



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 772011

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 10.11.75 (21) 2190502/22-02

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 23.11.82. Бюллетень № 43

Дата опубликования описания 28.12.82

(51) М. Кл.³

B 22 D 11/00
B 22 D 11/14

(53) УДК 621.746.
.047.621.746.
.27(088.8)

(72) Авторы
изобретения

Г.А. Анисович, В.И. Тутов, В.Ф. Бевза, Е.И. Марукович,
З.Д. Павленко, В.С. Мазько и Г.Е. Иванов

(71) Заявитель

Могилевский филиал физико-технического института
АН Белорусской ССР

(54) СПОСОБ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ПОЛЫХ
ЧУГУННЫХ ЗАГОТОВОК И УСТРОЙСТВО
ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ



Изобретение относится к черной металлургии, конкретнее к непрерывной разливке металлов и сплавов.

Известен способ непрерывного литья полых чугунных заготовок, включающий непрерывную заливку чугуна через сифонную литниковую систему в полость водоохлаждаемого кристаллизатора и непрерывное извлечение по циклическому режиму затвердевающей заготовки вверх.

И также известно устройство для непрерывного литья полых чугунных заготовок, содержащее сифонную литниковую систему, соединительный стакан с буртом, водоохлаждаемый кристаллизатор с продольными пазами на рабочей поверхности, механизм вытягивания и механизм резки [1].

Известный способ и устройство не позволяют получать чугунные заготовки без отбела с заданной структурой и равномерной в поперечном сечении

толщиной стенки. Затвердевание начальной корки идет при большой интенсивности отвода тепла (коэффициент теплоотдачи составляет около $6 \cdot 10^3$ Вт/м² град). При этом кристаллизация чугуна идет с образованием дендритов аустенита и ледебуритной эвтектики. Профиль кристаллизатора обеспечивает высокую интенсивность теплоотвода от поверхности затвердевающей отливки в течение всего времени ее формирования [$\alpha_{ср} = (2-3) \times 10^3$ Вт/м² град], что исключает распад эвтектического цементита. В результате отливка получается с отбелом на наружной поверхности и структурой половинчатого чугуна в остальной части.

Недостатком является также низкая стабильность процесса литья. Это связано с большими динамическими нагрузками на затвердевающую корку отливки при каждом цикле ее движения и

значительными силами трения между стенкой кристаллизатора и наружной поверхностью отливки, что обусловлено профилем рабочей поверхности кристаллизатора. В начальный момент формирования корки имеет высокую температуру (950-1050°C). При этих температурах прочность чугуна составляет 0,1-0,45 кг/мм². Резкое возрастание скорости движения отливки в начале каждого цикла часто приводит к обрыву корки и прекращению процесса литья. Кроме того, применение соединительного стакана приставного типа не всегда обеспечивает плотный контакт между стаканом и кристаллизатором. Жидкий металл часто попадает под нижний торец кристаллизатора и затвердевает там, что препятствует движению отливки вверх и приводит к ее обрыву.

С целью устранения указанных недостатков уровень жидкого металла в литниковой системе поддерживают на уровне верхнего торца кристаллизатора, при этом интенсивность теплоотвода от поверхности отливки в зоне, расположенной выше зоны затвердевания начальной корки до уровня, равного 2/3 высоты кристаллизатора, изменяют в пределах (4,5-0,7) · 10³ Вт/м² · град, а в верхней трети кристаллизатора - в пределах 300-400 Вт/м² · град, затем отливку охлаждают вне кристаллизатора до температуры на 25-30°C ниже температуры эвтектоидного превращения со средней скоростью 0,9-1,1 град/сек.

Высота рабочей поверхности кристаллизатора в 1,5-3 раза больше его диаметра и на 2/3 высоты выполнена в виде усеченного конуса, диаметр верхнего основания которого на 0,1-0,2% больше диаметра нижнего, причем в верхней трети кристаллизатора выполнена цилиндрическая расточка, диаметр которой в 1,005-1,05 раза больше диаметра верхнего основания усеченного конуса, а продольные пазы расположены через 2-23 градуса.

Высота вставляемого бурта соединительного стакана равна 0,01-0,04 высоты кристаллизатора, а толщина 0,015-0,16 его диаметра.

Устройство имеет съемный экран, расположенный над кристаллизатором.

На чертеже изображен общий вид устройства.

Устройство для осуществления способа имеет один или несколько ручьев,

каждый из которых содержит медный водоохлаждаемый кристаллизатор 1 (фиг. 1), рабочая поверхность которого на 2/3 его высоты имеет плавное расширение кверху. Величина расширения ΔD определяется из выражения:

$$\Delta D = 13,8 \cdot D^{-0,64} \text{ мм},$$

где D - диаметр кристаллизатора в нижнем сечении, мм. В верхней трети кристаллизатора выполнена цилиндрическая расточка 2. На рабочую поверхность кристаллизатора через 2-23° нанесены продольные пазы эллипсного профиля в поперечном сечении глубиной от 0,8 до 1,2 мм с шириной по внутреннему диаметру кристаллизатора от 1,0 до 1,5 мм. В зависимости от диаметра отливки D_0 высота кристаллизатора $H_{кр}$ определяется по соотношению:

$$H_{кр} = D_0 + 100 \text{ мм}$$

Кристаллизатор 1 стыкуется с сифонной литниковой системой 4 через соединительный стакан 3 вставного типа из огнеупорного материала с высотой вставляемого бурта от 0,01-0,04 высоты кристаллизатора и толщиной бурта по верхнему торцу от 0,015-0,16 его диаметра. Над кристаллизатором 1 расположены съемный экран 5, вытяжной механизм 6 и механизм резки 7.

Процесс литья и формирования непрерывной отливки происходит следующим образом.

Жидкий чугун из ковша 8 через сифонную литниковую систему 4 и соединительный стакан 3 непрерывно подают в кристаллизатор 1. Твердую корку 9, образующуюся на рабочей поверхности кристаллизатора, по заданному циклическому режиму непрерывно извлекают вверх при помощи вытяжного механизма 6. По мере выхода непрерывной отливки, на заданную длину над вытяжным механизмом 6 от нее периодически отрезают при помощи механизма резки 7 мерные заготовки и укладывают в накопитель.

При каждом цикле движения отливки вверх в нижней части кристаллизатора 1 освобождается участок поверхности, равный высоте перемещения отливки. На этом участке жидкий металл приходит в соприкосновение с рабочей поверхностью кристаллизатора, в результате чего происходит быстрое охлаждение металла и образуется твердая корка, сваривающаяся с ранее затвердевшим участком. Выполненные на рабочей

поверхности кристаллизатора пазы заполняются жидким металлом и на наружной поверхности затвердевшей корочки образуются небольшие приливы. В начальный момент затвердевания зазор между отливкой и поверхностью кристаллизатора практически отсутствует. В связи с этим интенсивность теплоотвода от поверхности отливки очень велика и составляет около $6 \cdot 10^3$ Вт/м² × 10 град. Такая интенсивность теплоотвода вызывает резкое падение температуры поверхности отливки от температуры кристаллизации до 800–750°C со скоростью более 100 град/сек. Кристаллизация чугуна идет с образованием дендритов аустенита наряду с выделениями цементита и отдельных включений графита. При последующем цикле движения отливки рассматриваемый участок перемещается в вышележащие зоны, где между поверхностью отливки и кристаллизатором возникает газовый зазор 10, который образуется за счет увеличения диаметра кристаллизатора и усадки затвердевшего металла. Причем при движении отливки вверх ее приливы скользят по пазам кристаллизатора, выполняя роль направляющих, и автоматически устанавливают одинаковый по периметру и изменяющийся только по высоте зазор 10 между поверхностью отливки и кристаллизатором, что обеспечивает равномерный теплоотвод от поверхности отливки и способствует получению качественных изделий без разностенности.

Увеличение диаметра кристаллизатора в направлении движения отливки создает определенный в каждом сечении кристаллизатора зазор, что обеспечивает заданную интенсивность теплоотвода от поверхности отливки в течение всего времени ее формирования. Кроме того, создание искусственного зазора значительно снижает силу трения между затвердевшей корочкой и рабочей поверхностью кристаллизатора. В средней зоне кристаллизатора 1 интенсивность теплоотвода уменьшается до $(3-1) \cdot 10^3$ Вт/м² · град, что создает оптимальные условия для кристаллизации чугуна с образованием дендритов аустенита и графитной эвтектики и предотвращает образование цементита. В верхней зоне кристаллизатора, где зазор между отливкой и кристаллизатором 1 существенно увеличивается за

счет расточки 2, интенсивность теплоотвода падает до $0,3 \cdot 10^3$ Вт/м² · град. В связи с этим температура наружной поверхности отливки повышается до 920–980°C, что создает условия для распада цементита, образовавшегося в наружных слоях отливки при кристаллизации начальной корочки. При выходе из кристаллизатора отливка имеет температуру около 950°C и процесс распада цементита продолжается. Охлаждение отливки вне кристаллизатора до температуры 670–720°C осуществляют на воздухе со средней скоростью 0,9–1,1 град/сек или со скоростью 0,4–0,6 град/сек, что достигается применением экрана 5, устанавливаемого над кристаллизатором 1. В первом случае заготовка имеет перлитную, а во втором – феррито-перлитную металлическую основу.

В результате получают равностенную заготовку без отбела с перлитной или феррито-перлитной металлической матрицей и мелко- и среднепластинчатыми включениями графита в средней и внутренней зонах по толщине стенки отливки. В наружных слоях заготовки толщиной 1,5–2,5 мм присутствует междендритный графит, но этот слой всегда входит в припуск на механическую обработку.

Использование кристаллизаторов, отличающихся по профилю рабочей поверхности от предлагаемого, не обеспечивает получения качественных заготовок и стабильность процесса литья. Слишком большой зазор между отливкой и кристаллизатором приводит к подплавлению затвердевшей корочки и ее обрыву. Малый зазор не создает необходимых условий для кристаллизации чугуна без образования цементита. К таким же результатам приводит повышение мениска жидкого металла над кристаллизатором или его опускание ниже верхнего торца. Высота кристаллизатора находится в прямой зависимости от диаметра получаемой заготовки. Слишком большая высота приводит к переохлаждению жидкой ванны в кристаллизаторе и образованию "мостов". Малая высота кристаллизатора не обеспечивает получение заготовок заданной толщины.

Извлечение отливки по заданному режиму обеспечивает плавное нарастание скорости отливки от нуля до мак-

симального значения в течение каждого цикла, что исключает резкие динамические нагрузки на затвердевающую корку. Применение соединительного стакана вставного типа исключает подплывы под нижний торец кристаллизатора и создает условия для свободного перемещения отливки вдоль кристаллизатора.

П р и м е р. Производилась отливка 10 заготовок для изготовления поршневых колец из чугуна следующего химсостава: 3,1% С; 1,75% Si; 1,43% Mn; 0,08% S; 0,45% P; 0,32% Cr; 0,5% Ni. Применялся медный кристаллизатор с 15 внутренним диаметром 102 мм и высотой 200 мм. Рабочая поверхность кристаллизатора имела плавное увеличение диаметра на 0,7 мм на высоте 135 мм и расточку в верхней части высотой 20 65 мм с увеличением диаметра на 1,4 мм. На рабочей поверхности кристаллизатора было выполнено 48 продольных пазов через 2-23°, эллипсным профилем в поперечном сечении, глубиной 25 0,8 мм и шириной 1,2 мм. Соединительный стакан вставного типа был изготовлен из шамотографита с высотой вставляемого бурта 5 мм и шириной стенки бурта по верхнему торцу 4 мм. 30 Процесс литья вели с частотой 1,0 ц/сек, высотой хода отливки за один цикл 12 мм при соотношении времени движения ко времени остановки ~ 1. Максимальная скорость движения отливки в течение цикла составляла 35 0,034 м/сек. Средняя скорость извлечения отливки составляла 0,012 м/сек. Охлаждение отливки вне кристаллизатора осуществлялось на воздухе в условиях естественной конвекции. Получена заготовка без отбела с перлитной металлической основой, мелко- и 40 среднепластинчатым графитом баллов Гд 4-Гд 6 и равномерно распределенными включениями фосфидной эвтектики. Твердость чугуна составила 270 НВ; 2 предел прочности на разрыв 40 кг/мм; плотность чугуна 7,31 г/см³. При обработке опытных заготовок брака по вине литья не обнаружено. Все детали полностью соответствуют техническим требованиям, предъявляемым к поршневым кольцам.

Использование предлагаемого способа и устройства для его осуществления позволит устранить наиболее распространенные литейные дефекты: уса-

дочную и газовую пористость, неметаллические включения, газовые раковины, несоответствие структуре и т.п. Регулирование теплоотвода от затвердевающей отливки позволяет управлять процессом ее формирования и получать заготовки с заданной структурой и физико-механическими свойствами. Способ обеспечивает высокую производительность труда, легко поддается механизации и автоматизации, позволяет создавать многоручьевые установки, существенно снижает трудоемкость изготовления отливок и обеспечивает высокую культуру производства, так как исключает изготовление форм и стержней, выбивку, обрубку и очистку литья.

Формула изобретения

1. Способ непрерывного литья полых, чугунных заготовок, включающий непрерывную заливку чугуна через сифонную литниковую систему в полость водоохлаждаемого кристаллизатора и извлечение по циклическому режиму затвердевающей заготовки вверх, о т л и ч а ю щ и с я тем, что, с целью получения чугунных заготовок с перлитной металлической основой и стабилизации процесса литья, уровень металла в литниковой системе поддерживают на уровне верхнего торца кристаллизатора, при этом интенсивность теплоотвода от поверхности отливки в зоне, расположенной выше зоны затвердевания начальной корки до уровня, равного 2/3 40 высоты кристаллизатора, изменяют в пределах $(4,5-0,7) \cdot 10^3$ Вт/м² град, а в верхней трети кристаллизатора - в пределах 300-400 Вт/м² град, затем отливку охлаждают вне кристаллизатора до температуры на 25-30°С ниже температуры эвтектоидного превращения со средней скоростью 0,9-1,1 град/сек.

2. Устройство для осуществления способа по п. 1, содержащее сифонную литниковую систему, соединительный 50 стакан с буртом, водоохлаждаемый кристаллизатор с продольными пазами на рабочей поверхности, механизм вытягивания и механизм резки, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, высота рабочей поверхности кристаллизатора в 1,5-3 раза больше его диаметра и на 2/3 высоты выполнена в виде усеченного конуса, диаметр верхнего основания ко-

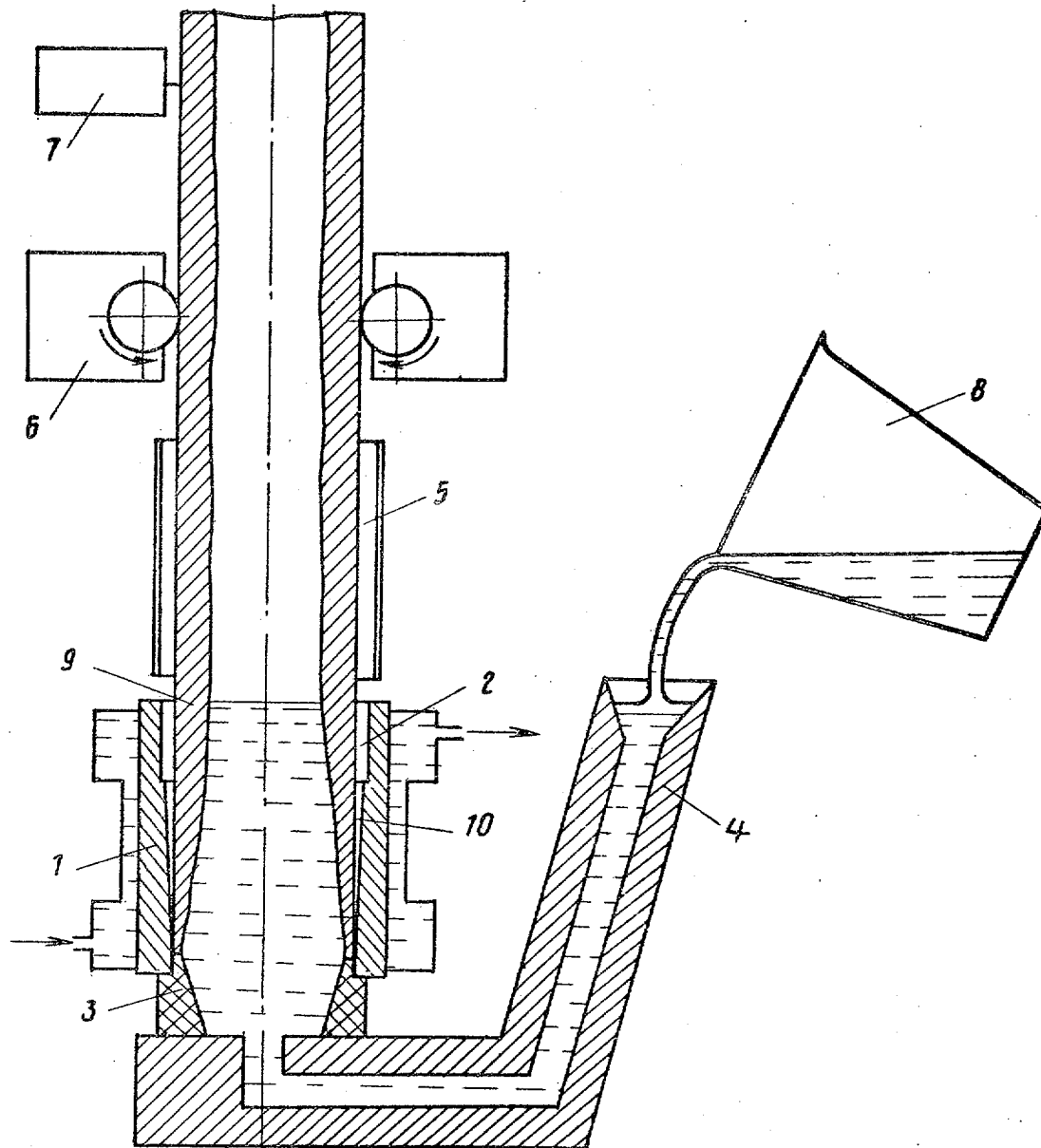
того на 0,1-2,0% больше диаметра нижнего, причем в верхней трети кристаллизатора выполнена цилиндрическая расточка, диаметр которой в 1,005-1,05 раза больше диаметра верхнего основания усеченного конуса, а продольные пазы расположены через 2-23 градуса.

3. Устройство по п. 2, отличающееся тем, что высота вставляемого бурта соединительного стакана равна 0,01-0,04 высоты кри-

сталлизатора, а толщина - 0,015-0,16 его диаметра.

4. Устройство по п. 2, отличающееся тем, что, с целью уменьшения интенсивности охлаждения заготовки, оно снабжено съемным экраном, расположенным над кристаллизатором.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе
1. Вейник А.И. Кокиль. М., 1962, с. 127-137, рис. 36-(прототип).



Составитель В. Битков

Редактор Н. Аристова Техред Т. Маточка Корректор А. Гриценко
Заказ 10526/7 Тираж 852 Подписное

ВНИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4