

Равновесные размеры  $\Phi$ . д. в магнитно-одноосных кристаллах в отсутствие внеш. воздействий определяются минимумом энергии магнитостатич. полюсов, связанных с выходом намагниченности в пределах каждого из доменов на поверхность, а также энергией ДГ. При этом чем меньше ширина доменов, тем сильнее дробятся указанные полюса, что приводит к снижению энергии магнитостатич. поля. Однако чем меньше ширина доменов  $D$ , тем больше число ДГ, и, следовательно, их суммарная энергия растёт. В результате конкуренции этих факторов возникает равновесная ширина  $D$ .

В магнитно-многоосных кристаллах в простейших случаях (кристалл ограничен поверхностями  $\{100\}$ ) выход  $M$  на поверхность кристалла может быть почти полностью исключён благодаря возникновению замыкающих доменов, т. е. магн. поток может быть замкнут внутри кристалла. Однако намагниченность замыкающих доменов направлена под углом к намагниченности основных доменов.

С существованием таких доменов связана дополнительная энергия *магнитоупругого взаимодействия*  $\delta_{\text{муп}}$ , которая растёт с ростом размеров замыкающих областей (тем самым и с ростом ширины основных доменов  $D$ ).

Уменьшение  $D$  и  $\delta_{\text{муп}}$  приводит к появлению в кристалле дополнительных ДГ и, следовательно, к росту их суммарной энергии. Т. о., в кубич. кристалле в рассматриваемой простой ситуации равновесный размер  $\Phi$ . д. определяется минимумом магнитоупругой энергии и энергии ДГ.

В более сложной ситуации, напр. при отклонении поверхностей пластин от кристаллографич. поверхностей  $\{100\}$  и  $\{110\}$ , равновесные размеры  $\Phi$ . д. определяются минимумом энергии, состоящей из энергии ДГ, магнитоупругой и магнитостатич. энергии, а при наличии внеш. магн. поля также из энергии намагниченности в этом поле.

В ряде случаев (напр., соответствующих рис. 1, а, 2, а и др.) ширина полюсовых доменов  $D$  увеличивается пропорционально  $\sqrt{L}$ , где под  $L$  следует понимать размер кристалла вдоль ОЛН, по которой направлены векторы  $M$  в соседних  $\Phi$ . д. Тогда в ситуации, изображённой на рис. 2, а,  $D$  зависит от размера пластины между двумя противоположными торцами; при этом ширина основных  $\Phi$ . д. может зависеть от толщины пластины  $d$ , что связано с зависимостью от  $d$  ширины  $\Phi$ . д. тонкой структуры замыкающих областей.

#### Влияние внешних воздействий на доменную структуру.

При изменении величины внеш. магн. поля  $H$  ДС могут перестраиваться, причём в одном и том же интервале значений  $H$  могут существовать, вообще говоря, различные ДС. Большинство этих структур является метастабильными, и их появление связано с конкретным способом получения данного магн. состояния при данных размерах и форме кристалла.

Если в пластинках (плёнках) магнитно-одноосного кристалла с ОЛН, перпендикулярной к поверхности, и с  $Q > 1$  при фиксир. толщине в размагниченном состоянии создана лабиринтная ДС (рис. 5, а), то она остаётся стабильной в нек-ром интервале полей  $0 < H < H_1$  ( $H$  направлено вдоль ОЛН), хотя её параметры изменяются с изменением  $H$ . В более сильных полях ( $H_1 < H < H_2$ ) устойчивой оказывается ДС в виде решётки цилиндрических магнитных доменов (ЦМД) (рис. 5, б), а в полях  $H_2 < H < H_3$  — изолированные ЦМД (рис. 5, в), представляющие собой области обратной намагниченности в форме прямого кругового цилиндра с образующей вдоль ОЛН (рис. 6). Все поля  $H_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) переходов из одних магн. состояний в другие (или перестройки от одной ДС к другой) зависят от свойств вещества и толщины пластины. Если  $H > H_3$ , то энергетически выгодным является однородно намагниченное состояние плёнки. Существенно, что все описанные выше  $\Phi$ . д. могут возникать и в др. интервалах полей, но лишь как метастабильные. Так, изолированные ЦМД могут также возникать и в интервале полей  $H_2 > H > H_0$ , где  $H_0$  — поле абс. неустойчивости этого домена; в нек-рых др. интервалах полей могут существовать и др. метастабильные ДС, напр. «сотовая» ДС (рис. 5, г), а также

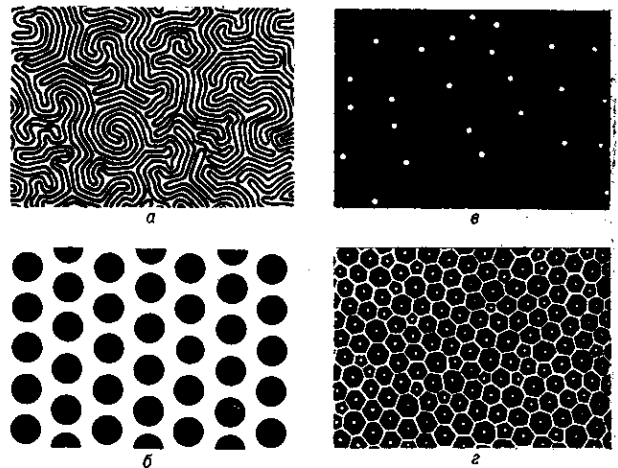
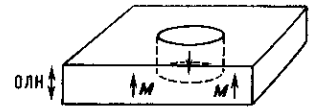


Рис. 5. Наблюдаемые типы доменных структур (ДС) на поверхности, перпендикулярной к оси лёгкого намагничивания магнитно-одноосной пластины с фактором качества  $Q > 1$ : а — лабиринтная ДС в размагниченном состоянии; б — решётка цилиндрических магнитных доменов (ЦМД) (схема); в — изолированные ЦМД; г — «сотовая» ДС (по данным Г. С. Кондауровой).

Рис. 6. Схематическое изображение цилиндрических магнитных доменов.



$\Phi$ . д. в виде колец (рис. 7, слева) или спиралей (рис. 7, справа).

Т. о., при увеличении  $H$  (начиная с размагниченного состояния) ДС в образце будет существенно изменяться и в поле  $H = H_3$ , называемом полем насыщения, будет

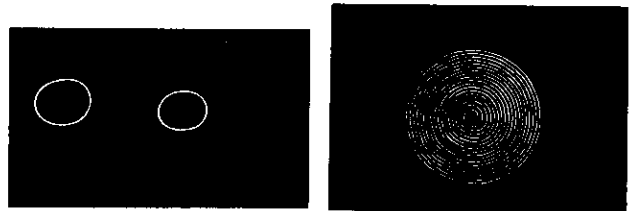


Рис. 7. Магнитные домены на пластинках смешанных ферритов-гранатов с плоскостью поверхности, перпендикулярной к ОЛН: слева — кольцевые домены; справа — спиральные домены (по данным Ю. Л. Тобова). В светлых и тёмных областях  $M$  имеют противоположные направления, перпендикулярные к плоскости пластины.

исчезать. При уменьшении поля (начиная с однородно-намагниченного или к.-л. др. магн. состояния) намагниченность образца будет уменьшаться, однако соответствующая кривая  $M(H)$  (нисходящая ветвь петли гистерезиса — НВПГ), как правило, лежит выше кривой намагничивания (см. *Гистерезис магнитный*); при этом ДС, соответствующие разл. точкам НВПГ, также, вообще говоря, будут разными.

Если намагничивание магнитно-одноосного кристалла происходит под нек-рым углом  $\phi$  к ОЛН, то при каждом  $\phi$  последовательность превращений ДС, а также и сами ДС могут иметь свои особенности. Меняя  $\phi$  на НВПГ в точке  $H = 0$ , соответствующей остаточному намагниченному состоянию, можно получать совершенно разные ДС (лабиринтные, зигзагообразные, в виде решёток ЦМД, «сот» и др.); то же относится и к др. точкам НВПГ.

В нек-рых случаях [напр., в тонких магн. пластинках (плёнках) с ОЛН, перпендикулярной к поверхности, и с ДС