

УДК 620.17:620.18

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМИРУЕМОГО МАГНИТОТВЕРДОГО СПЛАВА НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ Fe-Cr-Co С СОДЕРЖАНИЕМ 15 МАСС. % КОБАЛЬТА, ЛЕГИРОВАННОГО МОЛИБДЕНОМ, ТИТАНОМ И КРЕМНИЕМ.

Денис Евгеньевич Стрекалов, Александр Сергеевич Меркулов

*Студенты 6 курса,
кафедра «Материаловедение»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Т.В. Соловьева,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

Магнитотвердые сплавы системы Fe-Cr-Co (ГОСТ 24897–81) характеризуются высокой выпуклостью кривой во втором квадранте и относительно низкой коэрцитивной силой. С целью уменьшения выпуклости кривой и увеличения коэрцитивной силы был выбран сплав состава Fe-27,3Cr-15,2Co-2,4Mo-0,78Si-1,1Ti. Выбор легирующих элементов был сделан, исходя из положительного влияния титана, молибдена, кремния на магнитные свойства магнитотвердых сплавов системы Fe-Cr-Co: ранее при изучении магнитных свойств магнитотвердых сплавов стало известно, что молибден уменьшает выпуклость кривой размагничивания и изменяет характер распада высокотемпературного α - твёрдого раствора; титан сильно повышает коэрцитивную силу [1-2].

Сплавы выплавляли из шихтовых компонентов промышленной чистоты в вакуумной индукционной печи. Выплавленные слитки весом 1-2 кг подвергали горячей ковке с получением прутков диаметром 10—16 мм, которые затем прокатывали в горячую при температуре 1100-1150°C в калибрах до диаметра 10 мм. Круглые прутки разрезали на образцы длиной 50 мм.

Метод получения магнитов из сплава на основе системы Fe-Cr-Co [3]:

1. Закалка на 1150°C (производится с целью фиксации α – твёрдого раствора),
2. Нагрев до температуры 700°C + выдержка 10 минут (получаем немагнитную матрицу, в которой находятся магнитные частички тормозящие перемещение границ доменов),
3. Термическая обработка:
 - быстрое охлаждение в интервале температур 700-600°C со скоростью V1 (в магнитном поле).
 - медленное охлаждение в интервале температур 600-500°C со скоростью V2 (без магнитного поля).

Высокотемпературную закалку и термомагнитную обработку проводили в лабораторной установке с панцирным электромагнитом. Отпуск образцов проводили в стандартных лабораторных печах муфельного типа.

Поиск оптимальной ТМО проводили методом планирования эксперимента с помощью программы Statistics 6.0 (табл.1).

За нулевой уровень режима термической обработки приняли скорость охлаждения V1(Фактор А), равной 100°C/ч, и скорость охлаждения V2 (фактор В), равной 8°C/ч.

Таблица 1. Метод планирования эксперимента

№	Фактор А	Фактор В	V1, °C/ч	V2, °C/ч	B _г , Тл	H _с , кА/м
1	0,0	0,0	100	8	1,24	31,20
2	1,0	1,0	120	11	0,90	34,80
3	-1,0	-1,0	80	5	1,11	38,10
4	-1,0	+1,0	80	11	1,14	24,30
5	0,0	-1,414	100	3,75	1,04	42,92
6	+1,0	-1,0	120	5	0,89	36,27
7	-1,414	0,0	71,7	8	1,17	31,50
8	1,414	0,0	128,28	8	0,86	30,45
9	0,0	0,0	100	8	1,13	30,15
10	0,0	0,0	100	8	1,18	30,75
11	0,0	1,414	100	12,24	1,08	26,86

Максимальные магнитные свойства дал эксперимент №5 (табл. 1): H_с = 42,92 кА/м, B_г = 1,04 Тл.

Измерение гистерезисных магнитных свойств проводили на гистерезисографе УИ.ФИ-400/5-003 (рис.1)

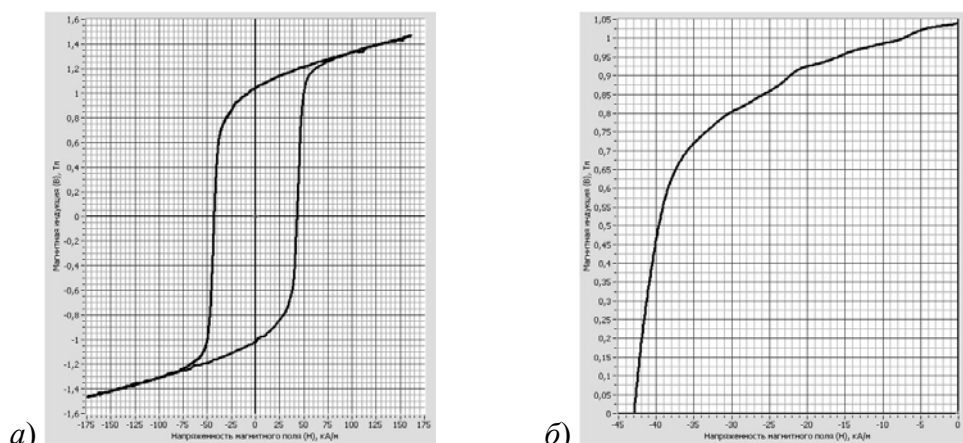
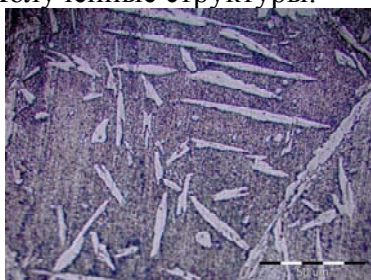


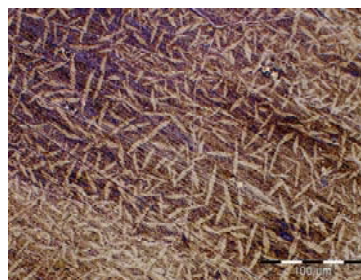
Рис.1. Петля гистерезиса (а) и кривая размагничивания (б) исследуемого сплава

Выявление структуры осуществляли методом травления в смеси соляной и азотной кислот(3:1). После травления структуру снимали с помощью микроскопа «Неофот-2» и фотокамеры «Sony».

Полученные структуры:



Закаленный, неотпущенный.
Увеличение x1000



Закалка + отпуск 50ч.
Увеличение x500

Выводы:

1. На магнитотвердом деформируемом сплаве Fe-27,3Cr-15,2Co-2,4Mo-0,78Si-1,1Ti получили коэрцитивную силу до 42,92 кА/м (по ГОСТ 24897-81 для магнитотвердых сплавов системы Fe-Cr-Co $H_c=40$ кА/м), а также остаточную индукцию $B_r=1,04$ Тл.

2. Молибден и титан повышает коэрцитивную силу сплавов системы Fe-Cr-Co и снижают выпуклость кривой размагничивания.

Литература

1. *Кекало И.Б., Самарин Б.А.* Физическое металловедение прецизионных сплавов. Сплавы с особыми магнитными свойствами. – М.: Металлургия, 1989. – 496 с.

2. *Мишин Д.Д.* Магнитные материалы. – М.: Высшая школа, 1981. - 335 с.

3. *Миляев И.М., Кавалерова Л.А., Михеев Н.И., Прозоров А.А.* Новые сплавы для постоянных магнитов. – М.: Известия ВУЗов «Электромеханика», 1976. - №6. - 703-704 с.