

Данные измерений амплитуды возмущений приведены на рис. 5. Начальный участок графика (сжатие возмущения УВ), как и в ранее описанном случае, определялся расчетом. Дальнейшее развитие, как и в случае воздух — гелий, определяется распределением зон повышенного и пониженного давления и соответственно градиента на границе. Распределение это таково, что после сжатия УВ возмущение начинает расти, не изменяя знака, как и в плоском случае [2, 3]. Влияние этого начального импульса довольно быстро ослабевает, и возмущение растет по инерции. В то же время, как видно на рис. 4, граница движется с торможением, т. е. ускорение направлено от тяжелого газа к более легкому, и оказывается гравитационно устойчивой. В результате возникают силы, тормозящие рост возмущения и приводящие к последующему уменьшению его амплитуды до момента выхода на границу отраженной от центра УВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Taylor J. Proc. Roy. Soc., 1950, Ser. A, 201, 1065, 192.
2. Richtmyer R. D. Communs Pure and Appl. Math., 1960, 13, 297.
3. Мешков Е. Е. Изв. АН СССР. МЖГ, 1969, 5, 151.
4. Гамалий Е. Г., Розанов В. Б., Самарский А. А. и др. ЖЭТФ, 1980, 79, 2(8), 459.
5. Деннен Р., Вильсон Л. // Электрический взрыв проводников. — М.: Мир, 1964.
6. Chang G. T. Phys. Fluids, 1959, 2, 6, 656.

Поступила в редакцию 14/IX 1987,
после доработки — 5/VIII 1988

УДК 532.593 + 538.245

ВЛИЯНИЕ УДАРНО-ВОЛНОВОГО НАГРУЖЕНИЯ НА ТОНКУЮ СТРУКТУРУ ФЕРРИТОВ

Э. С. Атрощенко, Э. Г. Яковлева, В. А. Дурнев, Н. В. Голованова
(Пенза)

Возрастающий интерес к изучению свойств ферритов с прямоугольной петлей гистерезиса вызван широким применением их в запоминающих и логических устройствах ЭВМ. Для получения таких ферритов необходимо иметь однородные, однофазные плотные материалы с высокой степенью симметрии кристаллической решетки. Ранее полученные экспериментальные данные [1, 2] свидетельствуют, что взрывное прессование положительно влияет на свойства ферритов: увеличивается дефектность кристаллической решетки, что приводит к интенсификации процесса спекания и в конечном итоге — к получению материалов с повышенными физико-механическими свойствами и стабильностью. Квадратичность петли гистерезиса, коэрцитивная сила, остаточная индукция, прочность, плотность и другие физико-механические свойства зависят от исходного состояния порошка-феррита, которое можно регулировать параметрами ударно-волнового нагружения [3].

Схема взрывного нагружения приводится в работе [1]. Активацию порошков проводили при различных скоростях нагружения, которые регулировались изменением высоты заряда ВВ. Скорости нагружения определялись с помощью рентгеноимпульсных снимков и характеризовались максимальной скоростью перемещения пластины порошка при прессовании. Марки исследуемых ферритов и их химический состав приведены в таблице.

Исходная относительная плотность порошков до прессования составляла 40—45 %, а после нагружения 80—88 % и была равномерной по толщине. После активации порошков размалывали для изготовления изделий по обычной технологии. Влияние параметров взрывного прессования на фазовый состав, структуру и физические свойства порошков

Марка ферритов	Состав, %					
	Fe ₂ O	MnO	MgO	ZnO	CuO	Li ₂ O
0,12BT	40,0	40,0	10,0	7,5	2,5	
5BT	85,4	5,25	0,8	1,0	—	7,55
7BT	85,4	3,25	0,8	1,0	—	7,55

ферритов изучали рентгенографическим и дериватографическим методами. Скорость нагружения при обработке взрывом составляла 300—860 м/с. Рентгенографическая съемка проводилась в камере РКД на установке УРС-55 в хромовом К-излучении. Дифрактограммы получены на установке ДРОН-1 в железном излучении.

При расшифровке фазового состава по дебаеграммам установлено, что образцы марки 0,12BT содержат в своем составе шпинель с параметром решетки $a = 8,44 \text{ \AA}$ и окисел Fe₂O₃. Ферриты марки 7BT по составу отличаются меньшим количеством окисла железа и имеют $a = 8,34 \text{ \AA}$. Результаты расчета ширины линии (533), ее интенсивности и параметров решетки для ферритовых порошков марки 0,12BT в зависимости от скорости прессования приведены на рис. 1, откуда видно, что тонкая структура изменяется при скоростях нагружения $v > 600 \text{ м/с}$, при $v > 800 \text{ м/с}$ происходит спекание, что приводит к укрупнению частиц и снижению активности порошков ферритов.

Анализ дифрактограмм порошка феррита марки 0,12BT показал, что с ростом скорости нагружения уменьшаются параметры кристаллической решетки, интенсивность ширины линии (533) и увеличивается ее ширина. Рентгенографические исследования показали, что обработка взрывом не изменяет фазовый состав порошков, но повышает дефектность кристаллической решетки шпинели.

По технологической схеме производства ферритов-изделий прессованные из порошков заготовки подвергаются в дальнейшем спеканию с целью получения изделий с заданными магнитными, электрическими и другими свойствами. При спекании происходят процессы окончательной ферритизации за счет взаимной диффузии исходных составляющих, уплотнения и образования прочной связи между частицами. Реакция между исходными составляющими ферритов, а также усадка при спекании идут более активно, если частицы порошка имеют большую дефектность кристаллической решетки и большую удельную поверхность. Влияние взрывного нагружения на кинетику превращений при спекании порошков-ферритов исследовали на дериватографе ОД-102 в атмосфере азота в температурном диапазоне 200—1500 °С в течение 200 мин.

Результаты исследований приводятся на рис. 2, а, б. Анализ кривых ДТА показывает, что изменение фазового состояния в ходе экзотермического процесса связано с перестройкой доменной структуры. При увеличении скорости нагружения смещается максимум пиков ДТА в сторону более высоких температур, что объясняется увеличением дефектности кристаллической решетки ферритов и подтверждается результа-

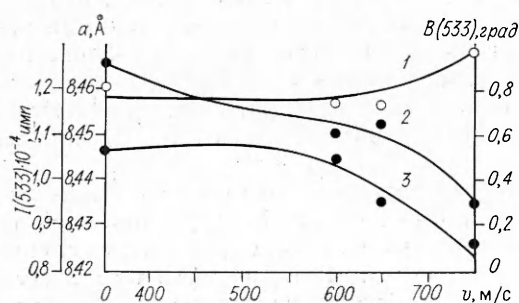


Рис. 1. Изменение ширины линии (533) Fe₃O₄ (1), интенсивность линии (533) Fe₃O₄ (2), параметр решетки Fe₃O₄ феррита марки 0,12 BT в зависимости от скорости прессования (3).

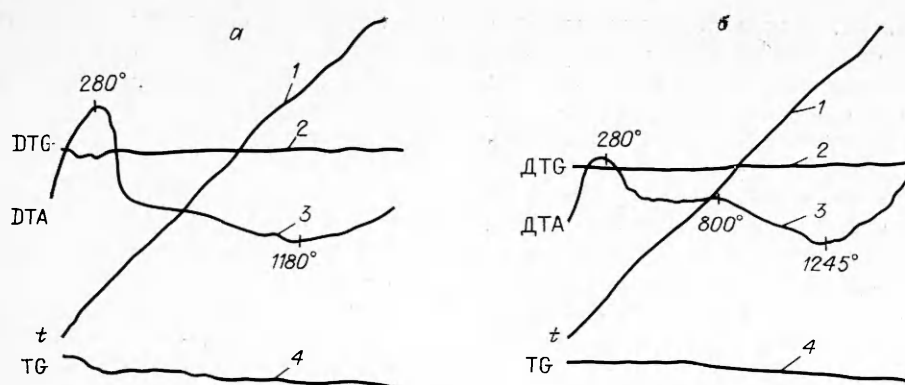


Рис. 2. Дериватограмма порошка 0,12ВТ до (а) и после обработки (б).
1 — температурный анализ (t , °C); 2 — дифференциально-термогравиметрический анализ (DTG); 3 — дифференциальный термический анализ (ДТА); 4 — термогравиметрический анализ (TG).

тами рентгеноструктурных исследований. Второй характерный излом на кривой рис. 2 связан с прохождением реакции ферритизации. Сравнение температурных пиков скорости изменения массы и величины ее потерь показывает, что с ростом скорости нагружения температура вторичной ферритизации повышается по сравнению с исходным порошком. Активация порошков ферритов увеличивает их термическую стабильность до более высоких температур, что позволяет повысить температуру спекания и сохранить заданную стехиометрию состава между компонентами. Это способствует улучшению физико-механических свойств, не вызывая процесса металлизации ферритов. В области температур 750—1150 °C скорость окислительно-восстановительных процессов $Mn^{+2} \rightarrow Mn^{+3}$, $Fe^{+3} \rightarrow Fe^{+2}$ у активированных порошков больше и заканчивается при более низких температурах (800 °C). Концентрация ионов железа (+2) повышается, что определяет электрические и магнитные свойства ферритов.

Таким образом, проведенные рентгено- и дериватографические исследования показали, что взрывное прессование оказывает влияние на дефектность кристаллической решетки порошков ферритов, на температуру их ферритизации, механические, магнитные и электрические свойства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атрощенко Э. С., Дурнев В. А., Кузнецова Н. П. и др. ФГВ, 1982, 18, 3, 123.
2. Атрощенко Э. С., Яковлева Э. Г., Голованова Н. В. и др. ФГВ, 1986, 22, 4, 114.
3. Атрощенко Э. С., Ведощенко В. И., Мещеряков А. С. и др. Магнетизм и электроника. — Куйбышев, 1977. — Вып. 9.

Поступила в редакцию 25/VI 1987,
после доработки — 2/XI 1987

УДК 532.529

СТРУКТУРА УДАРНОЙ ВОЛНЫ, РАСПРОСТРАНЯЮЩЕЙСЯ В ДВУХФАЗНОЙ СРЕДЕ

К. Н. Шамшев, А. М. Липидус, В. Н. Куликов, Г. Г. Тиванов
(Москва)

В работах [1, 2] впервые теоретически получен эффект существования узкой зоны повышенной концентрации дисперсной фазы (ρ -слой) за скачком уплотнения (ударной волной), распространяющимся по газозвеси. Образование и существование ρ -слоя происходит в газозвеси мо-