



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 201 843⁽¹³⁾ C2
(51) МПК⁷ B 22 D 27/04

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2000128574/02, 16.11.2000

(24) Дата начала действия патента: 16.11.2000

(46) Дата публикации: 10.04.2003

(56) Ссылки: RU 2067916 C1, 20.10.1996. US 5592984 A, 14.01.1997. EP 0899039 A, 03.03.1999. PAJ, vol.10, №200, JP 61-42470 A, 12.07.1986.

(98) Адрес для переписки:
107005, Москва, ул. Радио, 17, ВИАМ

(71) Заявитель:

Государственное предприятие "Всероссийский
научно-исследовательский институт
авиационных материалов"

(72) Изобретатель: Фоломейкин Ю.И.,

Каблов Е.Н., Алешин И.Н., Демонис И.М.

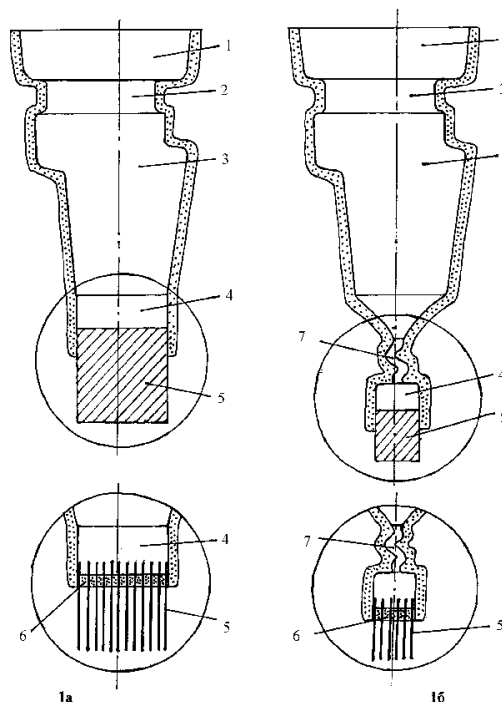
(73) Патентообладатель:

Государственное предприятие "Всероссийский
научно-исследовательский институт
авиационных материалов"

(54) КЕРАМИЧЕСКАЯ ФОРМА ДЛЯ ЛИТЬЯ ИЗДЕЛИЙ С НАПРАВЛЕННОЙ И МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ

(57)

Изобретение относится к литейному производству и может быть использовано для литья изделий, применяемых преимущественно в качестве лопаток ГТД и ГТУ. Керамическая форма состоит из заливочной чаши, литниковой полости, рабочей полости и стартовой полости. В нижней части стартовой полости установлен по меньшей мере один теплопроводный элемент, выходящий наружу за пределы формы. Этот элемент выполнен из материала с высокой теплопроводностью. При погружении в металлическую ванну теплопроводные элементы интенсивно охлаждаются и обеспечивают зарождение множества мелких равноосных зерен в сплаве отливки. За счет высокого осевого теплоотвода в изделии формируется направленная и монокристаллическая структура. Полученные изделия обладают оптимальным комплексом свойств. 5 з.п. ф-лы, 2 ил.





(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 201 843** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **B 22 D 27/04**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000128574/02, 16.11.2000

(24) Effective date for property rights: 16.11.2000

(46) Date of publication: 10.04.2003

(98) Mail address:
107005, Moskva, ul. Radio, 17, VIAM

(71) Applicant:
Gosudarstvennoe predpriyatie "Vserossiiskij
nauchno-issledovatel'skij institut
aviatsionnykh materialov"

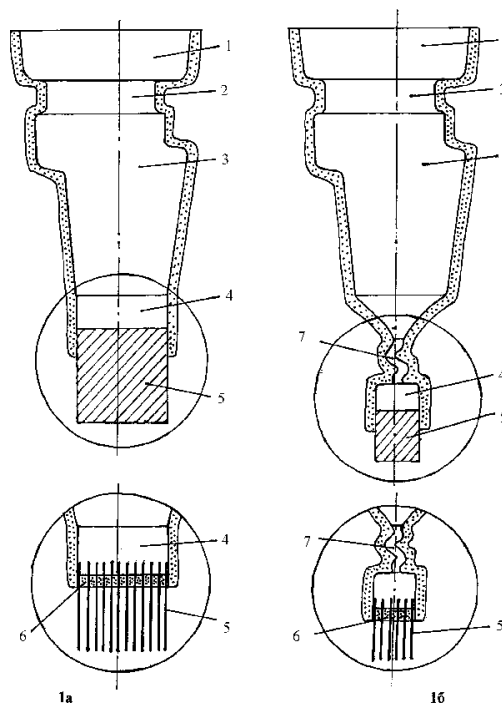
(72) Inventor: Folomejkin Ju.I.,
Kablov E.N., Aleshin I.N., Demonis I.M.

(73) Proprietor:
Gosudarstvennoe predpriyatie "Vserossiiskij
nauchno-issledovatel'skij institut
aviatsionnykh materialov"

(54) **CERAMIC MOLD FOR CASTING ARTICLES WITH ORIENTED AND MONOCRYSTALLINE STRUCTURE**

(57) Abstract:

FIELD: foundry, possibly casting of articles used, mainly as blades of gas turbine engines and gas turbine plants. SUBSTANCE: ceramic mold has pouring cup, casting cavity, working cavity and starting cavity. In lower portion of starting cavity at least one heat conductive member is placed. Said member protrudes outside mold and it is made of material with high thermal conductivity. At immersing into metallic bath, heat conductive members are intensively cooled causing occurrence of large number of fine equiaxial grains in casting alloy. Oriented and monocrystalline structure is formed due to high axial heat removal in article. EFFECT: possibility for making cast article with optimal set of properties. 6 cl, 2 dwg



Изобретение относится к литейному производству и может быть использовано для литья изделий с направленной и монокристалльной структурой, применяемых преимущественно в качестве лопаток ГТД и ГТУ.

Известна конструкция керамической формы для литья изделий с направленной и монокристалльной структурой, приведена керамическая форма, состоящая из заливочной части, литниковой полости, рабочей полости, стартовой полости. Особенность конструкции такой формы заключается в том, что она не имеет дна, и заливаемый в форму металл начинает кристаллизоваться на водоохлаждаемом медном холодильнике (по методу Бриджмена). При этом зарождается и растет большое количество зерен. При получении изделий с направленной структурой формируются столбчатые зерна с ориентацией [001] за счет конкурентного роста зерен в стартовой зоне [EP 0899039].

Известна керамическая форма, которая помимо общепринятой конструкции, дополнительно содержит кристаллоотборник, обеспечивающий отбор одного зерна с ориентацией [001] из множества зарождаемых на поверхности водоохлаждаемого холодильника зерен, которые испытывают конкурентный рост [пат. США 5592984].

Недостатком известного решения является то, что в таковой форме при литье изделий по методу Бриджмена невозможно достигнуть высоких градиентов температур на фронте роста кристаллов и полностью реализовать преимущества направленной кристаллизации за счет управления размером структурных составляющих сплава. Получаемая направленная структура является крупно дендритной с грубыми включениями карбидов и фаз эвтектического происхождения. Изделия, полученные в этой керамической форме, имеют большой брак и низкий выход годного по макроструктуре.

Наиболее близкой по технологической сущности и достигаемому положительному эффекту является конструкция формы, используемая для литья деталей с направленной и монокристалльной структурой на установках с жидкометаллическим охладителем, в качестве которого может применяться расплавленное олово, алюминий и другие [пат. РФ 2067916]. Керамическая форма включает заливочную чашу, литниковую полость, рабочую полость, формирующую лопатку, стартовую полость с размещенными в ней затравками. Для получения отливок лопаток турбин с комбинированной структурой затравочные полости расположены на двух уровнях стартовой полости. Причем дно стартовой полости закрыто клеящей керамической композицией. Описанная конструкция формы имеет три существенных недостатка:

1) при направленной кристаллизации невозможно достигнуть необходимого переохлаждения в стартовой полости после заливки расплава металла в форму из-за большого теплового сопротивления дна формы;

2) в стартовой полости создаются условия для практически одинакового теплоотвода как в осевом, так и в диагональном направлениях, что снижает стабильность процесса

зарождения и роста столбчатых зерен;

3) при монокристалльном литье деталей с ориентацией кристаллов в направлении [001] необходимо использовать затравки, процесс изготовления которых является дорогостоящим и трудоемким.

Все вышеперечисленные недостатки не позволяют получать лопатки с высоким выходом годного по структуре, особенно с кристаллографической ориентацией [001].

Технической задачей настоящего изобретения является получение качественных изделий ответственного назначения с направленной и монокристалльной структурой, обладающих оптимальным комплексом свойств, полученных на установках с жидкометаллическим холодильником.

Для решения поставленной задачи предложена керамическая форма, состоящая из заливочной чаши, литниковой полости, рабочей полости, формирующей изделие, и стартовой полости, в нижней части которой установлен по меньшей мере один теплопроводный элемент, выходящий наружу за пределы формы. Теплопроводный элемент выполнен из материала с высокой температуропроводностью, такого как, например, керамика из оксидов, нитридов, карбидов, боридов, силицидов, металлокерамика, тугоплавкие металлы и их сплавы, сплавы для затравок, графит, медь или их сочетание.

В случае, если теплопроводных элементов более одного, то они соединяются между собой пористым керамическим материалом с низкой теплопроводностью.

При получении изделий с монокристалльной структурой и ориентацией [001] форма дополнительно содержит кристаллоотборник, а если требуется получить монокристалльную структуру с ориентацией, отличной от [001], используют теплопроводный элемент, выполненный из сплава для затравки.

Как правило, на поверхности жидкометаллического охладителя всегда присутствуют оксидные пленки, частицы керамического материала оболочковых форм, которые обладают тепловым сопротивлением.

Наряду с этим, в установках для направленной кристаллизации с жидкометаллическим охладителем для создания максимального температурного градиента используют плавающий теплоизолирующий экран в виде кусочков графитового войлока, пустотелых керамических шариков и т. д. При погружении керамической формы в кристаллизатор происходит захват донной частью формы плавающих оксидных плен, частиц и т.д. и экранирование теплопроводных элементов. В этих условиях снижается эффективность охлаждения теплопроводных элементов и стабильность множественного зарождения зерен в стартовой зоне. Предлагаемая конструкция керамической формы с теплопроводными элементами, выходящими наружу за пределы формы, исключает указанные выше недостатки. При погружении формы в кристаллизатор, выходящие наружу за пределы формы теплопроводные элементы, либо разрушают оксидные пленки на поверхности жидкометаллического охладителя, либо смещают в сторону

плавающие частицы и кусочки теплоизолирующих материалов. В случае захвата торцевой частью теплопроводных элементов частиц или плен, теплоотвод осуществляется через боковые поверхности выступающих за пределы формы теплопроводных элементов.

На чертеже представлена конструкция керамической формы с направленной (1а) и монокристалльной структурой (1б) где

- 1 - заливочная чаша;
- 2 - литниковая полость;
- 3 - рабочая полость;
- 4 - стартовая полость;
- 5 - теплопроводный элемент;
- 6 - пористая керамика;
- 7 - кристаллотборник.

Изобретение проверялось при отливке изделий с направленной и монокристалльной структурами с ориентацией [001], [111].

Пример 1. Получение лопатки из жаропрочного сплава на никелевой основе с направленной кристаллизацией.

Форма предложенной конструкции изготавливалась по общепринятой технологии путем нанесения на модель керамического покрытия, сушки, удаления керамической массы, прокали керамики формы и установки теплопроводных элементов в нижней части стартовой полости.

Расплавленный металл заливали в заливочную чашу (1) керамической формы через литниковую полость (2) и рабочую полость (3). Металл попадал в стартовую полость (4), заполнял ее, после чего начинали направленную кристаллизацию путем перемещения формы из зоны нагрева в зону жидкометаллического охладителя до полной кристаллизации отливки. Расплавленный металл, соприкасаясь с теплопроводными элементами (5), выполненными из нитрида бора, интенсивно охлаждался, в результате на поверхности теплопроводных элементов зарождалось множество мелких равноосных зерен.

За счет высокого осевого теплоотвода формировалась столбчатая структура в стартовой полости с преимущественным направлением роста дендритов [001], что позволило сформировать стабильные условия для роста множества зерен в рабочей полости и тем самым обеспечить направленную тонкостолбчатую структуру отливки. Полученное изделие характеризовалось качественной направленной структурой с отсутствием паразитных зерен на пере.

Пример 2. Получение лопатки и жаропрочного Ni-сплава с монокристалльной структурой с кристаллографической ориентацией [001].

Расплавленный металл заливали в заливочную чашу (1) керамической формы. Металл, проходя через литниковую полость (2), рабочую полость (3), кристаллоотборник (7) в стартовую полость (4), заполнял ее, затем начинали направленную кристаллизацию аналогично примеру 1. Расплавленный металл, соприкасаясь с теплопроводным элементом, выполненным из вольфрама, интенсивно охлаждался, в результате на поверхности теплопроводного элемента зарождалось множество мелких равноосных зерен. За счет высокого осевого теплоотвода в стартовой полости

формировалась столбчатая структура с преимущественным направлением роста дендритов [001]. Сформированная в стартовой полости мелкостолбчатая структура прорастала в кристаллотборник, где осуществлялся отбор одного зерна с ориентацией [001].

Полученное изделие характеризовалось наличием одного монокристалла в пере лопатки с кристаллографической ориентацией [001].

Пример 3. Получение лопатки из жаропрочного Ni-сплава с монокристалльной структурой с кристаллографической ориентацией [111]. Получение лопатки осуществляли аналогично примеру 2. Однако в этом случае теплопроводный элемент (5) был изготовлен из затравочного сплава Ni-W. Аналогичную лопатку получили без использования кристаллоотборника, а только с теплопроводным элементом, выполненным из затравочного сплава Ni-W. Изделие характеризовалось наличием одного монокристалла в пере лопатки с кристаллографической ориентацией [111].

Таким образом, применение предлагаемой керамической формы, позволило получить качественное изделие ответственного назначения с направленной столбчатой и монокристалльной структурой, упростить технологию изготовления монокристалльных лопаток с ориентацией [001] за счет исключения трудоемкого и дорогостоящего процесса получения монокристалльных затравок.

Формула изобретения:

1. Керамическая форма для литья изделий с направленной и монокристаллической структурой, содержащая заливочную чашу, литниковую полость, рабочую полость, формирующую изделие, и стартовую полость, отличающаяся тем, что она снабжена, по меньшей мере, одним теплопроводным элементом, расположенным в стартовой полости и выходящим наружу за пределы формы.

2. Керамическая форма по п. 1, отличающаяся тем, что теплопроводный элемент выполнен из материала с высокой температуропроводностью.

3. Керамическая форма по п.1 или 2, отличающаяся тем, что теплопроводный элемент выполнен из оксидов, нитридов, карбидов, силицидов, боридов, металлокерамики, тугоплавких металлов, сплавов для затравок, графита, меди или их сочетаний.

4. Керамическая форма по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что при наличии более одного теплопроводного элемента они соединены между собой пористым керамическим материалом с низкой теплопроводностью.

5. Керамическая форма по любому из пп.1-4, отличающаяся тем, что для получения изделий с монокристаллической структурой с кристаллографической ориентацией [001] она снабжена кристаллоотборником.

6. Керамическая форма по любому из пп.1-4, отличающаяся тем, что для получения изделий с монокристаллической структурой с кристаллографической ориентацией, отличной от [001], теплопроводный элемент выполнен из сплава для затравки.