

Таблица 3

Добавка МШФ, %	$\sigma$ , МПа	$f$ , мм	НВ	$\sigma$ , МПа	Отбел, мм
Исходный чугун	502	5,46	210	170	до 7,0
до 10%	604	6,26	224	210	3,0
15-17	658	7,05	232	280	4,5
20-25	700	7,78	243	310	5,5

При этом наблюдалось увеличение твердости и стрелы прогиба. Глубина отбела чугуна по клину не превышала 7 мм во всех плавках, так как в соответствии с технологией плавки чугун перед разливкой модифицировали силикошиметаллом в количестве 0,08-0,1%.

Таким образом, исследования показали, что использование для легирования ванадием шлакометаллической фракции в количестве 10-25% от веса металлозавалки позволяет стабильно получать в электродуговых печах серый чугун с высокими механическими свойствами. Внедрение технологического процесса легирования чугуна ванадием за счет МШФ на Саранском заводе "Центролит" позволит получить экономический эффект порядка 500-600 тыс. руб. в год.

УДК 621.745.34

Г.Ф.Андреев, инженер,  
 Б.А.Чепыжов, мл. науч. сотр.,  
 С.Н.Леках, канд. техн. наук,  
 Н.И.Бестужев, инженер,  
 С.С.Бородюк, студент (БПИ)

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВНУТРИФОРМЕННОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ СЕРОГО ЧУГУНА

Появление кромочного отбела на отливках из серого чугуна отрицательно сказывается на трудоемкости механической обработки и стойкости режущего инструмента, особенно при обработке массовых отливок на многооперационных автоматических линиях. В этих случаях в технологию вынуждены вводить 100%

отжиг мелкого литья, повышая тем самым его стоимость и трудоемкость изготовления отливок.

Известные варианты снятия отбела путем ковшевого модифицирования расплава 75%-ным ферросилицием, либо лигатурами, содержащими РЗМ, барий и другие металлы, являются стабильными и эффективными при достаточно высокой температуре процесса (1360–1400°С) и отсутствии длительных простоев модифицированного расплава (свыше 7–10 мин).

В последние годы показано, что более сильное графитизирующее влияние оказывает внутриформенное модифицирование серого чугуна. Однако данный процесс слабо изучен. Нет четких рекомендаций по составу модификаторов и технологическим режимам модифицирования, что затрудняет широкое внедрение его в производство.

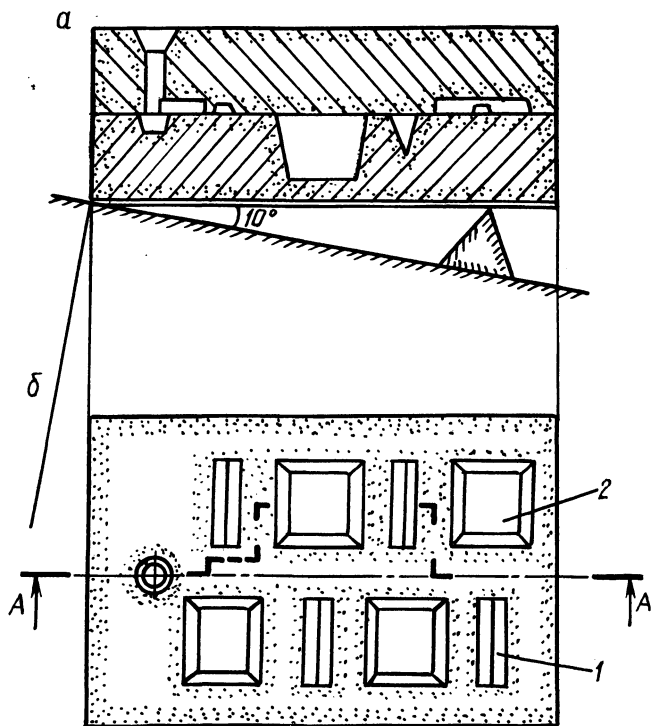


Рис. 1. Схема установки для определения эффективности модификатора:  
а – разрез по А-А формы в сборе; б – нижняя полуформа.

В работе были проведены сравнительные исследования процесса внутрiformенного модифицирования тремя лигатурами, химические составы которых приведены в табл. 1.

Для исследований была разработана специальная конструкция отливки, состоящая из четырех последовательно заполняемых клиновых проб на отбел 1 и четырех массивных металлоприемников 2, повышающих металлоемкость отливки до 25 кг (рис. 1). Последовательное заполнение клиньев достигается наклоном формы на  $10^{\circ}$  к горизонтали. Плавки производились в лабораторной индукционной печи емкостью 50 кг. Модификаторы предварительно измельчались до фракции 0,1–1 мм. Для сравнения эффективности модификаторы брались в количестве от 0,03 до

Таблица 1. Химический состав модификаторов

Модификатор	Химический состав, %					
	Si	Al	Ba	PЗМ	Ca	Fe
75%-ный ферросилиций	72–74	2,5	-	-	-	ост.
Силикобарий	ост.	-	10	-	10	-
Лигатура СЦеМИШ-2	43,0	14,3	-	32,1	1,55	4,85

Таблица 2. Влияние внутрiformенного модифицирования на склонность серого чугуна к отбелу

Модификатор		Исходный отбел	Отбел клиньев*, мм				НВ			
наименование	количество		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Силикобарий	0,03	7	0	0	0	0,5	201	212	223	229
	0,05	22	0	0	Ц**	7	207	220	229	233
	0,08	23	0	0	Ц	5	201	205	225	233
Лигатура СЦеМИШ-2	0,03	14	0	0	Ц	4	205	211	225	230
	0,05	22	0	0	Ц	9	207	217	229	235
	0,08	23	0	0	0	7	205	212	233	235
75% ферросилиций	0,03	7	0	Ц	2	4	203	212	230	230
	0,05	9	0	0	Ц	3	207	212	222	229
	0,08	14	0	Ц	4	6	205	220	235	240

\* Клинья пронумерованы в порядке заливки их в форме; \*\* Ц - включения цементита.

0,1% от веса отливки. Температура заливки составляет 1320–1340°C. В качестве шихты использовался возврат чугунолитейного цеха № 1 МТЗ с углеродным эквивалентом  $C_{\text{э}} = 4,1-4,2$ , несколько обогащенный хромом и титаном. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Исследования показали, что процесс модифицирования в форме отличается более высокой эффективностью, чем ковшевое модифицирование. Данные, приведенные в табл. 2, позволяют сделать вывод о том, что для толстостенных деталей расход модификатора может находиться в пределах 0,03–0,05%, а для тонкостенных отливок – 0,08–0,1%, причем качество получаемого чугуна в отливке зависит от местоположения ее в форме относительно стояка, особенно при использовании в качестве модификатора 75% ферросилиция.

Сравнительные результаты испытаний показали, что внутриформенное модифицирование позволяет по сравнению с ковшевой обработкой сократить в 1,5–2 раза расход модификаторов, полностью устранить кромошный отбел и исключить необходимость проведения графитизирующего отжига.

УДК 669.046.516

Б.А.Чепыжов, мл. науч. сотр.,  
М.Н.Мартынюк, канд. техн. наук (БПИ)

### ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ (НТО) НА ПРОЦЕСС ГРАФИТИЗАЦИИ ПРИ ОТЖИГЕ БЕЛОГО ЧУГУНА, ЛЕГИРОВАННОГО МЕДЬЮ

В последние годы в производстве отливок из ковкого чугуна наблюдается четко выраженная тенденция к переходу с ферритной металлической основы на перлитную. Этот переход обусловлен тем, что ферритный ковкий чугун вследствие недостаточной прочности во многих случаях не отвечает комплексу требований, предъявляемых конструкционным материалам.

Вместе с тем, несмотря на очевидные преимущества производства перлитного чугуна, заводы с большой осторожностью относятся к предложениям по замене им ковкого чугуна с ферритной металлической основой. Легирование чугуна марганцем, часто применяемое на практике для стабилизации перлитной структуры, вызывает удлинение режима отжига отливок на первой и второй стадиях, а также ухудшение жидкотекучести спла-