



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013107585/02, 21.02.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.02.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.02.2013

(45) Опубликовано: 27.06.2014 Бюл. № 18

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: JP 2011052239 A, 17.03.2011. RU
2329116 C2, 20.07.2008. RU 2374028 C1,
27.11.2009. RU 2119842 C1, 10.10.1998. US
6110302 A1, 29.08.2000

Адрес для переписки:

121596, Москва, ул. Горбунова, 2, ОАО "ВИЛС",
отдел управления интеллектуальной
собственностью

(72) Автор(ы):

Ваулин Дмитрий Дмитриевич (RU),
Зенина Марина Валерьевна (RU),
Клевков Павел Анатольевич (RU),
Саленков Виктор Сергеевич (RU),
Мочалова Олеся Николаевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество
"Всероссийский институт легких сплавов"
(ОАО "ВИЛС") (RU)(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОКОВОК ДИСКОВ ИЗ СПЛАВА АЛЮМИНИЯ ТИТАНА НА
ОСНОВЕ ОРТО-ФАЗЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к обработке металлов и может быть использовано при изготовлении поковок дисков горячим деформированием слитков из сплава на основе алюминидов титана, основанного на орторомбической фазе Ti_2NbAl . Слиток подвергают осадке-протяжке на восьмигранник с суммарным уклоном 1,6-1,7. Окончательное деформирование осуществляют

на рельефных бойках с 4-5 перемещениями по плоскости бойков, а затем в закрытом калибровочном штампе. Суммарный уклон при окончательном деформировании составляет 3-5. В результате обеспечивается получение поковок дисков повышенной точности с однородной мелкозернистой структурой, обладающих высокими характеристиками удельной прочности и пластичности. 1 з.п. ф-лы, 2 табл., 1 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B21K 1/32 (2006.01)
C22F 1/18 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2013107585/02, 21.02.2013**

(24) Effective date for property rights:
21.02.2013

Priority:

(22) Date of filing: **21.02.2013**

(45) Date of publication: **27.06.2014** Bull. № 18

Mail address:

**121596, Moskva, ul. Gorbunova, 2, OAO "VILS",
otdel upravlenija intellektual'noj sobstvennost'ju**

(72) Inventor(s):

**Vaulin Dmitrij Dmitrievich (RU),
Zenina Marina Valer'evna (RU),
Klevkov Pavel Anatol'evich (RU),
Salenkov Viktor Sergeevich (RU),
Mochalova Olesja Nikolaevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
"Vserossijskij institut legkikh splavov" (OAO
"VILS") (RU)**

(54) **PRODUCTION OF DISC-SHAPE FORGED PIECES FROM ALLOY OF ALUMINIUM WITH ORTHO-PHASE TITANIUM**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: ingot is subjected to swaging-drawing to octahedron with total reduction of 1.6-1.7. Final forming is performed at shaped hammers at 4-5 displacements over hammer surface and, then, in closed

sizing die. Total reduction ay final forming makes 3-5.

EFFECT: precise forged pieces with homogeneous fine-gran structure, high specific strength and ductility.
2 cl, 2 tbl, 1 ex

RU 2 520 924 C 1

RU 2 520 924 C 1

Изобретение относится к обработке металлов и сплавов давлением, а именно к способам изготовления поковок дисков горячей деформацией из слитков сплавов на основе алюминидов титана (интерметаллидных титановых сплавов), основанных на орторомбической фазе Ti_2NbAl . Изобретение может быть использовано в авиационной и энергетической промышленности при производстве заготовок дисков газотурбинных двигателей (ГТД) и газотурбинных установок.

Известны три основные группы сплавов на основе алюминидов титана, обладающие различным фазовым составом: γ -сплавы ($TiAl$), α_2 -сплавы (Ti_3Al) и орто-сплавы (Ti_2NbAl), которые обладают уникальным комплексом физических и механических свойств (высокой прочностью, низкой плотностью, жаростойкостью, высокими антикоррозионными свойствами, высоким сопротивлением усталостному разрушению и ползучести).

Однако основным препятствием для масштабного применения интерметаллидных сплавов на основе α_2 - и γ -фазы является их низкая пластичность (относительное удлинение, сужение и ударная вязкость при комнатной температуре). В то же время орторомбические сплавы имеют несколько более высокую плотность, чем сплавы $TiAl$ и Ti_3Al , но несмотря на это обладают высокими характеристиками низкотемпературной и высокотемпературной удельной прочности и пластичности, что позволяет рассматривать их как весьма перспективный материал для изготовления ответственных деталей аэрокосмической техники.

Известен способ получения кованных полуфабрикатов из литых сплавов системы $Ti-Al$, который включает предварительное деформирование в заданном интервале скоростей и температур за несколько этапов в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Техническим результатом изобретения является повышение технологической пластичности литого материала за счет реализации более благоприятной схемы деформации, в результате которой в объеме поковки формируется однородная и мелкозернистая структура (патент РФ №203417, МКП В21J 5/00, В21J 1/04). Недостатком этого способа является то, что способ адаптирован для получения только лабораторных образцов из сплавов на основе γ -алюминидов титана и не позволяет гарантированно получать качественные полуфабрикаты ответственного назначения прежде всего из-за возможного наличия литейной пористости в объеме полуфабриката. Указанный способ не пригоден для производства полуфабрикатов заготовок дисков в промышленных условиях.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению является способ получения жаропрочных титановых сплавов на основе орто-фазы, который включает получение промежуточного материала путемковки в α_2+V2 или $V2$ области и последующий отжиг при температуре $V2$ области, в результате чего в материале формируется пластинчатая ($O+V2$) структура, позволяющая повысить ковкость и пластичность (патент JP 2011-52239 A, 2011.3.17, МКП С22F 1/18, С22С 14/00, С22F 1/00). Недостатком этого способа является то, что в предложенной технологии не предусмотрена операция по устранению литейной пористости перед деформацией, что снижает прочностные характеристики изделия. Также недостатком данного способа является низкий КИМ поковок вследствие отсутствия окончательной деформации и использования плоских бойков и калибровочного штампа. Существенным недостатком данного способа являются низкая прочность и пластичность полуфабриката при комнатной температуре вследствие плохой деформационной переработки исходной литой заготовки, что делает невозможным применение данного способа для изготовления деталей ответственного

назначения.

Задачей, на решение которой направлено изобретение, является получение в промышленных условиях поковок дисков повышенной точности с однородной мелкозернистой структурой, обеспечивающей получение высоких характеристик
5 низкотемпературной и высокотемпературной удельной прочности и пластичности за счет применения высокотемпературной газостатической обработки (ВГО) с последующей деформацией.

Для решения поставленной задачи предложен способ изготовления поковок из сплавов алюминида титана на основе орто-фазы, включающий следующие этапы:

10 1. ВГО слитка при давлении 900-1300 атм и температуре выше температуры полиморфного превращения ($T_{пп}$) с выдержкой 2-6 ч.

2. Деформацию проводят по схеме:

- осадка-протяжка на восьмигранник вдоль первоначальной оси слитка и обкатка при температуре $\{(T_{пп}+100) \div (T_{пп}+200)\}^{\circ}\text{C}$ с суммарным уковом 1,6-1,7. Деформация
15 включает осадку слитка в торец на высоту, равную диаметру, установку осаженного слитка на образующую поверхность и протяжку на квадрат, а затем, после поочередной установки на ребра, протяжку на восьмигранник длиной, равной исходной длине слитка, и обкатку;

20 - деформация по указанной схеме при температуре $\{T_{пп} \div (T_{пп}+100)\}^{\circ}\text{C}$ с суммарным уковом 1,5-1,6;

- деформация методом многократной осадки с подогревами со степенью деформации 20-25% на каждом этапе при температуре $\{T_{пп} \div (T_{пп}-50)\}^{\circ}\text{C}$ с суммарным уковом 3-5.

При этом осадки выполняются вначале на рельефных бойках с 4-5 перемещениями по
25 плоскости бойков, а затем в калибровочном штампе.

3. Термическая обработка поковок дисков предусматривает двухступенчатый отжиг при температурах ниже температуры полиморфного превращения.

ВГО слитка позволяет устранить литейную пористость в слитке, отсутствие которой является одним из важнейших условий повышения прочностных характеристик дисков.

30 Деформация по схеме осадка-протяжка на восьмигранник при температуре $\{(T_{пп}+100) \div (T_{пп}+200)\}^{\circ}\text{C}$ с суммарным уковом 1,6-1,7 способствует измельчению первичных литых β -зерен во всем объеме полуфабриката за счет устранения зон затрудненной деформации в углах «квадрата». Дальнейшая деформация по указанной схеме при температуре $\{T_{пп} \div (T_{пп}+100)\}^{\circ}\text{C}$ с суммарным уковом 1,5-1,6 обеспечивает формирование
35 регламентированной однородной мелкозернистой макроструктуры. Окончательная деформация, предусматривающая многократную осадку с суммарным уковом 3-5 при температуре $\{T_{пп} \div (T_{пп}-50)\}^{\circ}\text{C}$ вначале на рельефных бойках с 4-5 перемещениями по плоскости бойков, а затем в калибровочном штампе, обеспечивает формирование
40 мелкозернистой внутризеренной структуры.

Двухступенчатая термическая обработка обеспечивает оптимальное сочетание механических свойств в поковках дисков из сплава алюминида титана на основе орто-фазы.

45 Технический результат - повышение эксплуатационных свойств: низкотемпературной и высокотемпературной удельной прочности и пластичности за счет получения поковки повышенной точности с однородной мелкозернистой структурой.

Пример осуществления.

Слиток $\varnothing 190 \times 400$ мм из сплава на основе орто-фазы алюминида титана, химический

состав (патент №2375484 РФ) приведен в таблице 1, был выплавлен методом двойного вакуумно-дугового переплава.

Таблица 1					
Химический состав сплава					
Содержание химических элементов, % масс.					
Ti	Nb	Al	Ta	Si	Fe
основа	43,9-45,00	9,00-11,00	0,02-0,30	0,04-0,20	0,15

Далее слиток ($T_{\text{пл}}=990^{\circ}\text{C}$) был подвергнут деформации по схеме:

На первом этапе: ВГО в газостате при давлении 1210 атм и температуре 1140°C с выдержкой 4 часа.

На втором этапе:

- нагрев до температуры 1140°C и осадка на высоту 250 мм при диаметре 250 мм с уклоном 1,4;

- подогрев до температуры 1140°C и протяжка на квадрат со стороной, равной 200 мм. Протяжка на восьмигранник размером 200 мм с высотой 400, с уклоном 1,6 и обкатка на \varnothing 190 мм. Суммарный уков при температуре 1140°C составил 2,2;

- нагрев до температуры 1080°C и осадка на высоту 300 мм при диаметре 220 с уклоном 1,2;

- подогрев до температуры 1080°C и протяжка на квадрат со стороной, равной 200 мм. Протяжка на восьмигранник размером 200 мм с высотой 400, с уклоном 1,4 и обкатка на \varnothing 190 мм. Суммарный уков при температуре 1080°C составил 1,7;

- осадка на рельефных бойках с 4-мя перемещениями по плоскости бойка, со степенью деформации 25% на первых 4х подэтапах и 20% на последних 2х подэтапах;

- нагрев до температуры 960°C и осадка на высоту 300 мм;

- подогрев до температуры 960°C и осадка на высоту 225 мм;

- подогрев до температуры 960°C и осадка на высоту 180 мм;

- подогрев до температуры 960°C и осадка на высоту 130 мм;

- подогрев до температуры 960°C и осадка на высоту 100 мм;

- подогрев до температуры 960°C и осадка в калибровочном штампе на высоту 80 мм.

Суммарный уков при температуре 960°C составил 3,75.

Поковка диска ТНД \varnothing 500 мм из слитка сплава алюминид титана на основе орто-фазы, полученная предлагаемым способом, была подвергнута механическим испытаниям.

Так же были испытаны заготовки из сплава с химическим составом, представленным в таблице 1, но изготовленные по технологии, описанной в способе-прототипе. В таблице 2 представлены механические свойства поковок интерметаллидного титанового сплава на основе орто-фазы, полученных предлагаемым способом и способом прототипа.

Таблица 2					
Механические свойства					
Технология изготовления	№ эксперимента	Свойства при температурах, $^{\circ}\text{C}$			
		20		650	
		ов/р, км	д, %	ов/р, км	д, %
Предлагаемый способ	1	21-23	6-7	18-19	9-12
Способ-прототип	2	14-16	3-4	8-9	7-8

Таким образом, предлагаемый способ позволяет повысить качество поковок за счет улучшения эксплуатационных свойств путем интенсификации проработки структуры сплава и получения заготовок повышенной точности с однородной мелкозернистой

структурой. Предлагаемый способ позволяет повысить при комнатной температуре пластичность в 2 раза и удельную прочность в 1,5-1,7 раза, при рабочей температуре - удельную прочность в 2 раза и пластичность в 1,3-1,5 раза и, как следствие, увеличить срок службы изделия приблизительно в 1,5 раза.

5

Формула изобретения

1. Способ изготовления поковок дисков горячей деформацией слитков из сплава на основе алюминидов титана, основанного на орторомбической фазе Ti_2NbAl , включающий многократное обеспечение деформации слитка с подогревами при температурах выше и ниже температуры полиморфного превращения ($T_{ПП}$) и последующую термическую обработку, отличающийся тем, что сначала деформацию обеспечивают по схеме осадка-протяжка на восьмигранник с суммарным уковом 1,6-1,7, а окончательную деформацию с суммарным уковом 3-5 обеспечивают на рельефных бойках с 4-5 перемещениями по ним слитка и далее в закрытом калибровочном штампе.
- 15 2. Способ по п.1, отличающийся тем, что перед обеспечением деформации слитка проводят его высокотемпературную газостатическую обработку при давлении 900-1300 атм и температуре выше $T_{ПП}$.

20

25

30

35

40

45