

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНЕСІРЧУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ШЛАКУ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ № 2 ВАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

Проаналізовано вплив знесірчувальної здатності доменного шлаку на вміст сірки в чавуні в умовах доменної печі № 2 ВАТ «Запоріжсталь»

Ключові слова: доменна піч, чавун, коефіцієнт розподілу сірки, основність шлаку, нагрів горна

Выполнен анализ влияния обессеривающей способности доменного шлака на содержание серы в чугуна в условиях доменной печи № 2 ОАО «Запорож-сталь»

Ключевые слова: доменная печь, чугун, коэффициент распределения серы, основность шлака, нагрев горна

It is analysed the influence of sulfurless ability of domain slag on the content of sulfur in cast iron in a blast furnace No. 2 of the company «Zaporizhstal»

Keywords: blast furnace, cast iron, factor of distribution of sulfur, basicity of slag, horn heating

С.О. Гаврилко

Кандидат технічних наук, професор*
Контактний тел.: (06 12) 223-82-50

Г.В. Жигарева

Магістрант*

Г.А. Громак

Асистент*

Контактний тел.: (06 12) 223-85-70.

Н.В. Лічконенко

Старший викладач*

Контактний тел.: (06 12) 223-85-70

E-mail: nvlichkon75@mail.ru

Ю.В. Мосейко

Кандидат педагогічних наук, доцент

*Кафедра металургії чорних металів

Запорізька державна інженерна академія
пр. Леніна, 226, м. Запоріжжя, Україна, 69006

Контактний тел.: (06 12) 223-85-70

Ю.С. Гаврилко

Інженер I категорії вимірювальної техніки

ВАТ «Металургійний комбінат «Запоріжсталь»
вул. Ульянова, 8, м. Запоріжжя, Україна, 69065

1. Вступ

Основна кількість сірки вноситься в піч коксом. Сірка, що надходить до печі, розподіляється між чавуном, шлаком і газом. Її кількості достатньо для повного насичення чавуну, в якому при 1000-1500 °С може розчинитися до 0,9% сірки, у той час як на випуску із печі в чавуні допускається вміст 0,04-0,05% сірки. Тому доводиться вдаватися до спеціальних заходів для запобігання переходу сірки в чавун, хоча це і пов'язано з додатковими витратами коксу і зменшенням продуктивності печі [1].

Для зниження вмісту сірки в чавуні необхідно прагнути найбільш повного зв'язування сірки, що залишається в печі, з кальцієм і магнієм, з тим, щоб ці сполуки разом зі шлаком були видалені із печі.

Експериментальні дані показують, що зменшення відносної кількості шлаку до 0,3 т/т чавуну (при роботі на багатій залізом шихті) при дотриманні умов досяг-

нення високого коефіцієнту розподілу сірки дозволяє виплавити чавун з низьким вмістом сірки [2-4].

2. Постановка завдання

В приведеній дослідницькій роботі визначено вплив знесірчувальної здатності доменного шлаку в сучасних умовах на перехід сірки в шлак, визначена кількісна залежність вмісту сірки в чавуні від основності шлаку та вмісту кремнію в ньому.

3. Основна частина досліджень

В останні роки доменна піч № 2 працює стабільно, має високі техніко-економічні показники (табл. 1), тому об'єктом даного дослідження є робота цієї печі в 2007 р.

Таблиця 1

Техніко – економічні показники роботи ДП № 2 за 2007 р.

№ п/п	Показники	Значення
1.	Продуктивність, т/доб	2845
2.	КВКО, м ³ доб/т	0,532
3.	Інтенсивність ходу (по коксу), т/м ³ доб	0,947
4.	Витрати коксу (сух.), кг/т чавуну	504
5.	Вміст заліза в ЗРЧ, %	55,31
6.	Витрати дуття, м ³ /хв	2740
7.	Температура дуття, °С	1181
8.	Вологість дуття, г/м ³	9,0
9.	Тиск дуття, кПа	270
10.	Вміст кисню в дутті, %	22,9
11.	Витрати ПГ, м ³ /т чавуну	91
12.	Тиск під колошником, кПа	140
13.	Витрати, кг/т чавуну:	
	агломерату	1563
	окатків	177
	залізної руди	45
	вапняку	37
	шлаку SiMn	5
14.	Основність агломерату(CaO/SiO ₂)	1,43
15.	Хімічний склад чавуну, %:	
	Si	0,72
	Mn	0,16
	S	0,023
16.	Хімічний склад шлаку, %:	
	SiO ₂	39,50
	CaO	48,67
	MgO	3,98
	Al ₂ O ₃	6,70
	MnO	0,15
	FeO	0,22
	S	1,47
	CaO/SiO ₂	1,23
	$V' = (CaO+MgO)/SiO_2$	1,33
17.	Вихід шлаку, кг/т чавуну	453

№	Хімічний склад колошникового газу, %:	
	18.	CO ₂
	CO	24,20
	H ₂	7,08
19.	Простої, %	1,97
20.	Тихий хід, %	1,21
21.	Коефіцієнт розподілу сірки, L _S	63,91

Під час проведення дослідницької роботи було проаналізовано середньодобові показники роботи доменної печі № 2 за 2007 рік, а також фактори, які впливають на розподіл сірки між чавуном і шлаком, визначення залежностей між ними. Для покращення знесірчувальної здатності отриманого в ході плавки шлаку, необхідно, щоб його основність та рухливість були високими.

В таблиці 2 приведені дані сумарної основності шлаку і відповідний їй коефіцієнт розподілу сірки при різних значеннях вмісту MgO в шлаку. Дані за весь рік розділили на дві групи:

- до першої групи віднесли шлаки з низьким вмістом MgO від 3,16 до 3,90 % (в середньому 3,53%);
- до другої групи віднесли шлаки з підвищеним вмістом MgO від 3,91 до 5,14 % (в середньому 4,53%).

За цими даними побудували графік, приведений на рис. 1.

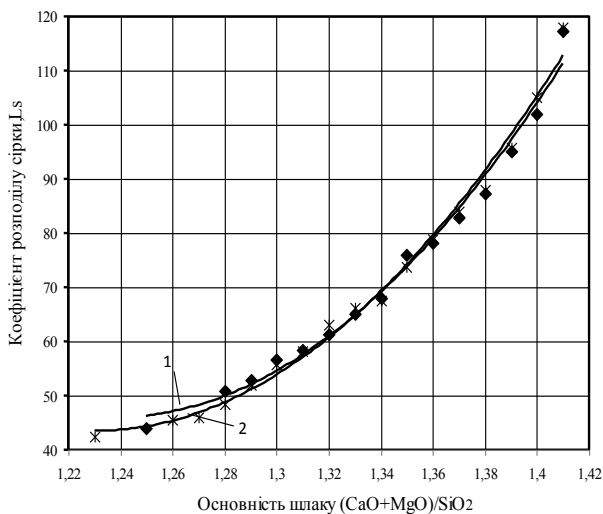


Рис. 1. Вплив основності шлаку на коефіцієнт розподілу сірки: 1. MgO_{серед} = 3,53 %; $y = 2223,6x^2 - 5505,7x + 3453,8$; $R^2 = 0,9884$; 2. MgO_{серед} = 4,53 %; $y = 2331,1x^2 - 5777,7x + 3625,5$; $R^2 = 0,991$

По-перше, приведена залежність показує зростання коефіцієнту розподілу сірки з 42,4, при основності 1,23, до 118,0 при основності шлаку 1,41.

По-друге, на графіку видно, що значення L_S з різним вмістом MgO в шлаку співпали і розмістились на одній

кривій. Підвищення MgO в шлаку з 3,53% до 4,53% істотно не впливає на знесірчувальну здатність шлаку.

Виявлена залежність L_S від основності шлаку відрізняється від аналогічної залежності, отриманої раніше по результатам досліджень на доменній печі №5 [5]. Ця різниця полягає в тому, що на ДП-5 чітко виражено вплив MgO на L_S. А саме, збільшення MgO в шлаку з 3,75% до 4,28% призвело до підвищення коефіцієнту розподілу сірки на 9,2 одиниць в усьому інтервалі основності. Така різниця по впливу MgO на коефіцієнт знесірчувальної здатності шлаку пояснюється тим, що чавун і шлак на ДП-2, виходячи із печі потрапляють у головний жолоб, який накритий зверху спеціальним футерованим кожухом. Це сприяє зменшенню втрати тепла в атмосферу, тому під кожухом утримується більш висока температура, ніж у відкритому жолобі, як на доменній печі №5. Закритий жолоб на ДП-2 призводить до того, що рідкі чавун і шлак знаходяться під впливом більш високої температури, яка, очевидно, на протязі випуску, має більший вплив на L_S, ніж MgO.

Для визначення рівня нагріву горну по кремнію за 2007 рік була побудована частотна крива (рис. 2) по даним табл. 3.

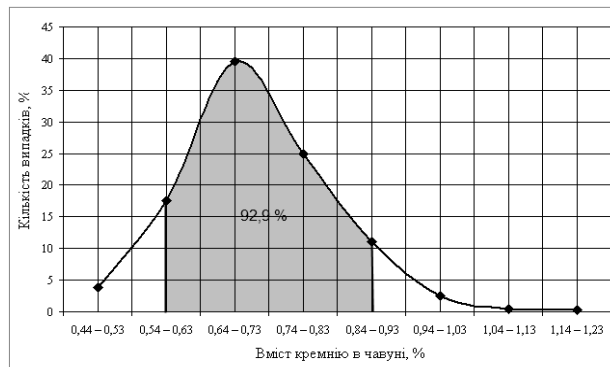


Рис. 2. Частотна крива по вмісту кремнію в чавуні.

З графіка видно, що протягом року нагрів горну по кремнію у 92,9 % випадків був в межах від 0,54 – 0,63 % до 0,84 – 0,93 %, отже можна зробити висновок, що під протягом року працювала без значних змін по нагріву горну, оскільки коливання значень кремнію були невеликими (0,30%).

На рис. 3 (за даними табл. 4) наведено взаємозв'язок сумарної основності шлаку і вмісту кремнію в чавуні – чим вище основність шлаку, тим вище нагрів горну.

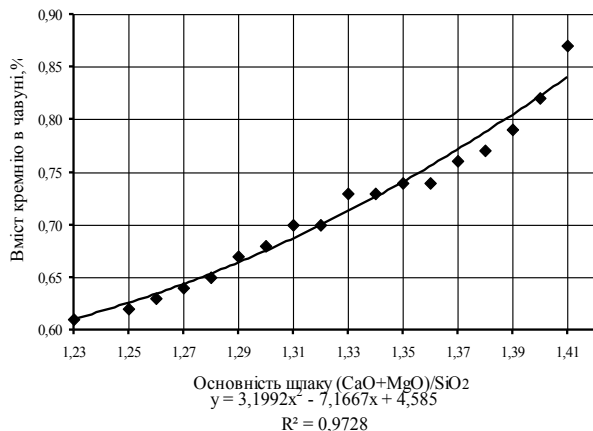


Рис. 3. Взаємозв'язок сумарної основності шлаку і вмісту кремнію в чавуні.

На рис. 4 (за даними табл. 4) наведено вплив сумарної основності шлаку на вміст сірки в чавуні – чим вище основність шлаку, тим менше вміст сірки в чавуні.

Таблиця 2
Сумарна основність шлаку і відповідний їй коефіцієнт розподілу сірки

В'	MgO середнє 3,53 %		MgO середнє 4,53 %	
	Ls середнє	Кількість випадків	Ls середнє	Кількість випадків
1,23	-	-	42,40	1
1,24	-	-	-	-
1,25	44,00	1	-	-
1,26	-	-	45,50	2
1,27	-	-	45,93	6
1,28	50,84	2	48,36	2
1,29	53,00	9	52,10	9
1,30	54,61	12	55,74	10
1,31	58,47	23	58,25	21
1,32	61,30	18	63,20	20
1,33	65,10	25	66,15	24
1,34	68,06	29	67,45	28
1,35	76,00	24	73,67	21
1,36	78,20	18	78,80	18
1,37	83,00	7	84,00	15
1,38	87,34	6	87,98	2
1,39	95,02	2	95,75	2
1,40	102,03	3	105,10	3
1,41	117,33	1	118,00	1
	Всього	180	Всього	185

Таблиця 3
Частотна характеристика нагріву горну по вмісту кремнію в чавуні

№ п/п	[Si]	Загальна кількість випадків	%
1	0,44 – 0,53	14	3,8
2	0,54 – 0,63	64	17,5
3	0,64 – 0,73	144	39,5
4	0,74 – 0,83	91	24,9
5	0,84 – 0,93	40	11,0
6	0,94 – 1,03	9	2,5
7	1,04 – 1,13	2	0,5
8	1,14 – 1,23	1	0,3
	Всього	365	100

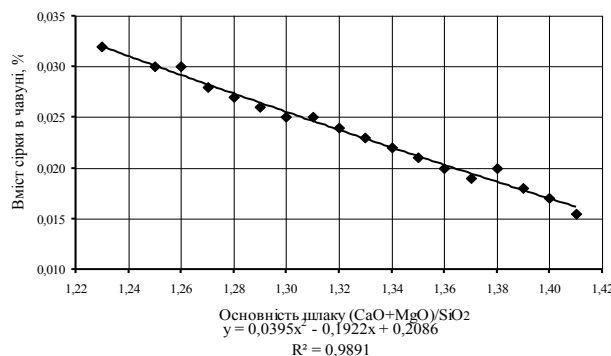


Рис. 4. Вплив основності шлаку на вміст сірки в чавуні.

У процесі роботи доменної печі при зміні складу шихти, змінюється основність шлаку. При підвищенні основності шлаку – підвищується витрата коксу, це призводить до зменшення в'язкості шлаку і збільшення його знесірчувальної здатності.

Рис. 1 і 3 показують, що при збільшенні основності шлаку коефіцієнт розподілу сірки та вміст кремнію в чавуні (як показник нагріву горну) також збільшуються, внаслідок чого знижується вміст сірки в чавуні. Для більш детального розгляду впливу кремнію на десульфурацію чавуну побудовано графік (рис. 5) за даними табл. 5.

Після вивчення впливу кремнію в чавуні на вміст сірки в ньому, видно, що збільшення вмісту кремнію з 0,44 до 1,15 % призводить до зниження сірки з 0,033 до 0,016 %.

В 2007 році доменна піч № 2 працювала на шлаках основністю В=1,29–1,38 у 92,88 % випадках, що говорить про малу зміну шлакового режиму. Ці дані приведені у вигляді частотної кривої (рис. 6 по даним табл. 6). Саме цьому можна зробити висновок, що вміст сірки при зміні основності шлаків з В'=1,29 до В'=1,38 зменшився з 0,026 до 0,02 %, тобто підвищення В' на 0,1 одиниці призводить до зниження сірки на 0,01 % (рис.4).

Таблиця 4

Сумарна основність шлаку і відповідний вміст кремнію [Si] та сірки [S] в чавуні

В'	[Si] середнє, %	Кількість випадків	[S] середнє, %	Кількість випадків
1,23	0,61	1	0,0320	1
1,24	-	-	-	-
1,25	0,62	1	0,0300	1
1,26	0,63	2	0,0300	2
1,27	0,64	6	0,0280	6
1,28	0,65	4	0,0270	4
1,29	0,67	18	0,0260	18
1,30	0,68	22	0,0250	22
1,31	0,70	44	0,0250	44
1,32	0,70	38	0,0240	38
1,33	0,73	49	0,0230	49
1,34	0,73	57	0,0220	57
1,35	0,74	45	0,0210	45
1,36	0,74	36	0,0200	36
1,37	0,76	22	0,0190	22
1,38	0,77	8	0,0200	8
1,39	0,79	4	0,0180	4
1,40	0,82	6	0,0170	6
1,41	0,87	2	0,0155	2
	Всього	365	Всього	365

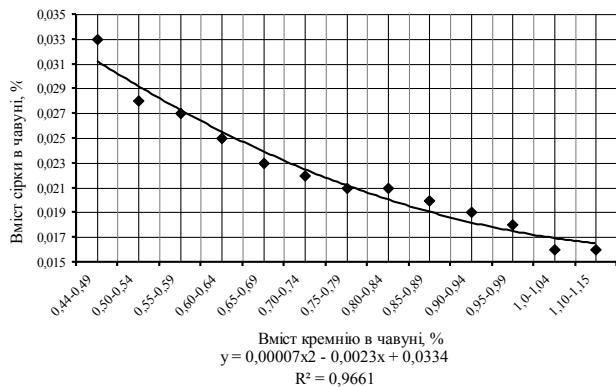


Рис. 5. Вплив вмісту кремнію в чавуні на вміст в ньому сірки.

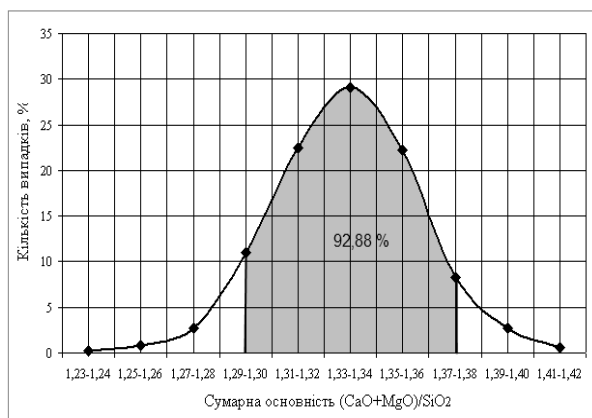


Рис. 6. Частотна крива по основності шлаку.

Таблиця 5

Вміст кремнію та сірки в чавуні

[Si], %	[S] середнє, %	Кількість випадків
0,44-0,49	0,033	3
0,50-0,54	0,028	12
0,55-0,59	0,027	23
0,60-0,64	0,025	47
0,65-0,69	0,023	71
0,70-0,74	0,022	83
0,75-0,79	0,021	58
0,80-0,84	0,021	24
0,85-0,89	0,020	25
0,90-0,94	0,019	9
0,95-0,99	0,018	5
1,0-1,04	0,016	2
1,10-1,15	0,016	1
		Σ=365

Таблиця 6

Частотна характеристика по основності шлаку

В'	Кількість	%
1,23-1,24	1	0,27
1,25-1,26	3	0,82
1,27-1,28	10	2,74
1,29-1,30	40	10,96
1,31-1,32	82	22,47
1,33-1,34	106	29,04
1,35-1,36	81	22,19
1,37-1,38	30	8,22
1,39-1,40	10	2,74
1,41-1,42	2	0,55
Всього	365	100

4. Висновки

1. Дослідження показали, що при підвищенні основності шлаку з 1,23 до 1,41 зростає коефіцієнт розподілу сірки з 42,4 до 118.
2. Підвищення вмісту MgO в шлаку з 3,53% до 4,53 % не впливає на знесірчувальну здатність шлаку.
3. Підвищення вмісту кремнію з 0,44 до 1,15 % призводить до зниження сірки в чавуні з 0,033 до 0,016 %.
4. При збільшенні основності шлаку на кожні 0,10 одиниць вміст сірки в чавуні знижується на 0,010 %.
5. Протягом року доменна піч працювала у 92,88 % випадків на шлаках основністю 1,29–1,38 – в цей період шлаковий режим печі був досить стабільним, без істотних відхилень за сумарною основністю шлаку.

Література

1. Ефименко Г.Г. Металлургия чугуна [Текст]: учеб.пособие / Г.Г.Ефименко, А.А.Гиммельфарб, В.Е.Левченко; под общ. ред. Г.Г.Ефименко – К.: Вища школа, 1988. – 351 с.
2. Дидевич А.В. Совершенствование шлакового режима в доменном цехе МК «Азовсталь» [Текст] / А.В.Дидевич, Ю.М.Тютюнник, Н.И.Храпко // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2008. - № 4. – С.5-9.
3. Логинов В.Н. Влияние расхода кокса, температуры и основности шлака на распределение серы [Текст] - Металлургия и коксохимия: сб.науч.тр. / Выпуск 24. - К.: Техніка, 1971. - С. 50-52.
4. Крутас Н.В. Стабилизация шлакового режима доменной плавки в условиях ОАО «Запорожсталь» [Текст] / Н.В.Крутас, А.В. Казьмин, М.Е. Шарапов, В.В. Мандра // Сталь. – 2008. – № 10. – С. 14-18.
5. Воденников С.А. Дослідження знесірчувальної здатності шлаку доменної печі № 5 ВАТ «Запоріжсталь» [Текст] / Воденников С.А., Гаврилко С.О., Морозова І.А. [та ін.] // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. — № 4/1. – С.57-62

УДК 547.118: 547.438: 627.257

ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФОСФАТНИХ ІНГІБІТОРІВ КОРОЗІЇ СТАЛІ У ВОДОПРОВІДНІЙ ВОДІ

А.Т. Тамазашвілі

Аспірант*

Контактний тел.: 097-951-10-87

E-mail: tamazashvili@gmail.com

Ю.І. Мазна

Студентка*

Контактний тел.: 063-723-48-01

E-mail: yulya_maznaya@mail.ru

Л.В. Сіренко

Кандидат технічних наук

*Кафедра екології та технології рослинних полімерів

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

Контактний тел.: 066-705-60-26

E-mail: l_sirenko@mail.ru

Досліджено процеси корозії сталі у водному середовищі. Визначено значення ступеню захисту від корозії в залежності від концентрації інгібіторів при різних умовах аерації. Проведено порівняння ефективності розроблених фосфатних інгібіторів

Ключові слова: інгібітор, корозія, ступінь захисту від корозії

Исследованы процессы коррозии стали в водной среде. Определены значения степени защиты от коррозии в зависимости от концентрации ингибиторов при разных условиях аэрации. Проведено сравнение эффективности разработанных фосфатных ингибиторов

Ключевые слова: ингибитор, коррозия, степень защиты от коррозии

The processes of steel corrosion in the aquatic environment were studied. The values of the level of protection from corrosion depending on the concentration of inhibitor at different conditions of aeration were established. A comparison of the efficiency of the developed phosphate inhibitors was carried out

Keywords: inhibitor, corrosion, protection from corrosion

Вступ

Метали та сплави на їх основі є основними конструкційними матеріалами для машинобудування, транспорту, будівельної, хімічної, енергетичної та інших галузей народного господарства. З них виготовляють найвідповідальніші деталі та механізми. Але виробли з металів під дією різних фізико-хімічних і

біологічних факторів руйнуються або втрачають свої споживчі властивості. Таке руйнування металів під впливом зовнішнього середовища отримало назву корозії металів.

В промислово-розвинутих країнах збиток від корозії металів перевищує 5% національного продукту. Тому створення і використання інгібіторів корозії варто розглядати як актуальну задачу.