



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 3768671/22-02
(22) 13.07.84
(46) 23.06.86. Бюл. № 23
(71) Белорусский ордена Трудового
Красного Знамени политехнический
институт
(72) С.Н. Леках, В.А. Розум,
Н.И. Бестужев, И.М. Кавицкий,
И.П. Столяров, А.Г. Никитин
и В.В. Иванов
(53) 621.745(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 558942, кл. С 21 С 1/10, 1975.
Авторское свидетельство СССР
№ 834141, кл. С 21 С 1/10, 1980.
(54)(57) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧ-
НОГО ЧУГУНА С ШАРОВИДНЫМ ГРАФИТОМ,
включающий расплавление шихты в ин-

дукционной печи, перегрев расплава,
ковшовую обработку лигатурой редкозе-
мельных металлов в количестве 0,1-
0,3% от массы расплава и последующее
модифицирование в литейной форме маг-
нийсодержащей присадкой в кол-честве
0,5-1,5% от массы расплава, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью
обеспечения стабилизации и равномер-
ности структуры и прочностных свойств
чугуна в мелких отливках массой 0,1-
1 кг, размещенных в многоместных фор-
мах, расплав в индукционной печи об-
рабатывают при 1500-1550°C смесью си-
ликокальция с углеродсодержащим мате-
риалом при соотношении 1-(0,5-2,0)
в количестве 0,5-1,5% от массы рас-
плава.

Изобретение относится к области литейного производства, а именно к способам получения чугуна с шаровидным графитом, и может быть использовано при массовом производстве мелких машиностроительных отливок.

Целью изобретения является стабилизация и равномерность структуры и прочностных свойств чугуна в мелких отливках массой от 0,1 до 1 кг, расположенных в многоместных формах.

Расплав, перегретый в индукционной печи до 1500-1550°C, при максимальной нагрузке на индукторы, обеспечивающей интенсивное перемешивание расплава, обрабатывают смесью силикокальция с углеродсодержащим материалом в количестве 0,5-1,5% от массы расплава и соотношением компонентов в смеси соответственно 1:(0,5-2,0), затем обрабатывают в ковше лигатурой редкоземельных металлов в количестве 0,1-0,3% от веса расплава и ведут последующее модифицирование магнийсодержащей присадкой в литейной форме в количестве 0,5-1,5% от ее металлоемкости. В качестве магнийсодержащей присадки может использоваться лигатура железо-кремний-магний либо механическая смесь 75% ферросилиция и гранулированного магния, содержащие 7 - 12% магния.

Применение тройной последовательной обработки расплава в плавильном агрегате (индукционная печь), ковше и в литейной форме позволяет стабилизировать, а также выравнять структуру и свойства металла в мелких отливках, расположенных в многоместных формах.

Печная обработка расплава смесью силикокальция с углеродсодержащим материалом в количестве 0,5-1,5% массы расплава и соотношением компонентов в смеси соответственно 1:(0,5-2,0) позволяет понизить содержание свободной серы и сократить за счет интенсивного перемешивания количество серы, связанное в сульфиды кальция.

Температура ввода смеси определяется, исходя из наиболее эффективного ее влияния на процессы рафинирования расплава. При температуре выше 1550°C не наблюдается повышения эффективности рафинирования расплава, кроме того, значительно снижается стойкость футеровки печи. При температуре жидкого расплава ниже 1500°C

кальций плохо рафинирует ввиду ухудшения растворимости в жидком чугуне.

Обработка расплава в печи смесью силикокальция и углеродсодержащего материала позволяет создать восстановительную атмосферу в зоне реакции, в также повышенную концентрацию углерода, способствующую повышению активности серы и снижению активности кислорода, что приводит к значительной интенсификации процесса рафинирования. Особенностью предлагаемого варианта обработки в плавильном агрегате является высокая степень полезного использования кальция на десульфурацию по сравнению с вариантом ковшевой обработки. Соотношение силикокальция к углеродсодержащему материалу 1:(0,5-2,0) и количество смеси от массы расплава выбраны экспериментально, исходя из практических данных по содержанию серы в исходном расплаве.

Нижние пределы (0,5% расхода смеси и соотношение ее компонентов 1,0-2,0) установлены, исходя из достижения требуемой степени рафинирования расплава при относительной чистой по сере шихте (до 0,03% S). Верхние (1,5% расхода смеси и соотношения ее компонентов 1-0,5) - исходя из предела растворимости кальция в чугуне и высокой степени загрязненности исходного расплава (до 0,1% серы).

Ковшевая обработка лигатурой, содержащей РЗМ черневой группы, приводит последующую глубокую очистку расплава от кислорода, препятствующего образованию шаровидного графита. По сравнению с известным способом, при осуществлении которого образующиеся продукты реакции с трудом удаляются из расплава ввиду их высокой плотности и минералогии, по предлагаемому способу обработка РЗМ после рафинирования в печи позволяет существенно сократить количество остаточных неметаллических включений. РЗМ, взаимодействуя с кислородом и остаточными сульфидами кальция, образует сложные комплексные соединения, легко удаляющиеся из расплава. Наличие в лигатуре РЗМ способствует повышению равномерности усвоения магния при последующей обработке в форме и снижает предел остаточного содержания магния, при котором образуется чугун с шаровидным графитом, что в значительной

степени повышает стабильность структуры и свойств в мелких отливках.

Верхний предел лигатуры РЗМ (0,3%) выбран, исходя из необходимости ограничения содержания РЗМ в чугуне по причине отбела. Высокое содержание РЗМ, особенно в мелких отливках, расположенных в многоместных формах, приводит к образованию цементита. Нижний предел лигатуры РЗМ (0,1%) определяется, исходя из эффективности рафинирования расплава.

Установлено, что обработка вначале в плавильном агрегате предлагаемой смесью, а затем РЗМ в ковше позволяет снизить содержание вредных десфероидизаторов графита и уменьшить активность кислорода.

При заливке расплава в форму происходит растворение магнийсодержащей присадки и модифицирование чугуна. Наличие низкого остаточного содержания примесей, остаточное содержание РЗМ после ковшевой обработки в совокупности с магнием, поступающим из магнийсодержащей присадки в реакционной камере, обеспечивает формирование шаровидного графита, при этом выравнивается степень модифицирования расплава при сфероидизирующей обработке в литейной форме.

Величина добавки модифицирующей присадки (0,5-1,5%) в литейную форму определяется экспериментально и зависит от содержания в ней магния.

Пример. Для получения сравнительных результатов испытания известного и предлагаемого способов проводят на двух составах чугунов с различным содержанием серы. Расплавление шихты и доводку расплава по температуре проводят в индукционной печи емкостью 1 т. Обработку расплава ведут известным способом, предполагающим ввод РЗМ-содержащей лигатуры (на нижнем пределе 0,1% и верхнем пределе 0,3%) и последующую сфероидизирующую обработку магнийсодержащей присадкой в многоместной форме (на нижнем пределе 0,5% и верхнем 1,5%), наклоненной под углом 15° для обеспечения последовательного заполнения проб весом от 0,1 до 1 кг, а также предлагаемым способом, предусматривающим тройную обработку расплава в печи смесью 30% силикокальция с графитизированным коксиком (на нижнем

пределе 0,5% расхода смеси и соотношении ее компонентов 1,0-2,0 на верхнем пределе 1,5% расхода смеси и отношении ее компонентов 1:0,5), в ковше лигатурой, содержащей РЗМ цериевой группы (на нижнем пределе расхода 0,1% и верхнем пределе 0,3%), и сфероидизирующую обработку в форме магнийсодержащей присадкой (на нижнем пределе расхода 0,5% и на верхнем пределе 1,5%). Величина добавок при составе исходного чугуна с содержанием серы до 0,05% находится на верхних пределах, а при содержании серы до 0,01% - на нижних пределах.

Образцы для механических испытаний и исследования структуры вырезают из проб. Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Применение предлагаемого способа получения ВЧШГ позволяет существенно стабилизировать структуру и свойства металла во всех пробах формы. Использование известного способа дает удовлетворительные результаты только при использовании исходного чугуна с низким содержанием серы до 0,01%, что может быть достигнуто применением специальных шихтовых материалов (рафинированного литейного чугуна, окатышей и т.д.), однако и при этом имеют место случаи неполного модифицирования некоторых мелких отливок.

Для определения оптимальности параметров проведения способа проводят три серии экспериментов. В первой серии исследуют влияние расхода добавки смеси при постоянной температуре и соотношении силикокальция к углеродсодержащему материалу на пределы колебания прочности обработанного чугуна. Во второй - исследуют влияние соотношения силикокальция к углеродсодержащему материалу при постоянной температуре и величине расхода добавки. В третьей серии исследуют влияние температуры на стабильность прочностных свойств чугуна. Исходное содержание серы в расплаве во всех случаях составляет 0,04%. Образцы для механических испытаний и исследования структуры вырезают из проб. Результаты испытания приведены в табл. 2.

Во всех плавках трех серий эксперимента расплавление шихты и доводку расплава по температуре проводят в индукционной печи емкостью 1 т. Обработку расплава проводят по предлага-

емому способу, включающему рафинирование в индукционной печи, обработку РЗМ-содержащей добавкой в количестве 0,2% и последующую сфероидизирующую обработку магнийсодержащей присадкой в многоместной наклоненной форме под углом 15° для последовательного заполнения проб весом от 0,1 до 1 кг. Величина магнийсодержащей присадки составляет 1% от металлоемкости формы.

При получении отливок из высокопрочного чугуна наиболее распространенных марок ВЧ45-5, ВЧ50-2, ВЧ50-7 допустимые пределы колебания прочности составляют ± 30 МПа. В противном случае, при превышении верхнего

уровня предела прочности не обеспечивается требуемое относительное удлинение в мелких отливках, а нижний уровень ограничен требованием ГОСТа. Этим требованиям удовлетворяет предлагаемый способ при выполнении условий по температуре обработки и составу смеси.

10

Таким образом, получение чугуна с шаровидным графитом по предлагаемому способу позволяет получать мелкие отливки весом от 0,1 до 1 кг, расположенные в многоместных отливках, с равномерной структурой и стабилизированными свойствами при использовании традиционных шихтовых материалов.

Т а б л и ц а 1

Способ обработки	Содержание серы в исходном чугуне	Номера проб в порядке их заполнения							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Известный	0,01	$\frac{70^*}{400}$	$\frac{85}{500}$	$\frac{90}{550}$	$\frac{95}{560}$	$\frac{90}{540}$	$\frac{90}{530}$	$\frac{65}{390}$	$\frac{65}{410}$
	0,05	$\frac{55}{310}$	$\frac{50}{300}$	$\frac{60}{320}$	$\frac{65}{340}$	$\frac{55}{320}$	$\frac{65}{345}$	$\frac{55}{315}$	$\frac{55}{310}$
Предлагаемый	0,01	$\frac{99}{580}$	$\frac{97}{570}$	$\frac{99}{580}$	$\frac{99}{575}$	$\frac{97}{560}$	$\frac{99}{570}$	$\frac{99}{580}$	$\frac{99}{580}$
	0,05	$\frac{97}{570}$	$\frac{97}{580}$	$\frac{95}{570}$	$\frac{95}{575}$	$\frac{97}{580}$	$\frac{99}{580}$	$\frac{97}{570}$	$\frac{97}{565}$

* Числитель дроби - значения степени сфероидизации графита, %;
знаменатель дроби - предел прочности на разрыв, МПа.

Т а б л и ц а 2

Серия	Температура обработки, °С	Расход смеси, %	Соотношение 30% SiCa к графитизированному коксику в смеси	Пределы колебания прочности, МПа
I	1520	0,1	1:2	40
		0,5	1:2	30
		1,0	1:2	20
		1,5	1:2	15
		2,0	1:2	15
II	1520	1,0	1:3	30
		1,0	1:2	20
		1,0	1:0,5	10
		1,0	1:0,1	50
III	1450	1,0	1:1	50
	1500	1,0	1:1	20
	1550	1,0	1:1	10
	1600	1,0	1:1	10

Редактор Н. Егорова

Составитель К. Соркин
Техред Н. Бонкало

Корректор Т. Колб

Заказ 3355/21

Тираж 552

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4