



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 198 765** <sup>(13)</sup> **C2**  
(51) МПК<sup>7</sup> **B 22 F 3/10, 3/26, C 22 C 33/02**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 99118919/02, 31.08.1999  
(24) Дата начала действия патента: 31.08.1999  
(46) Дата публикации: 20.02.2003  
(56) Ссылки: KELLEY W.R. и др. The Influences of Heat Treatment and Copper Infiltration on the Mechanical Properties of Powdered Metal Parts (Proceeding of the 1997 European Conference on Advances in Structural PM Component Production. Munichs Germany, 1997, p.183-195. RU 2132254 C1, 27.06.1999. RU 2080210 C1, 27.05.1997. EP 0252048 A1, 07.01.1988. EP 0503326 A2, 19.09.1992. DE 1947963 B2, 21.08.1980. DE 3226257 A1, 19.01.1984. US 4485147, 27.11.1984.  
(98) Адрес для переписки:  
614061, г.Пермь, ул.Профессора Поздеева, 6,  
НЦ ПМ, Директору В.Н.Анциферову

(71) Заявитель:  
Государственное научное учреждение  
"Научный центр порошкового  
материаловедения Пермского  
государственного технического университета"  
(72) Изобретатель: Анциферов В.Н.,  
Шацов А.А., Смышляева Т.В.  
(73) Патентообладатель:  
Государственное научное учреждение  
"Научный центр порошкового  
материаловедения Пермского  
государственного технического университета"

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ПОРОШКОВЫХ СТАЛЕЙ

(57)  
Изобретение относится к порошковой металлургии и может быть использовано для изготовления конструкционных и износостойких деталей строительной индустрии, машиностроительной, добывающей, приборостроительной, перерабатывающей и других отраслей промышленности. Заявленный способ изготовления деталей, включающий приготовление шихты, прессование, спекание, совмещенное с инфильтрацией, и термообработку, отличается тем, что при

приготовлении шихты, прессовании, спекании и термообработке обеспечивают неоднородное распределение никеля и хрома с коэффициентом вариации концентрации от 0,17 до 0,37. При этом шихту предпочтительно готовить поликомпонентной. Способ позволяет получать сталь из поликомпонентной шихты с требуемым распределением добавок и обеспечивает значительное повышение износостойкости и усталостной выносливости. 1 з.п. ф-лы, 1 табл.

RU 2 198 765 C2

RU 2 198 765 C2



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 198 765** <sup>(13)</sup> **C2**  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup> **B 22 F 3/10, 3/26, C 22 C 33/02**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 99118919/02, 31.08.1999

(24) Effective date for property rights: 31.08.1999

(46) Date of publication: 20.02.2003

(98) Mail address:  
614061, g.Perm', ul.Professora Pozdeeva, 6,  
NTs PM, Direktor V.N.Antsiferovu

(71) Applicant:  
Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie  
"Nauchnyj tsentr poroshkovogo  
materialovedenija Permskogo gosudarstvennogo  
tehnicheskogo universiteta"

(72) Inventor: Antsiferov V.N.,  
Shatsov A.A., Smyshljaeva T.V.

(73) Proprietor:  
Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie  
"Nauchnyj tsentr poroshkovogo  
materialovedenija Permskogo gosudarstvennogo  
tehnicheskogo universiteta"

(54) **METHOD FOR MAKING PARTS OF POWDERED STEELS**

(57) Abstract:

FIELD: powder metallurgy, possibly manufacture of constructional and wear resistant parts in building, machine engineering, mining, instrument making, processing and other industry branches. SUBSTANCE: method comprises steps of preparing charge, pressing it, sintering it in combination with infiltration; heat treatment of it. Novelty is non-uniform

distribution of nickel and chrome with coefficient of concentration variation in range 0.17 - 0.37 during processes of preparing charge, pressing, sintering and heat treating. It is preferably to prepare polycomponent charge. Method allows to make steel of polycomponent charge with desired distribution of additives. EFFECT: significantly enhanced wear resistance, fatigue endurance of parts. 2 cl, 1 tbl

RU 2 1 9 8 7 6 5 C 2

RU 2 1 9 8 7 6 5 C 2

Изобретение относится к порошковой металлургии и может быть использовано для изготовления конструктивных и износостойких деталей строительной индустрии, машиностроительной, добывающей, приборостроительной, перерабатывающей и других отраслей промышленности.

Известны способы получения порошковых материалов с повышенными механическими свойствами, в том числе и усталостной выносливостью, из диффузионно-легированных порошков, включающие приготовление шихты, прессование, спекание /Andersson O., Lindqvist B. Benefits of heterogeneous structures for the fatigue behaviour of PM steels //Metal Powder Report. 1990. V.45, N 11. P. 765-768/. Высокие свойства материалов обеспечивает неоднородная структура, затрудняющая разрушение посредством торможения движения трещины и увеличивающая протяженность ее фронта.

Недостатком таких материалов является необходимость применения частично легированных порошков, что повышает стоимость изделий, и далекая от оптимальной концентрационная неоднородность (из-за твердофазного спекания), не позволяющая достигнуть высокого предела усталостной выносливости и износостойкости.

В качестве прототипа выбран способ изготовления деталей, включающий приготовление шихты, прессование, спекание, инфильтрацию медью или ее сплавом и термическую обработку, причем операции спекания и пропитки могут быть совмещены /Kelley W.R., Zhou H. The Influences of Heat Treatment and Copper Infiltration on the Mechanical Properties of Powdered Metal Parts// Proceeding of the 1997 European Conference on Advances in Structural PM Component Production. Munich, Germany, 1997, p.183-195/. Только за счет инфильтрации усталостные свойства у материала-прототипа повышены более чем на четверть.

Однако авторы указанной работы не стремились добиться оптимальной концентрационной неоднородности распределения легирующих элементов, поэтому уровень достигнутых свойств не достаточно высок.

Предлагаемый способ обеспечивает повышение усталостной выносливости при сохранении высокого уровня износостойкости порошковых концентрационно-неоднородных сталей, пропитанных медью.

Заявляемый способ изготовления деталей, включающий приготовление шихты, прессование, спекание, совмещенное с инфильтрацией, и термообработку, отличается тем, что при приготовлении шихты, прессовании, спекании, и термообработке обеспечивают неоднородное распределение никеля и хрома с коэффициентом вариации концентрации от 0,17 до 0,37. При этом шихту предпочтительно готовить поликомпонентной.

Заявляемый метод позволяет получать сталь из поликомпонентной шихты с требуемым распределением добавок и обеспечивает более высокое содержание остаточного аустенита, распадающегося при нагружении.

Предлагаемый способ включает приготовление поликомпонентной шихты, прессование деталей, спекание, совмещенное с инфильтрацией, и термообработку по оптимальным режимам.

Ниже предлагаем пример реализации изобретения.

Образцы из порошковой стали приготовлены по следующей технологии:

- шихту, содержащую 0,9% порошка никеля; 1,8% порошка хрома; 1,5% порошка графита и 95,8% порошка железа марки ГЖРЗ.200.28 перемешивали 24 ч в двуконусном смесителе, введя для улучшения прессуемости 1% стearата цинка;

- образцы прессовали при давлении 600 МПа в закрытых стальных пресс-формах;

- брикеты для инфильтрации прессовали из смеси: 5% железа, 1% углерода, остальное - медь;

- спекание, совмещенное с инфильтрацией, проводили в атмосфере водорода при температуре 1130-1170°C 4 ч;

- термообработка включала закалку с 950 °C и отпуск при 500°C 4 ч.

Полученные образцы имели следующие механические свойства: предел прочности  $\sigma_{\text{вв}} = 950$  МПа, относительное удлинение  $\delta = 1\%$ , ударная вязкость  $a = 110$  кДж/м<sup>2</sup>, предел усталостной выносливости на базе 3000000 циклов  $\sigma_{-1} = 450$  МПа, трещиностойкость  $K_{1c} = 42$  МПа·м<sup>1/2</sup>, твердость - 37 HRC, абразивный износ  $I_a = 12$  мг/мин. Эти механические свойства получены при следующих значениях коэффициентов вариации концентрации V хрома и никеля:  $V_{Cr} = 0,20$ ;  $V_{Ni} = 0,15$ . В качестве меры концентрации неоднородности использовали коэффициент вариации концентрации V, равный отношению квадратного корня из дисперсии концентрации D к ее среднему значению C.

Варьируя технологические режимы и состав стали, получили представленные в таблице значения V и механические свойства.

Таким образом, концентрационная неоднородность распределения никеля и хрома на уровне  $V = 0,17-0,37$  обеспечивает значительное повышение износостойкости и усталостной выносливости. При более высоком, чем указано в таблице, содержании никеля и хрома возможно образование стабильного остаточного аустенита, неблагоприятно влияющего на механические свойства, а его более низкое содержание создает трудности при термообработке концентрационно-неоднородной стали, поскольку нельзя исключить перлитное превращение.

#### Формула изобретения:

1. Способ изготовления деталей из порошковых сталей, включающий приготовление шихты, прессование, спекание, совмещенное с инфильтрацией, и термообработку, отличающийся тем, что приготовление шихты, спекание и термообработку осуществляют с обеспечением неоднородного распределения никеля и хрома при коэффициенте вариации их концентрации от 0,17 до 0,37.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что шихту готовят поликомпонентной.

Концентрационная неоднородность и механические свойства  
пропитанных медью порошковых сталей

Материал	Термообработка	V		$\sigma_{-1}$ , МПа	$I_a$ , м/мин
		Ni	Cr		
ПА-ЖГр1,5Х2Н	Закалка 950 °С, отпуск 500 °С	0,20	0,20	450	12
ПА-ЖГр1,5Х2Н	Закалка 950 °С, отпуск 180 °С	0,20	0,20	570	3
ПА-ЖГр1,5Х2Н	Закалка 950 °С, отпуск 500 °С	0,30	0,37	400	18
ПА-ЖГр1,5Х2Н	Закалка 950 °С, отпуск 180 °С	0,15	0,18	580	1,5
ПА-ЖГр1,5ХН	Закалка 950 °С, отпуск 180 °С	0,30	0,32	430	4
ПА-ЖГр1,5ХН	Закалка 950 °С, отпуск 500 °С	0,30	0,32	400	20
ПА-ЖГр1,5ХН	Закалка 950 °С, отпуск 180 °С	0,17	0,27	450	3
ПА-ЖГр1,5ХН	Закалка 950 °С, отпуск 500 °С	0,17	0,27	410	20
Прототип	Закалка 950 °С, отпуск 180 °С	-	-	210	46
	Закалка 950 °С, отпуск 500 °С	-	-	350	67

RU 2198765 C2

RU 2198765 C2