



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1313886 A1

(5) 4 С 22 С 35/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 3949672/31-02  
(22) 04.09.85  
(46) 30.05.87. Бюл. № 20  
(71) Белорусский политехнический институт и Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт технологии машиностроения  
(72) А. А. Луданов, В. М. Михайловский, В. М. Королев, Ю. Л. Первозкин и Р. Н. Адамович  
(53) 669.13-98(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 1081230, кл. С 22 С 35/00, 1984.  
Авторское свидетельство СССР № 533666, кл. С 22 С 35/00, 1975.  
(54) ЛИГАТУРА  
(57) Изобретение относится к литейному производству, а именно изысканию

новых составов лигатур для производства отливок из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом. Целью изобретения является повышение степени усвоения сфероидизирующих и легирующих компонентов, стабилизация свойств в разностенных сечениях отливок и снижение себестоимости чугуна. Предложенная лигатура содержит, мас. %: кремний 10-25; магний 4-10; барий 4-8; марганец 25-45; углерод 2,0-4,5; стронций 1,5-4,5; церий 0,2-0,8; железо остальное. Предложенная лигатура обладает высоким сфероидизирующим эффектом и позволяет получить полностью перлитную структуру чугуна с пределом прочности более 650 МПа. 3 табл.

(19) SU (11) 1313886 A1

Изобретение относится к литейному производству, а именно к изысканию составов лигатур для производства отливок из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом.

Цель изобретения - повышение степени усвоения сфероидизирующих и легирующих элементов, стабилизация свойств в разностенных сечениях отливок.

Предложенная лигатура содержит мас. %:

Церий	0,2-0,8
Магний	4-10
Кремний	10-25
Барий	4-8
Стронций	1,5-4,5
Углерод	2,0-4,5
Марганец	25-45
Железо	Остальное

Обоснование выбранных пределов содержания ингредиентов (установлено экспериментально).

Церий способствует стабилизации шаровидной формы графита. При содержании церия в лигатуре менее 0,2% снижается сфероидизирующий эффект и графит вместо правильной шаровидной формы принимает компактную, а при содержании церия в лигатуре более 0,8% увеличивается склонность ВЧПГ к отбелу.

Магний - сфероидизатор графита и одновременно рафинирует расплав от вредных примесей: серы, кислорода, азота. Содержание магния ниже 4% не обеспечивает получение полностью шаровидной формы графита, при содержании Mg более 10%, снижается степень усвоения магния и ухудшаются условия модифицирования жидкого чугуна.

Стронций обеспечивает получение равномерных свойств в разностенных отливках с толщиной стенки от 10 до 40 мм, а также препятствует разложению эвтектоидного цементита перлита в массивных сечениях отливок, препятствуя ферритизации металлической основы, т.е. способствует нормализации последней. Критерием оценки однородности неметаллической основы по сечению отливки является твердость.

При содержании кремния в лигатуре менее 10% уменьшается эффективность графитизации чугуна, образуется структурно-свободный цементит, который не устраняется вторичным модифицированием, а при содержании бо-

лее 25% уменьшается удельный вес лигатуры, степень усвоения элементов и сфероидизации графита.

Содержание бария в лигатуре в количестве 4-8% обеспечивает получение отливок без отбела и является оптимальным. Кроме этого, барий совместно с церием и магнием усиливает эффект сфероидизации графита. Присутствие стронция в составе лигатуры обеспечивает получение одинаковых свойств в различных стенках отливки. Нижний предел выбран исходя из минимального количества для получения стабильных результатов в стенке толщиной 40 и 10 мм. Верхнее ограничение связано с некоторым ухудшением формы графитовых включений в массивных сечениях отливки.

Углерод в составе лигатуры способствует увеличению центров кристаллизации графитной фазы, что благоприятно сказывается на распределении и размерах графитных включений в металлической матрице, а также на снижении температуры плавления лигатуры. Содержание углерода в лигатуре менее 2% оказывает незначительное влияние на зарождение центров кристаллизации графита, а при содержании более 4,5% ухудшается степень усвоения углерода в лигатуре, резко увеличивается количество графитных включений, что отрицательно сказывается на прочностных свойствах чугуна.

Марганец является перлитизатором металлической матрицы. Содержание марганца в количестве 25-45% обеспечивает не только стабильную перлитную структуру, но и позволяет получать удельный вес лигатуры не менее 4,8 г/см<sup>3</sup>, чем обеспечивается активное взаимодействие между жидким металлом и лигатурой. При этом, нет необходимости в создании специальных способов ее ввода в жидкий чугун. Содержание марганца в лигатуре менее 25% снижает ее удельный вес и увеличивает склонность чугуна к ферритизации, а при содержании более 45% очень трудно корректировать химический состав ВЧПГ, в связи с наличием марганца в исходных литейных чугунах, а также повышенной склонностью чугуна к отбелу. Присутствие в лигатуре церия, магния, бария резко увеличивает ее десульфурисующую способность.

Пример. Лигатуру получают в индукционной печи ИСТ-0,06. В качестве шихтовых материалов используют церий в виде ферроцерия (ТУ 48-4-280-73), магний первичный Мг95 (ГОСТ 804-72); кремний в виде электрогенного ферросилиция ФС 75 (ГОСТ 1415-78), барий в виде ферросиликобария ФС 60 Ba 22 (ТУ 14-5-160-84), стронций в виде гексафторсиликата стронция (ТУ 6-08-3620-74), марганец в виде ферромарганца Мн1 (ГОСТ 4755-70). Содержание углерода доводят путем введения завалку мелкодробленого боя электродов. Железо доводится до заданных пределов завалкой в шихту литейного чугуна ЛК1 (ГОСТ 4832-79).

На дно тигеля индукционной печи засыпают мелкодробленый бой электродов и смешивают последний с гексафторсиликатом стронция ферроцерий, а затем все остальные компоненты шихты. Плавку ведут при 1250°C. В качестве покровного флюса для обеспечения невозгорания магния используют поваренную соль (NaCl). После расплавления шихты и доводки ее по химсоставу разливают по изложницам. Химический состав приведен в табл. 1.

К легкоокисляющимся элементам в предложенной лигатуре относят церий, магний, барий, являющиеся сфероидизаторами графита в чугуне. Легирующими элементами являются марганец и стронций, обеспечивающие в комплексе перлитную структуру металлической основы и равномерные свойства в разностенных отливках.

Для сравнения в известном сплаве легкоокисляющимися элементами являются магний, кальций, барий, РЗМ, а легирующими - медь и марганец.

Испытание известного сплава и предложенной лигатуры показывают, что предложенный состав обеспечивает усвоение ее чугуном при более низких температурах без образования тугоплавкого шлака, а свойства чугуна в различных сечениях отличаются незначительно. В то время, как известный сплав дает большой разброс значений механических свойств по сечениям различной толщины. Одновременно с этим

себестоимость предлагаемой лигатуры ниже себестоимости известного сплава.

Результаты механических испытаний чугунов с шаровидным графитом в литом состоянии, полученных при модифицировании с помощью известной и предлагаемой лигатур, а также степень усвоения сфероидизирующих и легирующих элементов расплавом чугуна представлены соответственно в табл. 2 и 3.

Таким образом, для получения ВЧШГ предложена лигатура на основе марганца с удельным весом 4,8-5,8 г/см<sup>3</sup> и температурой плавления 945-1050°C, которая не требует специальных способов ввода ее в жидкий чугун и имеет относительно низкую стоимость. При этом данная лигатура обладает высоким сфероидизирующим эффектом и позволяет получить полностью перлитную структуру чугуна с пределом прочности более 650 МПа. Предлагаемую лигатуру можно отнести к категории "тяжелых" лигатур. Однако, она может успешно использоваться и при внутрiformенном модифицировании, хотя наиболее предпочтительно с экономической точки зрения использовать ее для модифицирования в ковше. Целесообразно использовать данную лигатуру при выплавке высокопрочного чугуна с применением в шихте металлизированных железорудных окатышей.

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

Лигатура, преимущественно для получения чугунных отливок, содержащая кремний, магний, барий, марганец, углерод и железо, отличающаяся тем, что, с целью повышения степени усвоения сфероидизирующих и легирующих компонентов, стабилизации свойств в разностенных сечениях отливок, она дополнительно содержит стронций и церий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Кремний	10-20
Магний	4-10
Барий	4-8
Марганец	25-45
Углерод	2,0-4,5
Стронций	1,5-4,5
Церий	0,2-0,8
Железо	Остальное

Т а б л и ц а 1

Лигатура	Пределы содержания ингредиентов	Химический состав, %											Себестоимость 1 т, <sup>*</sup> руб
		Cl	Mg	Ca	Ba	Cu	Mn	C	Sr	Si	РЗМ	Fe	
Известная	Средний	-	7,0	7,5	6,5	22,5	22,5	3,75		Остальное	4,5	8,0	1651
Предлагаемая	Нижний	0,2	4,0	-	4	-	25	2,0	1,5	10,0		Остальное	752
	Средний	0,5	7,0	-	6	-	35	3,25	3,0	17,5			1169
	Верхний	0,8	10,0	-	8	-	45	4,5	4,5	25,0			1585

\* Расчеты себестоимости выполнены на основании прейскуранта цен № 02-01 "Оптовые цены на цветные металлы" и прейскуранта цен № 01-05 "Оптовые цены на чугун и ферросплавы".

Лигатура	Пределы со- держания ин- гредиентов	Температура заливки, °С	Способ модифицирования			
			В ковше			
			Среднее значение твердости (НВ) об- разцов сечением, мм			
			10	20	40	60
Предлагаемая лигатура	Нижний	1360	226	220	215	208
		1410	235	230	224	218
	Средний	1360	248	245	240	233
		1410	252	250	247	240
	Верхний	1360	266	260	258	255
		1410	269	265	263	259
Известный сплав		1360	272	269	268	258
		1410	287	280	279	267

Т а б л и ц а 3

Лигатура	Пределы со- держания ин- гредиентов	Температура заливки, °С	Способ модифицирования			
			В ковше			
			Усвоение элементов		Механические свойства	
			Легкоокис- ляемые	Осталь- ные	МП	НВ
Предлагае- мая	Нижний	1360	46	76	610	220
		1410	39	79	630	230
	Средний	1360	43	82	650	245
		1410	36	84	660	250
	Верхний	1360	37	87	710	260
		1410	36	85	710	265
*Известный		1360	36	82	630	270
		1410	32	80	660	280

\* При обработке в ковше жидкого чугуна известным модификатором имеет место образование тугоплавкого шлама, в результате чего часть лигатуры "приварилась" к днищу ковша.