

знаками в цилиндрической части отливки. Затем идет уменьшение растягивающих напряжений ( $t = 52$  мин), и биметаллическая отливка испытывает только напряжение сжатия. Резкие перепады напряжений на наружной поверхности цилиндрической и внутренней поверхности кольцевой части отливки характеризуются перепадом температур в данных частях.

Применение легкоплавкого промежуточного слоя в биметаллических отливках позволяет уменьшить величины усадочных напряжений и дает возможность получать отливки практически с любыми соотношениями масс вставки и отливки.

УДК. 621.745.5:669.181.7 В.К.Винокуров, С.В.Киселев,  
С.А.Вербицкий

#### МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЧУГУНА В ОТКРЫТОМ КОВШЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИМ МАГНИЕМ

В настоящее время обработка жидкого чугуна магнием осуществляется главным образом в автоклавах и специальных герметизированных ковшах, что удлиняет технологический цикл и удорожает стоимость чугуна. При использовании эффективных магниевых лигатур не требуется сложных установок. Их ввод производится простыми способами, но такие лигатуры содержат дорогостоящие материалы — никель и медь.

Новый способ обработки жидкого чугуна металлическим магнием разработан на кафедре литейного производства черных и цветных металлов Белорусского политехнического института / I /. Сущность этого способа заключается в том, что кусок металлического магния запрессовывается в оболочку из порошка тугоплавкого металла. Оболочка является не только защитным покрытием, но и одновременно, обладая определенной пористостью, играет роль регулятора давления для магния. Погруженный принудительно на дно ковша брикет с магнием обеспечивает прохождение паров магния через всю толщину металлической ванны, что гарантирует его высокое усвоение расплавом. Кроме того, интенсивное перемешивание чугуна парами магния способствует быстрому удалению из расплава продуктов реакции (сульфида магния, оксида магния), имеющих сравнительно низкую плотность.

Описанный способ был успешно применен для производства чугуна с шаровидным графитом. В качестве исходных материалов для изготовления брикетов использовали металлический магний и порошковое железо марки ПЖМ. Достаточная механическая прочность брикетов достигается при давлении 3-5т/см<sup>2</sup>.

Чугун (3,65-3,7% С; 1,75-1,8% Si; 0,60-0,63% Mn; 0,14% P, 0,024% S) плавился в тиглях, устанавливаемых в силитовую печь. Температура чугуна контролировалась платина-платинородиевой термомпарой погружения с помощью электронного потенциометра ЭПД-120. Брикет магния в защитной оболочке погружался на дно открытого тигля стальной проволокой, защищенной кварцевой трубочкой. В расплавленный чугун вводилось 0,1% магния.

Об эффективности разработанного способа ввода магния свидетельствуют результаты модифицирования, приведенные в табл. I. В ней приведены также данные Ю.И.Роматовского / 2 /, исследовавшего процесс модифицирования чугуна магнием в автоклаве.

Т а б л и ц а I

Способ ввода магния	Количество введенного магния, %	Количество остаточного магния, %	Коэффициент усвоения магния, %
1	2	3	4
<b>I. Модифицирование в открытом ковше</b>			
Магний без защитной оболочки	0,1	0,012	12
"  "	0,1	0,005	5
"  "	0,1	0,007	7
"  "	0,1	0,008	8
"  "	0,1	0,010	10
Магний с защитной оболочкой толщиной 5 мм	0,1	0,056	56
"  "	0,1	0,055	55
"  "	0,1	0,057	57
"  "	0,1	0,056	56
"  "	0,1	0,056	56

П. Модифицирование в автоклаве / 2 /

	1	2	3	4
Магний без защитной оболочки	0,038	0,014		42
—"	0,038	0,009		27
—"	0,038	0,011		38
—"	0,038	0,010		30
—"	0,038	0,007		21

При вводе металлического магния в колокольчике при температуре жидкого чугуна 1440°C и давлении в автоклаве 6 ат среднее значение коэффициента усвоения магния было равно 30,6%, а колебания от среднего значения остаточного магния составляли  $\pm 0,004\%$ .

Введение металлического магния (кускового) в открытый ковш сопровождается выбросами чугуна из ковша и выделением значительного количества белого дыма. Коэффициент усвоения магния равен 7,4% при колебаниях остаточного магния  $\pm 0,0046\%$ .

Применение магния с защитной оболочкой 5 мм, состоящей из железного порошка ПЖ2М, увеличило коэффициент усвоения в 8 раз, а колебания остаточного содержания магния снизились в 4,6 раза по сравнению с вводом магния без защитной оболочки.

С целью снижения стоимости защитного покрытия исследовался ряд огнеупорных керамических составов. За основу были взяты шамотный бой, кварцевый песок и окись алюминия, а в качестве связующего использовались жидкое стекло и огнеупорная глина. Регулирование газопроницаемости оболочки осуществляется введением добавок калия хлористого и древесных опилок. В ряде случаев в состав оболочки дополнительно вводили чугунную стружку для увеличения теплопроводности покрытия.

Изготовление защитных покрытий производилось путем перемешивания компонентов состава с последующим формованием и сушкой в течение 1 часа при температуре 100–120°C. Кроме того, часть образцов каждого состава подвергалась прокатке при температуре 1100–1180°C в течение 15–20 минут с целью имитации физических условий процесса ввода в жидкий чугун магниевый модификатор с защитным покрытием. На образцах диаметром 50 мм и высотой 50 мм исследова-

лись две наиболее важные характеристики защитных покрытий: прочность и газопроницаемость. Испытания проводились по стандартной методике / 3 /. Составы защитных покрытий, имеющие высокую механическую прочность и хорошую газопроницаемость, представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

№ состава	Содержание, %								
	шамотный бой	песок кварцевый	окись алюминия	жидкое стекло	огнеупорная глина	калий-хлористый	натр	опилки древесные	стружка чугуна
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	82	-	-	16	-	2	-	-	-
II	76	-	-	16	4	4	-	-	-
III	78	-	-	16	-	4	-	2	-
IV	-	91	5	4	-	-	-	-	-
V	-	92	-	6	1,5	-	0,5% р-р	-	-
VI	-	26	70	4	-	-	-	-	-
VII	-	-	80	16	-	-	-	4	-
VIII	-	-	80	15	-	-	-	-	5

Выбор оптимальных составов для использования их в качестве защитного покрытия магниевых модификаторов производился на основании коэффициентов усвоения магния жидким чугуном. Анализ результатов проведенных исследований (табл.3) показал, что лучшими технологическими характеристиками обладают составы I, II и III, изготовленные на основе шамотного боя. При вводе магния с 8-10 - миллиметровой защитной оболочкой вышеупомянутых составов усвоение магния достигает 40-47%. Процесс обработки проходил без пирозэффектов и выбросов чугуна из открытого ковша.

Т а б л и ц а 3

№ состава	Прочность на сжатие, кг/см <sup>2</sup>		Газопроницаемость		Процент усвоения магния
	после сушки	после прокаливания	после сушки	после прокаливания	
1	2	3	4	5	6
I	25	16	275	280	43
II	20	12	180	240	40

1	2	3	4	5	6
III	24	14	280	290	47
IV	0,12	-	150	-	-
V	0,19	-	150	-	-
VI	6	-	11	-	-
УП	12	2	40	60	80
УШ	8	3	10	20	24

Таким образом, как видно из приведенных данных, нанесение огнеупорного пористого защитного покрытия на металлический магний резко повысило эффективность и стабильность коэффициента его усвоения жидким чугуном в открытом ковше.

#### Л и т е р а т у р а

1. Худокормов Д.Н., Винокуров В.К., Галушко А.М. Способ ввода в расплав низкокипящих присадок. Авторское свидетельство № 367157, "Открытия, изобретения и товарные знаки", 1978, № 8.
2. Роматовский Ю.И. Кандидатская диссертация, Горький, 1970.
3. Васин Ю.П., Черноголов П.В. Газопроницаемость формовочных смесей. Челябинск, Машгиз, 1970.

УДК 621.745,55:669.181.6

В.А.Бахмат, Е.И.Щитов,  
А.Р.Слуцкий

#### ВЛИЯНИЕ СЕРЫ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ ЖЕЛЕЗА

В работе влияние добавок серы (до 0,4%) изучалось как на обычном сером чугуне, так и на чистых сплавах Fe-C-Si, выплавленных в нейтральной атмосфере. Посредством термического анализа с помощью фоторегистрирующего пирометра ФПК-59, металлографического анализа и серии закалочных опытов установлено следующее.

При отверждении чугуна сера препятствует зарождению и росту дендритов первичного аустенита, вызывая переохлаждение и увели-