

Винахід належить до чорної металургії, зокрема до способів систематичної промивки горна доменної печі.

Відомий спосіб промивки горна, за яким високозакисний агломерат (промивочний матеріал) з масовою часткою FeO від 30 до 50% і $\text{Fe}_{\text{зас.}}=57,7\%$ вводять у шихту періодично через 30-60 випусків чавуну у кількості 0,3-0,6 об'єму горна, що складає 140-230т агломерату за одну промивку (а.с. СРСР №1161350, кл. С21В5/00, 1983).

Недолік цього способу промивки горна у тому, що через велику кількість промивочного матеріалу, що подається у піч між двома суміжними випусками, безпосередньо під час промивки одержують чавун, некондиційний за вмістом сірки. Це пов'язане як зі зниженням температури чавуну, так і з низькою основністю промивочного матеріалу - 0,6-0,8. Шлак, що утворюється з робочих і промивочних подач між випусками чавуну навіть при нормальному тепловому стані печі не може забезпечити належну десульфуріацію чавуну.

Відомий спосіб промивки горна доменної печі, згідно якому як промивочний матеріал використовують зварювальний шлак після подачі 10-15т коксу у вигляді пижа. Зварювальний шлак завантажують у піч з навантаженням 1,2-1,7т/т коксу. Цикл промивки повторюють через 9-11 подач 3-4 рази. Кількість зварювального шлаку за один цикл складає 12,0-25,4т, а за 4 цикли - 48-102т. (Виробництво чавуну. Технологічна інструкція ТІ 232-І-99, ВАТ "МК "Азовсталь", п.9.10.5б, с.77).

Через те що основність зварювального шлаку низька - 0,05-0,25, а вміст FeO - підвищений, то при великій кількості промивочного матеріалу шлак, що утворюється під час промивки, не може забезпечити належну десульфуріацію чавуну. У період промивки на випусках одержують некондиційний за сіркою чавун.

Найбільш близьким за технічною сутністю і результатом, що досягається, є такий спосіб промивки горна доменної печі. Зварювальний шлак у кількості 60-120т завантажують у осьову зону колошника. Промивку горна здійснюють 1 раз на добу. При заданій періодичності промивок частка промивочної шихти у загальній масі залізрудних матеріалів складає 1,5-3,0%. (Режим промивки горна доменних печей, Г.А. Цимбал, А.С. Романенко, А.П. Монарщук та ін.. Чорна металургія, 1991, №11, с.66-69).

Для покращення знесірчення чавуну збільшують нагрів чавуну і основність шлаку. З цієї метою за 10-12 подач до початку промивки завантажують додатковий кокс у вигляді холостих подач з розрахунку 200-300кг/т зварювального шлаку. За рахунок холостих подач збільшується вміст кремнію на 0,15-0,20% і зростає основність шлаку на 0,03-0,05 одиниць.

У наведених прикладах здійснення способу частка промивочної шихти складала 0,36-0,43% і не перевищувала 1,74%, тобто була на рівні нижньої границі і меншою. При цьому одержували більш чистий за сіркою чавун.

Однак, збільшення витрати промивочного матеріалу до 3% від загальної маси завантажуваних матеріалів, тобто до 120т і вище, при безперервному завантаженні приведе до зниження середньої основності шлаку і одержання на випуску високосірчастого чавуну.

У основу винаходу поставлена задача - удосконалити спосіб промивки горна доменної печі шляхом зміни режиму промивки, що дозволить одержати середню основність шлаку на рівні, що забезпечує при ефективній промивці горна виплаву кондиційного за сіркою чавуну.

Поставлена задача досягається завдяки тому, що у способі промивки доменної печі, що включає періодичне завантаження до рудної частини промивочних матеріалів у кількості 1,5-3,0% загальної маси шихти і їх проплавку, промивочні матеріали вводять у шихту порціями між суміжними випусками чавуну, причому масу кожної порції визначають за залежністю:

$$0,02M \leq G \leq M/(1-N),$$

де

$$N = \frac{\text{CaO}_n + \text{MgO}_n - v(\text{SiO}_{2n} - L_n \times 2,14 / \text{Si} /)}{I_p(\text{CaO}_p + \text{MgO}_p - v\text{SiO}_{2p})} ; (I)$$

G - маса промивочного матеріалу або суміші матеріалів, т;

M - маса шихтових матеріалів, що загружаються у піч між суміжними випусками чавуну, т;

N - співвідношення вільних основних оксидів у промивочній і робочій шихті;

CaO_n , MgO_n , SiO_{2n} , CaO_p , MgO_p , SiO_{2p} - частка оксидів у промивочному матеріалі і у робочій шихті, т/т матеріалу;

L_n - вихід чавуну з промивочного матеріалу, т/т;

$/\text{Si}/$ - масова частка кремнію у чавуні, т/т;

v - основність шлаку, що вимагається для одержання кондиційного за сіркою чавуну;

I_p - кількість шлакоутворюючих з робочої шихти (відношення виходу шлаку до витрати шихти, т/т шихти.

Як промивочний матеріал використовують зварювальний шлак, залізну руду, високозакисний агломерат.

Для підвищення ефективності промивок одночасно з промивочним матеріалом вводять вапняк і/або карбонатну марганцеву руду.

Нові, порівняно з прототипом, ознаки винаходу:

1. Промивочний матеріал вводять у шихту порціями;

2. Одну порцію промивочного матеріалу подають у доменну піч у період між суміжними випусками чавуну;

3. Масу однієї порції промивочного матеріалу визначають за залежністю;

4. Для підвищення ефективності промивок одночасно з промивочним матеріалом у піч вводять вапняк і/або карбонатну марганцеву руду.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю всіх суттєвих ознак винаходу, що заявляється і технічним результатом, що досягається, одержаним у період промивки кондиційного за сіркою чавуну підтверджується наведеними нижче прикладами здійснення способу промивки.

Приклади здійснення способу промивки, що заявляється, приведені стосовно доменної печі комбінату «Азовсталь».

Піч виплавляє переробний чавун з агломерату і окатишів при 12 випусках чавуну на добу. Продуктивність печі складає 2752т/добу, вихід шлаку - 0,4367т/т, витрата шихтових матеріалів 1,792т/т чавуну.

За один випуск наливається $2752:12=229,33$ т чавуну і $229,33 \times 0,4367=100,1$ т шлаку. За проміжок часу між двома випусками завантажують $229,33 \times 1,792=411$ т залізрудних матеріалів. Кількість шлакоутворюючих

складає 100,1:411=0,2435т/т шихтових матеріалів.

На печі проводяться профілактичні промивки горна для звільнення його від коксового сміття і розчинення шлакових конгломератів.

Приклад 1. Промивка горна зварювальним шлаком (табл.1).

Хімічний склад матеріалів:

Таблиця 1

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	CaO/SiO ₂	$\frac{CaO + MgO}{SiO_2}$	L
Зварювальний шлак	18,66	1,57	1,02	1,04	0,055	0,110	0,6040
Кокс	4,55	2,27	0,41	0,13	0,090	0,119	0,0326
Суміш зварювального шлаку і коксу	15,84	1,71	0,90	0,86	0,056	0,111	0,4897
Доменний шлак	38,693	6,557	48,061	4,282	1,242	1,353	-

Виходячи з заявленої залежності для визначення маси однієї порції промивочного матеріалу маса зварювального шлаку і коксу складає від 8,2 до 20,2т, у т.ч. маса зварювального шлаку - 16,2т, коксу - 4,0т.

Цю порцію зварювального шлаку можна завантажувати однією подачею. Нестача основних оксидів (CaO+MgO) у зварювальному шлаку - 0,1979т/т зварювального шлаку. Надлишок основних оксидів у робочій шихті - 0,00874т/т шихти.

Промивочний матеріал завантажують у піч після загрузки-завантаження 4-х т додаткового коксу і 6-7 робочих подач. Всього на промивку подають 1,63% зварювального шлаку від загальної маси залізорудних матеріалів за добу, тобто 2752×1,792×1,63:100=80,4т.

При завантаженні 16,2т зварювального шлаку в одній порції вимагатиметься 5 порцій, причому кожна з них подають між суміжними випусками чавуну.

Середній склад шлаку, що утворюється з промивочної і робочої шихти між двома випусками чавуну (табл. 2).

Таблиця 2

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	CaO/SiO ₂	$\frac{CaO + MgO}{SiO_2}$
40,22	6,65	46,40	4,29	1,154	1,260

Коефіцієнт розподілу сірки між чавуном і шлаком за В.Г.Воскобойниковим складає 56, а вміст сірки у чавуні - 0,042%, що укладається в межі, передбачені стандартом підприємства.

Приклад 2. Промивка горна залізною рудою. (табл. 3).

Хімічний склад матеріалів:

Таблиця 3

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	CaO/SiO ₂	$\frac{CaO + MgO}{SiO_2}$	L
Залізна руда	31,10	0,62	0,29	0,02	0,009	0,010	0,4997
Суміш залізної руди і коксу	24,97	1,00	0,32	0,05	0,013	0,015	0,3921

Нестача основних оксидів (CaO+MgO) у залізній руді у зв'язку з її низькою основністю складає 0,3749т/т. Верхня межа витрати суміші за залежністю не повинна перевищувати 11,6т, у т.ч. залізної руди - 8,9т, коксу - 2,7т. При необхідності завантаження 80,1т (1,63%) залізної руди її подають по одній подачі між дев'ятьма випусками чавуну.

Середній склад шлаку між двома суміжними випусками чавуну (див. табл. 4).

Таблиця 4

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	CaO/SiO ₂	$\frac{CaO + MgO}{SiO_2}$
40,32	6,48	46,67	4,15	1,157	1,260

Коефіцієнт розподілу сірки між чавуном і шлаком складає 56,3, а вміст сірки у чавуні - 0,041%. Отже, при обмеженні витрати залізної руди величиною 8,9т, утворюється шлак, який забезпечує одержання кондиційного чавуну.

Приклади 3 і 4. Промивка горна високоекисними агломератами (див. табл. 5).

Хімічний склад матеріалів:

Таблиця 5

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	CaO/SiO ₂	$\frac{CaO + MgO}{SiO_2}$	L
Агломерат А4-1	10,88	0,76	6,53	0,96	0,6	0,688	0,6203
Агломерат А4-2	10,70	0,77	8,61	1,02	0,8	0,900	0,6051
Суміш А4-1 і коксу	10,44	0,87	6,10	0,90	0,584	0,670	0,5793
Суміш А4-2 і коксу	10,27	0,87	8,04	0,96	0,783	0,876	0,5630

Недостача основних оксидів у агломератах нараховує відповідно - 0,04505 і 0,02176т/т агломерату. Високозаокисний агломерат вводять у піч замість звичайного офлюсованого агломерату. Для попередження зниження основності шлаку, при виведенні агломерату, вводять вапняк, і за рахунок цього зберігають існуючий надмір основних оксидів - 0,00874т/т робочої шихти. Витрата сумішей агломерату та коксу за заявленою залежністю складає від 66,2 до 110,0т. У одній порції можна подавати 61,6 і 102,4т високозаокисного агломерату відповідно. Без компенсації виведення офлюсованого агломерату вапняком можлива виплавка високосірчистого чавуну при промивці горна.

Приклади 5 і 6. Промивка горна промивочними матеріалами з додаванням вапняку і карбонатної марганцевої руди.

Основність шлаків, що утворюються при їх проплавці, складає 0,9-1,1. Це забезпечує рідкорухомість і стійкість за в'язкістю шлаку і полегшує доступ оксидів заліза і марганцю до часток коксу, що зруйнувався, та сажистого вуглецю і розчинення утворених шлакових конгломератів.

Хімічний склад сумішей (див. табл. 6).

Таблиця 6

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	CaO/SiO ₂	$\frac{CaO + MgO}{SiO_2}$	L
Суміш зварювального шлаку і вапняку	13,41	1,26	13,85	0,91	1,033	1,1	0,4587
Суміш Fe-руди і карбонат Mn-руди	13,50	0,93	10,53	1,62	0,78	0,9	0,3088
Суміш зварювального шлаку вапняку та коксу	11,83	1,44	11,46	0,77	0,969	1,034	0,3829
Суміш Fe-руди, карбонат Mn-руди і коксу	11,79	1,19	8,60	1,34	0,729	0,843	0,2560

Недостача основних оксидів у сумішах зварювального шлаку і вапняку основністю 1,1 складає - 0,0086, а у сумішах залізної руди і карбонатної марганцевої руди основністю 0,9-0,04003т/т суміші. Визначені за співвідношенням (I) кількості сумішей, складуть 144,2 і 70,7т при витратах зварювального шлаку 90,0т вапняку, 28,5т і коксу 25,7т у першому випадку і залізної руди 13,5т, карбонатної марганцевої руди 43,7т і коксу 13,5т у другому.

Практикою проведення промивок марганцевісними матеріалами встановлено, що максимальна їх кількість повинна бути достатньою для підвищення вмісту марганцю у чавуні до 2%, цьому відповідає витрата:

$$G_{\text{Mn-руди}} = \frac{229,33(0,02 - 0,0217)}{0,2887 \times 0,73} = 19,4\text{т}$$

де 229,33 - кількість чавуну на випуску, т;

0,02 і 0,00217 - доля Mn у чавуні при використанні марганцевої руди у шихті і без її використання;

0,2887 - доля Mn у марганцевій руді, т/т руди;

0,73 - коефіцієнт переходу Mn у чавун.

Тому витрата суміші залізної і марганцевої руд і коксу у порції повинна складати не 70,7т, а 19,4/0,6178=31,4т, включаючи по 6,0т залізної руди і коксу.

Перевірка знесірчуваної здібності показала, що шлаки забезпечують одержання кондиційного за сіркою чавуну.