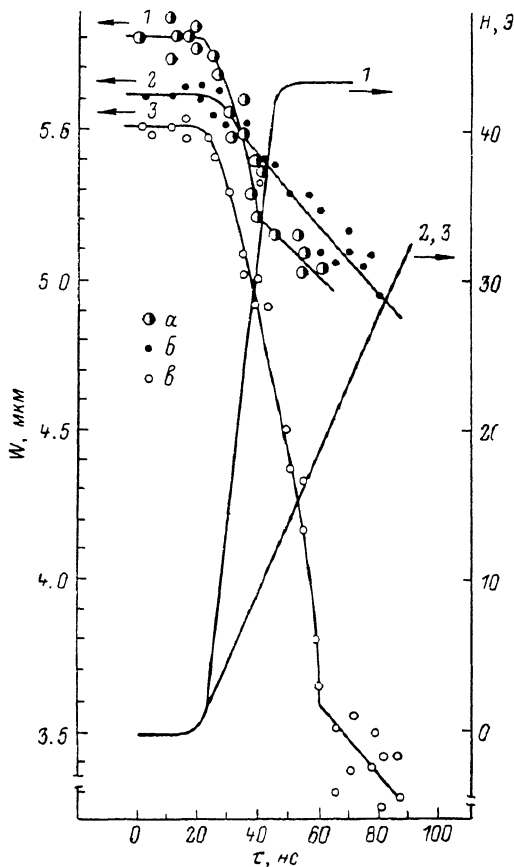


УДК 681.327.664.4

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ НАРАСТАНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ДИНАМИКУ ДОМЕННЫХ ГРАНИЦ

А. Г. Шишков, В. В. Гришачёв, Е. Н. Ильичёва, Ю. Н. Федюнин

На начальной стадии движения доменной границы (ДГ) в феррит-гранатовых пленках (ФГП) ранее наблюдались короткие по длительности переходные процессы [1, 2], проявляющиеся в больших скоростях движения границы на начальном этапе по сравнению с последующим движением со скоростью насыщения. Подобное поведение ДГ в импульсном магнитном поле связывают со структурными неоднородностями, образующимися в движущейся границе, — блоховскими линиями (БЛ) [3]. Подробных исследований этих процессов ранее не проводилось. В данной работе впервые проведены экспериментальные исследования динамики прямых ДГ в линейно-нарастающем магнитном поле, что позволило наблюдать переходные процессы растянутыми во времени. Исследования проводились на магнитооптической установке на основе эффекта Фарадея в режиме однократной высокоскоростной фотографии (ВСФ). Метод ВСФ реализовывался на базе твердотельного импульсного АИГ-лазера и поляризационного микроскопа. Установка позволяла разрешить взаимное положение границ прямого полосового домена (ПД) с точностью 0.02 мкм, а времен-



Экспериментальные зависимости ширины ПД W (α — ϵ) от времени τ .

Скорость нарастания магнитного поля H , $\text{Э}/\text{нс} = 1.68$ (1), 0.48 (2, 3); поле в плоскости $H_{1x}^1 = H_{2x}^2 = 0$ (α , β), $H_{3x}^3 = 74.4$ Э (ϵ); поле смещения $H_{cm} = 22 \pm 23$ Э.

ное положение моментов экспозиции относительно внешнего магнитного импульса и между собой с точностью 3 нс. Объектом исследований была ФГП состава $(\text{Bi}, \text{La})_3(\text{Fe}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}$ толщиной $h = 7.5$ мкм, с периодом равно-

весной полосовой структуры $p=24$ мкм, намагниченностью насыщения $4\pi M=80$ Гс, фактором качества $Q \approx 13$, константой обмена $A=1.47 \times 10^{-7}$ эрг/см, параметром затухания $\alpha=0.16$, гиромагнитным отношением $\gamma=0.95 \cdot 10^7$ Э $^{-1}$.с $^{-1}$. Для формирования уединенного ПД использовался специальный рельеф магнитного поля, образуемый системой токоведущих проводников и катушкой постоянного однородного поля смещения, перпендикулярного плоскости ФГП. Пространственно-однородное линейно-нарастающее поле формировалось плоской катушкой.

На рисунке представлены экспериментальные зависимости ширины ПД W ($a-e$) от времени τ в нарастающем магнитном поле ($1-3$). Видно, что с увеличением скорости нарастания магнитного поля (b, e) на начальном этапе появляется быстрая часть в движении ДГ продолжительностью 18—20 нс, во время которой наблюдается линейное увеличение скорости от 0 до 40 м/с при одновременном росте поля от 0 до 33 Э. В дальнейшем за 3—5 нс происходит резкое уменьшение подвижности ДГ, что приводит к падению скорости до 5 м/с, хотя поле продолжает расти. В случае медленного нарастания магнитного поля (b) быструю часть невозможно наблюдать из-за малой ее продолжительности (менее 10 нс). Но это движение можно «расщепить» на быстрое и медленное, прикладывая планарное поле, параллельное намагниченности внутри ДГ (e); тогда быстрая часть движения растягивается до 40 нс, и за это время скорость линейно растет от 0 до 55 м/с при изменении поля от 0 до 20 Э. Затем, так же как и в случае a , наблюдается резкое падение скорости до 5 м/с.

Из полученных наблюдений можно сделать следующие выводы. Во-первых, учитывая, что изменение ширины ПД на начальном этапе можно аппроксимировать параболическим законом движения (т. е. $\Delta W \sim \tau^2$), а рост поля линеен во времени ($H \sim \tau$), можно считать подвижность ДГ постоянной в процессе движения в случаях a, e . Это говорит о том, что во время быстрого движения границы преобразования ее структуры не происходит, хотя внешнее поле в несколько раз превышает поле Уокера ($H_w=2\pi M\alpha=6.5$ Э), а скорость ДГ — критическую скорость ($V_w = \gamma \sqrt{2\pi A/Q} = 26$ м/с). В это время ДГ находится в метастабильном состоянии, не содержащем ни вертикальных, ни горизонтальных БЛ. В случае медленного роста внешнего поля метастабильного состояния не наблюдается. Во-вторых, из резкого изменения подвижности, во время которого ДГ переходит к движению со скоростью насыщения, характерному устойчивым существованием горизонтальных БЛ, следует, что образование БЛ происходит взрывообразно, скачком за время 3—5 нс при достижении определенной скорости и поля. В-третьих, поле в плоскости, параллельное намагниченности внутри ДГ, сдерживает образование горизонтальных БЛ в границе, что и приводит к растягиванию быстрой части в движении границы.

В заключение следует отметить, что метастабильное движение ДГ со скоростями и в полях выше критических можно использовать в практических целях для повышения быстродействия запоминающих устройств на вертикальных БЛ [4].

Л и т е р а т у р а

- [1] Балбашов А. М., Набокин П. И., Червогачев А. Я., Черкасов А. П. ФГТ, 1977, т. 19, № 6, с. 1881—1883.
- [2] Жарков Г. Ю., Логгинов А. С., Непокойчицкий Г. А., Терлецкий Б. Ю. ФТТ, 1987, т. 29, № 9, с. 2800—2802.
- [3] Малоземов А., Слонзуски Дж. Доменные стенки в материалах с ЦМД. М.: Мир, 1982. 362 с.
- [4] Konishi S. IEEE Trans. Magn., 1983, vol. MAG-19, N 5, p. 1838—1840.

Московский государственный
университет им. М. В. Ломоносова
Москва

Поступило в Редакцию
17 марта 1988 г.