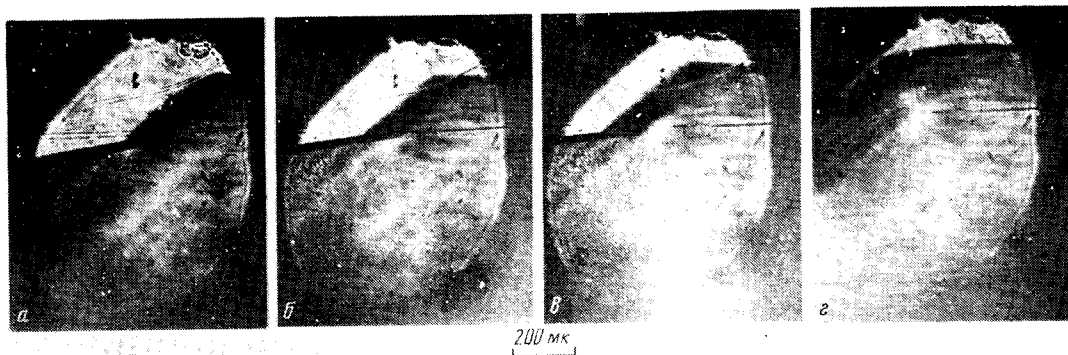


КИНК НА ДОМЕННОЙ ГРАНИЦЕ ОРТОФЕРРИТА

М.В.Четкин, С.Н.Гадецкий

Показано, что вдоль движущейся со скоростью звука доменной границы ортоферрита иттрия в условиях большой подвижности распространяется кинк, скорость которого может достигать предельной равной 20 км/с. Возникновение кинка является следствием сильной неустойчивости сверхзвукового движения и отсутствия гистерезиса на зависимости скорости от магнитного поля.

В последнее время возрос интерес к исследованиям нелинейных волн намагниченности в ферромагнетиках. В данной работе показано, что вдоль движущейся со скоростью поперечного звука доменной границы ортоферрита иттрия может распространяться кинк, скорость которого достигает 20 км/с. В работах ^{1, 2} было показано, что при переходе через скорость поперечного звука прямолинейная доменная граница ортоферрита иттрия искривляется и на ней появляются полукруглые лидирующие участки. С ростом подвижности доменной границы этот процесс становится более отчетливым, движение доменной границы со скоростью выше 4 км/с является нестационарным. Теоретическое рассмотрение показывает, что нестационарность обусловлена отрицательной дифференциальной подвижностью ^{3, 4}. Процесс образования и движения кинка на доменной границе иллюстрируется рисунком.



Фотографии двух последовательных положений кинка на движущейся доменной границе ортоферрита иттрия, снятых через 5 нс в импульсном магнитном поле 140 Э при 110 К. Временной интервал между последовательными фотографиями ~ 3 нс

На каждом из этих рисунков показаны два последовательных положения доменной границы в пластинке YFeO_3 толщиной 100 мкм, перпендикулярной оптической оси, при 110 К. Фотографии получены с использованием эффекта Фарадея и двух импульсов света длительностью 1 нс следующих через 5 нс. Область, проходимая доменной границей за 5 нс, показана на рисунке темной полосой. С этой целью в каждом из двух лучей света использован отдельный поляризатор ⁵. Левая часть доменной границы остается все время прямолинейной и движется со скоростью поперечного звука 4 км/с. На правой части доменной границы образуется полукруглое образование, скорость вершины которого существенно превосходит скорость поперечного звука рис. а. Однако, через 5 – 10 нс скорость этого участка вновь падает до 4 км/с, о чем свидетельствует ширина темных полосок, прочерчиваемых доменной границей в правой части рисунка за 5 нс (рис. б – г). На доменной границе, движущейся со

скоростью поперечного звука, появляется кинк, движущийся справа налево. Скорость движения кинка составляет 20 км/с и легко может быть измерена из двух последовательных положений динамических доменных структур, представленных на рисунке. На этом же рисунке отчетливо видно обострение кинк'а при его движении справа налево. Образование кинк'а происходит в интервале магнитного поля 110 – 140 Э. Возникновение полукруглого образования на доменной границе при ее переходе через скорость звука – случайный процесс. Оно может возникать в любой точке доменной границы. Если оно возникает в центре, то образуются одновременно два кинк'а, движущиеся в разные стороны. Механизм образования кинк'а представляется следующим образом. Одиночная доменная граница в образце создается с помощью градиентного магнитного поля, перпендикулярного поверхности образца, $\text{grad } H = 300 \text{ Э/см}$. На это поле накладывается импульсное продвигающее магнитное поле, и, по мере движения доменной границы, поле, действующее на нее, постепенно линейно уменьшается. Этот процесс приводит к тому, что доменная граница постепенно оказывается в суммарном магнитном поле, соответствующем полю ее нестационарного движения со сверхзвуковой скоростью. Затем под действием градиентного магнитного поля доменная граница снова переходит на движение со скоростью 4 км/с. Образование кинк'а происходит в интервале магнитного поля 30 Э. Амплитуда кинк'а уменьшается с ростом градиентного поля. При этом нестационарность образования лидирующих участков вдоль доменной границы увеличивается. Скорость движения кинк'а вдоль движущейся со скоростью поперечного звука ДГ ортоферрита не должна превосходить скорости изгибной волны вдоль нее. Барьяхтаром, Ивановым и Сукстанским³, а затем Звездиным, Мухиным и Попковым⁷ показано, что скорость изгибной волны на ДГ равна предельной скорости ДГ V_s , совпадающей с фазовой скоростью объемных спиновых волн на линейном участке их закона дисперсии. В целом доменная граница с движущимся вдоль нее кинком представляет собой сложный динамический объект с переменной по длине массой. Здесь, по-существу, мы имеем кинк на кинке. Проведенный эксперимент показывает, что при переходе через скорость поперечного звука движение доменной границы является очень сильно неустойчивым, особенно при максимальных подвижностях, достигающих $2 \cdot 10^4 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Э}^{-1}$. Переход движения со скорости 4 км/с на 14 км/с и обратно свидетельствует о стационарности движения с указанными скоростями и об отсутствии гистерезиса на зависимости $V(H)$. В магнитных полях 140 – 200 Э доменная граница движется стационарно со скоростью 14 км/с. С дальнейшим ростом поля она достигает предельной скорости V_s , равной 20 км/с. Сверхпредельная скорость не обнаружена вплоть до магнитных полей 5 кЭ. Сообщение о ней в работе⁶ было связано, по-видимому, с возникновением новых доменов впереди движущейся доменной границы в больших импульсных магнитных полях. Таким образом, предложен метод получения кинка на движущейся доменной границе, который будет эффективным и в области других нестационарностей. Отсутствие гистерезиса на зависимости $V(H)$, наблюдаемое на эксперименте при 110 К, требует дополнительного теоретического рассмотрения. Представляет, по-видимому, интерес проследить за движением кинк'а после резкого снятия магнитного поля.

Выражаем благодарность А.К.Звездину за обсуждение результатов работы.

Литература

1. Четкин М.В., Гадецкий С.Н., Ахуткина А.И. Письма в ЖЭТФ, 1982, 35, 370.
2. Chetkin M. V., Akhutkina A. I., Gadetsky S. N., Kuzmenko A. P. J. Appl. Phys., 1982, 53, 7864.
3. Барьяхтар В.Г., Иванов Б.А., Сукстанский А.Л. ЖЭТФ, 1978, 75, 2183.
4. Звездин А.К., Попков А.Ф. ФТТ, 1979, 21, 1334.
5. Четкин М.В., Кузьменко А.П., Гадецкий С.Н., Филатов В.Н., Ахуткина А.И. Письма в ЖЭТФ, 1983, 37, 223.

6. *Четкин М.В., Ахуткина А.И., Шалыгин А.Н.* Письма в ЖЭТФ, 1978, 28, 700.

7. *Звездин А.К., Мухин А.А., Попков А.Ф.* Препринт № 108, ФИАН, 1982.

Московский
государственный университет
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию

7 июля 1983 г.

После переработки

27 июля 1983 г.
