



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГНТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4236363/31-02  
(22) 27.04.87  
(46) 15.02.89. Бюл. № 6  
(71) Белорусский политехнический институт и Производственное объединение "Павлодарский тракторный завод"  
(72) Г.Ф.Андреев, М.М.Бондарев, В.М.Михайловский, Я.И.Гельбштейн, Б.В.Кюн, А.М.Руденко, В.А.Чайкин и В.М.Ткаченко  
(53) 669.15-198(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 1275056, кл. С 22 С 35/00, 1986.  
Авторское свидетельство СССР № 121777, кл. С 22 С 35/00, 1984.  
(54) МОДИФИКАТОР ДЛЯ СЕРОГО ЧУГУНА  
(57) Изобретение относится к литейному производству, в частности к составам модификаторов, применяемых при производстве разностенных отливок из высококачественного серого чугуна.

Цель изобретения - снижение отбела, выравнивание твердости разностенных отливок. Модификатор содержит алюминий, кремний, редкоземельные металлы цериевой группы, кальций, магний, марганец, углерод, барий, медь и свинец при следующем соотношении компонентов, мас. %: алюминий 20-60; кремний 12-24; РЭМ 11-22; кальций 0,3-5,0; магний 2-5,0; медь 4-7; марганец 3-8; барий 4-8; свинец 0,2-2,0; углерод 0,3-1,1; железо остальное. Дополнительный ввод углерода, магния, марганца, меди и свинца способствует повышению графитизирующей способности модификатора и стабилизации перлита в чугуне, особенно в толстых сечениях. Одновременное снижение твердости в тонких сечениях гарантирует хорошую обрабатываемость литья на автоматических линиях. 2 табл.

Изобретение относится к литейному производству, а именно к составам комплексных модификаторов, применяемых при производстве разностенных отливок из высококачественного серого чугуна.

Цель изобретения - снижение отбела, выравнивание твердости разностенных отливок и повышение механических свойств чугуна.

Модификатор, содержащий алюминий, кремний, редкоземельные элементы, кальций, барий, железо, дополнительно содержит магний, медь, марганец, углерод и свинец при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Алюминий	20-60
Кремний	12-24
РЭМ	11-22
Кальций	0,3-5,0
Барий	4-8
Свинец	0,2-2,0
Магний	2-5,0
Медь	4-7
Марганец	3-8
Углерод	0,3-1,1
Железо	Остальное

Магний, вступая в реакцию с серой, образует тугоплавкие включения, что способствует измельчению эвтектического зерна металлической матрицы и повышению механических свойств

чугуна. Снижение концентрации магния ниже 2 мас.% в модификаторе приводит к ухудшению этих характеристик, а повышение его концентрации более 5 мас.% - к значительному пирроэффекту.

Медь способствует перлитизации металлической матрицы в чугунах и некоторому повышению твердости в толстых сечениях отливок. Нижний предел содержания меди в модификаторе (4 мас.%) обусловлен ее перлитизирующим воздействием на структуру отливок. Верхний предел (7 мас.%) установлен исходя из возможности появления кромочного отбела при содержании других компонентов в составе модификатора на нижнем уровне.

Марганец является перлитизатором, способствует повышению твердости чугуна, особенно в толстых сечениях отливки. Нижний предел содержания марганца (3 мас.%) обусловлен началом проявления его действия, а верхний (8 мас.%) - возможностью возникновения отбела чугуна.

Углерод активизирует процесс графитообразования в чугунах при его обработке модификатором. Нижний предел (0,3 мас.%) углерода в модификаторе недостаточен для проявления графитообразующего эффекта, верхний (1,1 мас.%) обусловлен трудностью растворения углерода в модификаторе при его производстве.

Кальций эффективно связывает серу. При уменьшении его концентрации ниже 0,3 мас.% уменьшается общая эффективность модификатора, что сказывается на уровне механических свойств. Увеличение концентрации кальция выше 5,0 мас.% затрудняет растворение модификатора.

Барий, обладая большим сродством к сере, позволяет эффективно переводить ее в связанное состояние с образованием нерастворимых сульфидов бария. Вместе с тем при растворении избыточного количества несвязанного бария в чугунах происходит ферритизация металлической основы и снижение его твердости. При этом улучшается обрабатываемость поверхностей тонких частей отливок. Нижний предел содержания бария в модификаторе (4 мас.%) обусловлен необходимостью обеспечения достаточно высокой десульферирующей способности, верхний (8 мас.%)

требованием сохранения высокой концентрации других элементов, входящих в состав модификатора.

Ввод в состав модификатора редкоземельных элементов цериевой группы способствует более полной десульфурации чугуна. Сульфиды церия, будучи более тяжелыми, чем сульфиды магния и кальция, остаются в металле, что способствует увеличению количества центров графитизации углерода, тем самым снижая вероятность образования структурно-свободных карбидов.

Нижний предел содержания РЭМ в модификаторе (11 мас.%) обусловлен необходимостью достижения достаточно высоких механических свойств чугуна при уменьшении его склонности к отбелу. Верхний предел (22 мас.%) ограничен из-за необходимости сохранения небольших различий твердости в тонких и толстых сечениях отливок.

Алюминий введен в состав модификатора в качестве раскислителя чугуна. Раскисляя расплав, алюминий усиливает действие бария, кальция, магния и РЭМ, так как снижается расход этих элементов на связывание кислорода.

Кроме того, алюминий насыщает активность углерода в чугунах, способствуя его осаждению на зародышах графитной фазы. Однако при избыточных концентрациях алюминия возможно образование комплексных алюмокарбидов железа, что может способствовать повышению твердости чугуна. В связи с этим верхний предел содержания алюминия ограничен 60 мас.%. Снижение концентрации алюминия менее 20 мас.% приводит к ухудшению растворимости модификатора и уменьшается его раскисляющая способность.

Ввод кремния в состав модификатора приводит к повышению активности углерода и усиливает графитизацию чугуна, особенно в присутствии неметаллических включений окислов и нитридов алюминия, а также сульфидов РЭМ. При содержании кремния менее 12 мас.% снижается графитизирующая способность модификатора. Увеличение доли кремния более 24 мас.% не приводит к ее существенному насыщению.

Ввод свинца в состав модификатора при повышенной степени рафинирования расплава по сере способствует измельчению и приданию более компактной формы включений графита.

При содержании свинца менее 0,2 мас. % в модификаторе не наблюдается заметного изменения размеров графитных включений. Увеличение его содержания более 2,0 мас. % ухудшает процесс графитизации.

Для выплавки модификатора применяли печь типа ИСТ-0,06. В шихту для производства модификатора входят сплавы алюминия либо их технологический возврат; лигатура ФС30РЗМ30 или модификатор МЦ-40, содержащие редкоземельные металлы цериевой группы; кальций в составе СК-30; подшихтовку по магнию, меди, марганцу и свинцу можно проводить выбором для плавки соответствующего алюминиевого сплава, а также используя соответствующие технически чистые металлы и ферромарганец; барий вводится в составе лигатуры ФСВа20. Углерод поступает в модификатор в составе ферросплавов, также как и железо. Для получения углерода в модификаторе на верхнем заявляемом пределе вводимые ферросплавы должны быть предварительно науглерожены, так как введение углерода в виде графита или коксика в состав готового жидкого модификатора затруднено.

Для проведения сравнительных испытаний известного и предлагаемого модификаторов в индукционной печи ИСТ-0,06 переплавляли возврат литья чугунолитейного цеха. Химический состав чугуна перед заливкой его в формы содержащий, %: углерод 3,0; кремний 2,0; марганец 0,6; хром 0,15; сера 0,1. Температуру чугуна при заливке контролировали термопарой ПП-1, которая составляла 1360°C. В форме располагали по 4 трехступенчатых плиты высотой 50 мм, длиной 120, толщиной стенок: тонкой 5 мм, средней 15 мм, толстой 40 мм. Из средней и толстой стенки вырезали образцы на растяжение. Твердость чугуна оценивали в середине каждой ступени. Средние значения твердости и прочности чугуна в различных сечениях при применении модификаторов, известного на среднем

и предлагаемого на нижнем, среднем, верхнем, а также ниже нижнего и выше верхнего уровнях содержания компонентов (табл.1) оценивали в каждой форме по результатам четырех испытаний. Отбел контролировали по двум клиновым пробам, расположенным в каждой форме. Модификаторы применяли в виде литых вставок массой 0,1% от металлоемкости формы и устанавливали под стояком.

Результаты экспериментов приведены в табл.2.

Сравнительный анализ результатов, полученных при использовании известного и предлагаемого модификаторов, показал, что при использовании предлагаемого модификатора достигается наиболее высокий уровень свойств в отливке, при этом снижается отбел, повышается твердость в толстых и понижается в тонких сечениях отливки. Одновременное снижение твердости в тонких стенках гарантирует хорошую обрабатываемость литья, что особенно важно при обработке заготовок резанием на автоматических линиях.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Модификатор для серого чугуна, содержащий алюминий, кремний, кальций, редкоземельные металлы цериевой группы, барий и железо, отличается тем, что, с целью снижения отбела, выравнивания твердости разностенных отливок и повышения механических свойств чугуна, он дополнительно содержит магний, медь, марганец, углерод и свинец при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Алюминий	20-60
Кремний	12-24
РЗМ	11-22
Кальций	0,3-5,0
Магний	2-5,0
Медь	4-7
Марганец	3-8
Барий	4-8
Свинец	0,2-2,0
Углерод	0,3-1,1
Железо	Остальное

Таблица 1

Модификатор	Уровень содержания ин- градиентов	Содержание компонентов, мас. %											
		Al	Si	PЗМ	Ca	Mg	Cu	Mn	Ba	Pb	C	Fe	
Известный 1	Средний	52,5	22,5	11,5	0,45	-	-	-	-	-	-	-	Остальное
Предлагае- мый 2	Средний	40	18	16,5	2,65	3,5	5,5	5,5	6	1,1	0,7	-"	
3	Нижний	50	12	11	0,3	2	4	3	4	0,2	0,3	-"	
4	Ниже нижнего	60	10	9	0,1	1	2	2	3	0,1	0,2	-"	
5	Верхний	20	18	22	5,0	5	7	8	8	2,0	1,1	-"	
6	Выше верхнего	20	12	24	5,0	5,0	8	9	9	3	1,2	-"	
7	Верхний по кремнию и PЗМ	40	24	22	0,3	2	4	3	4	0,2	0,3	-"	

Таблица 2

Применя- емый мо- дифика- тор	Стенка 40 мм		Стенка 15 мм		Стенка 5 мм	Отбел, мм
	$\sigma_B$ , МПа	НВ	$\sigma_B$ , МПа	НВ	НВ	
1	190	185	210	200	220	6
2	240	215	250	220	220	2
3	200	200	200	210	225	2
4	170	195	200	210	225	5
5	230	210	240	220	230	3
6	230	220	250	230	230	6
7	210	200	230	210	230	3

Составитель А. Бармыков

Редактор Н. Киштулинец

Техред М. Дидык

Корректор М. Самборская

Заказ 329/30

Тираж 576

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

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