

вывести из ур-ния Ландау — Лифшица (2), приняв во внимание многоподрешётчатую структуру СФМ и Дзьялошинского взаимодействия. Это ур-ние для большинства СФМ обладает формальной инвариантностью относительно Лоренца преобразований, в к-рых роль релятивистского предела играет фазовая скорость магноволн c_M на линейном участке их спектра. В большинстве СФМ предельная скорость c_W совпадает со скоростью c_M (В. Г. Барьяхтар с сотрудниками, 1978; М. В. Чёткин, 1978). В иттриевом ортоферрите значенные скорости c_W достигает $2 \cdot 10^4$ м/с.

Движение ДС в СФМ характеризуется не только большими предельными скоростями, но и малой массой на нач. участке движения. Эти особенности характерны для редкоземельных ортоферритов, гематита, бората железа и др. Зависимость скорости движения изолированной ДС в СФМ от магн. поля определяется ф-лой (А. К. Звездин, 1979; В. Г. Барьяхтар с сотрудниками, 1979): $v = \eta_W B [1 + (\eta_W B / c_W)^2]^{-1/2}$, где $\eta_W = (|\gamma| \Delta / \alpha) (d/a)$ — подвижность ДС на нач. участке, d — постоянная анизотропного взаимодействия, обуславливающего слабый ферромагнетизм, a — энергия обменного взаимодействия в АФМ, $c_W = 2|\gamma| M_S^{-1} (aA)^{1/2}$ — предельная скорость, A — постоянная неоднородного обменного взаимодействия.

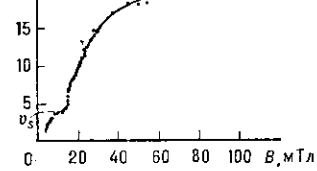


Рис. 3. Зависимость скорости доменной стенки в пластине $YFeO_3$ от магнитного поля (М. В. Чёткин и А. Де ля Кампа, 1978).

В области скоростей ДС, близких к скорости звука v_S , на зависимости $v(B)$ в СФМ наблюдается уменьшение дифференц. подвижности ДС $\eta_W = dv/dB$ из-за взаимодействия ДС с упругими деформациями и роста диссипации в упругой подсистеме (рис. 3).

В плёнках магнитных Д. с. д. имеет особенности, связанные с наличием полей рассеяния, создаваемых магн. зарядами на поверхности плёнки. В проводящих магнетиках уменьшение толщины плёнки сопровождается уменьшением затрат энергии на образование вихревых токов, что приводит к возрастанию подвижности ДС. В плёнках ФМ толщиной менее 0,1 мкм (сравнимых с толщиной ДС) структура ДС зависит от толщины. С уменьшением толщины плёнки существование блоховских стенок становится энергетически менее выгодным, чем *Неелл стенок*. Перестройка структуры ДС влияет на её подвижность и массу. Масса стенки Блоха возрастает с уменьшением толщины плёнки, достигая максимума в области перехода блоховской ДС к стенке со структурой, переходной от блоховской к неелловской (т. н. стенке с поперечными связями).

В плёнках одноосных ФРМ с большим фактором качества $Q [Q = 2K / (\mu_0 M_S^2) \gg 1]$ и «открытой» доменной структурой (без замыкающих магн. доменов) предельная скорость ниже укеровской скорости v_W . Это связывают с наличием неоднородных по толщине плёнки полей рассеяния, перпендикулярных плоскости стенки. Поля рассеяния изменяют внутр. структуру ДС, образуя «скрученную» блоховскую стенку. Согласно модели Дж. Слонзуски (J. C. Slonczewski, 1972), неустойчивость движения в такой стенке, возникающая при $v = v_{кр} < v_W$, обусловлена генерацией и движением поперёк стенки горизонтальных блоховских линий (БЛ).

Горизонтальные БЛ зарождаются в ДС вблизи поверхности плёнки в местах, где поле размагничивания, создаваемое магн. зарядами на поверхности плёнки в доменах, и поле размагничивания, возникающее из-за макс. выхода магн. моментов из плоскости ДС, компенсируют друг друга. Движение БЛ поперёк ДС от одной поверхности плёнки к другой начинается тогда, когда действие составляющей гироскопич. силы F_T ,

параллельной ДС, позволяет преодолеть потенц. барьер ($F_T = 2\Phi_0 M_S v / \gamma$, где Φ_0 — угол разворота намагниченности в БЛ). Существование барьера обусловлено увеличением энергии БЛ при смещении её поперёк ДС. Условие $F_T = \delta \mathcal{E}_{БЛ} / \delta y$ (где y — смещение БЛ, $\mathcal{E}_{БЛ}(y)$ — энергия БЛ) определяет критич. скорость $v_{кр}$ движения ДС, при к-рой происходит генерация горизонтальной БЛ. Критич. скорость $v_{кр} < v_W$ и зависит от толщины плёнки b . При уменьшении b скорость $v_{кр}$ возрастает, и при $b \sim (A/2\pi M_S^2)^{1/2}$ она сравнивается с укеровской скоростью v_W . Гироскопич. сила всегда направлена перпендикулярно скорости БЛ в заданной точке и зависит от величины и направления разворота полного угла образующих БЛ магн. моментов в середине ДС. Движение БЛ поперёк ДС приводит к возникновению составляющей гироскопич. силы, тормозящей ДС. После исчезновения БЛ скорость ДС резко возрастает. Циклич. генерация, продвижение и исчезновение БЛ

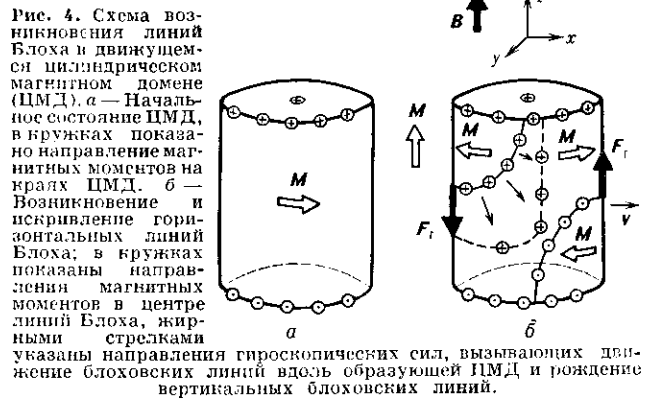


Рис. 4. Схема возникновения линий Блоха в движущемся цилиндрическом магнитном домене (ЦМД). а — Начальное состояние ЦМД, в кружках показано направление магнитных моментов на краях ЦМД. б — Возникновение и искривление горизонтальных линий Блоха; в кружках показаны направления магнитных моментов в центре линий Блоха, жирными стрелками указаны направления гироскопических сил, вызывающих движение блоховских линий вдоль образующей ЦМД и рождение вертикальных блоховских линий.

при $v > v_{кр}$ сопровождаются периодич. изменением скорости ДС. В среднем подвижность ДС уменьшается.

При движении изогнутой ДС, напр. в движущемся цилиндрич. магн. домене (ЦМД), из-за различия скоростей движения отд. частей ДС генерируемая в ней горизонтальная БЛ изгибается (рис. 4), что является причиной возникновения вертикальной БЛ (перпендикулярной поверхности плёнки), когда горизонтальный участок БЛ достигает поверхности плёнки. Наличие вертикальных БЛ в стенке ЦМД приводит к боковому сносу его при движении в градиенте поля смещения, если гироскопич. силы, действующие на него со стороны вертикальных БЛ, не скомпенсированы.

ДС с большим числом блоховских линий (т. н. «жёсткая» ДС) обладает сниженной подвижностью. На Д. с. д. оказывает влияние состояние поверхности плёнки. В частности, ионная имплантация плёнки либо покрытие поверхности плёнки пермаллоем подавляют генерацию БЛ в движущемся ЦМД.

Лит.: Хуберт А., Теория доменных стенок в упорядоченных средах, пер. с нем., М., 1977; Малоземов А. Слонзуски Дж., Доменные стенки в материалах с цилиндрическими магнитными доменами, пер. с англ., М., 1982; О'Делл Т., Ферромагнитодинамика, пер. с англ., М., 1983; Барьяхтар В. Г., Иванов Б. А., Чёткин М. В., Динамика доменных границ в слабых ферромагнетиках, «УФН», 1985, т. 146, с. 417. А. Ф. Полюков.

ДОМЕНОПРОДВИГАЮЩАЯ СТРУКТУРА (ДПС) — устройство, служащее для продвижения цилиндрических магнитных доменов (ЦМД) вдоль поверхности плёнки ЦМД-материала. Применяется в запоминающих устройствах на ЦМД. Существуют пермаллоевые ДПС, представляющие совокупность пермаллоевых элементов (аппликаций) определённой анизотропной формы, расположенных периодическим образом на поверхности плёнки ЦМД-материала и помещённых во вращающееся магн. поле H , приложенное в плоскости плёнки (рис.). Используются системы аппликаций и др. кон-