

Снижение точности можно объяснить течением связующего материала (алюминия) из отхода в зазор Z_2 .

Выводы

1. В рассматриваемом диапазоне изменения факторов на точность получаемых отверстий наибольшее влияние оказывает скорость деформирования.

2. Отклонения размеров пробиваемых отверстия не превышают величины, оговариваемой вторым классом точности.

Литература

1. Колпашников А.И., Мануйлов В.Ф., Ширяев Е.В. Армирование цветных металлов и сплавов волоками М., "Металлургия", 1974, 247 с.

2. Хоули Э., Ашизава М. Расчет соединений в деталях из композиционных материалов. Перевод № 3400. Киев, 1973.

3. Колпашников А.И., Козий С.И. и др. Пробивка отверстий в деталях из композиционных материалов. Сб.: "Повышение эффективности кузнечно-штамповочного производства". Кинешев, 1977, с. 104-105.

4. Хартман К и др. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. М., "Мир", 1977, 552 с.

УДК 621.762

В.Ф.Пушкарев, А.В.Иванов
И.Б.Мараев, И.Л.Гуревич

ГИДРОСТАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА $Mn-Zn$ ФЕРРИТОВ

Известно, что возможности технологии прессования порошков могут быть значительно расширены при использовании метода гидростатического прессования, когда порошковый материал или предварительно отформованное из порошка изделие подвергаются всестороннему сжатию жидкостью давлением до 10-20 кбар [1], [2].

Целью данной работы являлось изучение процесса гидростатической обработки (ГСО) ферритовых пресс-порошков и ее влияния на

физико-механические свойства изделий, широко применяемых в качестве конструктивных элементов в электронной аппаратуре.

Исследования проводились на образцах из $Mn-Zn$ ферритов марок 700НМ, 1000НМ, 2000НМ, 3000НМ. Изучались образцы с соотношением h/d от 0,5 до 2, полученные обычным прессованием с удельным усилием от I до 4 тс/см². ГСО осуществлялась на установке типа "поршень-цилиндр", смонтированной на испытательной машине ПСУ-250. На образцы, помещаемые в гидростат для ГСО, предварительно наносилась пленка клея БФ-2, образующая после сушки эластичную оболочку. Рабочее давление жидкости в гидростате изменялось в пределах от I до 10 кбар.

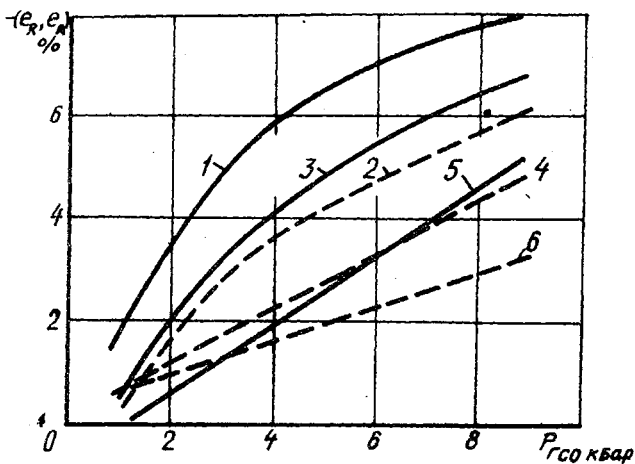
С целью оценки характера деформации в процессе ГСО проводилось измерение линейных размеров образцов в радиальном l_R и аксиальном l_A направлениях.

Как показали эксперименты, на равномерность уплотнения в условиях всестороннего сжатия значительное влияние оказывают форма брикетов h/d и удельное усилие предварительного прессования (рис. 1, 2). Так, интенсивность изменения линейных размеров тем выше, чем меньше давление предварительного прессования.

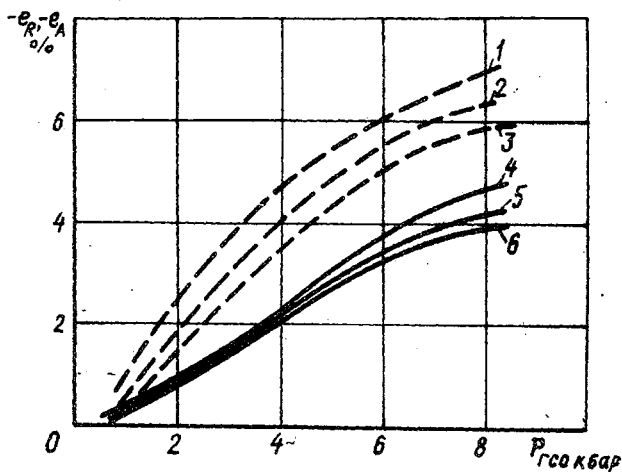
Процесс ГСО сопровождается ярко выраженной анизотропией уплотнения (во всех случаях $e_R > e_A$), которая при $h/d = 2$ и $P_{ГСО} = 8$ кбар приводит к образованию "обратной бочки". Таким образом, при ГСО ввиду отсутствия сил внешнего трения происходит перераспределение зон уплотняемости и общее выравнивание плотности. Отсутствие энергетических затрат на преодоление сил контактного трения является причиной роста плотности и изменения e_R и e_A при давлении ГСО меньшем, чем давление предварительного прессования.

Зависимость изменения относительной плотности ρ_K/ρ_0 (начальная плотность, ρ_K - плотность после ГСО) от давления ГСО имеет нелинейный характер (рис. 3), и при давлении около 7 кбар наблюдается выравнивание прироста плотности. Оценка изменения плотности допрессованных образцов после спекания показала: хотя относительный прирост плотности и имеет место, его величина меньше, чем до спекания и составляет 3 - 4% (см.рис.3).

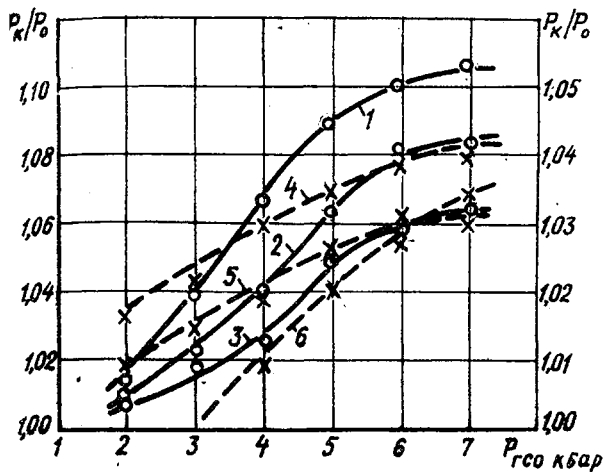
Подобные относительные соотношения наблюдались и при изменении твердости сырых и спеченных ферритов (рис. 4). В результате ГСО наблюдалось среднее увеличение твердости от 325Н до 450Н ферритов марки 700НМ и 1000НМ. Установленное сравнительно высокое



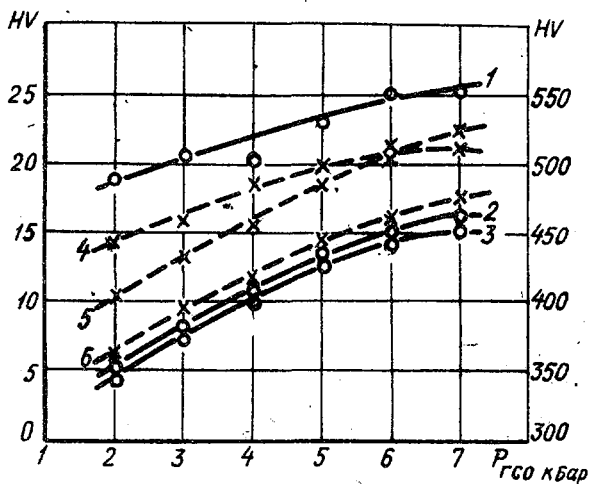
Р и с. 1. Изменение уплотнения образцов в радиальном (—) и осевом (---) направлениях в зависимости от давления ГСО и давления предварительного прессования (феррит 3000НМ) $тс/см^2$: 1,2 - I; 3,4 - 2; 5,6 - 4



Р и с. 2. Изменение уплотнения образцов в радиальном (---) и осевом (—) направлениях в зависимости от давления ГСО и соотношения $\frac{h}{d}$ (феррит 3000НМ): 1,4 - $\frac{h}{d} = 2$; 2,5 - $\frac{h}{d} = 1$; 3,6 - $\frac{h}{d} = 0,5$



Р и с. 3. Изменение относительной плотности от давления ГСО для неспеченных (—) и спеченных (---) ферритов, нм: 1,4 - 2000; 2,5 - 1000; 3,6 - 700



Р и с. 4. Изменение твердости в зависимости от давления ГСО для неспеченных (---) и спеченных (—) ферритов, нм: 1,4 - 2000; 2,5 - 1000; 3,6 - 700

увеличение твердости ферритов в результате ГСО открывает определенные перспективы применения этого метода для изготовления магнитных головок в устройствах видеозаписи, поскольку срок службы этих устройств ограничивается их износостойкостью.

В результате микроструктурного анализа прошедших ГСО образцов выявлена более низкая пористость и уменьшение размеров зерна (по сравнению с образцами, имевшими обычную технологию изготовления). Причиной уменьшения размера зерна при ГСО является дополнительная деформация зерен и в первую очередь на контактной поверхности частиц порошка, что способствует активности диффузионных процессов, увеличению центров рекристаллизации при спекании. Возможность образования более мелкого зерна в случае повышения давления прессования достаточно полно рассмотрена в работе [3]. Как показано в работе [4], напряженное состояние и условия деформации материала при ГСО отличаются отсутствием касательных напряжений и соответственно сдвиговых деформаций, что способствует получению мелкозернистой структуры.

Уменьшение величины зерна играет основную роль в некотором снижении магнитной проницаемости (μ_n, μ_t) ферритов после ГСО. В табл. I приведены усредненные электромагнитные параметры стандартных колец, феррита марки 2000НМ, полученных обычным односторонним прессованием, и колец, подвергавшихся ГСО, с последующим одновременным спеканием обеих партий в обычных температурных режимах.

Т а б л и ц а I

В и д технологии прессования	μ_n	$tg \delta / \mu_n$		$\beta = \mu_t / \mu_n$ $t = 20^\circ C \div 125^\circ C$	μ_t $t = 20^\circ C$
		$H = 10 \text{ мэ}$	$H = 100 \text{ мэ}$		
Одностороннее прессование ($P = 2 \text{ тс/см}^2$)	1830	4,7	11,6	0,85	1854
ГСО ($P = 6 \text{ кбар}$)	1750	5,3	14,17	1,08	1738

Образцы, прошедшие ГСО, отличаются повышенной температурной стабильностью β . Это, видимо, является следствием более равномерного распределения плотности, что приводит к менее напряженному состоянию материала после спекания.

В ы в о д ы

1. На процесс уплотнения при ГСО существенное влияние оказывает давление предварительного прессования и геометрические параметры прессовки h/d .
2. После спекания прирост плотности за счет ГСО для всех исследуемых марок феррита уменьшается,
3. ГСО существенно увеличивает твердость ферритов, а также их температурную стабильность.

Л и т е р а т у р а

1. П ь ю Х.Л. "Механические свойства металлов под высоким давлением", вып. 2, М., "Мир", 1973.
2. Ч е р н ы й Д.Ф. и др. "Научные труды Всесоюзного научно-исследовательского и проектного института тугоплавких металлов и сплавов", 1976, № 16.
3. В л а с ь к Р.З., Р а д о м ы с е л ь с к и й И.Д. "Порошковая металлургия", 1968, № 3.
4. В л а с ь к И.В., К л и м е н к о В.Н., Р а д о м ы с е л ь с к и й И.Д. "Порошковая металлургия", 1973, № 6.

УДК 621.777.07

В.Р.Каргин

К ВОПРОСУ КОНСТРУИРОВАНИЯ МАТРИЦ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ РЕБРИСТЫХ ТРУБ *

При прессовании ребристых труб наблюдается большая неравномерность деформации, которая приводит в ряде случаев к разрывам ребер к невыполнению формы профиля или его скручиванию. Однако в литературе отсутствуют сведения по проектированию инструмента для прессования ребристых труб [1],[2]. Целью исследования, ре-

* Работа выполнена под руководством доц. Ю.С.С т а р о с т и н а