые ведут себя сегнетоэлектрические домены [11]. Их удалось визуализировать с помощью наблюдения на второй оптической гармонике (рис. 2).

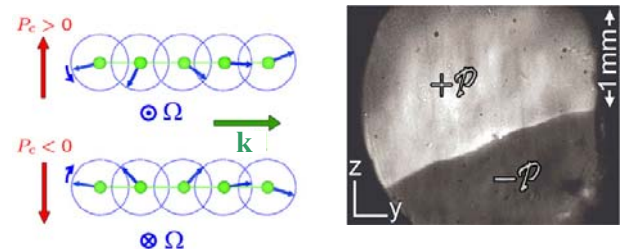


Рис.2 Магнитные спирали порождают электрическую поляризацию: а) тройка взаимно перпендикулярных векторов: ось вращения Ω , направление модуляции $\mathbf{k}$ и полярный вектор $\mathbf{P}$; б) оптическое изображение поверхности MnWO_4 на второй гармонике (2.15 эВ), на котором видны сегнетоэлектрические домены, соответствующие магнитным спиральям противоположных киральностей [11].

Что же касается геликоиды, то являясь разновидностью винта, она при повороте на 180 градусов вокруг вертикальной оси переходит сама в себя, а вектор поляризации – в свою противоположность, т.е. эти две идеи (винт и полярный вектор), казалось бы, несовместимы. Наблюдение о том, что циклоиды порождают электрическую поляризацию, а геликоиды – нет, стало уже общим местом.

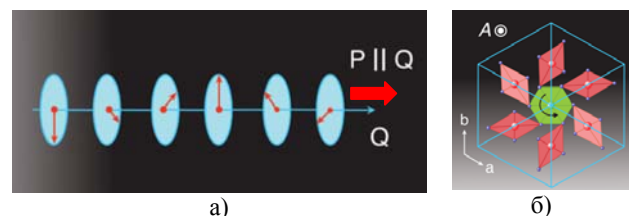


Рис. 3: а) электрическая поляризация, наведенная спиновой геликоидой б) «ферроаксиальная» кристаллическая структура в CaMn_2O_7 .

Однако на всякое правило надеется исключение. Действительно, приведенное выше рассуждение велось в неявном предположении, что кристаллическая структура обладает высокой симметрией и всегда можно найти ось второго порядка, перпендикулярную направлению модуляции. Как правило, так и происходит, и геликоида остается «бесплодной» в сегнетоэлектрическом смысле. Но не в случае ромбоэдрических кристаллов CaMn_2O_7 , в которых выше точки магнитного упорядочения благодаря скосу кислородных октаэдров отсутствуют оси второго порядка в ab – плоскости (рис.3 в) [12]. Такой структуре, чем-то напоминающей пропеллер, можно приписать определенное направление вращения, т.е. характеризовать аксиальным вектором, направленным вдоль оси c . Поскольку аксиальный вектор инвариантен относительно инверсионной симметрии, то его одного, также как и одной спиновой геликоиды, недостаточно для образования поляризации. Однако ниже точки магнитного упорядочения появившаяся спиновая структура нарушает инверсионную симметрию (правый винт под действием инверсии переходит в левый) и эти две структуры – спиновая геликоидальная и кристаллическая ферроаксиальная — совместно порождают электрическую поляризацию.

Понижение симметрии на интерфейсе также приводит к появлению ПМСС [5]. Так в [4] было предсказано образование спиновой циклоиды в ультратонких пленках ферро- и антиферромагнитоупорядоченных материалов. Позже это предсказание полностью подтвердилось в экспериментах по наблюдению магнитного упорядочения в монослоях марганца методами сканирующей туннельной микроскопии спин-поляризованных электронов [6]. Измерения с помощью зондов с различной ориентацией магнитного момента позволило установить, что магнитная структура соответствует спиновой циклоиде. Период циклоиды (около 0,5 нм) был немного больше периода решетки (угол между спинами соседних атомов марганца составлял 173°), т.е. в монослое ферромагнитного материала реализовалась несоразмерная спиновая структура (рис. 4 а). Такая циклоида может служить калибровочной решеткой, позволяющей определять размеры изображения и магнитный момент зонда, а также своего рода «монтажной платой»: атомы, помещенные на ее поверхность, за счет обменного взаимодействия приобретают определенную ориентацию спинов, зависящую от их расположения [13].

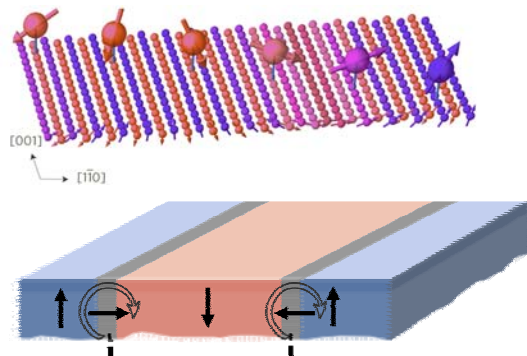


Рис. 4 а) Атомы кобальта, осажденные на поверхность монослоя марганца на равном расстоянии друг от друга: схематическое изображения атомов кобальта и слоя атомов марганца с их спинами. б) Схематическое изображение микромагнитного распределения в пленках ферритов гранатов

В двойном атомном слое железа, эпитаксиально выращенном на вольфрамовой подложке с кристаллографической ориентацией (110) вместо магнитной циклоиды образовывалась уже доменная структура. Нарушение центральной симметрии сказывалось на том, что разворот намагниченности в доменных границах соответствовал доменной стенке типа Нееля [14], т.е. плоскость разворота была перпендикулярна плоскости доменной границы, причем направление разворота намагниченности было одинаковым во всех границах, что позволяло рассматривать такую структуру как сильно искаженную (солитоноподобную) спиновую циклоиду. Аналогичное явление наблюдается и в пленках ферритов гранатов гораздо большей толщины (~ 10 мкм): вследствие нарушения симметрии, возникающего при росте пленок [15] (рис. 4 б).

3. Образование солитонов

Наличие дополнительных взаимодействий (магнитной анизотропии, внешнего магнитного поля) приводят к искажению структуры спиновых циклоид, она становится более похожей на доменную: с протяженными областями однородной намагниченности и узкими переходными областями (доменными границами). В предельном случае реализуется переход в однородное магнитное состояние. Так, подавление сильным магнитным полем спиновой циклоиды в мультиферроики феррите висмута сопровождается аномалиями магнитных, диэлектрических и магнитоэлектрических свойств [16-18]. В области перехода возникает промежуточное состояние солитонной решетки [19;20]. В некоторых случаях ПМСС вырождается в еще более необычную вихревую структуру – скирмион [21,22]. Об этих двух типах солитонных состояний пойдет речь ниже.

3.1 Солитонные решетки

Приложение магнитного поля в направлении, перпендикулярном оси геликоиды, вызывает искажение структуры и увеличение ее периода, как показано на рисунке 5. Такое состояние называют киральной магнитной солитонной решеткой, поскольку киральность структуры имеет свойство сохраняться вплоть до полного ее исчезновения в критическом магнитном поле.

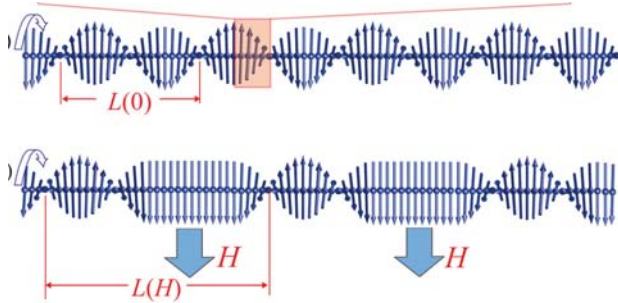


Рис. 5 Искражение геликоиды во внешнем магнитном поле а) спиральная геликоида в отсутствие поля б) геликоида в поле.

Для визуализации солитонных решеток используют свойство пучков электронов преломляться на магнитных солитонах (рис. 6). Таким образом удается не только визуализировать солитоны, но и детектировать их киральность [23]. Например, солитон, в котором спин вращается против часовой стрелки (при движении слева направо) узнается по порядку чередования ярких и темных полос (см. рис. 6). Обратная картина будет наблюдаться в случае солитона другой киральности.

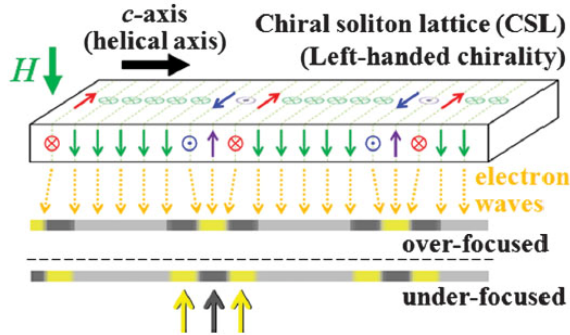


Рис. 6 Дифракция электронов на магнитной солитонной решетке. Однородные области не рассеивают пучок, а солитоны отклоняют электроны. Чередование ярких и темных полос в области до фокуса или перед фокусом соответствует левому венту, для противоположной киральности последовательность светлых и темных полос была бы противоположной [23].

Трансформация геликоидальной структуры в магнитном поле, а также зависимость ее периода от магнитного поля показаны на рисунках 7 а-д. Если ввести параметр порядка такой структуры, пропорциональный плотности солитонов (в данном случае он определен как $L(0)/L(H)$, где $L(0)$ – период первоначальной структуры, $L(H)$ период в магнитном поле), то его зависимость будет иметь весьма характерный вид и напоминать температурную зависимость «традиционных» параметров порядка, таких как намагниченность или электрическая поляризация (рис. 7 е)

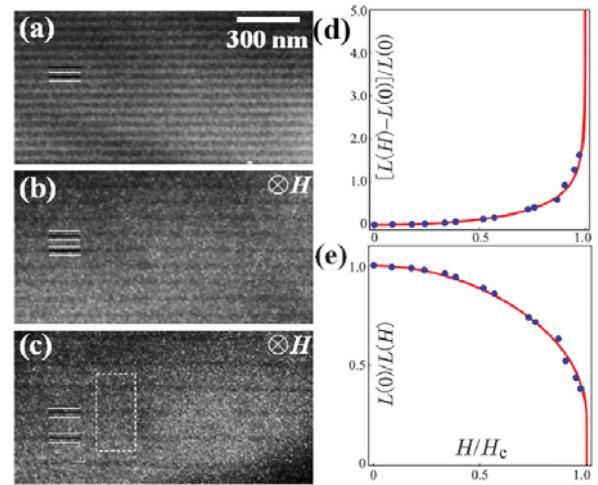


Рис. 7 а-с) изображения спиновой геликоиды, полученные в лоренцевской просвечивающей электронной микроскопии а) спиновая геликоида в отсутствие поля б,с) трансформация спирали под действием магнитного поля нарастающей величины д) возрастание периода L по мере приближения магнитного поля к критическому е) зависимость параметра порядка (плотности солитонов) от магнитного поля [23].

3.2 Скирмионная решетка

Скирмионы, названные в честь английского физика Тони Скирме, рассматривавшего вихревые структуры для объяснения свойств пи-мезонов, актуальны не только в области физики элементарных частиц, но и в теории конденсированного состояния вещества (рис. 8 а). Такие структуры могут представлять определенный интерес для практических приложений в спинтронике.

Скирмионы являются одним из возможных решений, описывающих равновесные магнитные конфигурации в магнитных и антиферромагнитных веществах, и эти решения теоретически рассматривались в работах [21,22]. Долгие годы их не удавалось обнаружить, но в последнее время появились сообщения, в которых с помощью дифракции нейтронов была зарегистрирована некая новая фаза магнитного упорядочения, возникающая при приложении внешнего постоянного магнитного поля в веществах MnSi и $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Si}$. Эта фаза могла быть интерпретирована как решетка вихрей. Впрочем, одно дело наблюдать дифракционную картину, другое дело — непосредственно увидеть отдельные вихри и процесс их зарождения. Это удалось сделать с помощью лоренцевской просвечивающей электронной микроскопии [24] (рис. 8 б,в).

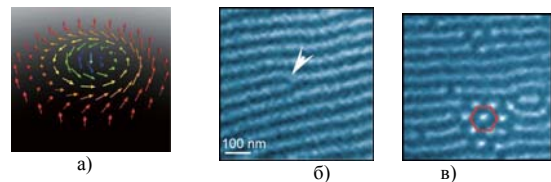


Рис. 8 а) распределение магнитного параметра порядка в скирмионе б) полосовая геликоидальная спиновая структура, спонтанно образующаяся в $\text{Fe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{Si}$ (стрелкой показана дислокация) в) появление гексагональной решетки вихрей во внешнем поле 20 мТл (элементарная ячейка скирмионной решетки показана красным цветом) [24].

Внешне зарождение скирмионов очень напоминает образование решетки цилиндрических магнитных доменов в классическом микромагнетизме: в изначальной полосовой структуре (рис.8 б) зарождается область с гексагональной упаковкой (рис. 8в). Различие лишь в характерных размерах (100 нм), при которых уже нет смысла говорить о доменах и границах между ними: полосовая структура соответствует магнитной геликоидной спирали, а гексагональная – системе вихрей.

Магнитные скирмионы интересны не только в фундаментальном аспекте: от них ожидают сильного воздействия на спиновый ток, протекающий через них, что можно использовать в магнитной памяти и спинтронных транзисторах. Электрон, движущийся сквозь скирмион, несколько раз меняет спиновую ориентацию, подстраивая ее под локальное распределение намагниченности, в результате чего на него действует эффективная сила, изменяющая направление его движения, что макроскопически должно проявляться как разновидность эффекта Холла [25].

В заключение стоит отметить, что область, которой посвящен обзор настолько динамично развивается, что последняя новость пришла уже в момент сдачи обзора: скирмионы, помимо чувствительности к магнитному полю могут обладать электрическим дипольным моментом, что в принципе позволит перемещать их с помощью источника неоднородного электрического поля [26].

Литература

1. И.Е. Дзялошинский ЖЭТФ т. 46, с. 1420 (1964)
2. A. N. Bogdanov, U. K. Roessler, M. Wolf, and K.-H. Muller, Phys. Rev. B v. 66, 214410 (2002)
3. Sosnowska I. and Zvezdin A., J. Magn. & Magn. Mater., v. 140-144 p. 167 (1995)
4. А.К. Звездин, *Поверхностный инвариант Лифшица и пространственно модулированные структуры в тонких пленках*, Краткие сообщения по физике ФИАН, 7, n.4, 2002;
5. A. N. Bogdanov, and U. K. Roessler, PRL, v 87, 037203 (2001);
6. M. Bode, M. Heide, K. von Bergmann, P. Feriani, S. Heinze, G. Bihlmayer, A. Kubetzka, O. Pietzsch, S. Blügel, R. Wiesendanger, *Chiral magnetic order at surfaces driven by inversion asymmetry*, Nature v. 447, p. 190–193 (2007)
7. S.-W. Cheong and M. Mostovoy, Nature Mater. v. 6, 13 (2007);
8. Tokura and S. Seki, *Multiferroics with Spiral Spin Orders*, Adv. Mater. v. 22, 1554 (2010);
9. А.К. Звездин, А.П. Пятаков, *Неоднородное магнитоэлектрическое взаимодействие в мультиферроиках и вызванные им новые физические эффекты*, Успехи физических наук, т.179 (8), с. 897-904 (2009)
10. А. Пятаков, *Электрическое поле управляет магнитными структурами*, Бюллетень МАГО, т. 9, вып. 2 (2008)
11. D. Meier et al, PRL, v. 102, 107202 (2009)
12. R. D. Johnson et al, PRL v. 108, 067201 (2012)
13. D. Serrate, P. Feriani, Y. Yoshida, S.-W. Hla, M. Menzel, K. von Bergmann, St. Heinze, A. Kubetzka, and

R. Wiesendanger, *Imaging and manipulating the spin direction of individual atoms*, Nature Nanotechnology, v. 5, p.350 (2010)

14. Heide M, Bihlmayer G, Blügel S, Phys. Rev. B 78, 140403(R) (2008)
15. A. P. Pyatakov, D. A. Sechin, A. S. Sergeev, A. V. Nikolaev, E. P. Nikolaeva, A. S. Logginov and A. K. Zvezdin, *Magnetically switched electric polarity of domain walls in iron garnet films*, EPL, 93, 17001 (2011)
16. Попов Ю. Ф., А.К. Звездин, Воробьев Г. П., Кадомцева А.М., Мурашев В.А., Раков Д.Н., *Линейный магнитоэлектрический эффект и фазовые переходы в феррите висмута BiFeO₃*, Письма в ЖЭТФ, v. 57, p.65-68 (1993)
17. А.М. Кадомцева, А.К. Звездин, Ю.Ф. Попов, А.П. Пятаков, Г.П. Воробьев, Письма в ЖЭТФ, т. 79, с. 705-716 (2004)
18. M. Tokunaga, M. Azuma, and Y. Shimakawa, *High-Field Study of Strong Magnetoelectric Coupling in Single-Domain Crystals of BiFeO₃*, Journal of the Physical Society of Japan, Vol. 79, No. 6, 064713 (2010)
19. Меньшенин В.В., ЖЭТФ, Том 135, Вып. 2, стр. 265 (2009)
20. C. Pappas, Physics 5, 28 (2012)
21. A. N. Bogdanov, D. A. Yablonski, ЖЭТФ, т. 68, 101 (1989).
22. U. K. Rossler et al, Nature, 442, 797 (2006)
23. Y. Togawa et al, *Chiral Magnetic Soliton Lattice on a Chiral Helimagnet*, PRL 108 107202 (2012)
24. X. Z. Yu et al, Nature, 465, 901 (2010)
25. Ch. Pfleiderer, Ach. Rosch, Nature, 465, 901 (2010)
26. S. Seki, X.Z. Yu, S. Ishiwata, Y. Tokura, *Observation of skyrmions in a multiferroic material*, Science, v.336, p.198 (2012)

Зарубежные сайты и журналы

Магнитная невидимость

<http://www.uab.es> Universitat Autònoma de Barcelona

Совместная группа исследователей из Автономного Университета Барселоны и Словацкой Академии наук создали магнитный плащ-невидимку, экранирующий магнитное поле объекта, расположенного внутри него, и не возмущающий внешнее магнитное поле [1].

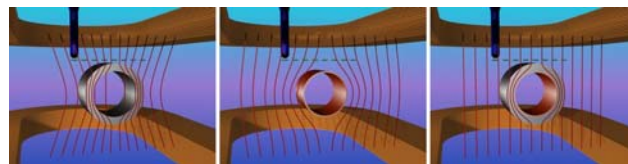


Рис. 1. Концепция магнитной невидимости: а - ферромагнитное вещество втягивает внутрь себя силовые линии; б - сверхпроводящее вещество выталкивает силовые линии; в - совместное действие двух оболочек.

Для этого ученые использовали ферромагнитный и сверхпроводящий материалы [1]. Первый, как известно, искажает конфигурацию магнитного поля таким образом, что плотность силовых линий внутри ферромагнитной оболочки увеличивается (рис. 1а). Напротив, сверхпроводящий материал выталкивает магнитное поле из себя (рис. 1б). Путем подбора

радиусов сверхпроводящего и ферромагнитного цилиндров можно эти два воздействия уравновесить, подобно тому, как собирающая и рассеивающая линза одной силы имитируют плоскопараллельную пластинку, не отклоняющую лучи. В результате совместное действие сверхпроводящего и ферромагнитного слоев позволяет экранировать содержимое цилиндра, не нарушая при этом конфигурации внешнего поля (рис. 1с).

1. F. Gomory et al., Science 335, 1466 (2012).

Магнитный эффект Джозефсона

<http://physicsworld.com> 19 апреля

В 2006 году Ганс Моойи (Hans Mooji) и Юлий Назаров из Университета в Делфте (Голландия) предсказали квантовое туннелирование магнитного потока сквозь слой сверхпроводника – так называемый эффект когерентного квантового проскальзывания фазы (coherent quantum phase slip). Это явление является аналогом хорошо известного эффекта Джозефсона, в котором роль туннелирующего электрического заряда играет магнитный поток, а вместо изолятора используется сверхпроводящий слой, выталкивающий магнитное поле.

В работе, опубликованной в апрельском выпуске Nature [1] (судя по фамилиям авторов написанной, в основном, нашими соотечественниками или бывшими согражданами), описанный эффект демонстрируется в структуре, состоящей из сверхпроводящего кольца, в одном месте которого сделано нанометровое сужение (см. рис.1): магнитный поток туннелирует между областями внутри кольца и снаружи его.

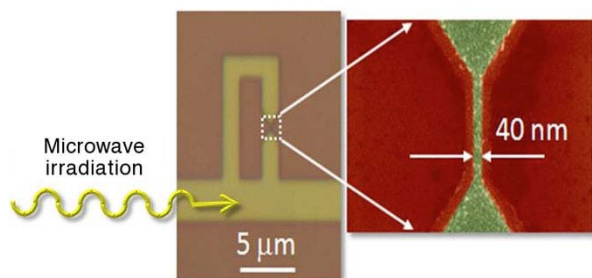


Рис. 1 Микрофотография показывает петлю из сверхпроводящего материала, используемую для демонстрации когерентного проскальзывания фазы. Справа – изображение нанометрового сужения провода. Магнитное поле прикладывается перпендикулярно плоскости петли.

1. O. V. Astafiev, L. B. Ioffe, S. Kafanov, Yu. A. Pashkin, K. Yu. Arutyunov, D. Shahar, O. Cohen, J. S. Tsai, Coherent quantum phase slip, Nature 484, 355–358 (19 April 2012)



Подсекция «Физика магнитных пленок и малых частиц» секции «Магнетизм» Научного совета РАН по физике конденсированных сред совместно с Астраханским государственным университетом, при участии физического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова будут проводить на базе Астраханского государственного университета XXII Международную конференцию «Новое в магнетизме и магнитных материалах» (НМММ-XXII) – (до 2006 г. – «Новые магнитные материалы микроэлектроники»).

Секции конференции:

1. Новые магнитные материалы: синтез и физические свойства
2. Процессы намагничивания и перемагничивания
3. Микромагнетизм и доменная структура
4. Динамические процессы в магнетиках
5. Элементарные возбуждения и волновые процессы в магнетиках
6. Резонансные явления в магнетиках
7. Кинетические эффекты в магнетиках
8. Магнитные фазовые переходы и критические явления
9. Магнитные пленки и многослойные структуры
10. Малые магнитные частицы
11. Магнитные наноструктуры
12. Магнитооптика и фотомагнетизм
13. Магнитоэлектрические явления
14. Курсы по разделам «Магнетизм» и «Магнитные материалы» в высшей школе

Для российских участников организационный взнос составляет 1500 руб. за каждый доклад (для студентов и очных аспирантов – 500 руб.). Публикационный взнос при заочной форме представления доклада составляет 1000 руб. за доклад.

Для граждан из стран СНГ организационный взнос составляет \$75, для граждан из дальнего зарубежья – 200\$ в рублях по курсу ММББ.

Конференция будет проводиться на базе одного из пансионатов вблизи Астрахани. Ориентировочная стоимость проживания (с питанием) 2000 рублей/сутки.

Сайт конференции: <http://nmmm.phys.msu.ru>

Важные даты:

Регистрация тезисов докладов: **до 20 мая 2012**
Оплата оргвзносов: до 20 августа 2012

Проводящая организация:

Астраханский государственный университет

Контакты:

Лукашева Екатерина Викентьевна
+7(495) 939-10-81

E-mail: nmmm@yandex.ru



Балтийский Федеральный Университет имени Иммануила Канта и НОЦ "Функциональные наноматериалы" приглашают молодых ученых, аспирантов и студентов старших курсов принять участие в Балтийской школе по физике твёрдого тела и магнетизму, которая будет проводиться в пансионате "Балтика" (г. Светлогорск, Калининградская область) в период с 11 по 18 августа 2012 г.

В программу школы будут включены лекции профессоров, приглашенных из различных университетов России, стран СНГ, Европы и США, доклады и выступления известных ученых, а также постерные презентации и доклады молодых участников.

Организационный взнос составляет 4 000 рублей и включает:

- проживание с 11 по 18 августа в пансионате "Балтика",
- 3-х разовое питание,
- перерывы на кофе/чай между лекциями,
- сборник тезисов, программу лекций и другие материалы школы.

Оргкомитет предлагает частичную компенсацию суммы оргвзноса молодым ученым, студентам и аспирантам. Более подробную информацию о льготном участии смотрите на Web-странице школы: http://www.kantiana.ru/innopark/nano_material/baltic_school/

Важные даты:

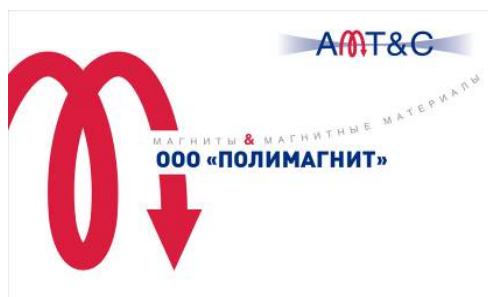
Регистрация участников: **до 18 июня 2012**

Окончание подачи тезисов: **1 июля 2012**

Для авторов Бюллетеня

Редакция Бюллетеня осуществляет быструю публикацию кратких заметок и информации об оригинальных исследованиях в области магнетизма и его применений, представляющих значительный интерес для членов общества. Тексты работ принимаются только в электронном варианте в виде файлов, изготовленных редакторами Microsoft Word for Windows в формате RTF. Все работы должны быть направлены как приложение к электронному письму по электронному адресу редакции: bulletin.mago@gmail.com Редакция осуществляет рецензию полученных работ и оставляет за собой окончательное решение об их публикации в Бюллетене.

Электронный архив бюллетеня расположен на сайте: <http://www.amtc.ru/news/bulluten/>



Компания ООО «Полимагнит» (входящая в группу AMT&C) – один из ведущих поставщиков магнитных материалов и технологий на российском рынке.

Основными направлениями деятельности компании являются:

- поставка постоянных магнитов и магнитопластов для промышленного применения;
- поставка полимерных материалов и изделий для рекламной индустрии и полиграфии;
- поставка магнитомягких кольцевых сердечников;
- поставка редкоземельных материалов и их соединений, а так же сырья для производства магнитных материалов;
- оказание консалтинговых услуг по применению магнитов и магнитных материалов.

Поставляемые нами магнитные материалы и изделия обладают тем преимуществом, что соответствуя отраслевым стандартам качества, предлагаются по цене заметно ниже той, которая сложилась на российском рынке на аналогичную продукцию.

Принимаются заказы на изготовление постоянных магнитов с любыми технологически доступными характеристиками (размерами, энергетическим произведением, рабочей температурой). Форма изделия, направление намагниченности и тип покрытия определяются заказчиком.

ООО «Полимагнит» осуществляет всестороннее научно-техническое и консультационное сопровождение проектов, начиная от стадии разработки изделия до внедрения его в серийное производство.

Сайт компании: www.amtc.ru