



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2012101759/02**, **19.01.2012**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.01.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **19.01.2012**(45) Опубликовано: **10.06.2013** Бюл. № 16(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2433205 C1**, **10.11.2011**. **RU 2308354 C1**, **20.10.2007**. **EP 1779946 A1**, **02.05.2007**. **US 20110150693 A1**, **23.06.2011**. **US 20100329883 A1**, **30.12.2010**.

Адрес для переписки:

**121596, Москва, ул. Горбунова, 2, ОАО
ВИЛС**

(72) Автор(ы):

**Гарибов Генрих Саркисович (RU),
Казберович Алексей Михайлович (RU),
Гриц Нина Михайловна (RU),
Федоренко Елизавета Александровна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Открытое акционерное общество
"Всероссийский Институт Легких сплавов"
(ОАО ВИЛС) (RU)****(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТУРБИНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ДЛИТЕЛЬНЫМ РЕСУРСОМ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗ ПОРОШКОВЫХ НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к порошковой металлургии, в частности к получению изделий из жаропрочных никелевых сплавов. Может использоваться при изготовлении критических компонентов, таких как диски и валы, работающих при повышенных температурах в газотурбинных двигателях с длительным ресурсом эксплуатации. Заготовку для центробежного распыления изготавливают

путем горячего изостатического прессования гранул, полученных методом газоструйного распыления. Методом центробежного распыления вращающейся заготовки получают гранулы, осуществляют дегазацию и герметизацию гранул в капсулах, горячее изостатическое прессование и термическую обработку при температуре на 5-30°C выше температуры сольвуса используемого сплава. 1 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B22F 3/15 (2006.01)
B22F 3/24 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2012101759/02, 19.01.2012**

(24) Effective date for property rights:
19.01.2012

Priority:

(22) Date of filing: **19.01.2012**

(45) Date of publication: **10.06.2013 Bull. 16**

Mail address:

121596, Moskva, ul. Gorbunova, 2, OAO VILS

(72) Inventor(s):

**Garibov Genrikh Sarkisovich (RU),
Kazberovich Aleksej Mikhajlovich (RU),
Grits Nina Mikhajlovna (RU),
Fedorenko Elizaveta Aleksandrovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Vserossijskij
Institut Legkikh splavov" (OAO VILS) (RU)**

(54) **METHOD OF PRODUCING GAS TURBINE ENGINE LONG-LIFE PARTS FROM NICKEL ALLOY POWDERS**

(57) Abstract:

FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: invention relates to powder metallurgy, particularly, to production of articles from refractory nickel alloys. It may be used in making critical elements, e.g. discs and shafts operated at increased temperatures in gas turbines with long-term operating cycles. Workpiece for

centrifugal is obtained by hot isostatic compaction of pellets produced in gas-jet spraying for further degassing and sealing of said pellets in capsules, hot isostatic compaction and thermal treatments at temperature some 5-30°C higher than that used alloy solvus.

EFFECT: longer life.

1 tbl

RU 2 483 835 C 1

RU 2 483 835 C 1

Предлагаемое изобретение относится к области металлургии, в частности к порошковой металлургии жаропрочных никелевых сплавов, и может быть использовано в изготовлении критических компонентов, таких как диски и валы, работающих при повышенных температурах в газотурбинных двигателях с длительным ресурсом эксплуатации.

Известны способы (патенты РФ №2308354 и 2259902) получения изделий из жаропрочного никелевого сплава, включающие получение гранул путем центробежного плазменного распыления вращающейся литой заготовки, рассев и очистку массы гранул от включений, засыпку гранул в капсулу и горячее изостатическое прессование гранул в капсуле, как описано в патенте №2308354, и плюс дополнительную деформацию и термическую обработку, как описано в патенте №2259902.

Общим недостатком этих способов является наличие значительного количества неметаллических включений в конечном изделии, попадающих в металл из литой заготовки вместе с массой гранул и существенно снижающих общий уровень механических свойств. Кроме того, недостатком способа, описанного в патенте №2259902, является низкий уровень длительной прочности из-за низких (ниже температуры сольвуса) температур деформации и последующей закалки.

Известен также способ изготовления изделий из жаропрочных никелевых сплавов, включающий получение порошков из расплава, горячее компактирование путем экструзии или прессования, последующую экструзию и термическую обработку (патент US №3920489).

Недостатком этого способа является высокое содержание кислорода и наличие остаточной газовой пористости в гранулах, образующейся в процессе распыления расплава и проявляющейся в готовых изделиях при проведении термообработки при температуре выше температуры сольвуса, что приводит к снижению механических свойств.

Известен способ изготовления критических деталей двигателя из гранул жаропрочных никелевых сплавов, заключающийся в том, что вакуумно-индукционной плавкой выплавляют заготовки, которые методом центробежного распыления переводятся в гранулы, затем гранулы классифицируют, сепарируют, дегазируют, герметизируют в капсулах и подвергают горячему изостатическому прессованию (ГИП) и термической обработке («Металлургия гранул - путь повышения качества ГТД и эффективного использования металла». Авторы Г.Гарибов, В.Чепкин, Газотурбинные технологии, 2001, №4, стр.4 - прототип).

Недостатком этого способа является низкий уровень механических свойств чувствительных к концентраторам напряжений, таких как сопротивление малоцикловой усталости (МЦУ), скорость распространения усталостной трещины (СРТУ) и жаропрочность образцов с надрезом (σ^H_{100}) из-за наличия в материале конечной детали неметаллических включений.

С целью устранения перечисленных недостатков предлагается способ получения деталей газотурбинных двигателей из гранул, получаемых путем центробежного распыления заготовки, компактированной из предварительно полученных гранул, с последующим применением горячего изостатического прессования и термической обработки конечной детали в однофазной области (выше температуры сольвуса).

Предлагаемый способ отличается от известного тем, что заготовки для центробежного распыления изготавливают путем горячего изостатического прессования гранул, полученных методом газоструйного распыления. При этом ГИП

и термическую обработку детали проводят при температуре на 5-30°C выше температуры сольвуса используемого сплава.

Технический результат - более высокие сопротивление МЦУ и жаропрочность образцов с надрезом и более низкая скорость распространения усталостной трещины и, как следствие, увеличение ресурса и надежности детали, работающей в условиях тяжелого длительного нагружения.

Это достигается тем, что используются гранулы, полученные не из литой, а из компактированной заготовки, свободной от неметаллических включений.

Последующее центробежное распыление компактированной заготовки обеспечивает получение гранул свободных и от газовой пористости.

Устранение таких дефектов, как неметаллические включения и газовая пористость, а также проведение ГИП и термообработки конечной детали в однофазной области (выше температуры сольвуса) позволяют получать готовое изделие с высокой химической и структурной однородностью, с мелким зерном и мелкими монодисперсными выделениями упрочняющей γ' -фазы, что, в свою очередь, обеспечивает получение высоких механических и служебных характеристик. Все это существенно увеличивает ресурс и надежность детали, работающей в условиях тяжелого длительного нагружения.

Предлагаемым способом из гранул жаропрочного никелевого сплава ВВ750П была изготовлена заготовка диска газотурбинного двигателя. При заполнении капсулы использовали гранулы фракции -100 мкм, полученные центробежным распылением компактированной заготовки, полученной, в свою очередь, из гранул, распыленных из расплава. Горячее изостатическое прессование капсулы с гранулами и последующую закалку компактированной детали проводили в однофазной области при температуре 1210°C, что на 10°C выше температуры сольвуса.

По способу-прототипу также была изготовлена аналогичная заготовка диска из гранул того же жаропрочного сплава ВВ750П.

Результаты испытания механические свойства заготовок, изготовленных предлагаемым способом и способом-прототипом при рабочей температуре 650°C, проведенные по стандартным методикам испытания, представлены в таблице.

	Механические свойства при 650°C						Количество неметаллических включений
	Предел прочности, σ_b	Предел текучести, $\sigma_{0,2}$	Сопротивление МЦУ, $\sigma_{на\ базе\ N=20000ц}$	Жаропрочность, σ^{100}		СРТУ при $\Delta K=44MPa\cdot m^{0,5}$	
				Гладкие образцы	Образцы с надрезом		
	МПа					мм/цикл	шт/кг
предлагаемый	1410	1010	1150	1140	1300	$3 \cdot 10^{-4}$	-
прототип	1380	990	1080	1120	1150	$1,2 \cdot 10^{-3}$	273

Таким образом, предлагаемый способ, при полном отсутствии неметаллических включений в материале, обеспечивает по сравнению с прототипом получение повышенного на 6-8% сопротивления МЦУ, повышенной на 13-15% жаропрочности на образцах с надрезом и в 3-5 раз более низкой скорости распространения усталостной трещины при высоких характеристиках прочности.

В результате этого применение предлагаемого способа для изготовления критических компонентов газотурбинных двигателей позволит за счет высокого сопротивления МЦУ, низкой СРТУ и нечувствительности к надрезу повысить их эксплуатационную надежность и увеличить ресурс эксплуатации не менее чем в 2 раза.

Формула изобретения

Способ получения деталей газотурбинных двигателей с длительным ресурсом эксплуатации из порошковых никелевых сплавов, включающий получение гранул методом центробежного распыления вращающейся заготовки, дегазацию и

герметизацию гранул в капсулах, горячее изостатическое прессование и термическую
обработку, отличающийся тем, что заготовку для центробежного распыления
изготавливают путем горячего изостатического прессования гранул, полученных
5 методом газоструйного распыления, а горячее изостатическое прессование и
термическую обработку детали проводят при температуре на 5-30°С выше
температуры сольвуса никелевого сплава.

10

15

20

25

30

35

40

45

50