



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 863171

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 11.11.79 (21) 2836278/22-02

(51) М. Кл.³

с присоединением заявки № —

В 22 Д 27/04

(23) Приоритет —

Опубликовано 15.09.81, Бюллетень № 34

(53) УДК 621.746.

Дата опубликования описания 15.09.81

.58(088.8)

(72) Автор
изобретения

В.В. Герасимов

(71) Заявитель

(54) СПОСОБ ЛИТЬЯ ДЕТАЛЕЙ С НАПРАВЛЕННОЙ
И МОНОКРИСТАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ

1

Изобретение относится к литейному производству и может быть использовано для получения отливок с направленной и монокристалльной структурой, например, лопаток ГТД из жаропрочных сплавов.

Известен способ направленной кристаллизации, в котором отвод тепла от затвердевающей отливки осуществляется через металлическую плиту из теплопроводного, отличающегося от сплава изделия материала, являющегося дном формы [1].

Известен способ, включающий отвод тепла от кристаллизующейся отливки через экстрактор (затравку) удлиненной формы, один конец которого непрерывно омывается водой, а второй вводится в керамическую форму. Сам экстрактор выполнен из того же сплава, что и отливаемое изделие, например, сплава для лопатки ГТД [2].

Известен также способ получения монокристаллических отливок, включающий нагрев керамической формы с затравкой выше температуры плавления сплава, заполнение сплавом формы и погружение ее в жидкометаллический охладитель [3].

2

Однако указанные способы не позволяют получить необходимую структуру деталей.

5 Цель изобретения — измельчение микроструктурных составляющих и повышение свойств металла.

10 Указанная цель достигается тем, что в способе, включающем нагрев керамической формы с затравкой выше температуры ликвидуса сплава, заполнение сплавом формы и кристаллизацию его погружением в жидкометаллический охладитель, перед погружением керамической формы в жидкометаллический охладитель погружают выступающую часть затравки и выдерживают 1-5 мин.

15 Процесс осуществляется в следующей последовательности.

20 В нижней части модели монтируют затравку из того же сплава, что и будущее изделие. Наносят 6-8 слоев огнеупорного покрытия, при этом часть металлической затравки после нанесения каждого слоя зачищается. После удаления модельной массы, сушки и проковки при 950° 4 ч получают керамический блок, дном которого является вделанная в бывшую модель затравка, частично 30 непокрытая керамической оболочкой.

Герметичность соединения формы с металлической затравкой, как показали эксперименты, вполне обеспечивается плотным прилеганием керамики к затравке. Трещины в керамической оболочке отсутствуют, так как термическое расширение затравки происходит раньше, чем керамика становится "неподатливой", т.е. приобретает прочность при прокатке.

Готовую прокаленную керамическую форму с заделанной в нее затравкой подвешивают в нагревательной печи вакуумной установки через молибденовые тигли к механизму перемещения.

После создания вакуума форму нагревают до температуры, превышающей температуру ликвидус жаропрочного сплава изделия. При этом температуру затравки регулируют положением формы в нагревателе так, чтобы избежать полного ее расплавления.

Наличие охлаждающей жидкометаллической среды в непосредственной близости от затравки позволяет получить градиент на ней $\geq 300^\circ/\text{см}$. В таком положении в форму заливают расплавленный в отдельной печи жаропрочный сплав, опускают форму с затравкой до погружения открытой части затравки в жидкометаллический охладитель, дают выдержку 1-5 мин для обеспечения направленного теплоотвода и стабилизации температур на фронте кристаллизации.

Дальнейшую кристаллизацию ведут путем погружения формы с расплавом в жидкометаллический охладитель, что обеспечивает значительно более эффективный отвод тепла и измельчение микроструктурных составляющих сплава.

На чертеже представлена схема части устройства для направленной кристаллизации деталей, вертикальный разрез.

Устройство включает молибденовую подвеску 1, с помощью которой керамическая форма 2, с заделанной в нее затравкой 3 из того же материала, что и будущее изделие, удерживается внутри графитового нагревателя 4, окруженного слоем теплоизоляции 5, во время нагрева формы до требуемой температуры.

Заполнение нагретой керамической формы 2 жаропрочным сплавом осуществляется через заливочную воронку 6. Перемещение формы с затравкой и заливкой в нее жаропрочным сплавом в жидкометаллический охладитель 7 осуществляется через молибденовую подвеску специальным механизмом (на чертеже не обозначен). Направление перемещения формы показано стрелками.

Контроль температурного режима процесса осуществляется вольфрам-рениевыми термопарами 8. Для создания требуемого распределения температур на затравке служит тепловой

экран 9, изготовленный из графитированного войлока.

Способ был опробован в лабораторных условиях следующим образом.

В модельный блок из массы ПС впаиваются затравки из сплава ЖС6У. По серийной технологии на модельный блок наносятся 8 слоев огнеупорного покрытия. После нанесения каждого слоя покрытия нижняя часть затравок зачищается ножом. После соответствующей сушки модельная масса удаляется, оболочковая форма прокаливается при 950°C в течение 4 ч.

Полученную керамическую форму с встроеной в нее металлической затравкой помещают в вакуумную лабораторную установку, имеющую жидкометаллический кристаллизатор. После разогрева формы до 1500°C в нее заливают сплав

ЖС6У с такой же температурой, перемещают форму до контакта открытой части затравки с охлаждающей жидкометаллической средой, делают выдержку в этом положении 1-5 мин. Дальнейшую кристаллизацию осуществляют путем погружения формы с расплавом в жидкометаллический охладитель со скоростью 30 мм/мин.

Полученные слитки характеризуются направленной структурой по всей высоте. Микроструктура сплава характеризуется значительным измельчением структурных составляющих (дендритов, карбидов, первичной γ/γ' -фазы).

Предлагаемый способ обладает повышенной в 10 раз скоростью кристаллизации, повышенными в 1,5 раза характеристиками пластичности и усталости (для сплава ЖС6У) за счет значительного измельчения размеров дендритов, карбидов и эвтектической

γ/γ' -фазы, возможностью использования затравки сложной формы, которая становится частью отливаемой детали, и устранения зоны неориентированного роста кристаллов, что сокращает расход жаропрочного сплава на отливку каждой детали.

Технико-экономический эффект от использования предлагаемого способа состоит в том, что серийная установка типа ПМП мощностью 400 кВт, имеющая суточную производительность 380 лопаток расходует за сутки $400 \times 24 = 9600$ кВт·ч электроэнергии. При прочих равных условиях установка той же мощности при десятикратном увеличении скорости кристаллизации израсходует на производство 380 лопаток в 10 раз меньше времени, и, следовательно, электроэнергии, а именно $400 \times 2,4 = 960$ кВт·ч. Экономия за сутки составляет: $9600 - 960 = 8640$ кВт·ч.

Сокращается расход жаропрочного сплава на одно изделие за счет устранения неориентированной зоны роста и

использования в качестве затравки части замка готовой лопатки.

Способ рекомендуется для производства лопаток ГТД.

Формула изобретения

Способ литья деталей с направленной и монокристалльной структурой, включающий нагрев керамической формы с затравкой выше температуры ликвидуса сплава, заполнение сплавом формы и кристаллизацию его погружением в жидкометаллический охладитель, отличающийся тем, что, с це-

лью получения более мелких микроструктурных составляющих и повышения качества деталей, перед погружением керамической формы в жидкометаллический охладитель погружают выступающую часть затравки и выдерживают 1-5 мин.

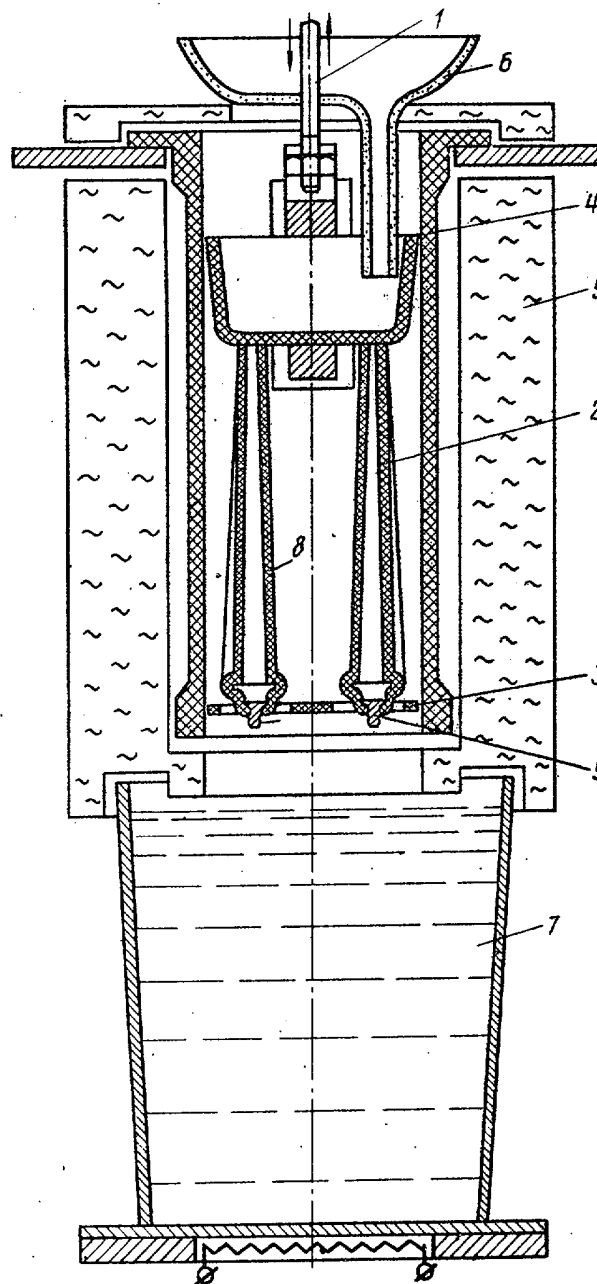
5

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

10

1. Патент США № 3763926, кл. 164-338, 1973.
2. Патент США № 3939895, кл. 164-60, 1976.
3. Патент США № 3625275, кл. 164-60, 1971.

15



ВНИИПИ Заказ 7651/17 Тираж 872 Подписное

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4