



(51) МПК
B22F 3/12 (2006.01)
C21D 1/04 (2006.01)
C21D 1/78 (2006.01)
C22C 33/02 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015123975, 22.06.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 22.06.2015

Дата регистрации:
 22.12.2016

Приоритет(ы):
 (22) Дата подачи заявки: 22.06.2015

(45) Опубликовано: 10.01.2017 Бюл. № 1

Адрес для переписки:
 119334, Москва, Ленинский пр-кт, 49, ИМЕТ
 РАН

(72) Автор(ы):

Миляев Игорь Матвеевич (RU),
 Алымов Михаил Иванович (RU),
 Юсупов Владимир Сабитович (RU),
 Стельмашок Сергей Иванович (RU),
 Зеленский Виктор Александрович (RU),
 Миляев Александр Игоревич (RU),
 Анкудинов Алексей Борисович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
 учреждение науки Институт металлургии и
 материаловедения им. А.А. Байкова
 Российской академии наук (ИМЕТ РАН)
 (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: GREEN M.L. и др. Powder
 metallurgy processing of CrCoFe permanent
 magnet alloy containing 5-25 wt.% Co, Journal
 of applied physics, 1982, v.53, N 3, с.2398-2400.
 RU 2534473 C1, 27.11.2014. RU 2305710 C1,
 10.09.2007. US 4253883 A1, 03.03.1981.

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКОВОГО МАГНИТОТВЕРДОГО СПЛАВА 30X20K2M2B СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗО-ХРОМ-КОБАЛЬТ

(57) Реферат:

Изобретение относится к получению порошковых магнитотвердых сплавов. Способ получения порошкового магнитотвердого сплава 30X20K2M2B системы железо-хром-кобальт включает приготовление шихты из порошков железа, хрома, кобальта, молибдена и вольфрама, формование полученной шихты, спекание, термообработку и термомагнитную обработку. Причем после спекания до термообработки

проводят горячую пластическую деформацию с вытяжкой не менее 1,1. Термомагнитную обработку проводят в температурном интервале 650-600°C. Обеспечивается снижение температуры спекания сплава и повышение магнитных гистерезисных свойств сплава при сохранении высоких значений коэрцитивной силы. 1 табл., 1 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B22F 3/12 (2006.01)
C21D 1/04 (2006.01)
C21D 1/78 (2006.01)
C22C 33/02 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2015123975, 22.06.2015**(24) Effective date for property rights:
22.06.2015Registration date:
22.12.2016

Priority:

(22) Date of filing: **22.06.2015**(45) Date of publication: **10.01.2017** Bull. № 1

Mail address:

119334, Moskva, Leninskij pr-kt, 49, IMET RAN

(72) Inventor(s):

**Milyaev Igor Matveevich (RU),
Alymov Mikhail Ivanovich (RU),
Yusupov Vladimir Sabitovich (RU),
Stelmashok Sergej Ivanovich (RU),
Zelenskij Viktor Aleksandrovich (RU),
Milyaev Aleksandr Igorevich (RU),
Ankudinov Aleksej Borisovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
uchrezhdenie nauki Institut metallurgii i
materialovedeniya im. A.A. Bajkova Rossijskoj
akademii nauk (IMET RAN) (RU)**

(54) **METHOD OF PRODUCING POWDERED MAGNETICALLY HARD ALLOY 30H20K2M2V OF IRON-CHROME-COBALT SYSTEM**

(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: invention relates to production of powder of magnetically hard alloys. Method of producing powder of magnetically hard alloy 30H20K2M2V of iron-chrome-cobalt system involves preparing a mixture of powders of iron, chromium, cobalt, molybdenum and tungsten, moulding produced mixture, sintering, thermal treatment and thermo-magnetic treatment. After sintering before thermal

treatment, method comprises hot plastic deformation with drawing of not less than 1.1. Thermo-magnetic treatment is carried out in temperature range 650–600°C.

EFFECT: sintering temperature of alloy is lowered and magnetic hysteresis properties of alloy are improved while maintaining high coercitive force.

1 cl, 1 tbl, 1 ex

Способ получения порошкового магнитотвердого сплава 30X20K2M2B системы железо-хром-кобальт

Изобретение относится к области порошковой металлургии в части технологии получения постоянных магнитов из магнитотвердых деформируемых сплавов системы железо-хром-кобальт методами порошковой металлургии.

Известны способы получения магнитотвердых сплавов системы железо-хром-кобальт с содержанием кобальта 5-25 вес. % методами порошковой металлургии, включающими смешение как элементарных порошков железа, хрома, кобальта, так и их сплавов (прекурсоров) с легирующими добавками, частичную активацию полученной шихты, формование для получения порошковых заготовок постоянных магнитов, их спекание в вакууме (или в защитной атмосфере) при температурах 1350-1420°C, термическую обработку, включая термомагнитную, для получения окончательных магнитных гистерезисных свойств. Такие способы получения постоянных магнитов из порошковых магнитотвердых сплавов системы Fe-Cr-Co подробно описаны в статье M.X. Green, R.C. Sherwood and C.C. Wong "Powder metallurgy processing of CrCoFe permanent magnet alloy containing 5-25 wt. % Co", которая свидетельствует, что оптимальной температурой спекания является температура 1400-1420°C. Эта температура достаточно высока для спекания металлических сплавов и требует наличия специализированного оборудования. (J. Appl. Phys. 1982, v. 53, No 3, pp.2398-2400). Из статьи также следует, что максимальное энергетическое произведение $(BH)_{\text{макс}}$ исследованных порошковых сплавов системы Fe-Cr-Co с коэрцитивной силой свыше 56 кА/м (700 эрстед) не превышает 40 кДж/м³ (5 МГсЭ). Так на сплаве Fe-29,5Cr-25Co-3Mo после спекания при 1420°C и полного цикла термообработки получены магнитные гистерезисные свойства: $B_r=1,15$ Тл, $H_c=62$ кА/м (780 Э) и $(BH)_{\text{макс}}=40$ кДж/м³ (5,0 МГсЭ).

Порошковый сплав 30X20K2M2B (Fe-30Cr-20Co-2Mo-2W), разработанный в лабораториях Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН (ИМЕТ РАН), обладает высокой коэрцитивной силой $H_c>80$ кА/м (1000 Э) при $B_r=1,0$ Тл и $(BH)_{\text{макс}}=34,7$ кДж/м³.

Техническим результатом изобретения являются снижение температуры спекания порошковых магнитов из магнитотвердого сплава 30X20K2M2B (на 200°C) и повышение его таких магнитных гистерезисных свойств как остаточная индукция B_r и $(BH)_{\text{макс}}$ при сохранении высоких значений коэрцитивной силы.

Технический результат достигается тем, что способ получения порошкового магнитотвердого сплава 30X20K2M2B системы железо-хром-кобальт, включающий приготовление шихты из порошков железа, хрома, кобальта, молибдена и вольфрама, формование полученной шихты, спекание, термообработку и термомагнитную обработку, заключается в том, что после спекания до термообработки проводят горячую пластическую деформацию с вытяжкой не менее 1,1, при этом термомагнитную обработку проводят в температурном интервале 650-600°C.

Сущность настоящего изобретения заключается в том, что в процессе горячей пластической деформации, обязательно включающей в себя вытяжку спеченных заготовок с последующим нагревом на высокую температуру под закалку, формируется текстура горячей деформации с ориентацией осей легкого намагничивания [100] вдоль вытяжки заготовки. Сама по себе горячая деформация без вытяжки, например, при горячей ковке, когда вытяжка чередуется с осадкой (образец 2 таблицы 1), не дает увеличения магнитных гистерезисных свойств, хотя и позволяет снизить оптимальную

температуру спекания за счет увеличения плотности заготовки, спеченной при более низких температурах.

Сущность изобретения подтверждается примерами, которые сведены в таблице 1.

Во всех приведенных примерах таблицы элементарные промышленные порошки Fe, Cr, Co, Mo и W смешивали в турбосмесителе. Металлические компоненты брали в соотношении: 30 масс. % хрома, 20 масс. % кобальта, 2 масс. % молибдена, 2 масс. % вольфрама, остальное карбонильное железо. Формование образцов длиной до 5 мм проводили путем прессования исходной порошковой смеси (шихты) на ручном гидравлическом прессе в разъемных матрицах при давлении 400-600 МПа. Спекание проводили в вакуумной шахтной печи в вакууме 10^{-2} Па. Термическую обработку проводили в установке, которая позволяла осуществлять термомагнитную обработку (ТМО) в температурном интервале 650-600°C в магнитном поле $H=3500$ эрстед. Контролируемое охлаждение (старение) образцов после проведения ТМО проводили как в этой же установке, так и в отдельной муфельной печи с программируемым регулятором температуры.

Данные таблицы 1 однозначно свидетельствуют о том, что горячая пластическая деформация спеченных заготовок магнитотвердого сплава 30X20K2M2B с вытяжкой не менее 1,1 приводит к уменьшению оптимальной температуры спекания на 200°C, повышению остаточной индукции B_r и максимального энергетического произведения $(BH)_{\text{макс}}$ на 25-30% при сохранении высоких значений коэрцитивной силы H_c .

Таблица 1

№ обр.	Обработка	B_r Тл	H_c кА/м	$(BH)_{\text{макс}}$ кДж/м ³
1	Спекание в вакууме при 1420°C + закалка от 1250°C + ТМО 650°C(20 мин) и охлаждение до 600°C со скоростью $V_1 = 48$ °C/час + без поля 600°C(1 час) + охлаждение до 500°C со скоростью $V_2 = 9,5$ °C/час	1,0	80,2	34,7
2	Спекание в вакууме при 1420°C + горячая ковка без вытяжки + закалка от 1250°C + термообработка по режиму образца 1	0,98	76,8	32,4
3	Спекание в вакууме при 1420°C + горячая ковка с вытяжкой 1,1 + закалка от 1250°C + термообработка по режиму образца 1	1,08	78,2	36,6
4	Спекание в вакууме при 1420°C + горячая проката в калибрах с вытяжкой 1,25 + закалка от 1300°C + термообработка по режиму образца 1	1,25	70,2	45,2
5	Спекание в вакууме при 1300°C + горячая проката в калибрах с вытяжкой 1,25 + закалка от 1250°C + термообработка по режиму образца 1	1,20	71,0	43,0
6	Спекание в вакууме при 1200°C + горячая проката в калибрах с вытяжкой 1,25 + закалка от 1250°C + термообработка по режиму образца 1	1,14	69,7	39,8
7	Спекание в вакууме при 1150°C + горячая проката в калибрах с вытяжкой 1,25 + закалка от 1250°C + термообработка по режиму образца 1	0,85	30,7	9,7

(57) Формула изобретения

Способ получения порошкового магнитотвердого сплава 30X20K2M2B системы железо-хром-кобальт, включающий приготовление шихты из порошков железа, хрома, кобальта, молибдена и вольфрама, формование полученной шихты, спекание, термообработку и термомагнитную обработку, отличающийся тем, что после спекания до термообработки проводят горячую пластическую деформацию с вытяжкой не менее 1,1, при этом термомагнитную обработку проводят в температурном интервале 650-600°C.