

УДК 669.162.267.6:669.72

А.С.Вергун, А.Ф.Шевченко, В.Г.Кисляков, Б.В.Двоскин

ПОВЕДЕНИЕ ПРИМЕСЕЙ В ЧУГУНЕ ПРИ ДЕСУЛЬФУРАЦИИ ЕГО ДИСПЕРГИРОВАННЫМ МАГНИЕМ, ИНЖЕКТИРУЕМЫМ В РАСПЛАВ В СТРУЕ РАЗЛИЧНЫХ ГАЗОВ-НОСИТЕЛЕЙ

Институт черной металлургии им. З.И.Некрасова НАН Украины

Целью работы являлось исследование поведения неметаллических включений, образующихся в чугунах при десульфурации диспергированным магнием. Показано, что для реализации эффективной технологии десульфурации чугуна магнием необходимо исключить из состава транспортирующего газа кислород и азот. Целесообразно использовать технологию десульфурации чугуна инжектированием диспергированного магния в струе аргона.

Ключевые слова: чугун, десульфурация, магний, неметаллические включения

Состояние вопроса. После десульфурации, в процессе кристаллизации расплава чугуна примеси и газы образуют в отливках сульфиды, оксиды, нитриды и другие соединения, присутствующие, в основном, в виде неметаллических включений.

Различное сочетание компонентов системы "реагент-газ" в процессе десульфурации чугуна сопровождается различным характером поведения примесей и газов в расплаве и, в конечном счете, оказывает существенное влияние на морфологию и содержание неметаллических включений в металле.

Целью работы являлось исследование поведения неметаллических включений, образующихся в чугунах при десульфурации диспергированным магнием с использованием различных газов-носителей для инжектирования магния в расплав.

Основные результаты исследования. Использование в качестве транспортирующего газа для ввода магния в чугун воздуха (как и природного газа) позволяет снизить содержание кислорода в чугунах примерно в 2 раза (с 0,006–0,008 % до 0,002–0,003 %) (табл.1). Эффективность процесса десульфурации при использовании природного газа более высокая, чем при использовании воздуха. При использовании природного газа необходимо учитывать то обстоятельство, что в результате его конверсии в объеме расплава образуется водород, который растворяется в чугунах, о чем свидетельствуют результаты исследований, представленных в табл.2. Поскольку определенное количество магния при вводе его в чугун в струе воздуха связывается с кислородом и азотом транспортирующего газа, то это несколько ухудшает эффективность процесса десульфурации чугуна, что выражается в увеличении расхода магния на удаление серы (показатель β_s). Использование азота вместо воздуха при дувании магния в чугун не имеет никаких преимуществ перед

воздухом, т.к. транспортирующий газ связывается с магнием, образуя нитриды магния, и таким образом уменьшается количество магния на взаимодействие с серой.

Таблица 1 – Результаты обработки чугуна в ковше инжестированием магния в струе воздуха (В) или природного газа (ПГ)

Тип транспортирующего газа	Удельный расход магния, кг/т	Содержание серы, %		Содержание, Mg _{ост.} %	Содержание кислорода, %		[Mg][S] _{кон.} x 10 ⁻⁵ , %	[Mg][O] _{кон.} x 10 ⁻⁵ %	Показатель β _s , кг/кг
		исх.	кон.		исх.	кон.			
В	0,54	0,026	0,011	0,014	0,0065	0,0027	14,3	3,6	3,6
ПГ	0,51	0,030	0,010	0,012	0,0068	0,0028	11,07	2,9	2,55

Таблица 2 – Результаты обработок чугуна гранулированным магнием, вводимым в струе природного газа

№ обр.	Удельный расход магния, кг/т	Содержание серы в чугуне, %		Показатель β _s , кг/кг	Содержание водорода в чугуне, мл/100 г			
		до обработки	после обработки		до обработки	после обработки	на разливе	в готовых чушках
1	0,64	0,037	0,010	2,37	3,1	6,5	6,0	4,4
2	0,91	0,051	0,006	2,02	3,57	5,29	5,21	2,89

Таблица 3 – Результаты обработки чугуна в ковше инжестированием магния в струе азота или аргона

Тип транспортирующего газа	Удельный расход магния, кг/т	Содержание серы, % <u>исх.</u> кон.	ΔS, %	Показатель β _s , кг/кг	Содержание азота, ррт <u>исх.</u> кон.	ΔN, %	Содержание водорода, ррт <u>исх.</u> кон.	ΔH, %
Азот	0,37	<u>0,015</u> 0,004	73	3,4	<u>51</u> 50	2,0	<u>4,5</u> 2,2	51,1
Азот	0,76	<u>0,024</u> 0,002	91	3,45	<u>35</u> 41	+17,1	<u>3,3</u> 3,62	+9,0
Аргон	0,68	<u>0,030</u> 0,003	90	2,5	<u>38</u> 29	23,7	<u>10,0</u> 3,1	69,0
Аргон	0,65	<u>0,035</u> 0,003	94	1,96	<u>51</u> 36	9,8	<u>4,9</u> 3,8	18

Содержание азота в чугуне при этом изменяется следующим образом: если содержание азота в чугуне до обработки равно 0,005–0,006 % (равновесное значение), то в процессе обработки оно не изменяется. При содержании азота в чугуне перед обработкой менее этой величины наблюдается увеличение содержания азота в чугуне (табл.3). Использование в качестве транспортирующего газа для ввода магния в чугун аргона является эффективным средством не только повышения эффективности процесса десульфурации чугуна, но и попутного снижения содержания водорода в чугуне (табл.3).

Результаты исследования неметаллических включений в чугуне перед десульфурацией и после десульфурации его магнием свидетельствуют о том, что сера в исходном чугуне присутствует в виде сульфидов марганца (рис. 1), а после десульфурации в виде сульфидов марганца и магния (рис.2).

В результате ввода магния в чугуне в струе аргона в металле выявлены сложные окисьюльфидные включения, содержащие кислород, магний, кремний, серу, титан, железо, по составу примерно соответствующие составу ковшевого шлака (рис.3).

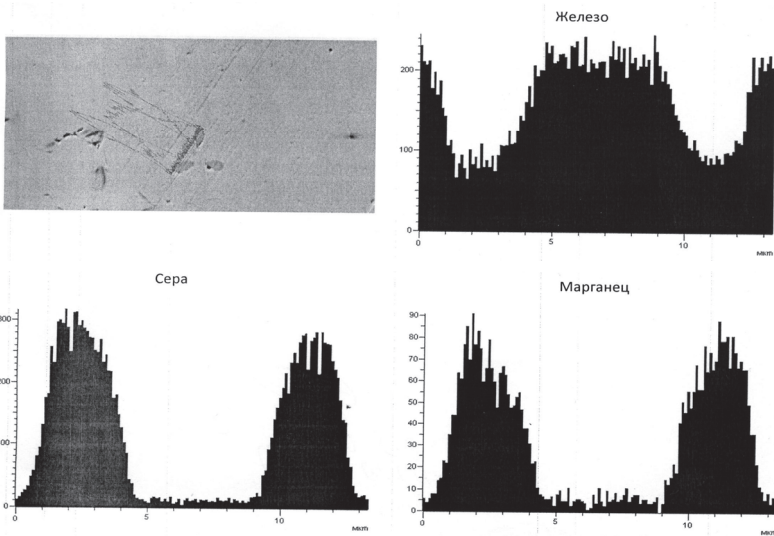
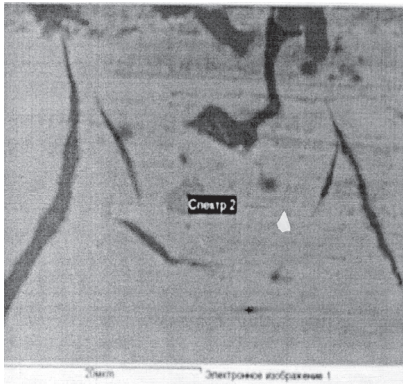


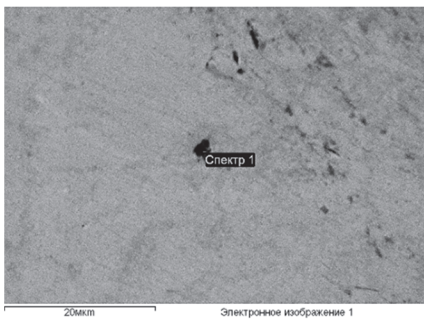
Рисунок 1 – Результаты линейного зондового сканирования неметаллических включений в пробе чугуна перед десульфурацией

В чугуне, обработанном магнием в струе азота, наряду с сульфидами и оксидами, выявлены азотсодержащие соединения.



Содержание элементов,		
Элемент	Весовой, %	Атомный, %
O	0,00	0,00
Mg	7,28	12,11
Al	0,10	0,16
Si	0,02	0,03
P	0,29	0,38
S	35,72	45,07
Ti	6,35	5,36
Mn	43,27	31,86
Fe	6,97	5,05

Рисунок 2 – Состав сульфида, образующегося в чугуна в результате десульфурации его магнием, вводимым в струе азота



Содержание элементов,		
Элемент	Весовой, %	Атомный, %
O	16,78	36,38
Mg	6,85	9,77
Al	0,08	0,10
Si	1,32	1,63
P	0,66	0,74
S	9,21	9,97
Ti	9,26	6,71
Fe	55,85	34,70

Рисунок 3 – Состав неметаллических включений, образующихся в чугуна в результате обработки его магнием, вводимым в струе аргона

Выводы. Таким образом, для осуществления эффективной технологии десульфурации магнием чугуна для сталеплавильного производства необходимо исключить из состава транспортирующего газа кислород и азот. Использование в качестве транспортирующего газа – природного газа или аргона позволит достигнуть высоких показателей по десульфурации, однако при этом следует ожидать повышение в рафинированном чугуна водорода при использовании природного газа.

Для осуществления эффективной технологии рафинирования литейного чугуна с обеспечением глубокой его десульфурации с попутной дегазацией целесообразно использовать технологию десульфурации чугуна инжектированием диспергированного магния в струе аргона.

*Статья поступила в редакцию сборника 17.01.2017
и прошла внутреннее и внешнее рецензирование*

О.С.Вергун, А.П.Шевченко, В.Г.Кисляков, Б.В.Двоскін

Поведінка домішок у чавуну при десульфурації його диспергованим магнієм, що інjektується у розплав у струмені різних газів-носіїв

Метою роботи було вивчення поведінки неметалевих включень, що утворюються в чавуні при десульфурації диспергованим магнієм. Показано, що для реалізації ефективної технології десульфурації чавуну магнієм необхідно виключити зі складу транспортного газу кисень і азот. Доцільно використовувати технологію десульфурації чавуну інjektуванням диспергированного магнію в струмені аргону.

Ключові слова: чавун, десульфурація, магній, домішки, газ-носії

A.S.Vergun, A.F.Shevchenko, V.G.Kisliakov, B.V.Dvoskin

The behaviour of the impurities in the pig iron desulphurization with dispersed magnesium injected within the flows of different gases

The aim of this research work is to study the behavior of non-metallic inclusions formed in pig iron during its desulphurisation by dispersed magnesium. The current research has shown that for the effective desulphurization of pig iron by magnesium, it is necessary to exclude oxygen and nitrogen from the transporting gas, but is quite reasonable to use the argon jet with the objective to introduce the dispersed magnesium into the pig iron melt.

Keywords: pig iron, magnesium, impurities, gas jet